UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRICA

TESIS

"NIVEL DE INFLUENCIA QUE TIENE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS) PARA LA ELABORACIÓN Y EFICIENCIA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL EN LA LÍNEA DE TRASMISIÓN DE 60KV, PUNO"

Tesis presentada por el Bachiller:

ALAIN ALONSO ALVARADO AGUILAR

Para optar el título profesional de

Ingeniero Electricista

Asesor:

ING. VICTOR HUGO CORNEJO SOLORZANO

Arequipa – Perú
2021

DEDICATORIA

A mi madre Lucrecia Rosario Aguilar Mendizabal, quien me ha educado con valores y principios, para que sea un hombre de bien y sobre todo por el apoyo incondicional para que pueda culminar mis estudios y llegue a mis metas trazadas. A mi padre que se encuentra en el cielo por cuidarme hasta ahora e interceder a Dios por mi salud y bienestar general.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Carlos Ramírez Atencio quien ha sido como un padre, el cual con su ejemplo, consejos y enseñanzas a contribuido significativamente en mi formación personal y profesional. Un especial agradecimiento a la Universidad Nacional de San Agustín en especial a la Escuela profesional de Ingeniería eléctrica por la formación y educación brindada durante mis años de estudio. A mi asesor el Ing. Victor Hugo Cornejo Solorzano, por el apoyo brindado en la elaboración de mi investigación.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Cumplo con lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos para la elaboración de la tesis de la Escuela profesional de Ingeniería Eléctrica, para obtener el Grado Académico de Ingeniero Electricista, Por lo que presento a vuestra consideración el presente proyecto de tesis titulado:

"NIVEL DE INFLUENCIA QUE TIENE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS) PARA LA ELABORACIÓN Y EFICIENCIA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 60 kV, PUNO"

Implementar un sistema de información geográfica (GIS) adecuado para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno

Por las consideraciones expuestas, pongo a vuestra consideración el presente informe de tesis y con disposición para recibir vuestros aportes y sugerencias.

El autor.

DICTAMEN DEL ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CONFORMIDAD DE CULMINACIÓN DE ASESORAMIENTO

Yo, Victor Hugo cornejo Solorzano, identificado con N° de DNI…29528213 ., asesor del Trabajo de Tesis titulado:

NIVEL DE INFLUENCIA QUE TIENE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS) PARA LA ELABORACION Y EFICIENCIA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL EN LA LINEA DE TRANSMISIÓN DE 60 kV, PUNO

Presentado por el Bachiller: Alain Alonso Alvarado Aguilar.

Una vez culminado el proceso de asesoramiento, se recomienda continuar con el proceso de Titulación, puesto que el Trabajo cumple con las exigencias de originalidad.

Arequipa, 04 de diciembre del 2020

ASESOR

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo implementar un sistema de información geográfica (GIS) adecuado para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno.

La investigación es importante ya que permite contar con una información Actualizada, completa y confiable que optimiza, dinamiza y agiliza la operatividad en la línea de transmisión, así como hace eficiente el plan de mantenimiento de la línea de transmisión.

El método es cuantitativo que se inicia con la toma de conocimiento acerca del estado actual del universo de aplicación tanto de las condiciones físicas y operativas, como también de la georreferenciación de los elementos presentes en una línea de transmisión, esto compromete un diagnóstico y recolección de datos generales en la línea de trasmisión

De la toma de conocimiento acerca del funcionamiento del universo de aplicación y georreferenciación de los elementos presentes en una línea de transmisión se realizará una organización, clasificación y normalización de la información, la cual se utilizara para el Modelamiento de una Geodatabase que pasará a clasificar los elementos de una línea de transmisión conjuntamente con sus características y su ubicación geográfica, esto para poder elaborar un plan de mantenimiento eficaz y a su vez tener una versatilidad, en su gestión.

La investigación concluye: Se logró implementar un sistema de información geográfica (GIS) adecuado para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kv, Puno

Palabras Clave: Línea de transmisión, sistema de información geográfica (GIS), plan de mantenimiento

ABSTRACT

The objective of this research is to implement a geographic information system (GIS) suitable for the elaboration and efficiency of a comprehensive maintenance plan in the 60 kv transmission line, Puno.

Research is important since it allows to have up-to-date, complete and reliable information that optimizes, streamlines, and streamlines the operation of the transmission line, as well as making the transmission line maintenance plan efficient.

The method is quantitative that begins with the taking of knowledge about the current state of the application universe of both the physical and operational conditions, as well as the georeferencing of the elements present in a transmission line, this compromises a diagnosis and collection of general data on the transmission line

From the acquisition of knowledge about the operation of the application universe and georeferencing of the elements present in a transmission line, an organization, classification and normalization of the information will be carried out, which will be used for the Modeling of a Geodatabase that will classify the elements of a transmission line together with its characteristics and its geographical location, this in order to develop an effective maintenance plan and at the same time have versatility in its management.

The investigation concludes: It was possible to implement a geographic information system (GIS) suitable for the preparation and efficiency of a comprehensive maintenance plan in the 60 kv transmission line, Puno

Key Words: Transmission line, geographic information system (GIS), maintenance plan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTO ii
PRESENTACIÓN iii
DICTAMEN DEL ASESOR iv
RESUMEN v
ABSTRACT vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS vii
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE FIGURAS xiii
INTRODUCCIÓN xvi
CAPÍTULO I 1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1 ESTADO DEL ARTE 1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 4
1.3 PROBLEMA PRINCIPAL 7
1.4 OBJETIVOS 7
1.4.1 Objetivo general 7
1.4.2 Objetivos específicos 7
1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 7
1.6 VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN 7
1.6.1 Variable 7
1.6.2 Variable dependiente 8
1.7 VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN 8
1.7.1 Viabilidad Técnica 8
1.7.2 Viabilidad operativa 8
1.7.3 Viabilidad económica 8
1.8 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN 9
1.8.1 Justificación 9
1.8.2 Importancia 9
1.9 ALCANCE Y LIMITACIONES 9
1.9.1 Alcance 9

1.9.2 Limitaciones 10
1.10 MÉTODO, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 10
1.10.1 Método 10
1.10.2 Tipo de investigación 11
1.10.3 Diseño de la investigación 11
1.11 POBLACIÓN, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. 11
1.11.1 Población 11
1.11.2 Técnica 12
1.11.3 Instrumentos 12
1.11.4 Técnicas de recolección de datos 12
1.11.5 Análisis de datos 13
CAPITULO II 14
MARCO TEÓRICO 14
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 14
2.2 MARCO CONCEPTUAL 14
2.3 LINEA DE TRANSMISIÓN 15
2.4 ELEMENTOS DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 15
2.4.1 Primer elemento de la línea de transmisión – Conductores 16
2.4.1.1 Conductor de cobre 17
2.4.1.2 Conductor de Aluminio 17
2.4.1.3 Características Físicas y Mecánicas de los conductores 19
2.5.1.2 Clasificación de los conductores por tipo de recubrimiento 20
2.4.1.4 Clasificación de los conductores por el número de alambres 28
2.4.1.5 Especificaciones técnicas conductor de 60 kV. 29
2.4.2 Segundo elemento de la línea de transmisión – Aisladores 32
2.4.2.1 Función de un aislador 33
2.4.2.2 Tipos de aisladores según su material 33
2.4.2.3 Tipo de aisladores según su diseño 36
2.4.2.4 Tipo de aisladores según las condiciones ambientales 39
2.4.2.5 Cadena de Aisladores 41
2.4.2.6 Especificaciones técnicas aislador Hasta 72.5 KV 44
2.4.3 Tercer elemento de una Línea de transmisión (El Soporte). 47
2.4.3.1 Postes 48
2.4.3.2 Torres 50

2.4.4 Otros elementos de una línea de transmisión 62
2.4.4.1 Puesta a tierra 62
2.4.4.2 Apartarrayos 63
2.4.4.3 Amortiguadores 65
2.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS) 69
2.5.1 Introducción 69
2.5.2 Descripción de un GIS 71
2.5.3 Componentes de un GIS 72
2.5.4 Atributos de la información en un GIS 73
2.5.5 Tipos de GIS 74
2.5.6 Aplicaciones del GIS 75
2.5.7. Software GIS 76
2.6. MANTENIMIENTO 76
2.6.1 Objetivos del Mantenimiento 77
2.6.2 Recursos Necesarios 77
2.6.3 Mantenimiento en redes de alta tensión 78
2.6.4 Tipos de mantenimiento 78
2.6.4.1 Mantenimiento Preventivo 78
2.6.4.2 Mantenimiento Predictivo 80
2.6.4.3 Mantenimiento Correctivo: 82
CAPITULO III 84
ESTADO DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN 84
3.1 EMPRESA 84
3.1.1 Organigrama Electro Puno 84
3.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA 87
3.2.1 Instalaciones de distribución 87
3.2.2. Instalaciones de transmisión y generación 88
3.3 MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA 89
3.3.1 Mantenimiento realizado en los años anteriores al 2015 89
3.3.1.1 Plan de mantenimiento 90
3.3.2 Mantenimiento realizado en los años posteriores al 2015 93
3.3.2.1 Plan de mantenimiento 94
CAPITULO IV 100
ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA 100
4.1 GENERALIDADES 100

4.2 ESQUEMA DE LA PROPUESTA 100
4.2.1 Alcances 100
4.2.1.1 Alcance general 100
4.2.1.2 Alcance específico 100
4.2.2 Antecedentes 100
4.2.3 Descripción 101
4.2.4 Software de entorno gráfico y gestión de activos ARCGIS 101
4.2.4.1 SIGRED ELECTRO PUNO 104
4.2.5 Systems, Applicatión, products in data Processing – ERP-SAP 106
4.2.6 Diagnóstico y recolección de información 108
4.2.6.1 Recolección de información 108
4.2.6.3 Recursos y equipos 112
4.2.6.4 Descripción del proceso 112
4.2.7 Procesos de implementación del módulo mantenimiento 114
CAPITULO V 115
PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL 115
5.1 PLANEAMIENTO 118
5.1.1 Actividades de Mantenimiento 119
5.1.1.1 Procedimientos detallados por actividad 136
5.1.1.2 Gestión de materiales 137
5.1.1.3 Fichas de mantenimiento 138
5.1.1.4 Costos unitarios 141
5.1.1.6 Frecuencias de las actividades 141
5.1.1.7 Actividades de mantenimiento preventivo y predictivo 144
5.1.2 Inspección en una línea de transmisión 147
5.1.2.1 Tipos de Inspección 148
5.1.2.2 Gestión de las inspecciones en un plan de mantenimiento integral 163
5.1.2.3 Ordenes de Inspección 163
5.1.2.4 Control y flujo de las inspecciones 163
5.1.3 Metrado y Presupuesto 165
5.2 PROGRAMACIÓN 166
5.2.1 Orden de trabajo 167
5.2.2 Datos generales de una orden de trabajo 169
5.2.2.1 Definición contable 169
5.2.2.2 Planificador de mantenimiento 169

5.2.2.3 Ejecutor de mantenimiento 172
5.2.2.4 Fecha de Programación 173
5.2.2.5 Estado 173
5.2.2.6 Centro de costos 173
5.2.2.7 Gestión de materiales 173
5.2.2.8 Gestión de personal o mano de obra 173
5.2.2.9 Definición de la fecha de inicio y fin de las actividades programadas 174
5.2.2.10 Corte programado 174
5.2.2.11 Designación de la tarea o trabajo al ejecutor 174
5.2.2.12 Designación de la encuesta a llenar por el ejecutor 174
5.2.3 Programación del mantenimiento preventivo 176
5.2.4 Programación del mantenimiento correctivo 177
5.2.5 Programación del mantenimiento predictivo 179
5.3 EJECUCIÓN 180
5.3.1 Revisión de la orden de trabajo 182
5.3.2 Actualización en GIS 182
5.3.3 Valoración o liquidación de la orden de trabajo 183
CAPITULO VI 185
ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 185
6.1 INTERPRETACIÓN N°1: 189
6.2 INTERPRETACIÓN N°2: 196
6.3 INTERPRETACION N°3 200
6.4 INTERPRETACION N°4 202
CONCLUSIONES 204
RECOMENDACIONES 205
GLOSARIO DE TÉRMINOS 206
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 207

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro comparativo de interrupciones de Líneas de Transmisión Electro Puno Periodo 2014-2019 4

Tabla 2: Cuadro de tipo de interrupciones en el periodo 2015-2019 6

Tabla 3: Ventajas y desventajas de los conductores de cobre y aluminio 18

Tabla 4: Calibres mínimos en milímetros cuadrados según la distancia entre apoyos 19

Tabla 5: Comparación del aislamiento EPR y XLPEpara redes de media tensión: 26

Tabla 6: Datos técnicos de los conductores de aislamiento 31

Tabla 7: Número de elementos aislantes empleados típicamente por nivel de voltaje 41

Tabla 8: Especificaciones Técnicas Aislador 44

Tabla 10: Actividades de mantenimiento en la línea de transmisión de 60 kV de Electro Puno 122

Tabla 11: Aplicación de contrapesos y varillas en líneas de transmisión de 60 kV. 132

Tabla 12: Ficha de mantenimiento 139

Tabla 13: Muestra de una actividad y su costo unitario 141

TABLA 14: Frecuencias de las actividades de mantenimiento 142

Tabla 15: Actividades que se ejecutaran de acuerdo a un mantenimiento preventivo y predictivo 144

Tabla 16 : Encuesta de Inspección 150

Tabla 17: Modelo de la orden de trabajo 168

TAbla 18: Reporte de la ejecución 175

Tabla 19: Resultados de la inspección y diagnóstico de la LT-6027 Puno-Ilave-Pomata, para cambio de partes deterioradas 185

Tabla 20: Mantenimiento de la línea de 60 kV Puno – Pomata 187

Tabla 21: Resultado 2 resumen de la inspección y diagnóstico de la LT. L-6021 Azangaro - Antauta, para cambio de partes deterioradas y materiales a usar 195

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuadro de estadísticos de interrupciones 2015-2017 6
Figura 2: Elementos presentes en la Línea de Transmisión 12
Figura 3: Elementos de la Línea de Transmisión 16
Figura 4: Modelos de los conductores desnudos de cobre 20
Figura 5: Conductores desnudos de aluminio 21
Figura 6: Características del aislamiento 23
Figura 7: EPR: etileno-propileno 24
Figura 8: HEPR: etileno-propileno de alto módulo. 25
Figura 9: Cubierta exterior 27
Figura 10: Conductores por el número de alambres 28
Figura 11: Aislador de porcelana 34
Figura 12: Corte transversal de un aislador de vidrio 35
Figura 13: Aisladores poliméricos 36
Figura 14: Aisladores de subestación 37
Figura 15: Aislante de suspensión, tipo campana espárrago (ball and socket type) 38
Figura 16: Aislador post-type, 35 kV 39
Figura 17: Aisladores de suspensión tipo normal 40
Figura 18: Aisladores anti-fog o antiniebla 40
Figura 19: Curva de número de aisladores versus tensión aplicada 42
Figura 20: Cadena de aisladores simple de suspensión 42
Figura 21: Características mecánicas y eléctricas del aislador 46
Figura 22: Poste simple de hormigón 48
Figura 23: Poste de concreto 49
Figura 24: Postes troncocónicos 50

Figura 25: Torre 51
Figura 26: Tipos de torres 52
Figura 27: Torres de fases escalonadas 53
Figura 28: Sistema de fases horizontales 53
Figura 29: Torres semirrigidas 54
Figura 30: Torres rígidas 55
Figura 31: Torres flexibles 56
Figura 32: Torres según su nivel de tensión 57
Figura 33: Torres de transmisión tipo A 58
Figura 34: Torre tipo S 59
Figura 35: Torres de transmisión tipo T o T1 60
Figura 36: Torres de transmisión tipo T2 61
Figura 37: Detalle de un PAT-T2C2 63
Figura 38: Detalle del apartarrayo 64
Figura 39: Amortiguadores espaciales 66
Figura 40: Amortiguador de hormiguita 66
Figura 41: Modelo de amortiguadores stockbrige 67
Figura 42: Espirales de vibración 68
Figura 43: Gallop master 68
Figura 44: Entorno GIS 70
Figura 45: Etapas GIS 70
Figura 46: Estructura gerencia general 84
Figura 47:Estructura Gerencia Administración 85
Figura 48: Estructura Gerencia de Planeamiento 85
Figura 49: Estructura Gerencia Comercial 86
Figura 50: Estructura Gerencia Técnica 86
Figura 51: Estructura Gerencia de Operaciones 87

Figura 52: Metrado redes de distribución 87
Figura 53: Metrado redes de transmisión.....88
Figura 54: Metrado de generadores 88
Figura 55: Sistemas de información geográfica (GIS). 102
Figura 56: Sistemas ArcGIS implementado 103
Figura 57: SIGRED ELECTRO PUNO.....103
Figura 58: Imágenes de los módulos, filtros y reportes del SIGRED ELECTRO PUNO...106
Figura 59: Módulo SAP.....108
Figura 60: Plantilla SURVEY 123.....110
Figura 61: Encuesta Digital SURVEY 123 111
Figura 62: Interconexión ARCGIS Y SAP.....117
Figura 63: Esquema funcional del plan de mantenimiento integral en ArcGIS 118
Figura 64: Planificación.....119
Figura 65: Modelo de letrero y soporte.....125
Figura 66: Gestión de materiales 137
Figura 67: Inspección de trabajo.....149
Figura 68: Aplicativos móviles GIS 163
Figura 69: Proceso de Información en Bases de datos GIS 164
Figura 70: Mapeo de la gestión de información 166
Figura 71: Programación.....167
Figura 72: Ejecución del mantenimiento 181
Figura 73: Información recopilada en campo con el aplicativo Survey 123 que es alojada en la Nube a través del ArcGIS Online. 192
Figura 74: Actualización final en el ArcGIS Desktop, en base a la información alojada en la nube que maneja el ArcGIS Online 193

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada: “Nivel de influencia que tiene la implementación de un sistema de información geográfica (GIS) para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno” Fundamenta su investigación basada en los componentes de la línea de transmisión que son importantes para desarrollar la implementación de un sistema de información geográfica (GIS), el mismo que permite generar un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno. Ya que ello permite abarcar el servicio continuo de la energía eléctrica, así como el programado corte por mantenimiento, ya que ello permite a la sociedad y a las empresas a tomar las precauciones.

Por ello que la electricidad es una herramienta fundamental para la satisfacción de las necesidades humanas y aumentar el nivel de vida de la sociedad; su obtención requiere de una complicada infraestructura. En este sentido, la energía eléctrica es un factor clave en el desarrollo económico. Lograr un servicio fiable y rentable es uno de los desafíos actuales del sector eléctrico, en correspondencia con sus tres pilares de desarrollo: los procesos de generación, transmisión y distribución.

Las líneas de transmisión confinan la energía electromagnética a una región del espacio limitada por el medio físico que constituye la propia línea, a diferencia de las ondas que se propagan en el aire, sin otra barrera que los obstáculos que encuentran en su camino. La línea está formada por conductores eléctricos con una disposición geométrica determinada que condiciona las características de las ondas electromagnéticas en ella.
El desarrollo del presente trabajo está comprendido en capítulos los que son desarrollados de manera detallada según el esquema que se encuentra comprendida en el índice de contenido.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ESTADO DEL ARTE

Estrada (2013), en su trabajo de investigación presenta el modelamiento de una red de distribución eléctrica utilizando la tecnología de los sistemas de información geográfica (GIS). Se indica la manera de crear la base de datos necesaria para, mediante un indicador común, asociar la información geográfica con los objetos gráficos de un mapa digital. Como aplicación se presenta el comportamiento de la red frente a un crecimiento previsto de la demanda. El alimentador es real y la cartografía corresponde a la ciudad de Arica, Chile.

Como conclusión de la investigación señala, aunque esta investigación documenta una integración a pequeña escala, queda de manifiesto la capacidad de los GIS para iniciar una completa integración de la información de servicios eléctricos. Asimismo, en un nivel básico, se observa que la incorporación de un componente espacial para el análisis de sistemas de potencia, amplía la capacidad de explotación en nuevas áreas.

García (2018), en su investigación considera que las empresas eléctricas necesitan métodos eficaces de visualizar información. En la Unión Eléctrica en Cuba se trabaja en el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que cuente con una base conceptual y dé respuesta a las distintas peticiones del usuario. Para ello, el objetivo de la investigación es desarrollar un modelo para el manejo de datos geoespaciales, con el uso de técnicas de Inteligencia Artificial, como soporte a la toma de decisiones en el sector eléctrico cubano. Como primer paso se elabora una ontología ligera que dote al sistema de la base conceptual. Para lograr las consultas automáticas se desarrolla un Sistema de Razonamiento Basado en Casos. La base de casos contiene la descripción de consultas estáticas realizadas previamente en forma de casos. Cada consulta se compone por once rasgos fundamentales derivados de la ingeniería del conocimiento realizada, de los cuales ocho son predictores y tres objetivos. La calidad final del SIG es verificada de acuerdo a los estándares de calidad de la norma ISO 9126:2002. Este sistema se aplica en todas las empresas eléctricas del país en las distintas áreas que inciden en los procesos de

transmisión. Los resultados de la validación en campo evidencian la factibilidad de la propuesta. La investigación tiene como principal conclusión que el sistema inteligente de información geográfica propuesto, se le incorporó una base conceptual, a partir de una ontología, para los procesos de distribución y transmisión de la energía eléctrica en Cuba

Martinez (2002), en su trabajo de investigación refiere que las líneas de transmisión ocupan un lugar importante en el estudio de las redes eléctricas, son los elementos del sistema encargados de transportar la energía desde las lejanas centrales eléctricas de generación hasta los centros de consumo.

En este proyecto de investigación se efectúa la formulación de un modelo de la línea de transmisión para considerar desbalances y el impacto que tienen en estudios que convencionalmente se efectúan considerando que el sistema eléctrico es balanceado.

Los estudios realizados en estos sistemas que no consideran el desbalance tales como: control de perfil de voltaje, cargabilidad, consideran la transformación de componentes simétricas, como una manera las matrices de impedancia y admitancia, donde se encuentra que con la solución de la red equivalente de secuencia positiva, las ventajas que este método ofrece es que la solución del sistema en redes de secuencia es muy sencilla en comparación con la solución del sistema en el dominio de las fases, además de que debido a que el sistema es considerado balanceado, la única red de secuencia que resulta energizada es la red de secuencia positiva, y así solamente se tiene que resolver una red para obtener la solución del sistema completo, sin embargo no considerar los desbalances del sistema puede llevar a determinar condiciones de operación erróneas en el sistema eléctrico.

A nivel nacional

Dejo (2019), en su trabajo de investigación, plantea que los hogares, plantas industriales, transporte, entre otros; el COES (Comité de Operaciones Económicas del Sistema Interconectado Nacional), considera que es necesario la expansión de nuevas líneas de transmisión, que tengan la seguridad y confiabilidad para disminuir posibles colapsos por sobrecarga en el Sistema Interconectado Nacional a largo plazos. En la presente tesis, se realizará una metodología para el diseño de una Línea de Transmisión en 220 kV, donde se presenta los principales criterios y consideraciones al momento de evaluar y decidir cuál es la mejor ruta con el menor número de vértices y menores obstáculos, una correcta selección del conductor, estructuras, el sistema de puesta a tierra y la selección de la

cimentación y otros. En la presente investigación se elaborará 1 ejemplo de una línea de transmisión, en base a la metodología que es la misma para todas, lo que cambia en un diseño es el nivel de tensión, las condiciones ambientales y el tipo de terreno por donde recorre la línea de transmisión.

Cahuana (2012) en su investigación plantea como objetivo principal Implementar un software para mejorar el mantenimiento predictivo de las subestaciones de distribución en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y proponer un modelo mejorado para la gestión de mantenimiento predictivo., la investigación plantea cómo método será el de tipo cuantitativo : Se iniciara con la toma de conocimiento acerca del estado actual del universo de aplicación tanto de las condiciones físicas como de las operativas, esto compromete una recolección de datos acerca de las características de los equipos instalados en las subestaciones de distribución tipo aérea, caseta y compacta de la ciudad del Cusco mediante un diagnostico físico (inventario), así como del registro de las ocurrencias (registro de fallas hasta el nivel de detalle deseado) de las fechas y tiempos de reparación. Tomando en cuenta los flujos de información y las relaciones entre las entidades, así como de su comportamiento en esta etapa se aplicarán los nuevos conceptos de la gestión de mantenimiento. Para finalmente determinar los mejores indicadores para la evaluación del mantenimiento.

Maque (2017) en su trabajo de investigación tiene como objetivo analizar, diagnosticar y dar la propuesta de como poder mejorar la calidad de servicio a causa de fallas imprevistas en el suministro eléctrico en el distrito de Macusani-Carabaya en todo el sistema eléctrico, se emplea la investigación del tipo no experimental de diseño transversal, para lo cual la información se obtiene a través de encuestas y entrevistas planteadas por única vez a los representantes de Servicios Eléctricos Macusani y a los usuarios del sistema, y así mismo, la observación directa , utilizando cámaras fotográficas, GPS, apuntes, y la recolección de datos de otras entidades; que dan como resultado detectar las fallas más frecuentes que se producen básicamente en la línea de transmisión LT-9002 Ajoyani-Macusani, a causa de inclemencias de tiempo, las fallas por mantenimiento y las fallas de la Línea de interconexión de alta tensión 60KV Azángaro-Antauta. Para poder solucionar estos problemas se propone la independización de la línea primaria 22,9 KV de una terna; en el año diez (10) será reforzado a dos (2) ternas en línea de San Gabán-Macusani implementando un nuevo transformador de potencia 5/3/2MVA, 138/22.9/13.8 KV-San Gabán II y se propone el cambio total de redes primarias, secundarias e implementar

sistemas fotovoltaicos para lugares más alejados, para mejorar la eficiencia operativa del sistema eléctrico, para una mejor calidad del servicio y el uso eficiente de los activos de la empresa, que permitan atender a los clientes más afectados. Para hacer confiable y seguro el análisis de caída de tensión, en las líneas, se realiza empleando el software Neplan obteniendo resultados satisfactorios.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema que se ha encontrado es la ausencia en la eficiencia que se tiene al momento de realizar un plan de mantenimiento en la línea de transmisión de 60 kV a falta de la implementación de un software especializado GIS corporativo, esto implica que aún no se tiene actualizado y georreferenciado los activos de la línea de transmisión, en consecuencia no se ha implementado un plan de mantenimiento con un registro detallado en aspectos gráficos, informáticos y programados, por otra parte falta implementar el Mantenimiento Predictivo dentro de los procesos de mantenimiento, como también se indica en los cuadros las interrupciones por cada año que se propone reducir.

Tabla 1: Cuadro comparativo de interrupciones de Líneas de Transmisión Electro Puno Periodo 2014-2019

Plazo:	**En Plazo**													
Tipo de Interrupción:	Falla propia													
Duración (Horas)	Mayores a 3 minutos (0.05 h)													
Líneas de Transmisión	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total Año
L-0638 PUNO - POMATA	2014	11	5	2	2	1		1	1		1		4	**28**
	2015	3		1	1						4	3	5	**17**
	2016	5	1	1	3				1		2	3	2	**18**
	2017	2	3		2		1		1			1	3	**13**
	2018	1	1		1					1	4	1	5	**14**
	2019	2												**2**
Líneas de Transmisión	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total Año
	2014				1						1	1	1	**4**
	2015	1		2	1									**4**

L-0639 PUNO - BELLAVISTA	2016												1	**1**
	2017	3										3	1	**7**
	2018		2											**2**
	2019													**0**
Líneas de Transmisión	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total Año
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	2014	4	5	1	8	2	2			2	6	3	5	**38**
	2015	4		2	1	2		8	1	2	3	3	5	**31**
	2016	4	6	8	1	2				2	6	4	5	**38**
	2017	6	3	3	5						4	5	5	**31**
	2018	4	2	1	1	1	1	2	3	2	6	4		**27**
	2019		1											**1**
Líneas de Transmisión	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total Año
L-6024 AZANGARO – Deriv. Putina	2014	3	5	2	6	2					2	2	1	**23**
	2015	6		2					1		3	2	5	**19**
	2016	3	3	1	2		1				3		3	**16**
	2017		1	1	2	2				1	3	4	9	**23**
	2018	5	4		4	3	6	5		6	11	14	3	**61**
	2019	1	3											**4**
Líneas de Transmisión	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total Año
L-6025 Deriv. Putina - ANANEA	2014	5	2	1	7	1					1	2	4	**23**
	2015				1	2			1		1	3	4	**12**
	2016			2	1		1	3	1	2	1	2	3	**16**
	2017	1	1	2	4		1			2	5	1	2	**19**
	2018	3	3	4	1				1	1				**13**
	2019	1	1											**2**
Líneas de Transmisión	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total Año
L-6026 Deriv. Putina - HUANCANE	2014	3	1	1	6	1					1	1	1	**15**
	2015											1	1	**2**
	2016						1					1		**2**
	2017	1		1									1	**3**
	2018	1	2						1				3	**7**
	2019	2												**2**

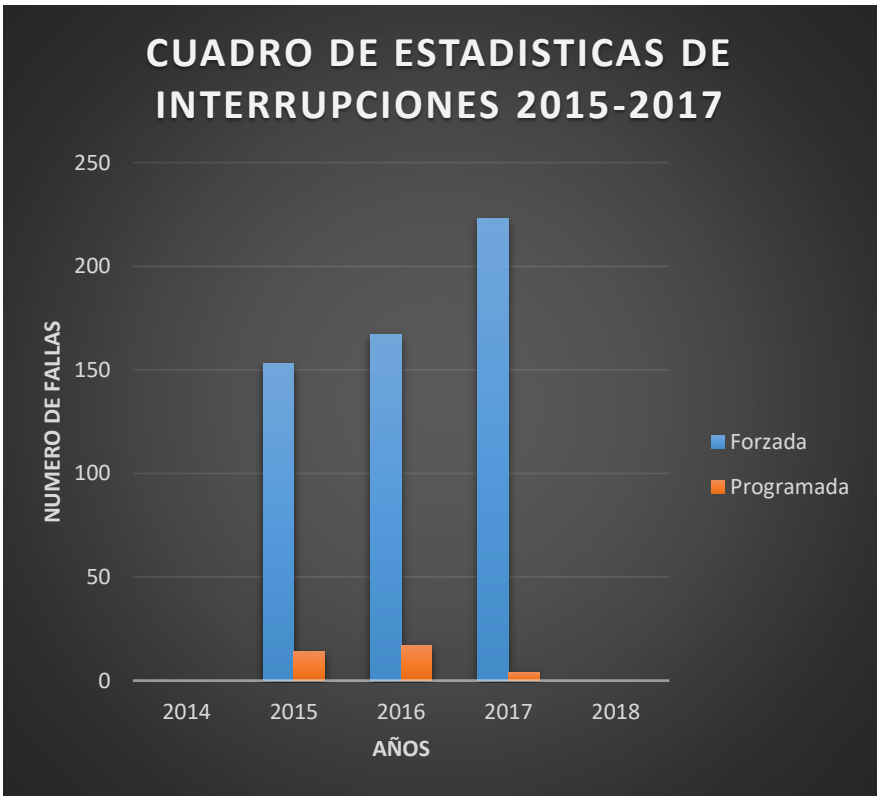
Como se muestra en el Tabla 1, el número de interrupciones es alto ya que se trata de una línea de transmisión, que cuando presenta fallas dejan sin servicio todo el sistema de distribución asociado a la subestación de transformación a la que llega la línea de transmisión, debido al no

contar con un plan de mantenimiento integral implementado en un software GIS, esto origina pérdidas económicas a la empresa concesionaria por la energía que deja de vender y las penalidades que deba pagar de acuerdo a la norma vigente.

Tabla 2: Cuadro de tipo de interrupciones en el periodo 2015-2019

Años	Forzada	Programada	Total general
2015	153	14	167
2016	167	17	184
2017	223	4	227
2018			
2019			
Total, general	**543**	**35**	**578**

Figura 1: Cuadro de estadísticos de interrupciones 2015-2017



Fuente: (indicadores de performance electro Puno, s.f.)

Lo expuesto y graficado me permite motivarme a realizar el presente trabajo de investigación.

1.3 PROBLEMA PRINCIPAL

- ¿De qué manera la implementación de un sistema de información geográfica (GIS) influye para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Implementar un sistema de información geográfica (GIS) adecuado para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar la implementación de un sistema de información geográfica (GIS).
- Elaborar de manera eficiente un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno.
- Diseñar la implementación de un sistema de información geográfica (GIS) y presentar la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno.
- Implementar un flujo de trabajo de mantenimiento utilizando tecnología GIS

1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Es probable que la implementación de un sistema de información geográfica (GIS) influya significativamente en la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno.

1.6 VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Variable

Implementación de un sistema de información geográfica (GIS).

1.6.2 Variable dependiente

Elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno.

1.7 VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Viabilidad Técnica

Se cuenta con los colaboradores adecuados que permitan poder viabilizar el plan de mantenimiento, así como poder poner en práctica la implementación del GIS.

1.7.2 Viabilidad operativa

El uso de un software GIS con sus herramientas nativas mejora la versatilidad, manejo, análisis de la información almacenada, así como dar la opción de llevar registros detallados y actualizados de las ocurrencias registradas a partir de la cual se realizan cálculos estadísticos que proporcionan confiabilidad en los índices y parámetros necesarios para la toma de decisiones. Esto permite separar del análisis las consideraciones subjetivas que son inherentes al criterio personal de quienes están encargados de la toma de decisiones.

1.7.3 Viabilidad económica

En la actualidad las empresas eléctricas encargadas de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, tienen entendido que el mantenimiento de los activos de la empresa no es un gasto, sino más bien una inversión y que aplicando mejores prácticas y afrontando los gastos que acarea el software y tecnología que finalmente logra reducir los costos de mantenimiento aumentando la disponibilidad de los activos y su vida útil, así como también aumenta la seguridad y confiablidad del sistema de transmisión de la empresa, de esta manera se garantiza el cumplimento de las exigencias regulatorias, normas legales, procedimientos y buenos estándares de calidad.

1.8 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Justificación

El uso de un software GIS con sus herramientas nativas mejora la versatilidad, manejo, análisis de la información almacenada, así como dar la opción de llevar registros detallados y actualizados de las ocurrencias registradas a partir de la cual se realizan cálculos estadísticos que proporciona confiabilidad en los índices y parámetros necesarios para la toma de decisiones. Esto permite separar del análisis las consideraciones subjetivas que son inherentes al criterio personal de quienes están encargados de la toma de decisiones.

1.8.2 Importancia

La investigación es importante ya que permite contar con una información actualizada, completa y confiable optimiza, dinamiza y agiliza la operatividad en la línea de transmisión, así como hace eficiente el plan de mantenimiento de la línea de transmisión.

1.9 ALCANCE Y LIMITACIONES

1.9.1 Alcance

- Obtener un registro de información sobre las características físicas y parámetros importantes de todos los elementos de la línea de transmisión instalados actualmente a través de un diagnostico en campo.
- Diseño de consultas de acuerdo a la información existente que se tiene de la línea de trasmisión, de acuerdo a las necesidades de las actividades de mantenimiento y operaciones.
- Diseño de la arquitectura de un GIS corporativo acorde al plan de mantenimiento
- Modelamiento de una base de datos compatible con el sistema de información geográfica (GIS) para la administración de la información a ser manejada por el software.

- Modelamiento de un group layer de la línea de transmisión, así como también la elaboración de un módulo de mantenimiento que involucra el plan de mantenimiento integral con los feature class involucrados en un sistema de información geográfico GIS.
- Registro de la información de fotografías de las inspecciones de la línea de transmisión que se adjuntara a la base de datos.
- El modelo propuesto abarcara líneas de transmisión con niveles de tensión de 60kV, 138kV y 220kV para una versatilidad de ingreso de información si se diera la construcción de otra línea de transmisión con diferente nivel de tensión.

1.9.2 Limitaciones

- En el módulo no incluirá el mantenimiento de subestaciones de transformación, ya que nos avocaremos a los activos de una línea de transmisión.
- El acceso al sistema GIS de Electro Puno es restringido, en este caso realizaremos una simulación exacta del sistema con programas SQL y visual estudio.

1.10 MÉTODO, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Método

Se aplicará el método cuantitativo: Se iniciará con la toma de conocimiento acerca del estado actual del universo de aplicación tanto de las condiciones físicas y operativas, como también de la georreferenciación de los elementos presentes en una línea de transmisión, esto compromete un diagnóstico y recolección de datos generales en la línea de trasmisión.

De la toma de conocimiento acerca del funcionamiento del universo de aplicación y georreferenciación de los elementos presentes en una línea de transmisión se realizara una organización, clasificación y normalización de la información, la cual se utilizara para el Modelamiento de una Geodatabase en la que se pasara a clasificar los elementos

de una línea de transmisión conjuntamente con sus características y su ubicación geográfica, esto para poder elaborar un plan de mantenimiento eficaz y a su vez tener una versatilidad, en su gestión.

Teniendo previsto los flujos de información, así como las relaciones entre entidades, y el comportamiento que adopta en esta etapa se implantará los nuevos conceptos de eficacia y gestión de mantenimiento.

Obteniendo los indicadores para la elaboración y gestión del plan de mantenimiento, de tal forma que se tendrá el modelamiento de formularios especializados para realizar la gestión de mantenimiento por los usuarios, así como también el modelamiento de herramientas para usuarios de consulta.

1.10.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación a desarrollar evaluativa (diagnostico-pronostico) los estudios de caso se pueden involucrar dentro de un proceso general de investigación analítica, diagnostica y evaluativa para lograr el mejoramiento de las organizaciones, mediante proyectos, programas y planes.

1.10.3 Diseño de la investigación

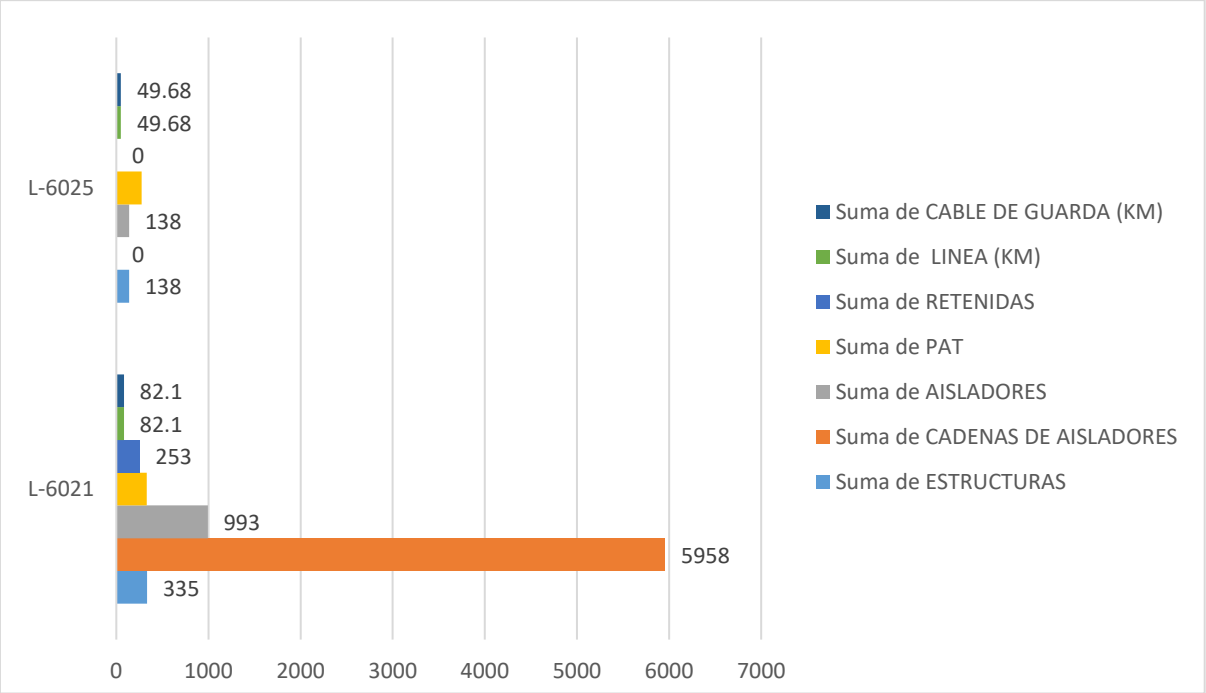
Diseño de investigación es aplicada ya que se basa en la implementación de un sistema de información geográfica (GIS) para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno".

1.11 POBLACIÓN, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

1.11.1 Población

El aplicativo de la herramienta será utilizado en los elementos presentes en las líneas de transmisión L-6021 y L-6025 de 60 KV de la empresa Electro Puno S.A.A.

Figura 2: Elementos presentes en la Línea de Transmisión



Fuente: Archivos de electro Puno

1.11.2 Técnica

Sera la observación, recopilación y el diagnostico con equipos, de las características de la línea de transmisión que serán tomados en campo.

1.11.3 Instrumentos

Mediante una inspección (inventario) y diagnóstico para realizar la georreferenciación (GPS) y toma de características de los elementos presentes en las líneas de transmisión de la muestra. Además, se tomará en cuenta los expedientes técnicos.

1.11.4 Técnicas de recolección de datos

Los datos de las características de los equipos serán tomados en campo mediante una inspección (inventario) y diagnóstico para realizar la georreferenciación y toma de características de los elementos presentes en las líneas de transmisión de la muestra. Además, se tomará en cuenta los expedientes técnicos.

1.11.5 Análisis de datos

El método a utilizarse para el procesamiento de datos será de acuerdo a una clasificación de los elementos en la línea de transmisión, cada uno con sus características correspondientes orientados a una implementación y gestión de mantenimiento.

El enfoque será aprovechar las facilidades que nos proporciona el avance de la tecnología con respecto al procesamiento de datos.

Los softwares que se utilizarán en esta parte serán:

- *ArcGIS 10.6*
- *ArcGIS Online*
- *ArcGIS server*
- *ArcGIS SDK*
- *AutoCAD 2018 Script (VBA)*
- *Microsoft Visual Studio 2012*
- *Microsoft SQL Server 2014*
- *Microsoft Office 2016*

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente la energía eléctrica constituye la variante energética ideal para la distribución y el transporte de energía desde los sistemas de producción a los de consumo.

El objetivo fundamental de un sistema eléctrico de potencia es el de suministrar energía eléctrica a diferentes consumidores y ello hace que este sistema esté constituido por los siguientes elementos:

- Máquinas sincrónicas y asincrónicas.
- Líneas eléctricas.
- Transformadores y autotransformadores.
- Receptores.

En tal sentido en la empresa Electro Puno ha visto por conveniente realizar un estudio teórico para poder realizar una estructura actual en lo que respecta a líneas de transmisión, con el propósito de realizar un group layer de alta tensión en nuestro software ArcGIS 10.6 que en la actualidad no existe.

Dicho estudio se realiza en la Línea de Transmisión 60kV Azángaro - Putina – Huancané - Ananea y Subestaciones considerando los siguientes criterios.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

La presente investigación titulada Nivel de influencia que tiene la implementación de un sistema de información geográfica (GIS) para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, puno".

Se detalla en que consiste un mantenimiento integral de las líneas de transmisión, así como la implementación de un sistema de información geográfica (GIS).

2.3 LINEA DE TRANSMISIÓN

La línea de transmisión es el elemento del sistema de potencia que se encarga de transportar la energía eléctrica desde el sitio en donde se genera hasta el sitio donde se consume o se distribuye.

Las líneas de transmisión como su nombre lo indica son aquellas complejas estructuras que transportan grandes bloques de energía eléctrica dentro de los diferentes puntos de la red que constituye el sistema eléctrico de potencia, son físicamente los elementos más simples pero los más extensos. La clasificación de los sistemas de transmisión puede ser realizada desde muy variados puntos de vista, según el medio: en aéreas y subterráneas (Enriquez, 2006)

Está constituida por conductores usualmente desnudos, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores a las estructuras que los soportan.

Hernández (2013), En el campo de la ingeniería de sistemas de potencia, una línea de transmisión de energía eléctrica se define también como el conjunto formado por cables conductores y cables de guarda sujetados en soportes o estructuras los cuales van separados a una cierta distancia llamada claro o vano.

2.4 ELEMENTOS DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Francisco M. González-Longatt, Mayo, 2007, considera que una línea de transmisión está constituida básicamente por tres (3) elementos:

- Conductores
- Aisladores
- Soportes

Como se puede verificar en la siguiente grafica o figura:

Figura 3: Elementos de la Línea de Transmisión

Fuente: Archivo de Electro Puno

Es posible considerar otra serie de elementos adicionales para una línea de transmisión, pero solo realizan funciones complementarias y que escapa el curso básico de líneas de transmisión. Los conductores y aisladores poseen funciones específicas de la que se deriva una serie de características que se relacionan de modo que el análisis de uno de ellos está relacionado con otros.

2.4.1 Primer elemento de la línea de transmisión – Conductores

Consiste de un cuerpo o un medio adecuado, utilizado como portador de corriente eléctrica. El material que forma un conductor eléctrico es cualquier sustancia que puede conducir una corriente eléctrica cuando este conductor se ve sujeto a una diferencia de potencial entre sus extremos. Esta propiedad se llama conductividad, y las sustancias con mayor conductividad son los metales. Los materiales comúnmente utilizados para conducir corriente eléctrica son en orden de importancia: cobre, aluminio, aleaciones de cobre, hierro, acero.

La selección de un material conductor determinado es, esencialmente, un problema económico, el cual no solo considera las propiedades eléctricas del conductor, sino también otras como: propiedades mecánicas, facilidad de hacer conexiones, su mantenimiento, la cantidad de soportes necesarios, las limitaciones de espacio, resistencia a la corrosión del material y otros. Los

metales más comúnmente utilizados como conductores eléctricos son los que se detalla a continuación:

2.4.1.1 Conductor de cobre

Material maleable, de color rojizo, la mayoría de los conductores eléctricos están hechos de cobre.

Sus principales ventajas son:

- Es el metal que tiene conductividad eléctrica más alta después del platino.
- Tiene gran facilidad para ser estañado, plateado o cadminizado y puede ser soldado usando equipo especial de soldadura de cobre.
- Es muy dúctil por lo que fácilmente puede ser convertido en cable, tubo o rolado en forma de solera u otra forma.
- Tiene buena resistencia mecánica, aumenta cuando se usa en combinación con otros metales para formar aleaciones.
- No se oxida fácilmente, por lo que soporta la corrosión ordinaria.
- Tiene buena conductividad térmica.

2.4.1.2 Conductor de Aluminio

Los conductores de aluminio son muy usados para exteriores en líneas de transmisión y distribución y para servicios pesados en subestaciones.

- Es muy ligero: tiene la mitad del peso que el cobre para la misma capacidad de corriente.
- Es altamente resistente a la corrosión atmosférica.
- Puede ser soldado con equipo especial.
- Se reduce al efecto superficial y el efecto corona debido a que, para la misma capacidad de corriente se usan diámetros mayores.

A. Alambre de acero recubierto de cobre

Es un gran avance, que interesa a las compañías eléctricas, por ser el acero barato, fuerte y accesible, pero presentando como desventajas, su poca duración y conductividad. Para dar al alambre de acero la conductividad y duración necesaria, se recubre con una capa de cobre bien adherida. La conductividad puede aumentarse haciendo más gruesa la capa de cobre o aluminio.

Este tipo de alambre de acero encobrado o aluminizado, es conocido como CopperWeld, o AlumoWeld, se utiliza para vientos y como conductor en líneas rurales, donde los tramos son largos y las intensidades de corriente pequeñas.

Tabla 3: Ventajas y desventajas de los conductores de cobre y aluminio

COBRE		ALUMINIO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Metal que tiene la conductividad eléctrica más alta después de la plata. La plata no se usa por su alto costo.	Por su costo es bueno para la rapiña.	Es muy Ligero. Tiene la mitad de peso que el cobre para la misma capacidad de corriente.	Se forma en su superficie una película de oxido que es altamente resistente al paso de la corriente y causa problemas en las juntas de contacto.
Tiene gran facilidad para estar aleado con otro metal y es de fácil soldadura.		Altamente resistente a la corrosión atmosférica.	No se debe de colocar con cobre debido a la corrosión galvánica que se daría.
Es muy dúctil por lo que puede ser transformado en cable u otra forma de manera más fácil.		Reduce el efecto corona, debido a que, para la misma capacidad de corriente, se usan diámetros mayores.	Menor conductividad eléctrica que el cobre

Tiene buena resistencia mecánica.		Es soldado con equipo especial	
No se oxida fácilmente por lo que soporta un poco más la corrosión.			
Tiene buena conductividad térmica.			

Fuente: web

2.4.1.3 Características Físicas y Mecánicas de los conductores

Para Enríquez (2008), Todo conductor debe poseer suficiente resistencia mecánica para soportar, sin romperse o deformarse permanentemente los esfuerzos aplicados al mismo, en la explotación (servicio) normal, y aun en las condiciones anormales, pero previsibles en el diseño. La construcción física de los conductores deriva principalmente de la esencia de las necesidades mecánicas mínimas para la operación segura, ante las eventualidades y operación normal.

En el caso de las líneas de transmisión aéreas, los esfuerzos mecánicos normales son: el peso del conductor y el hielo escarcha o nieve, que pudiese depositarse en zonas frías, el efecto del viento a una velocidad límite, etc.

Tabla 4: Calibres mínimos en milímetros cuadrados según la distancia entre apoyos

Materiales	30m	45m	60m	90m
Cobre estirado en frio	8	13	21	33
Cobre recocido	13	21	42	No
Aluminio duro		42	53	
Aluminio reforzado		13 (*)	21(*)	

Fuente: Archivo de Electro Puno

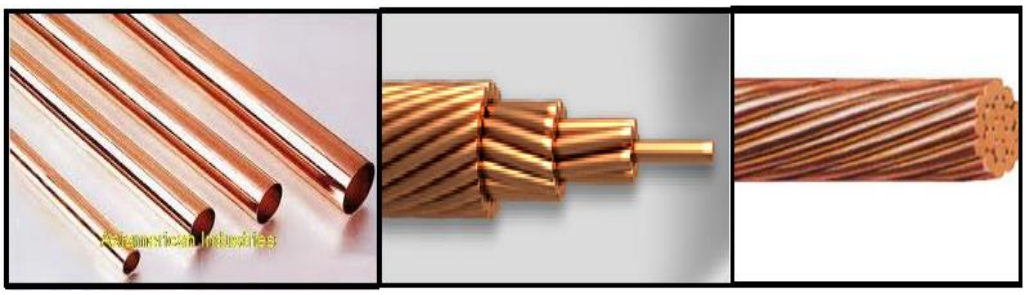
2.5.1.2 Clasificación de los conductores por tipo de recubrimiento

A. Conductores desnudos

1. Conductores desnudos de cobre (media y alta tensión)

- Temple Duro: Se utilizan en líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Temple Semiblandos (semirecocido): En aquellas aplicaciones en las que se requieren cables de dureza intermedia.
- Temple Blandos (recocido): se utilizan en sistemas de conexión a tierra para protección de equipos eléctricos, en puesta a tierra de pararrayos.

Figura 4: Modelos de los conductores desnudos de cobre



Fuente: Fotografías web

2. Conductores desnudos de aluminio (media y alta tensión)

En la actualidad los conductores trenzados son combinaciones de aluminio y otros elementos más, para aportar características mecánicas al conductor. Entre los diferentes tipos de conductores de aluminio se tienen:

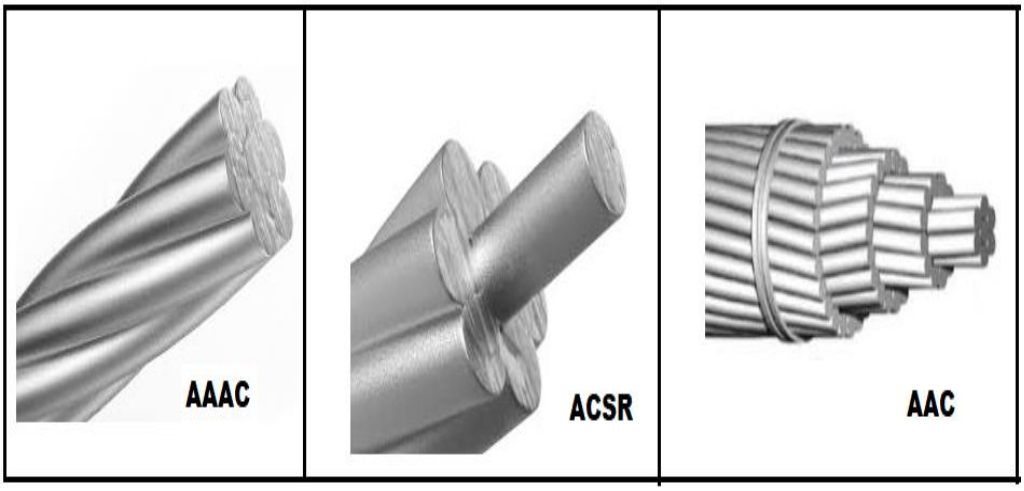
- AAC: Conductor de Aluminio (All Aluminum Conductor, Classes AA, A, B, C).
- AAAC: Conductor de Aluminio con Aleación (All Aluminum Alloy Conductor).
- ACSR: Conductor de Aluminio con Refuerzo de Acero (Aluminum Conductor, Steel Reinforced).
- ACAR: Conductor de Aluminio con Refuerzo de Aleación (Aluminum Conductor Alloy Reinforced).

El AAAC: Tiene mayor resistencia a la tensión que los conductores de aluminio de tipo ordinario.

Los ACSR: Consisten de un núcleo central de alambre de acero rodeado por capas de alambre de aluminio.

Los ACAR: Tiene un núcleo de aluminio de alta resistencia rodeado por capas de conductores eléctricos de aluminio tipo especial.

Figura 5: Conductores desnudos de aluminio



Fuente: Fotografías web

B. Conductores recubiertos

Sus componentes son:

1. Conductor

Transporta la corriente eléctrica. Es el elemento central del cable. Los conductores son de sección circular y están constituidos por alambres cableados en capas concéntricas (clase 2). Se fabrican de cobre electrolítico recocido o aluminio electrolítico, de alta pureza.

2. Pantalla semiconductora interna

Recubre totalmente el conductor. Su función es mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor. Se realiza con compuestos poliméricos con alta concentración de negro de humo para obtener la propiedad semiconductora. Este material está reticulado y totalmente adherido al aislamiento.

3. Aislamiento

Es el componente crítico del cable, ya que ha de soportar el elevado campo eléctrico presente en el interior. La tensión máxima que puede soportar un cable depende del material y del espesor del aislamiento, que aumenta con la tensión asignada del cable.

Recordamos que casi todos los cables tienen una capa de recubrimiento o aislamiento para prevenir que entren en contacto unos con otros y provoquen un cortocircuito.

El material aislante, colocado alrededor del conductor, debe presentar una serie de cualidades como son:

Características químicas:

- Absorción de agua y resistencia a la humedad.
- Grado de polimerización, vulcanización o reticulación.
- Resistencia al ozono.
- Resistencia a la acción solar.
- Resistencia a la radiación ultravioleta.
- Resistencia a la radiación gamma.
- Resistencia a la oxidación.
- Resistencia a los hidrocarburos.
- Resistencia a los agentes corrosivos.
- Resistencia a los ambientes salinos, alcalinos, etc.
- Características físicas:
- Termoplasticidad.
- Cristalización.
- Resistencia al agrietamiento o gelificación.
- Resistencia al calor y al frío.
- Resistencia al fuego.
- Temperatura máxima de servicio y de emergencia.
- Temperatura de cortocircuito.

3.1 Aislamiento termoestables (Media, alta y extra alta tensión.

Dueñas (2014) considera lo siguiente:

a) XLPE: Polietileno reticulado

Es un aislamiento que mezcla las propiedades de la goma con las características eléctricas y mecánicas del polietileno. Posee una temperatura de servicio de 90ºC y necesita menor cantidad de material comparativamente con otros aislantes, además posee alta resistencia al ozono, humedad, calor, agentes químicos y rayos solares.

El polietileno reticulado o XLPE, "hermano" del más conocido PVC, se diferencia de éste, básicamente, en que es un material termoestable, frente al PVC que es termoplástico.

Características

- Empleo, con indicación del tiempo de permanencia previsto para la instalación.
- Condiciones de instalación: fija o móvil, en este caso se prestará atención a si se trata de un servicio móvil continuo o esporádico con descripción detallada del tipo de trabajo que efectuará el cable.
- Tensión de servicio efectiva en voltios (corriente continua, alterna monofásica, trifásica, etc.).

Figura 6: Características del aislamiento

Fuente: www. Himakecable.com

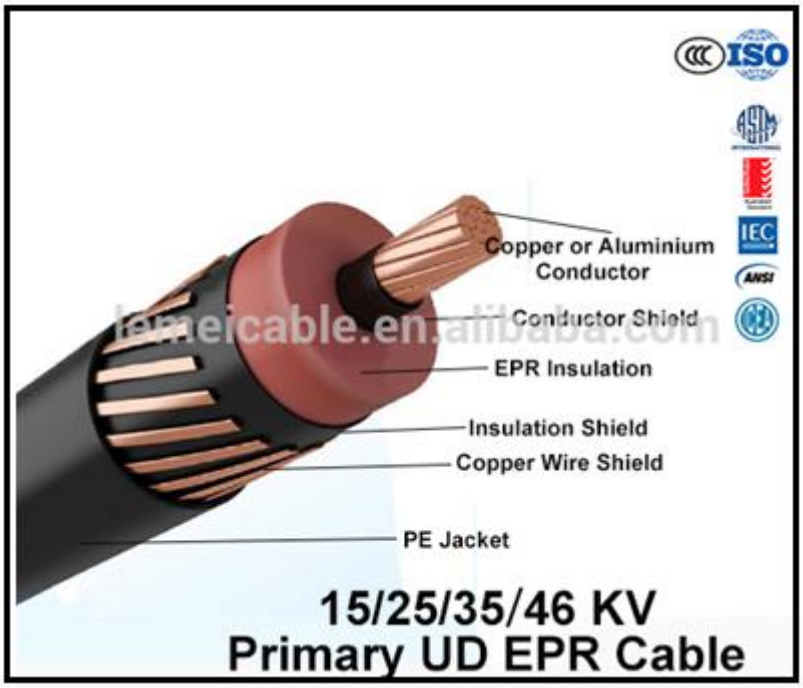
b) EPR: Etileno-propileno

Perteneciente a los termo fijos del tipo tela sintética; posee propiedades de aislamiento tales como resistencia a la ionización y una temperatura de servicio de 90ºC. Este tipo de aislante se utiliza especialmente en instalaciones de alta tensión hasta 60 (kV), en forma general.

El EPR (etileno-propileno) y el EPDM (etileno propileno dieno clase-M) son cauchos de características similares. El EPR es reticulable sólo por peróxidos y el EPDM es una modificación del EPR para que se pueda reticular además con los sistemas tradicionales de azufre.

Las características mecánicas (carga de rotura, módulo de elasticidad…) del EPR y del EPDM son relativamente bajas.

Figura 7: EPR: etileno-propileno



Fuente: Imágenes EPR: Etileno-propileno web

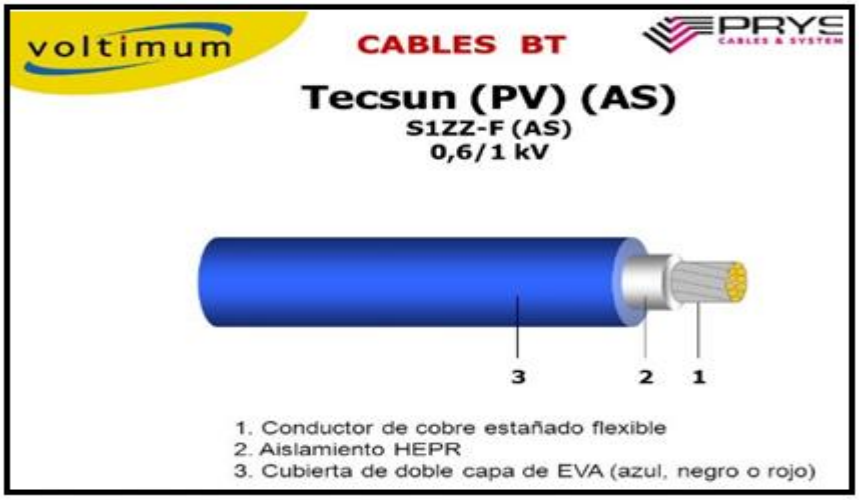
c) HEPR: etileno-propileno de alto módulo.

Capaz de trabajar a un alto gradiente (lo que significa menores espesores de aislamiento) y, además, no sólo mantener todas las cualidades inherentes a los tradicionales aislamientos de EPR, sino superarlas. Al poder trabajar a una temperatura de servicio de 105 ºC, estos cables tienen la posibilidad de transmitir más potencia que cualquier otro cable actual de la misma sección. Además, sus menores dimensiones hacen de él un cable más manejable, menos pesado y más fácil de transportar.

Características

- Menor diámetro exterior del cable, por incremento del gradiente de trabajo, reducción del espesor de aislamiento y por su posible reducción de su sección del conductor.
- Mayor facilidad de instalación, por su mayor flexibilidad y menor radio de curvatura.
- Menor coste de la línea eléctrica.

Figura 8: HEPR: etileno-propileno de alto módulo.



Fuente: Web imágenes HEPR: etileno-propileno de alto módulo.

Tabla 5: Comparación del aislamiento EPR y XLPEpara redes de media tensión:

Tipo de instalación	Propiedad	EPR	PVC	XLPE
Intemperie	Resistencia al ozono	E	B	B
Sobrecarga y c.c.	Resis. alta temperaturas	E	R	E
Ambientes húmedos	Resistencia al agua	E	B	R
Zonas muy frías	Resistencia al frío	B	R	B
Peligro de incendio	Resistencia al fuego	R	R	M
Servicios móviles	Flexibilidad	B	R	M
Media y alta tensión	Descargas parciales	E	E	B
Grandes redes de A.T.	Factor de potencia	B	M	E

Fuente: Elaboración propia

Leyenda de la tabla:

E: Excelente

B: Bueno

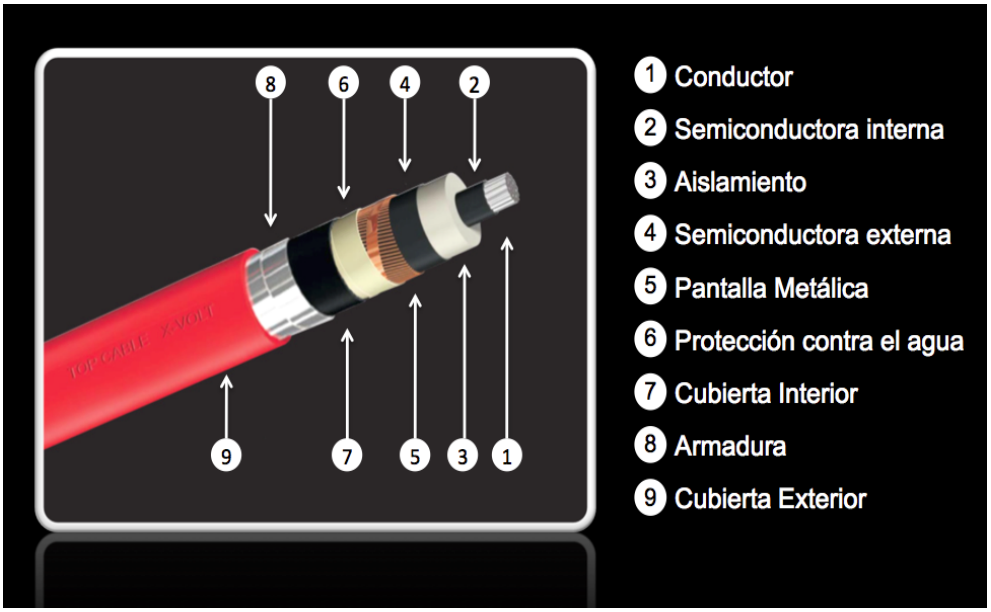
R: Regular

M: Malo

3.2 Cubierta exterior

Ésta es la capa más externa del cable y protege al cable de las agresiones mecánicas y químicas del entorno. Está formada por un recubrimiento uniforme y continuo, habitualmente de color rojo, totalmente estanco y altamente resistente a los golpes y abrasiones, así como a la acción de la intemperie. Los materiales utilizados normalmente son el PVC y las poliolefinas libres de halógenos.

Figura 9: Cubierta exterior



Fuente: Imágenes Web

Los conductores en general suelen ser clasificados en, según el tipo de recubrimiento:

a) Aislado

Conductor rodeado por aislamiento para evitar la fuga de corriente o que el conductor energizado entre en contacto con tierra ocasionando un cortocircuito.

b) Anular

Consiste en varios hilos cableados en tres capas concéntricas invertidas alrededor de un núcleo de cáñamo saturado.

c) Apantallado

Conductor aislado cubierto con un blindaje metálico, generalmente constituido por una funda de cobre trenzado.

2.4.1.4 Clasificación de los conductores por el número de alambres

Según la Red eléctrica del sur S.A., (2010), esta comprendidas por:

Cables: Se define cable como el conjunto formado de uno o varios conductores trenzados, debidamente aislados, provistos de uno o más recubrimientos protectores requeridos para que el conductor no sea afectado por la corrosión, deterioro mecánico, etc. Existen una cantidad de conductores que son agrupados básicamente en dos clases:

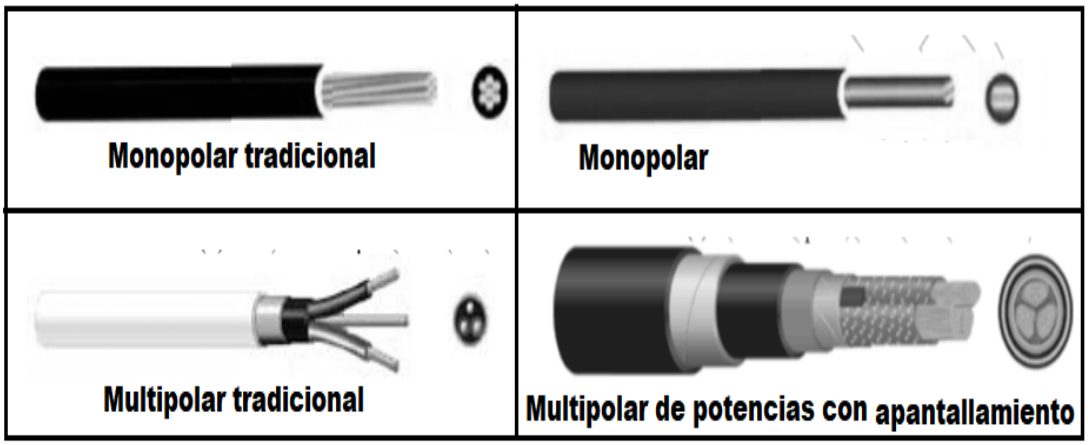
a) Monopolar

Cuando posee un solo conductor o un solo cableado.

b) Multipolar

Cuando posee dos o más conductores o cableados.

Figura 10: Conductores por el número de alambres



Fuente: Elaboración propia

c) Cables de guarda

Los cables de guarda instalados en las líneas de alta tensión, son cables sin tensión que se colocan en la parte más alta en las redes de alta tensión, se conectan a la misma estructura metálica en cada torre y sirven para varios motivos.

Uno es el generar un equipotencial de tierra en todo el trazado de la línea, rebajando al mínimo la resistencia de tierra ya que con el cable se unen todas las torres y por defecto todas las tomas de tierra del trazado. Otro

motivo es para intentar captar el rayo durante las tormentas y conducirlo a tierra (cosa que no siempre sucede).

Cabe mencionar también que, en los últimos tiempos, el cable de guarda ya no solo sirve como protección del sistema contra las descargas atmosféricas, sino que también es un medio muy importante para comunicación y control del sistema eléctrico, ya que se han incorporado en el mercado cables de guarda con fibra óptica integrada (CGFO), los cuales al contener fibra óptica sirven como enlaces para comunicación y control, dentro del sistema eléctrico.

2.4.1.5 Especificaciones técnicas conductor de 60 kV.

A continuación, se muestra las especificaciones técnicas ETS-LT-01 sobre el conductor de alineación de Aluminio (AAAC), que se utilizaron en la Línea de transmisión de 60kV Azángaro – Putina, Putina – Ananea y Putina – Huancané.

A. ALCANCE

Estas especificaciones del conductor instalado cubren las condiciones Técnicas requeridas en el suministro del conductor de aleación de aluminio (AAAC) de 150mm2 y describe su calidad mínima aceptable, fabricación, inspección, pruebas y entrega que se utilizaron en la Línea de transmisión de 60kV Azángaro – Putina, Putina – Ananea y Putina – Huancané.

B. NORMAS APLICABLES

El conductor de aleación de aluminio AAAC de 150 mm2, materia de la presente especificación, cumple con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha.

Para fabricación:

IEC 208	Aluminun Alloy Stranded Conductor.
IEC 1089	Round Wire Concentric Lay Overhead Electrical Stranded Conductors.
ASTM B 398	Aluminun-Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes

ASTM B 399	Concentric Lay Stranded Aluminun Alloy 6201-T81 Conductors.

C. PARA INSPECCIÓN Y PRUEBAS:

IEC 1089	Round Wire Concentric Lay Overhead Electrical Stranded Conductors.
IEC 0104	Aluminium-Magnesium-Silicon Alloy Wire For Overhead Line Conductors.

D. CONDICIONES AMBIENTALES

El conductor AAAC se instalará en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

✓	Altitud sobre el nivel del mar	:	3 800 hasta 4 800 m
✓	Humedad relativa promedio	:	70%
✓	Temperatura ambiente promedio	:	15 °C
✓	Contaminación ambiental	:	Ambiente limpio

E. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

El conductor de aleación de aluminio fue fabricado con alambrón de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química está de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio es desnudo y está compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior son cableados en el sentido de la mano derecha y las capas interiores se cablearon en sentido contrario entre sí.

F. PRUEBAS

Las Pruebas se efectuaron de acuerdo a los procedimientos y recomendaciones de las Normas establecidas en el acápite N° 2.

Los conductores cumplen con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina.

Estos son especificados en la siguiente tabla:

Tabla 6: Datos técnicos de los conductores de aislamiento

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	**CARACTERISTICAS GENERALES**			
1.1	FABRICANTE			APAR INDUSTRIES LTD
1.2	PAIS DE FABRICACION			INDIA
1.3	TIPO DE CONDUCTOR		Aleación de Aluminio	Aleación de Aluminio
1.4	NORMAS DE FABRICACION Y PRUEBAS		ASTM B398-78	ASTM B398-78/IEC 208
2.0	**DIMENSIONES**			
2.1	SECCION NOMINAL	mm2	150	150
2.3	DIAMETRO Y NUMERO DE HILOS	mm x N	2.25 x 37	2.25 x 37
2.5	DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR	mm	15.80	15.75
3.0	**CARACTERISTICAS MECANICAS**			
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/m	0,405	0.405

3.2	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	41.11	48.46
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kg/mm²		5.130
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kg/mm²	6 033	6.033
3.5	COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA	1/°C	0,000023	0.00023
4.0	**CARACTERISTICAS ELECTRICAS**			
4.1	RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA EN CC A 20°C	Ohm/km	0,227	0,2138
4.2	COEFICIENTE TERMICO DE RESISTENCIA ELECTRICA	1/°C		
5.0	**EMBALAJE**			
5.1	TIPO DE EMBALAJE			Wooden Drum
5.2	LONGITUD DE CABLE/ BOBINA	m		5020 - 5060
5.3	PESO DE LA BOBINA CON CABLE	kg		2392 - 2412

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Segundo elemento de la línea de transmisión – Aisladores

Los aisladores en las líneas de transmisión de alta tensión sirven fundamentalmente para sujetar a los conductores, de manera que estos no se muevan en sentido longitudinal o transversal. Como su nombre lo indica, deben evitar la derivación de la corriente de la línea hacia tierra, ya que un aislamiento

defectuoso acarrea pérdidas de energía y en consecuencia un aumento del gasto de explotación comercial del sistema. Tora (1997)

Los aislantes cumplen la función de sujetar mecánicamente los conductores a las estructuras que los soportan, asegurando el aislamiento eléctrico entre estos dos elementos.

2.4.2.1 Función de un aislador

Los aisladores dentro de las líneas de transmisión realizan dos funciones básicas:

- ✓ Función Eléctrica: Aislar el conductor de la tierra.
- ✓ Función Mecánica: Soportar al conductor.

Es necesario en el diseño de los aisladores de una línea de transmisión aérea, tomar en cuenta dos factores importantes:

- ✓ Exigencias Eléctricas de Explotación
- ✓ Exigencias Mecánicas de Explotación.

2.4.2.2 Tipos de aisladores según su material

A. Aisladores de porcelana

La porcelana se probó sin gran éxito entre 1890 y 1893, para cuando se desarrolló el procedimiento de fabricación por vía húmeda, que permitió obtener un material no poroso, de características mecánicas superiores a las del vidrio recocido. La cerámica por su parte se desarrolló y en 1903 se realizaron los primeros aisladores con este material. A partir de 1935, se utilizó el templado para los dieléctricos de vidrio, obteniéndose piezas con gran resistencia mecánica. Esencialmente los imperativos mecánicos son los que han presidido la evolución de los aislantes utilizados, para las líneas de transporte de energía.

Figura 11: Aislador de porcelana

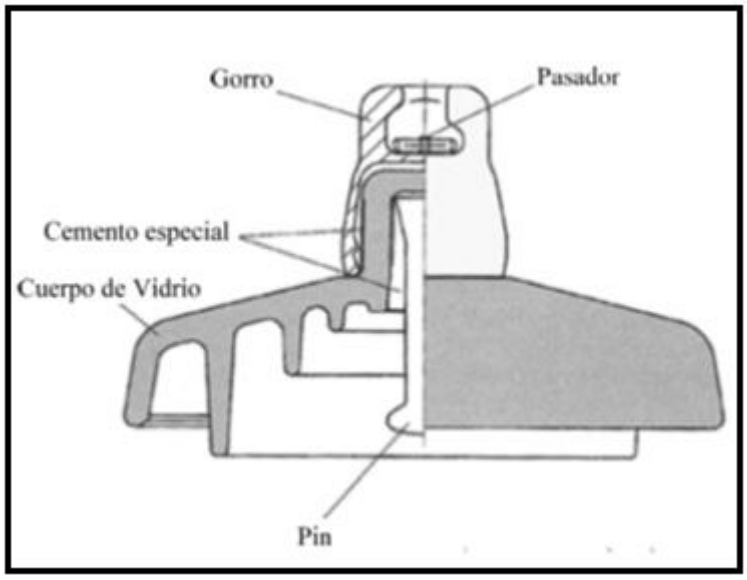
Fuente: web

B. Aisladores de vidrio

Por su parte los aislantes de vidrio fueron desarrollados principalmente en Francia, han logrado después de algunos fracasos iniciales, imponiéndose como aisladores de soporte de sistemas de hasta 20 kV primero y hasta 380 kV. El aislador de vidrio se obtiene fundiendo diferentes materiales de granulometría; tales como arena, carbonato de sodio, dolomita carbonato de bario, carbonato de potasio, sulfato de bario, y piedra caliza, en un horno de fundición continua. Al igual que la porcelana, la proporción de los elementos que constituyen al material acabado permiten modificar o variar las características eléctricas, térmicas y mecánicas.

El aislador de vidrio en consecuencia, soporta los cambios bruscos de temperatura. Denota, además una elevada resistencia a los impactos, así sean provocados por proyectiles. La aparición de cualquier fisura provoca la inmediata destrucción de la falda, quedando, sin embargo, las piezas metálicas unidas entre sí, en vista de lo cual no hay caída del conductor. Para proteger a los aisladores de vidrio contra disparos accidentales o voluntarios algunos fabricantes han diseñados aisladores de vidrio, lisos en su interior y con superficies curvas para desviar fácilmente los proyectiles.

Figura 12: Corte transversal de un aislador de vidrio



Fuente: web

C. Aisladores Poliméricos(plástico)

Los aisladores de plástico se han venido encontrando una aplicación cada vez mayor de las instalaciones de alta tensión bajo techo, debido fundamentalmente a las ventajas que presentan frente a los aisladores de cerámica y vidrio, entre las cuales resaltan:

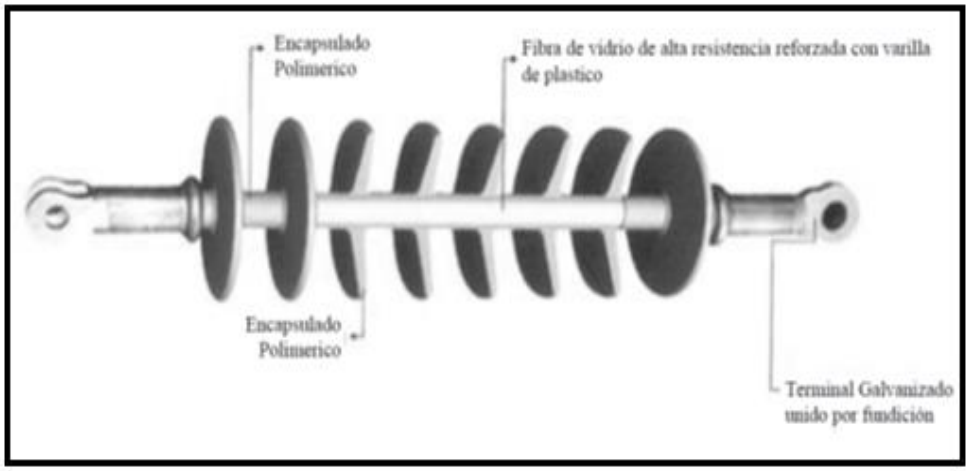
- ✓ Mayor libertad y facilidad en el acabado final del aislador, permitiendo además el vaciado simultáneo de piezas metálicas.
- ✓ Mejor comportamiento elástico y mayor resistencia contra impactos mecánicos
- ✓ Peso reducido y elevada resistencia dieléctrica.

En las instalaciones a la intemperie se aprecia también una fuerte tendencia en la aplicación creciente de aisladores de plástico, si bien los estudios e investigaciones no pueden contemplarse como finalizados.

El material más indicado para la fabricación de los aisladores plásticos parece ser la resina sintética. Los experimentos de tensión mecánica a muy baja temperatura (-20ºC) han demostrado, sin embargo, que no todas las resinas sintéticas hasta ahora aplicadas en la electrotecnia pueden soportar los severos desafíos de la práctica, quedando así descartadas las resinas del tipo ciclo alifático, mientras que los

elastómeros de silicón parecen arrojar mejores resultados en un margen de temperatura comprendido entre 60º y +180ºC.

Figura 13: Aisladores poliméricos



Fuente: Imágenes web

Partes del aislador polímero, está comprendida por: El núcleo de la fibra de vidrio, recubrimiento del núcleo, aletas aisladoras, Aletas aislantes y los herrajes extremos

2.4.2.3 Tipo de aisladores según su diseño

Los aisladores pueden ser clasificados según el diseño que se coloque, distinguiéndose cuatro grandes grupos:

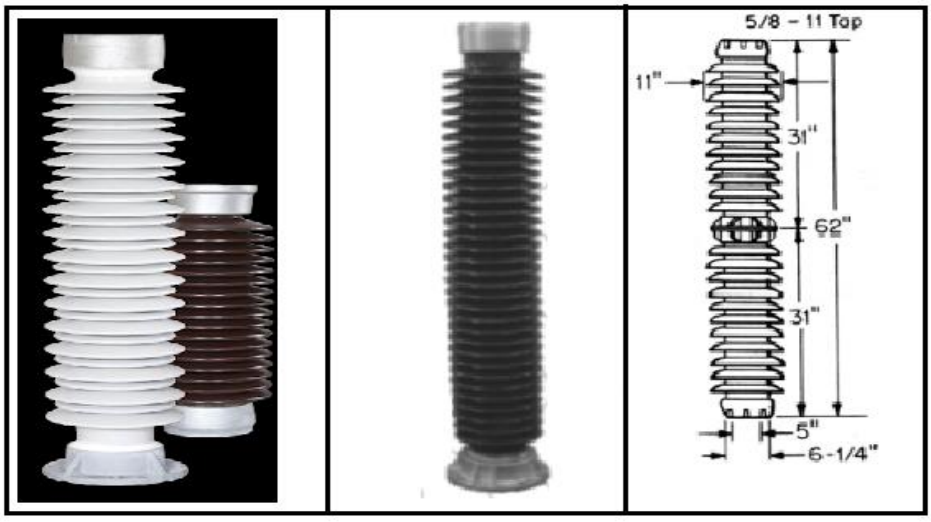
- ✓ Aisladores de retención o anclaje (Post Type)
- ✓ Aisladores de suspensión
- ✓ Aisladores de tipo Espiga, Palillo o Pin (Pin-Type)
- ✓ Aisladores de soporte line Post (pilar)

A. Aisladores de retención o anclaje

Se emplean generalmente en sistema de hasta 69 kV, constan o bien de una sola pieza de porcelana, o de varias piezas cementadas entre sí. La superficie del núcleo, sigue, en lo posible, la dirección de las líneas de fuerza y las campanas viene a ser perpendiculares a las mismas, con lo cual se evitan, por una parte, los espacios huecos con intenso flujo de

campo electrostático, y por otra, se consigue que la distribución del campo sea aproximadamente la misma en estado seco que en estado húmedo.

Figura 14: Aisladores de subestación



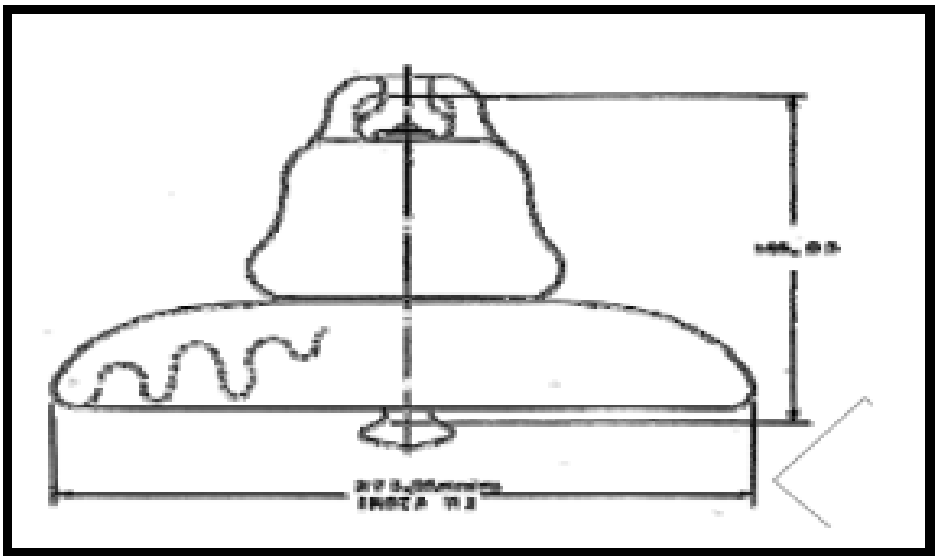
Fuente: Imágenes web aisladores de subestación

El aislador de tipo soporte también son conocidos como aisladores de cuerpo macizo, ya que están constituido por un cilindro macizo de cerámica provisto de aletas, que tienen en cada extremo una pieza metálica de conexión. Esta pieza puede ser; envolvente en forma de casquete sellado alrededor de los extremos troncocónicos, provistos en el cilindro, o en forma de varilla sellada en una cavidad precisa con este objeto. Los sistemas de conexión entre estos aisladores, o con las torres, o los cables, están formados por rotulas u horquillas como en el caso de los aisladores de caperuza y espiga.

B. Aisladores de Suspensión

Este tipo de aislador también es denominado plato, en este el material aislante (porcelana, vidrio, etc.) tiene adherido con cemento a lado y lado, elementos metálicos que se pueden encajar uno dentro de otro, permitiendo la formación de cadenas flexibles, también se encajan los accesorios de conductor o herrajes, además de las estructuras, con lo cual completan su fijación.

Figura 15: Aislante de suspensión, tipo campana espárrago (ball and socket type)

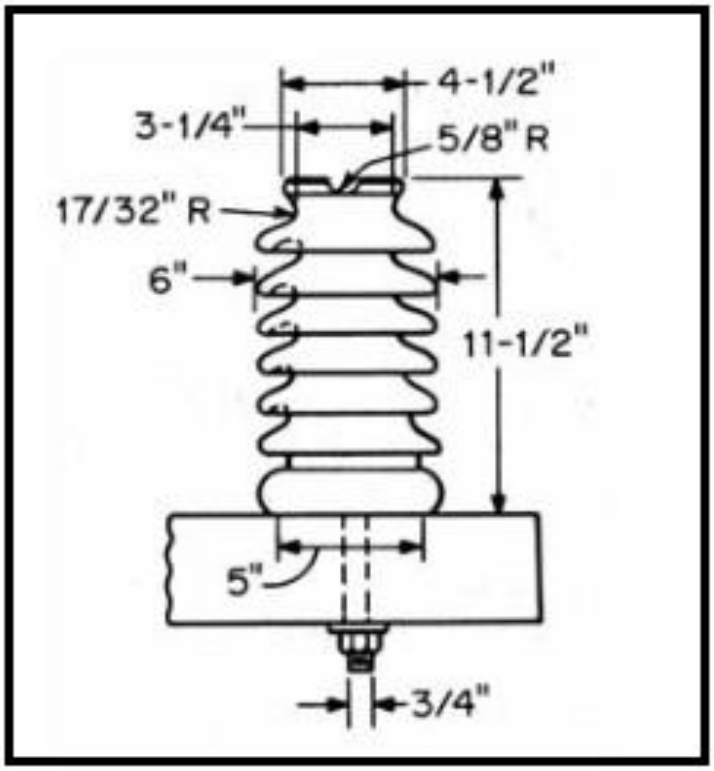


Fuente: Imágenes web aisladores de suspensión

C Aisladores de soporte line Post (pilar)

Se ha desarrollado un tipo que además de ser rígido tiene en un extremo un soporte con el cual se puede anclarse al poste mediante tornillos, y en el otro extremo una mordaza de suspensión. Las ventajas de este tipo conocido como Line-Post son que se evita la construcción de los brazos; se ahorra espacio, lo que permite su utilización en zonas urbanas sin que presente mucha interferencia, y luego su disposición horizontal lo hace recomendable en zonas donde haya salitre pues se lava fácilmente sin que se produzca contorneos, o bien sea con lluvia o lavado a presión. La principal desventaja es la limitación de tipo mecánico pues al ocupar la posición de un brazo debe soportar los esfuerzos que le transmite el conductor sin posibilidad de moverse.

Figura 16: Aislador post-type, 35 kV



Fuente: Imágenes web de aislador post-type, 35 kv

2.4.2.4 Tipo de aisladores según las condiciones ambientales

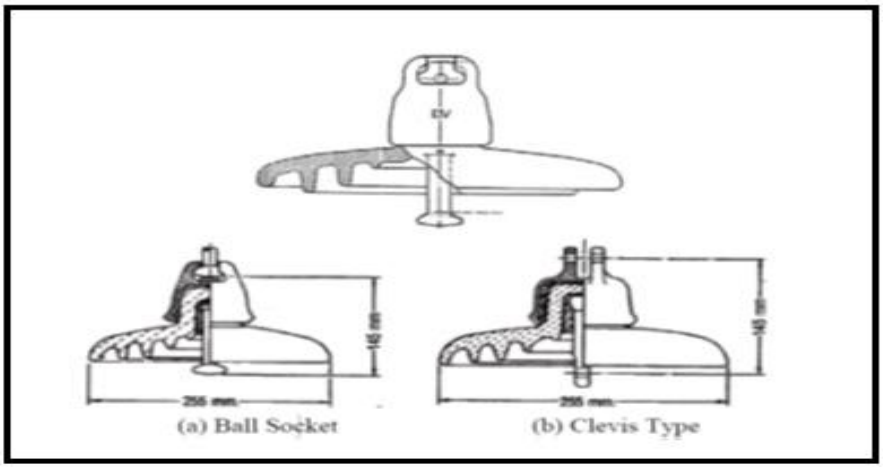
Según las condiciones ambientales que afronten el aislador, aunque algunos autores entre ellos Luis A. Siegert, lo hacen en función de la configuración de las corrugaciones de la falda, siendo agrupados en dos grandes grupos:

- ✓ Standard o Normal
- ✓ Anti-fog o Antiniebla

A. Standard o Normal

Se utiliza en zonas de clima templado y razonablemente limpias sin contaminación o polución. En este tipo de aisladores las corrugaciones no sobresalen del borde inferior.

Figura 17: Aisladores de suspensión tipo normal



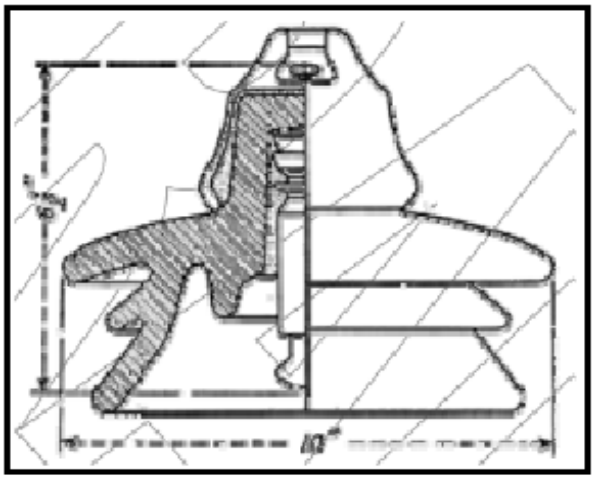
Fuente: Imágenes web de Aisladores de suspensión tipo normal

B. Anti-Fog o Antiniebla

Se utiliza en ambientes contaminantes (costas, desiertos, industrias, etc.). Para una misma longitud de la cadena y unas líneas de fuga mayor. En los desiertos es común la utilización del aislador tipo Nordem, con gran distancia de fuga, en forma de campana.

Estos aisladores también denominados antiniebla, poseen un número de ondulaciones menores, pero mucho más pronunciado, de tal forma que sobresalga del borde inferior. Los fabricantes recomiendan el empleo de este tipo de aislador en zonas fuertemente contaminadas.

Figura 18: Aisladores anti-fog o antiniebla



Fuente: Imágenes web de Aislador Smog-Type. Ohio Brass Company

2.4.2.5 Cadena de Aisladores

En las líneas de transmisión aéreas debido al alto nivel de tensión eléctrica en la cual operan se hace necesario la utilización de cadenas de aisladores, constituidas por n aisladores en serie, donde el nivel de aislamiento de la cadena es siempre menor que n veces el aislamiento de un aislador solo, y esto es más notorio cuando el número de aisladores es grande. El largo de la cadena depende del voltaje, mientras más grande aumenta el largo de la cadena, para cumplir con la distancia mínima, y se requiere una altura mayor en las torres.

En el sistema de transmisión se han normalizado el número de aisladores, según el nivel de voltaje de operación de la línea resultando:

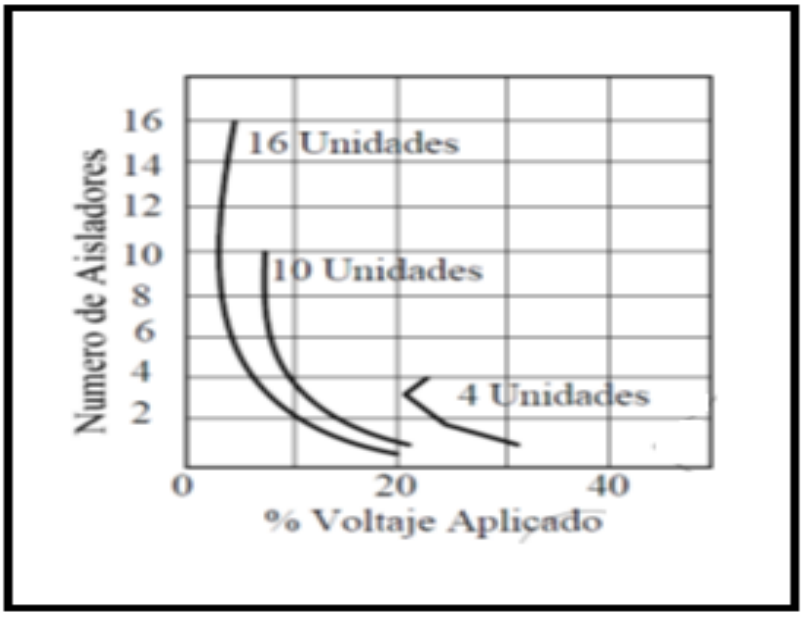
Tabla 7: Número de elementos aislantes empleados típicamente por nivel de voltaje

Voltaje de Operación [kV]	*Número de Aislantes*
115	9
230	16
400	24
765	42

Fuente: Archivo electro Puno

Los valores mostrados en la tabla anterior, son solo muestras representativas típicas, debido a que cada línea posee su diseño particular, en especial en ambientes altamente contaminantes y por encima de los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Figura 19: Curva de número de aisladores versus tensión aplicada



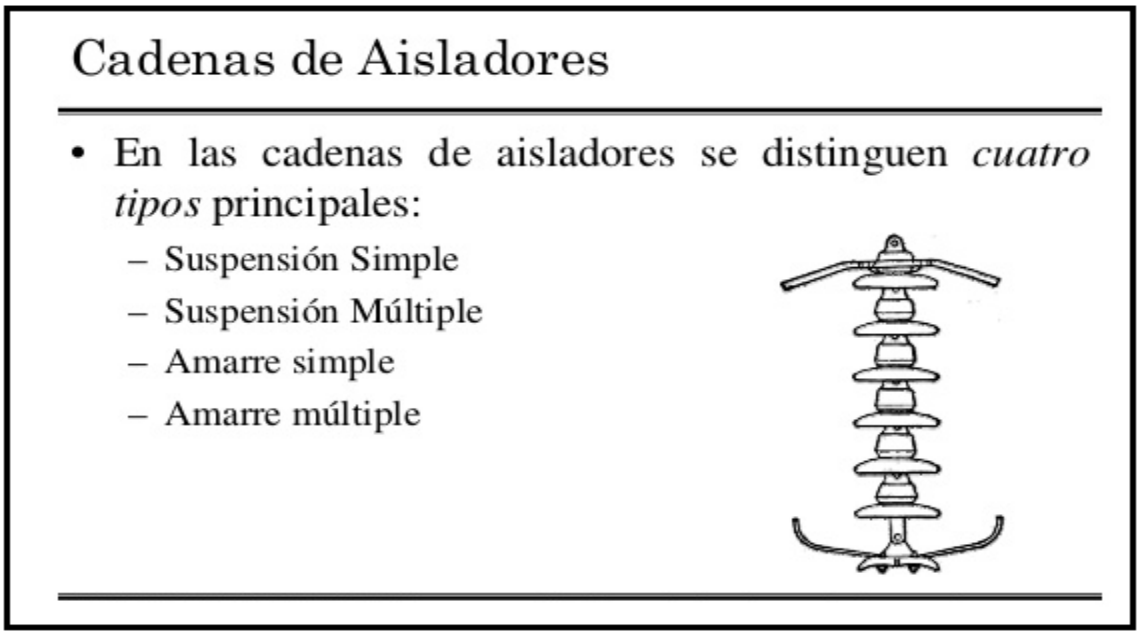
Fuente: Archivo electro Puno

En las cadenas de aisladores se distinguen cuatro tipos principales:

A. Cadena de Suspensión Simple,

Empleada en la alineación y en los pequeños ángulos flexibles.

Figura 20: Cadena de aisladores simple de suspensión



Fuente: Web imágenes cadena de aisladores

B. Cadenas de Suspensión Doble

Utilizadas en algunos cruces importantes y en los ángulos flexibles mayores. El sistema más simple está formado por dos cadenas elementales unidas por un balancín al estribo o a la horquilla de muñón fijado al brazo de habilitación, se suelen distinguir tres tipos de suspensión doble:

En primer modo de realización

Las dos cadenas permanecen paralelas, fijadas separadamente al conductor con sus pinzas, con igual separación del balancín.

En el segundo modo de realización

Las dos cadenas simples ya no son paralelas, las pinzas se fijan en el cable, con una separación que corresponde a una inclinación de cada cadena de 10º a 15º respecto a la vertical.

En un tercer modo de realización

Las dos cadenas simples se unen en su parte inferior por medio de un segundo balancín, estando provistos de una sola pinza o sostenedor para mordaza.

C. Cadena de Anclaje Simple

Empleada algunas veces en los anclajes de líneas y más frecuentemente en los empalmes en con las subestaciones. Salvo en las líneas de 20, 63 y 90 kV. la cadena de anclaje simple es de un empleo muy limitado.

D. Cadena de Anclaje Doble

En forma general, la cadena de anclaje doble se utiliza en la línea, en los ángulos importantes del trazado y en los amarres delante de las subestaciones. Esta cadena está sometida permanentemente a la tensión mecánica del conductor, que puede llegar a 1/3 de la carga de ruptura en servicio normal, y el 70% de la tensión de ruptura en el caso de escarcha.

Los aisladores representan un porcentaje muy modesto, 2 a 3%, del costo de una línea de transmisión aérea, pero son un elemento esencial del cual depende la seguridad de la explotación, y la calidad del servicio suministrado a los consumidores de electricidad. La importancia de su función se manifiesta,

principalmente, en el costo difícilmente calculable de cualquier interrupción del servicio, de la cual pueden ser eventualmente causa, sin olvidar que la mayor parte de las dificultades que les son imputables, dependen del aislante que los constituye, el cual siendo un material frágil debe soportar importantes tensiones mecánicas.

Es necesario conocer las tensiones que soportara el aislador en la explotación, así como su comportamiento bajo tales solicitaciones. Porque, solo la comparación de estos dos elementos, permitirá apreciar la seguridad que se puede esperar de su utilización.

2.4.2.6 Especificaciones técnicas aislador Hasta 72.5 KV

Las especificaciones técnicas se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 8: Especificaciones Técnicas Aislador

N°	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			ISOELECTRIC S.R.L.
2.0	MODELO O NÚMERO DE CATÁLOGO			ISI-CAN-A17-120YB
3.0	PAIS DE FABRICACION			ITALIA
4.0	NORMAS APLICABLES		IEC- 1109 ANSI –C 29.11	IEC- 1109 ANSI –C 29.11
5.0	TENSION MÁXIMA DE OPERACIÓN	kV	72,5	72,5
6.0	MATERIAL DEL NUCLEO		Fibra de Vidrio Reforzado	Fibra de Vidrio Reforzado
7.0	MATERIAL DE RECUBRIMIENTO DEL NUCLEO		Goma de Silicona	Goma de Silicona
8.0	MATERIAL DE LAS ALETAS		Goma de Silicona	Goma de Silicona
9.0	MATERIAL DE LOS HERRAJES		Acero Forjado o Hierro Maleable	Acero Forjado o Hierro Maleable

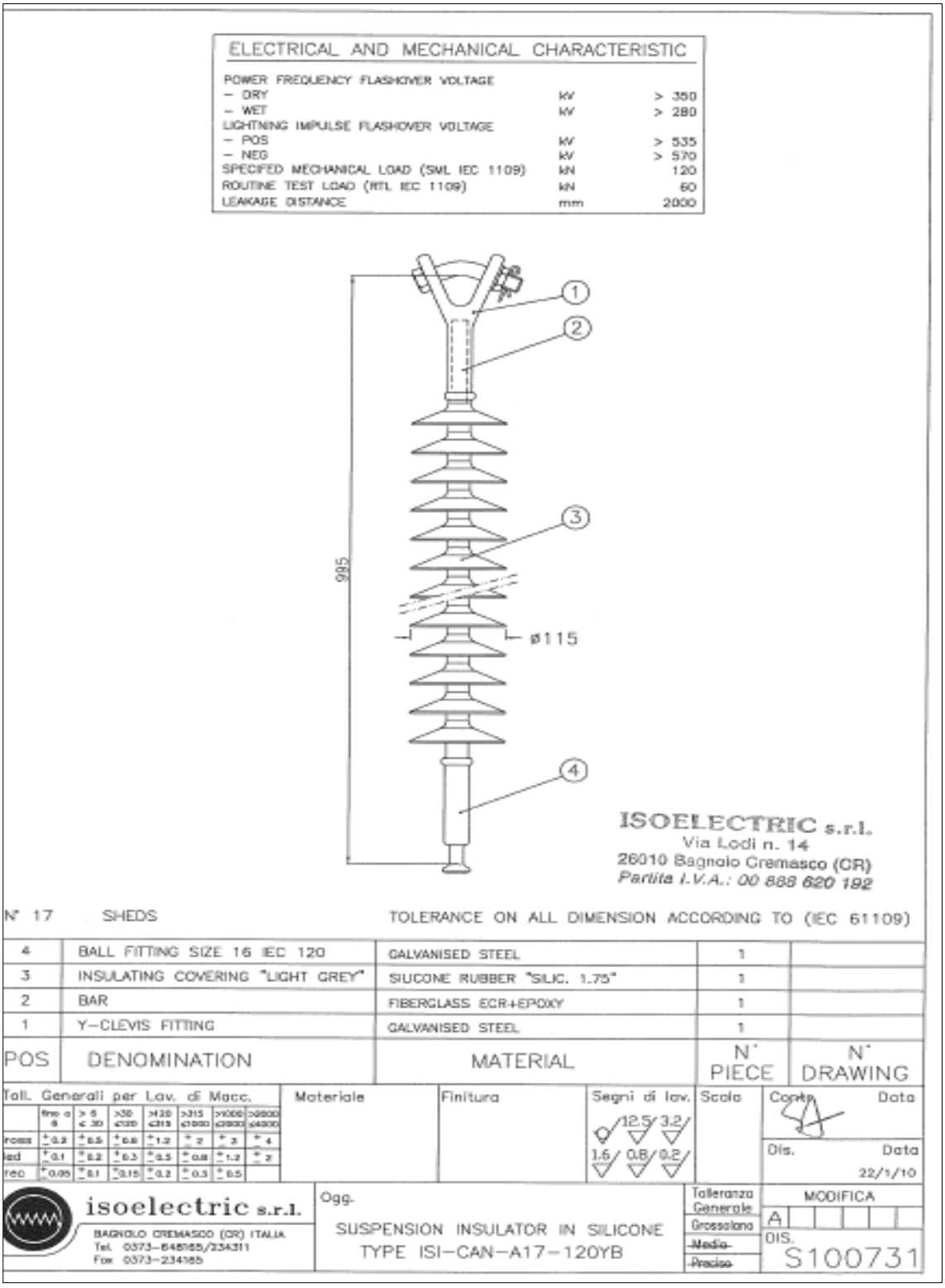
N°	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
10.0	NORMA DE GALVANIZACION		ASTM 153	ASTM 153
11.0	HERRAJE EXTREMO DE ESTRUCTURA		Clevis “Y”	Y -CLEVIS
12.0	HERRAJE EXTREMO DE LINEA		Bola	Bola
13.0	CLASE DE GALVANIZACION		ASTM CLASE C	ASTM CLASE C
14.0	LONGITUD DE LINEA DE FUGA	mm	≥ 1 721,73	2000
15.0	DISTANCIA DE ARCO EN SECO	mm		725
16.0	LONGITUD TOTAL	mm	≤ 1 000	995
17.0	DIÁMETRO MÍNIMO DEL NÚCLEO	mm		20
18.0	NUMERO DE ALETAS	mm		17
19.0	DIÁMETRO DE CADA ALETA	mm		115
20.0	ESPACIAMIENTO ENTRE ALETAS	mm		40
21.0	MASA TOTAL	kg	4,1	24.1
22.0	CARGA MECANICA GARANTIZADA (SML)	kN	120	120
23.0	CARGA MECANICA DE RUTINA (RTL)	kN	60	60
	TENSIONES ELECTRICAS DE PRUEBA			
24.0	TENSION DISRUPTIVA CRITICA AL IMPULSO			
	- POSITIVA	kV	535	>535
	- NEGATIVA	kV	570	>570
25.0	TENSION DISRUPTIVA A BAJA FRECUENCIA			
	- EN SECO	kV	350	>350
	- BAJO LLUVIA	kV	280	>280

Fuente: Elaboración propia.

Las características mecánicas y eléctricas del aislador

Las características que se presentan se detallan en la siguiente figura

Figura 21: Características mecánicas y eléctricas del aislador



Fuente: Isoelectric S.R.L

2.4.3 Tercer elemento de una Línea de transmisión (El Soporte).

Entre conductores o problemas debajo y al lado de los mismos. La naturaleza de los soportes es muy variada, en los sistemas de transmisión suelen ser metálicos, concreto o madera, y su selección depende de un análisis económico. La materia prima de las estructuras ha sido siempre una respuesta a las facilidades de los recursos naturales lo cual ha desarrollado técnicas muy particulares en cada país. En su etapa de iniciarse en estas nuevas técnicas ha tenido la oportunidad de ensayar experiencias de diferentes países y buscar costos menores. Los soportes deben ser resistentes a los agentes externos, tales como vientos, nieve, lluvia, etc., y además deben de brindar una facilidad de instalación.

En el diseño de una línea de transmisión deben considerarse no apartar más de lo necesario los conductores de los soportes, ya que la línea más económica resulta de un buen diseño de estas distancias.

Los soportes son estructuras destinadas para mantener en las líneas de transmisión aéreas, los conductores separados entre sí y de tierra. Los soportes pueden ser básicamente de dos tipos:

- ✓ Postes.
- ✓ Torres.

La escogencia del tipo de soporte a utilizar en el diseño de una línea de transmisión y una configuración específica dependen de una multitud de factores relacionados entre los que se pueden mencionar:

- ✓ Factores económicos.
- ✓ Derecho de paso del recorrido de la línea, esto se refiere a los derechos de propiedad del terreno por donde pasa la línea de transmisión.
- ✓ Políticas y prácticas de la Compañía Eléctrica.
- ✓ Materiales a utilizar.
- ✓ Facilidad de acceso y montajes, topografía.
- ✓ Condiciones climáticas.
- ✓ Estéticas.
- ✓ Etc.

2.4.3.1 Postes

Se designan con este nombre los soportes de poca altura, de cuerpo vertical único; tales como los postes de madera y hormigón, y algunas veces también a los postes metálicos de gruesos perfiles no ensamblados, destinados a las líneas de media tensión.

Los postes metálicos se usan en redes y líneas de subtransmisión, principalmente porque su fabricación está ubicada económicamente con limitaciones de altura. Un poste que excede de 45 pies ya resulta muy pesado además de elástico. Además, estos postes no son auto-soportantes, o sea que siempre van a requerir el complemento de cientos.

Figura 22: Poste simple de hormigón

Fuente: Web imágenes poste simple de hormigón

Tipos de Postes

- ✓ Postes de concreto
- ✓ Postes troncocónicos

A. Poste de concreto

El poste de concreto centrifugado es tronco cónico hueco en su interior, y la pared la forman una armazón de cabillas longitudinales sostenidas en esa posición por anillos intermedios. Para soportar los esfuerzos de torsión es una técnica colocar dos alambres o cabillas helicoidalmente a todo lo largo del poste. En cada caso, la armazón se coloca dentro de un molde al cual se le vacía la cantidad de concreto requerida y de inmediato se somete a rotación, a una velocidad y durante un tiempo determinado; para que la cabilla colocada verticalmente se mantenga siempre a una distancia del borde se le colocan separadores de concreto antes de su vaciado.

Figura 23: Poste de concreto

Fuente: web imágenes de concreto

B. Postes troncocónicos

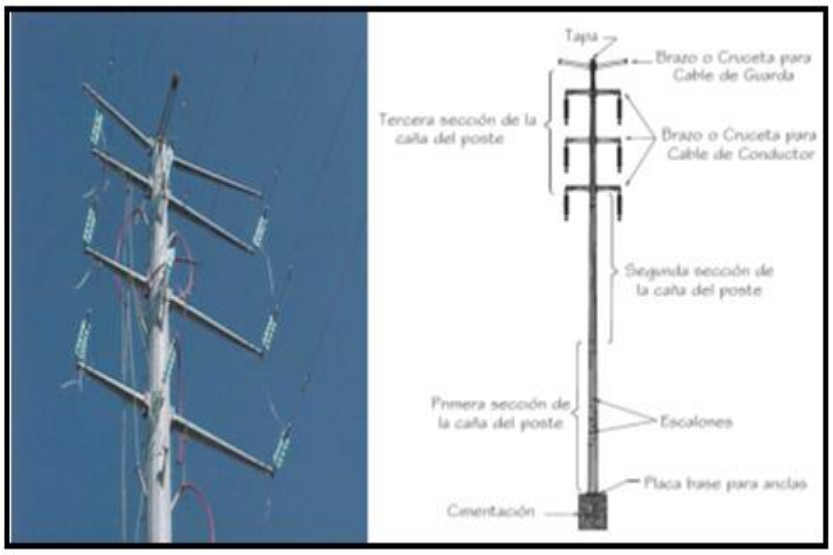
Los postes troncocónicos (Conical steel poles) son estructuras conformadas por secciones cónicas de acero, de apariencia esbelta. Son frecuentemente usados en zonas urbanas y suburbanas donde los anchos de derechos de vía son estrechos y solo es posible el uso de claros interpostales cortos. Estos postes también son usados como estructuras compactas; incluyendo el empleo de crucetas aisladas. Son estructuras aplicadas para minimizar el impacto visual de las instalaciones. Es común que se usen para niveles de tensión eléctrica a partir de los 115 kV. Con estos tipos de estructuras es posible alcanzar alturas

relativamente altas para el enganche de los cables. Es importante considerar que los proyectos de líneas de transmisión con postes troncocónicos son de alto costo de inversión.

Partes de un poste troncocónico

- ✓ Tapa.
- ✓ Brazos o crucetas.
- ✓ Cañas.
- ✓ Escalones.
- ✓ Placa base.

Figura 24: Postes troncocónicos



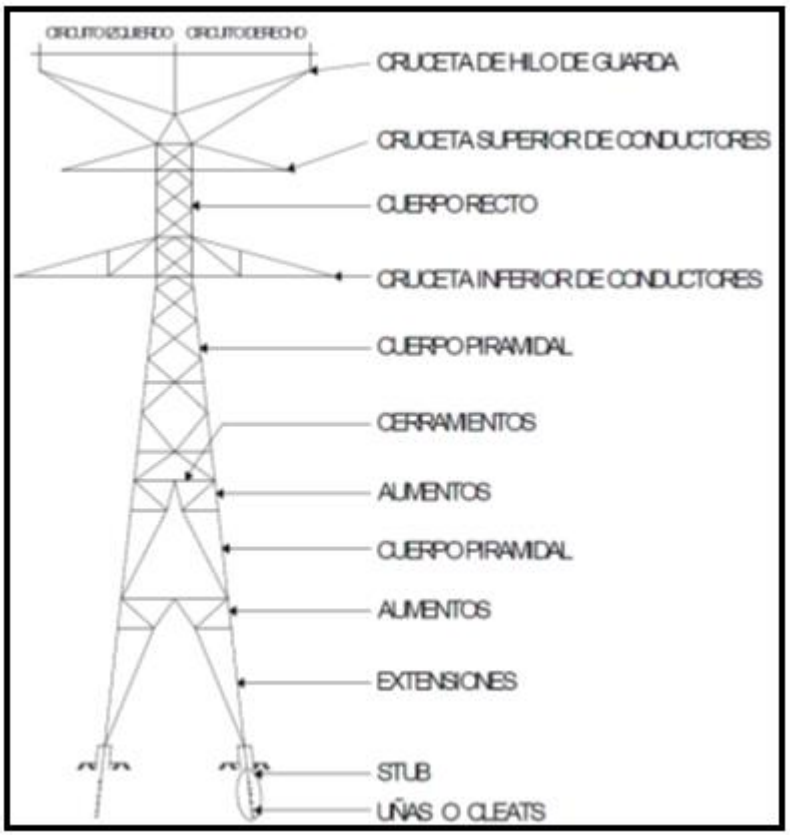
Fuente: web imágenes de postes troncocónicos.

2.4.3.2 Torres

Se denominan a los soportes metálicos de elementos ensamblados, destinados a la mayoría de las líneas de transmisión de energía en alta tensión. Quizá el más difundido de los materiales usados para líneas de transmisión es el acero especialmente en forma de perfiles o ángulos. Existen en países industrializados empresas destinadas exclusivamente a producir una gama muy amplia de perfiles inclusive a producir con resistencias mayores de las normales, con lo cual se logra bajar el peso final de las estructuras.

Utilizando perfiles nacionales, aunque en los primeros pasos era necesario la importación de materia prima por la poca diversidad de productos de la siderúrgica nacional; esto es un aspecto bastante importante aún hoy en día; y que incide en los costos; porque si bien es cierto que la gama de perfiles es amplia, no puede lograrse que ella sea tan fina como para ajustarse exactamente a los requerimientos de cálculos y deben colocarse perfiles más pesados donde los requerimientos mecánicos permitirían menores secciones de acero. El resultado es una estructura más pesada.

Figura 25: Torre



Fuente: Web imágenes de torres de alta tensión

Los soportes pueden ser clasificados según:

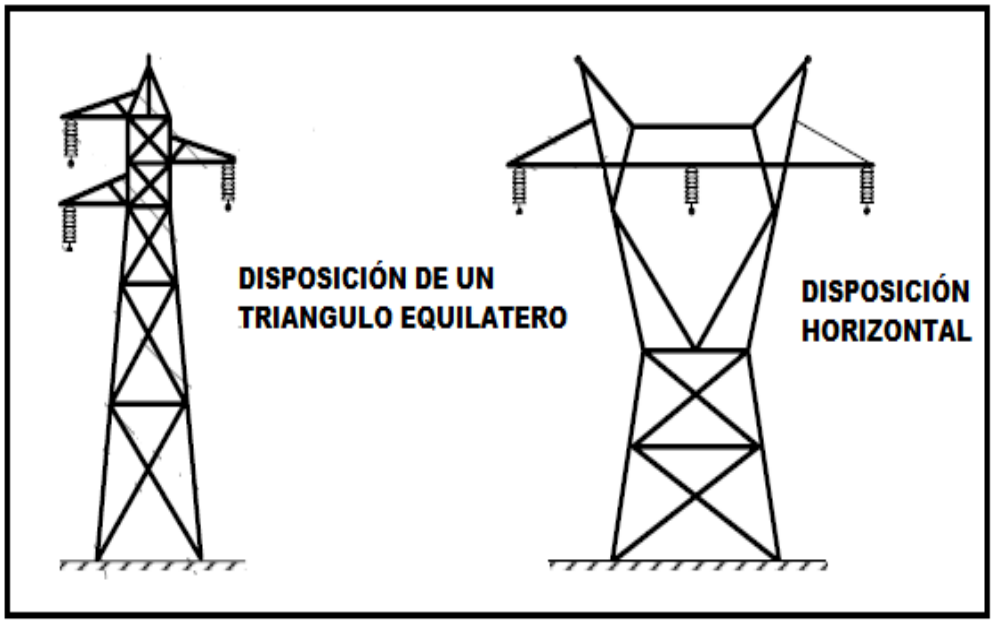
- ✓ Su habilitación.
- ✓ Función.
- ✓ Resistencia a los esfuerzos longitudinales
- ✓ Nivel de tensión
- ✓ Angulación

1. Tipos de torres según su habilitación

En los soportes según la habilitación utilizada se distinguen dos grandes clases:

- ✓ Sistema de fases Escalonadas.
- ✓ Sistema de fases Horizontales.

Figura 26: Tipos de torres



Fuente: Web imágenes de torres

a) Sistema de Fases Escalonadas

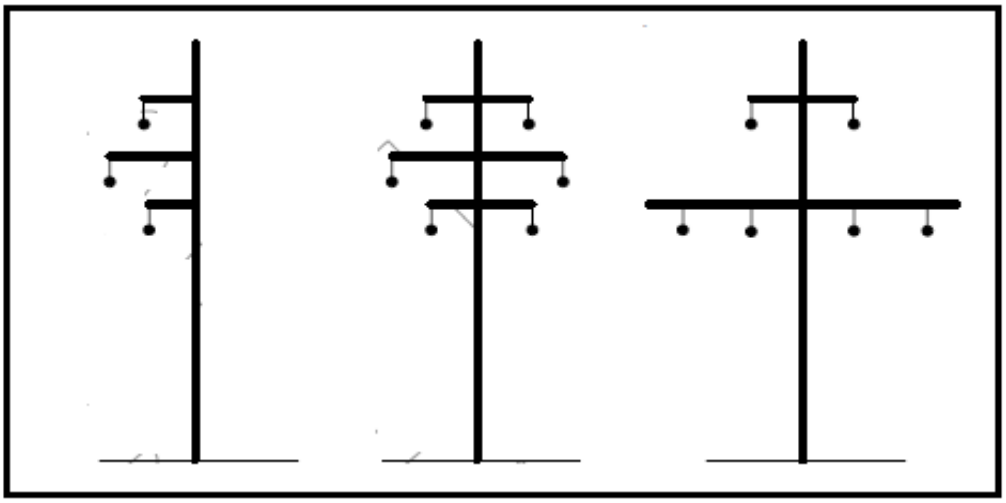
En este tipo de torres los conductores se disponen a niveles de altura diferentes. Distinguiéndose las torres de triángulo, de bandera, de doble bandera y de doble triángulo; siendo estas las torres de mayor uso.

Comprende esencialmente las torres de cuerpo único vertical, que permiten la utilización de un solo cable de guarda, dispuesto en la parte superior de la estructura. El cable de guarda cuando existe, permite una buena protección de las fases de la torre contra descargas atmosféricas (rayos).

Este tipo de soportes presenta la ventaja de facilitar el empleo de estructuras isostáticas, o asimiladas (torres de celosía simples o múltiples) permitiendo obtener generalmente cargas iguales, es el tipo de estructura más económica. Este tipo de torre posee el inconveniente, que, al ser utilizadas en grandes tramos, se deben ejecutar estructuras de gran altura, más sensibles a las

descargas atmosféricas (rayos) que aquellas con conductores dispuestos de manera horizontal, necesariamente mucho menos elevados; además la estrechez de la estructura en la parte superior no proporciona buena resistencia mecánica a las solicitaciones de torsión.

Figura 27: Torres de fases escalonadas

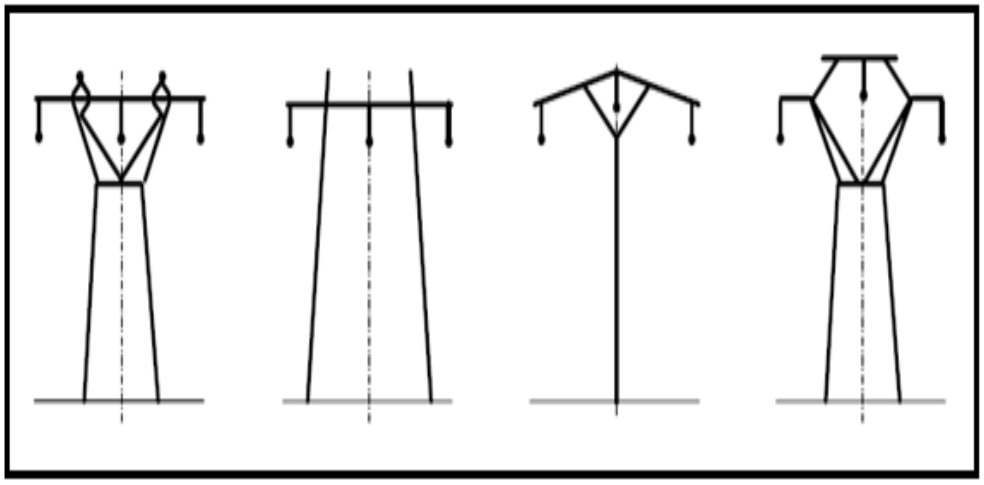


Fuente: Web imágenes de fases escalonadas

b) Sistema de Fases Horizontales

La disposición de las fases en capa horizontal, implica la utilización de dos cables de guarda, los cuales se disponen a ambos lados del eje de la viga, y generalmente desviados hacia las fases exteriores.

Figura 28: Sistema de fases horizontales



Fuente: Web imágenes torres de sistema de fases horizontales

2. Tipos de torres según su función

Existen diversos tipos de torres de acuerdo a la función que desempeñan en la línea de transmisión:

a) Suspensión

Las cuales soportan el peso de los cables, cadenas de aisladores y herrajes, además del viento transversal, siendo las tensiones longitudinales iguales a cero, siempre se localizarán tangentes.

b) Deflexión

Se colocan en los puntos de inflexión a lo largo de la trayectoria

c) Remate

Se colocan al inicio y al final de la línea de transmisión, además en tangentes largas mayores a 5.0Km. como rompe tramos de acuerdo a la especificación de C.F.E.

3. Tipos de torres según su resistencia a los esfuerzos longitudinales

Esta clasificación comprende tres tipos principales de estructuras:

a) Torres Semirrígidas

Poseen pocos o nulos esfuerzos longitudinales, por economía poseen torres de sección rectangular sin justificación técnica precisa. Torre autosoportante de 500 kV. Tennesse Valley Authorithy

Figura 29: Torres semirrigidas

Figura: Web imágenes torres semi rígidas

b) Torres Rígidas

La rigidez de la estructura debe responder a condiciones precisas, deben ser diseñadas para satisfacer hipótesis determinadas, de esfuerzos longitudinales y transversales, y otras tensiones simultáneas. Torre Rigida de Acero, 500 kV. Arkansas Power and Light Company

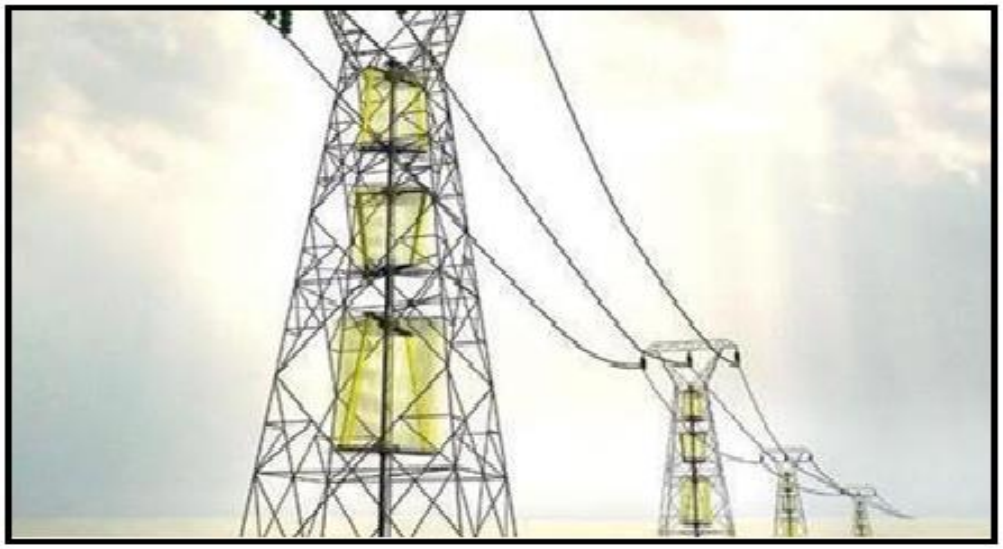
Figura 30: Torres rígidas

Fuente: Web imágenes de torres rígidas

c) Torres Flexibles

Es una estructura con un campo de deformaciones elásticas mayor a las anteriores en las estructuras metálicas. En este tipo l estabilidad del conjunto está ligada estrechamente a la conservación de las formas geométricas elementales de cada una de las partes de la estructura. Son especialmente en terrenos de poca variación en su declive y en vanos relativamente cortos.

Figura 31: Torres flexibles



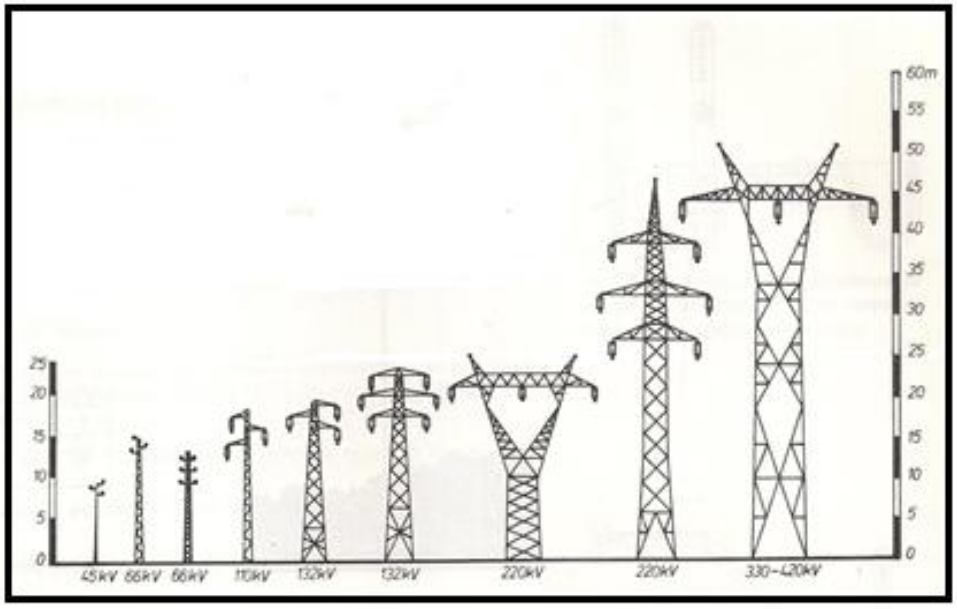
Fuente: Web imágenes torres flexibles

4. Tipos de torres según su nivel de tensión

Para cualquier proyecto estructural se empieza definiendo la geometría, en el caso de las torres, esto se lo hace en base a los requerimientos eléctricos (Distancias Eléctricas), flechas, tensiones y árboles de carga, se establecen los materiales a emplear, se determinan los elementos principales, secundarios y redundantes, se idealiza las uniones entre ellos, se definen, los elementos no estructurales, como conductores y herrajes, y sus sistemas de fijación a la estructura.

El proceso de diseño se debe realizar siempre verificando que se cumpla con las normas vigentes, tanto para los elementos estructurales, como para la aplicación de cargas y combinaciones de carga. Y se definen parcialmente la geometría de la torre, por lo general se determina la apertura máxima de patas, la altura del punto de amarre, longitudes, distancias entre crucetas, etc. A continuación, se presentan algunas geometrías tipo de torres autosoportadas que son diseñadas de diferente manera de acuerdo a los requisitos (Nivel de tensión) y el criterio de los diferentes diseñadores y necesidades.

Figura 32: Torres según su nivel de tensión



Fuente: Web torres según su nivel de tensión

5. Tipos de torres según su angulación

Las torres de alta tensión se dividen de acuerdo al Angulo que existe entre la llegada del conductor al vértice de fase y su salida hacia el siguiente punto, para lo cual se divide en los siguientes tipos:

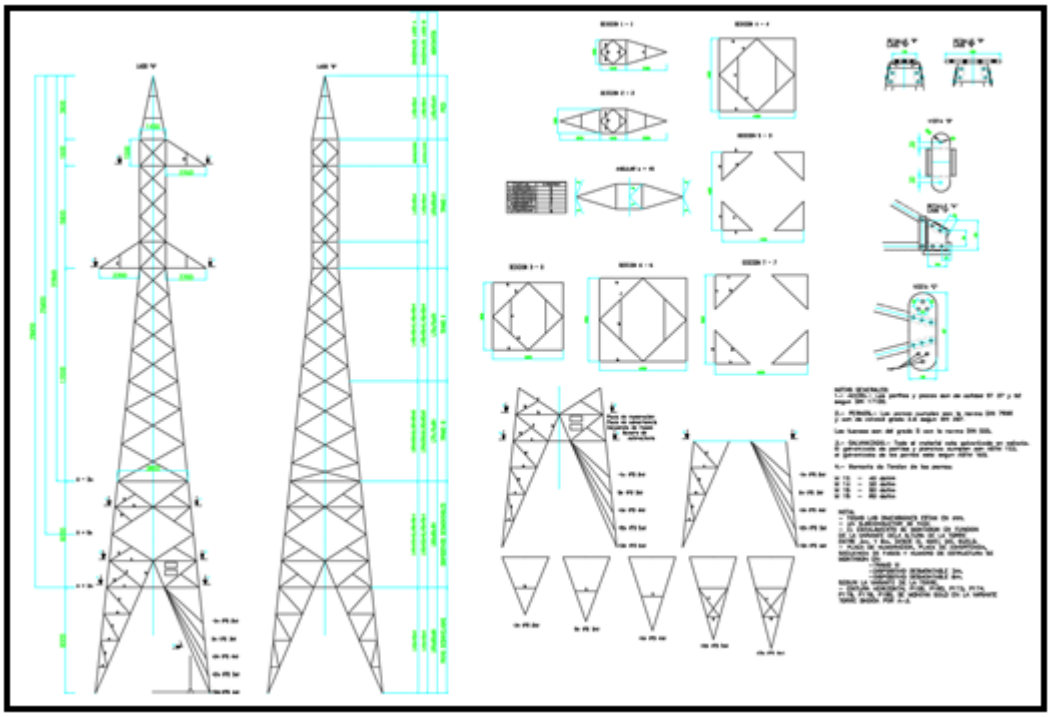
- ✓ Torres de transmisión tipo A
- ✓ Torres de transmisión tipo S
- ✓ Torres de transmisión tipo T1
- ✓ Torres de transmisión tipo T2

a) Torres de transmisión tipo A .

Son aquellas torres de suspensión reforzada que tienen un ángulo de 0º a 5º

Cabe aclarar que el armado puede variar en base a la tensión ya que el mencionado ejemplo es acorde a la línea de alta tensión de 60 KV y su nomenclatura es A60. Para otros casos de tensión tenemos A220, A500, A128, etc.

Figura 33: Torres de transmisión tipo A



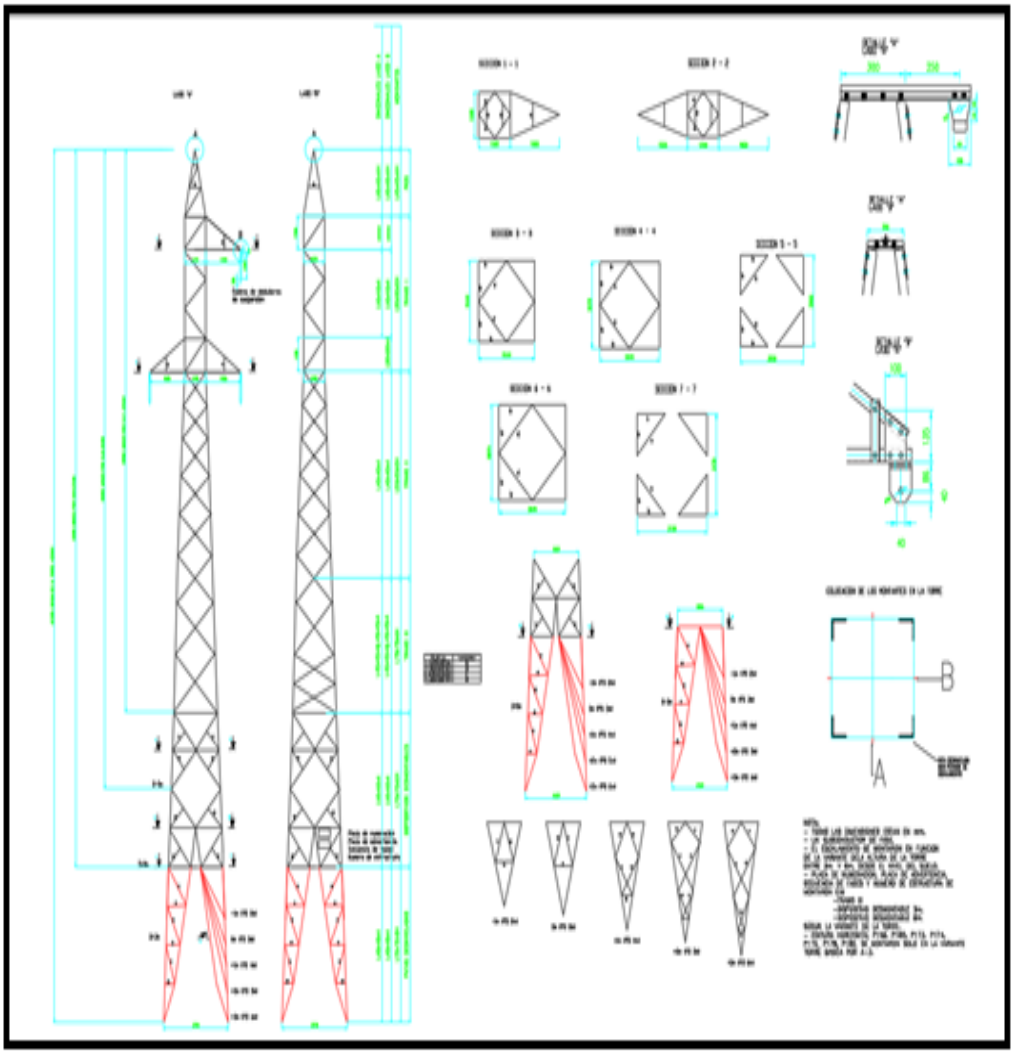
Fuente: Electro Puno

b) Torres de transmisión tipo S

Son aquellas torres angulares que tienen un ángulo de 5º a 45º

Cabe aclarar que el armado puede variar en base a la tensión ya que el mencionado ejemplo es acorde a la línea de alta tensión de 60 KV y su nomenclatura es S60. Para otros casos de tensión tenemos S220, S500, S128, etc.

Figura 34: Torre tipo S



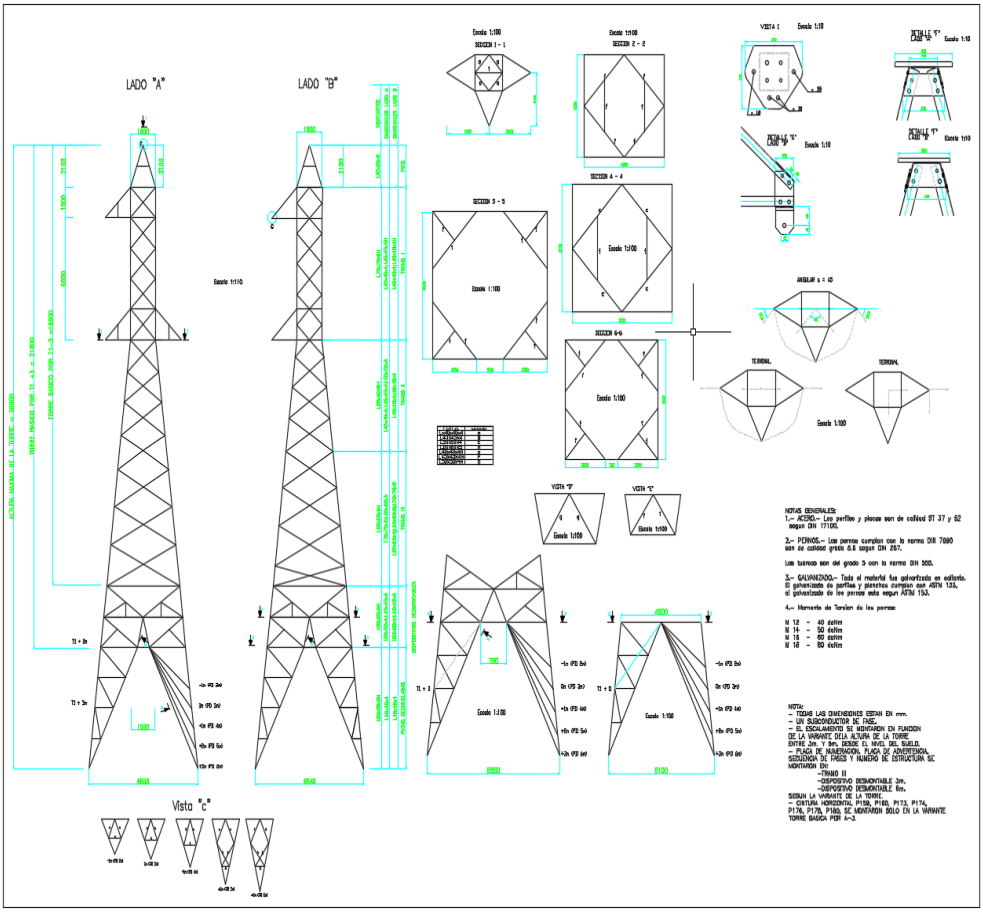
Fuente: Electro Puno

c) Torres de transmisión tipo T o T1

Son aquellas torres angulares – terminales que tienen un ángulo de 45º a 90º

Cabe aclarar que el armado puede variar en base a la tensión ya que el mencionado ejemplo es acorde a la línea de alta tensión de 60 KV y su nomenclatura es S60. Para otros casos de tensión tenemos S220, S500, S128, etc.

Figura 35: Torres de transmisión tipo T o T1



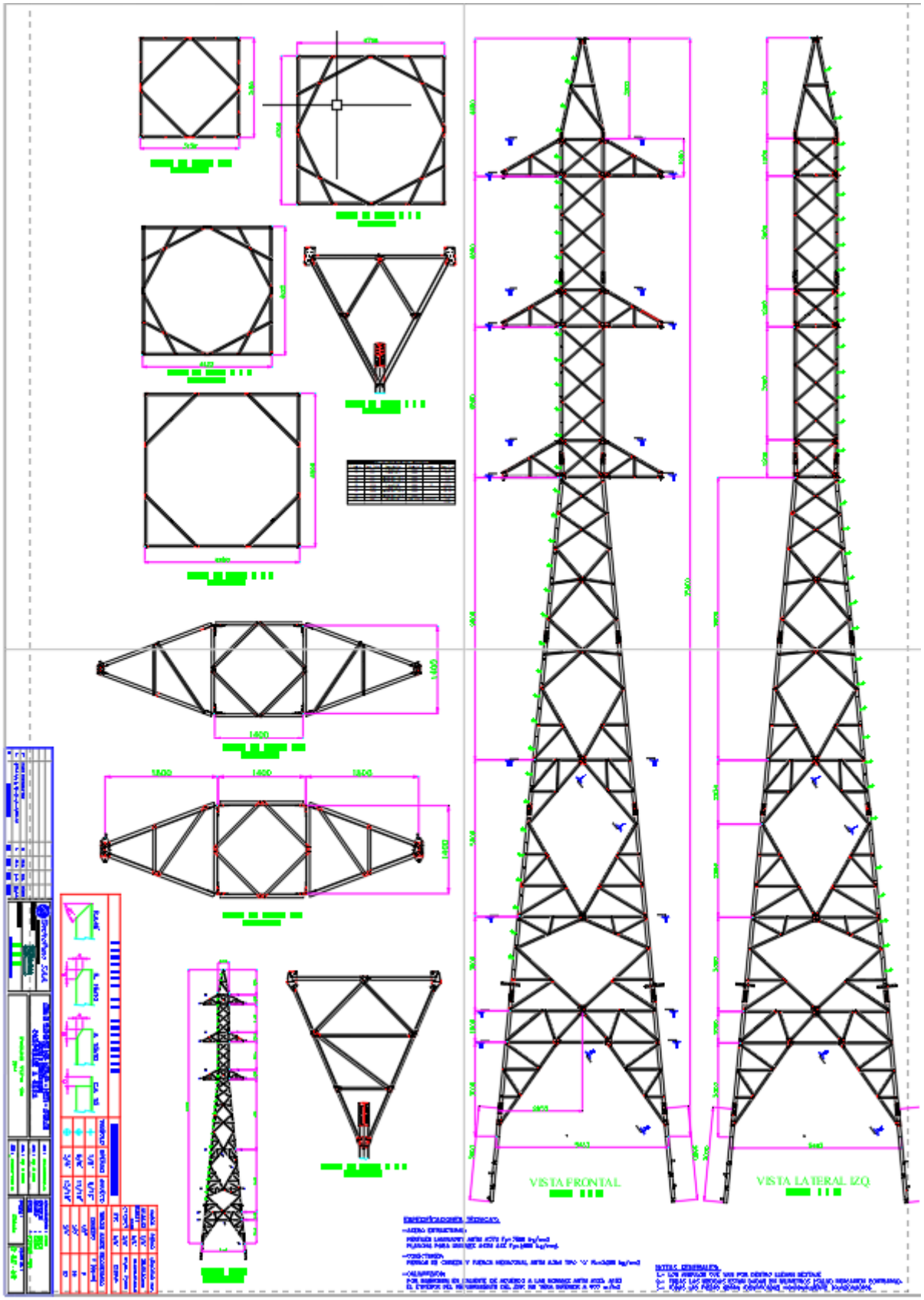
Fuente: Electro Puno

d) Torres de transmisión tipo T2.

Son aquellas torres angulares – terminales que tienen un ángulo de 45º a 90º.

Cabe aclarar que el armado puede variar en base a la tensión ya que el mencionado ejemplo es acorde a la línea de alta tensión de 60 KV y su nomenclatura es S60. Para otros casos de tensión tenemos S220, S500, S128, etc.

Figura 36: Torres de transmisión tipo T2



Fuente: Electro Puno

2.4.4 Otros elementos de una línea de transmisión

El autor considera como otros elementos complementarios para el correcto funcionamiento de una línea de transmisión los siguientes:

- ✓ Puesta a tierra
- ✓ Apartarrayos
- ✓ Amortiguadores

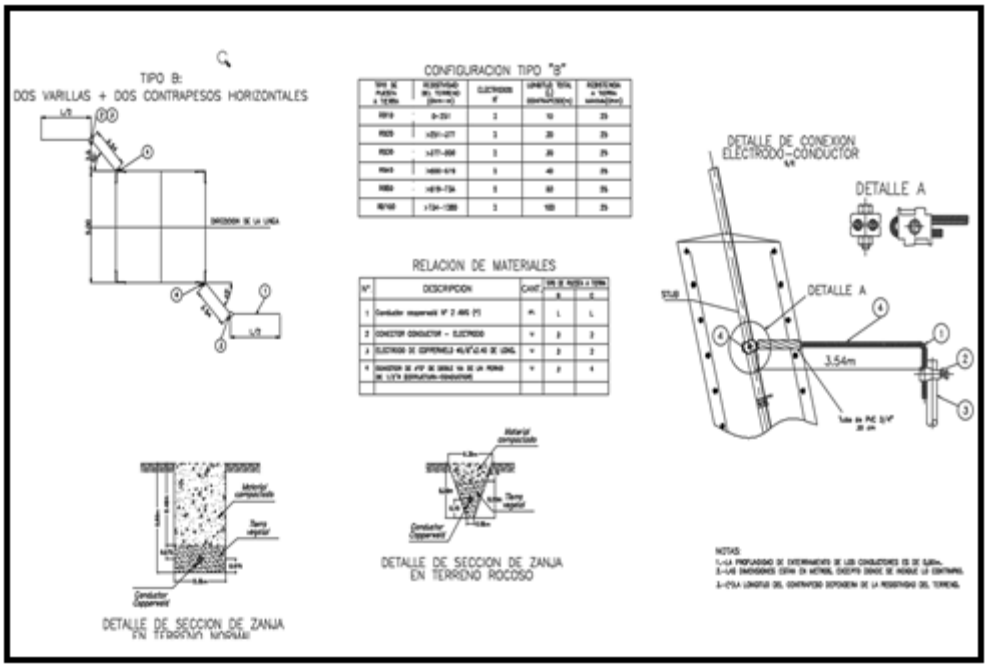
2.4.4.1 Puesta a tierra

Un sistema de puesta a tierra, conocido generalmente como “puesta a tierra”, es un conjunto de actividades que se ejecutan para conectar elementos metálicos, equipos eléctricos y electrónicos a una toma de tierra para evitar que sufran daños irreparables. Esta toma de tierra es la parte conductora, que va enterrada en el suelo o dentro de un medio conductor, que a su vez está en contacto eléctrico con la tierra. De esta manera la puesta a tierra permite establecer conexión a una toma de tierra, a través de un cable conductor, los elementos metálicos que corren el riesgo de entrar en contacto con la corriente eléctrica debido a una falla o defecto. De presentarse este caso, la descarga eléctrica originada no representará ningún peligro para las personas, ya que podrá disiparse por la tierra. Sin una puesta a tierra, la persona quedaría expuesta a una tensión eléctrica que, dependiendo de su intensidad, le podría ocasionar la muerte.

Contrapeso Horizontal en Oposición con 2 electrodos (PAT-T2C2)

Esta configuración está compuesta por dos conductores de cobre de 85 mm2 en disposición horizontal contrapuestos enterrados a una profundidad de 0.6m con dos electrodos de copperweld en forma vertical de 2,40 m de longitud de 16 mm de diámetro. Cada uno de estos conductores estarán conectados a la parte metálica de la torre mediante una grapa bimetálica de 1 vía con uno o dos pernos.

Figura 37: Detalle de un PAT-T2C2



Fuente: Electro Puno

2.4.4.2 Apartarrayos

El apartarrayos es un dispositivo que se encuentra conectado permanentemente en el sistema, opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra. Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya operación está determinada de antemano de acuerdo a la tensión a la que va a operar.

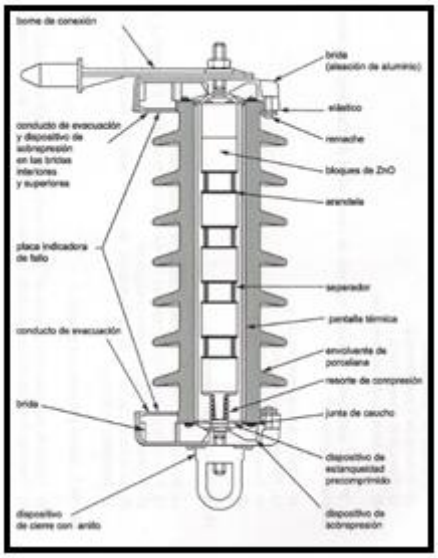
Su principal elemento activo son los varistores de óxido metálico cuya característica principal es su no linearidad. Cuando está trabajando a voltaje nominal, la corriente que fluye a través de este es de aproximadamente 1 mA. A medida que el voltaje aumenta, su resistencia disminuye drásticamente, permitiendo que fluya más corriente y que la energía del sobrevoltaje se drene a tierra. Dicho dispositivo nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de tipo atmosférico.

La tensión a que operan los apartarrayos se conoce técnicamente como tensión de cebado del apartarrayos.

Los apartarrayos se emplean para limitar las sobretensiones que se producen por acción tanto de efectos transitorios (sobretensión debida a operación de interruptores) como de descargas atmosféricas a niveles en los que los aislamientos del equipo no sufran deterioro, así como para asegurar la continuidad del servicio al presentarse dichas sobretensiones.

Cada apartarrayos se encuentra normalmente abierto y se encuentra calibrado para que a partir de cierta tensión entre línea y tierra se cierre automáticamente y filtre los frentes de onda. Esto de hace con un circuito de resistencia variable, con tensión, de los elementos dependiendo de la naturaleza de éstos. Al desaparecer la sobretensión el apartarrayos vuelve a la posición de abierto.

Figura 38: Detalle del apartarrayo



Fuente: Web imágenes de Detalle del apartarrayo

Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos, basados en el principio general de operación; por ejemplo: los más empleados son los conocidos como "apartarrayos tipo autovalvular" y "apartarrayos de resistencia variable".

A. Apartarrayo tipo autovalvular

Consiste de varias chapas de explosores conectados en serie por medio de resistencias variable cuya función es dar una operación más sensible y precisa.

se emplea en los sistemas que operan a grandes tensiones, ya que representa una gran seguridad de operación.

B. Apartarrayo de resistencia variable

Funda su principio de operación en el principio general, es decir, con dos explosores, y se conecta en serie a una resistencia variable. Se emplea en tensiones medianas y tiene mucha aceptación en el sistema de distribución.

2.4.4.3 Amortiguadores

El viento da lugar a diversos fenómenos de tipo oscilatorio en las líneas aéreas eléctricas y de telecomunicación. De éstos, el más conocido es la llamada vibración eólica, por ser el más extendido (afecta en mayor o menor medida a todas las líneas), y porque, siendo de frecuencia relativamente elevada, sin las debidas protecciones da lugar a problemas de frotamiento-fatiga, incluso roturas, en los propios cables y en los herrajes y apoyos.

La vibración eólica se produce por excitación resonante del cable por el viento y por lo tanto su amplitud va a ser aquella que produzca el equilibrio entre la energía introducida por el viento y la disipada por el conductor, controlada por el amortiguamiento (autoamortiguamiento) del mismo, que, en un cable trenzado, disminuye con el tense. Ésta es la razón por la que la vibración es más intensa -mayores amplitud y margen de frecuencia- en una línea con el tense elevado.

Los amortiguadores espaciadores están diseñados para proporcionar un rendimiento satisfactorio al voltaje de operación de las líneas de transmisión, para lo cual existen los siguientes tipos:

- ✓ Amortiguadores espaciadores
- ✓ Amortiguadores de horquilla
- ✓ Amortiguadores stockbrige
- ✓ Espirales de vibración
- ✓ Gallop master

A. Amortiguadores Espaciadores

Los amortiguadores espaciadores se recomiendan para mazos multiconductores con el espaciamiento normalizado industrial. El amortiguador está diseñado para soportar las fuerzas y los movimientos ocasionados por condiciones transitorias tales como cortos circuitos, congelación diferencial y carga de vientos, sin causar daño a los subconductores o daño sostenido a estos mismos.

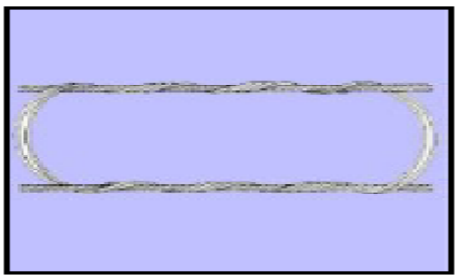
Figura 39: Amortiguadores espaciales

Fuente: Web imágenes amortiguadores espaciales

B. Amortiguadores de horquilla

Están recomendados para los mazos de conductores gemelos horizontales. Para mazos de tres o de cuatro conductores se recomienda usar amortiguadores espaciadores. Los espaciadores de horquilla proporcionan un espaciamiento uniforme, características eléctricas consistentes, tienen un efecto atenuador en los movimientos inducidos por el viento tales como la vibración aeólica y la oscilación de los subconductores.

Figura 40: Amortiguador de hormiguita



Fuente: Web imágenes de amortiguador hormiguita

C. Amortiguadores stockbrige

Están diseñados para eliminar el daño por fatiga del conductor y los costos de mantenimiento de línea al disminuir efectivamente la vibración aeólica, por lo que se admite aumentar las tensiones de línea. El cable mensajero y la forma única de hueso de perro de las masas están diseñados para obtener una disipación óptima de energía para un movimiento mínimo de la abrazadera.

Figura 41: Modelo de amortiguadores stockbrige

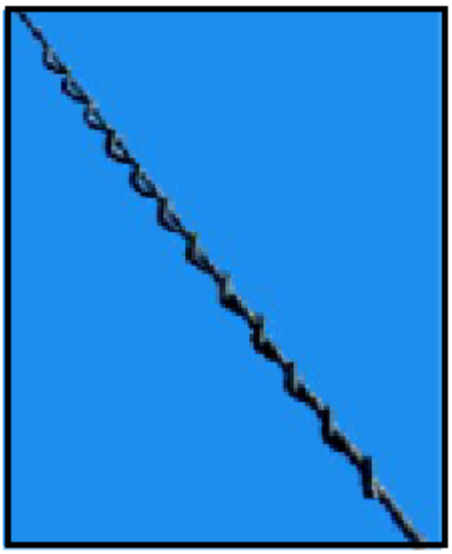
Fuente: Imagen Web Amortiguador stockbrige

D. Espirales de vibración

La hélice más pequeña está diseñada para sujetarse por compresión al conductor. La hélice mayor está diseñada para la amortiguación.

Para proporcionar el movimiento de acción y reacción que se opone a la vibración natural de un conductor, la sección de amortiguación del amortiguador espiral de vibración esta dimensionada helicoidalmente para proporcionar la interacción mecánica entre el amortiguador y el conductor.

Figura 42: Espirales de vibración

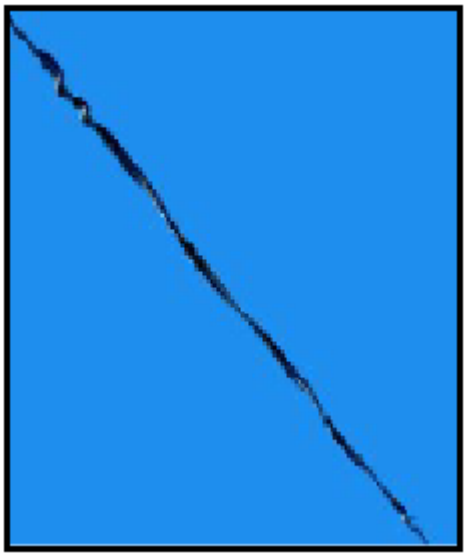


Fuente: Imagen Web espiral antivibración

E Gallop Master

La unidad Master Gallop se caracteriza por una sección de perturbaciones y una sección de compresión. La sección de perturbaciones es lo suficientemente larga como para permitir una sencilla instalación, aunque manteniendo un estrecho contacto con el conductor. Las unidades están dimensionadas para acoplar el diámetro total de los conductores en cada instalación.

Figura 43: Gallop master



Fuente: Web imágenes Gallop master

2.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)

2.5.1 Introducción

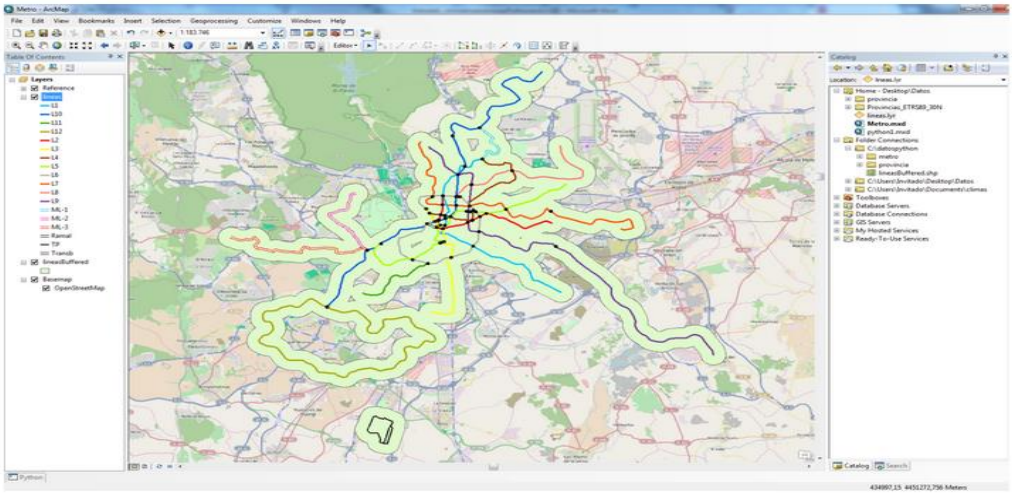
En la presente década diversas organizaciones vienen desarrollando bases de datos georreferenciales y sistemas de información Geográfica (GIS). Hace unos pocos años el GIS era una herramienta especializada y estaba al alcance de pocas organizaciones debido a los costos de los equipos informáticos, la velocidad de procesamiento de la información y la capacidad de almacenamiento.

La importancia de la geografía (y los datos que sirven para cuantificarla) forma parte de nuestro que-hacer cotidiano; la mayoría de las decisiones que se toman guardan cierta relación con hechos geográficos, se ha convertido en algo común en los negocios, universidades y gobiernos siendo usados en muchas aplicaciones.

Previo a la disponibilidad de la tecnología GIS, la forma en que se tomaban las decisiones era gracias a mapas tradicionales y tablas estadísticas impresas que no tenían información actualizada, esto en muchos casos conllevó a soluciones no adecuadas, el mapa digital se convierte en una herramienta importante para la organización, integración y administración de recursos.

Estos mapas y registros no eran actualizados constantemente debido a los altos costos en: recolección y análisis de la información, reproducción y distribución de los mismos. Además, estas informaciones tenían información general y no permitían visualizar en conjunto ciertas informaciones, para poder usarlas en alguna aplicación se tenían que hacer nuevos levantamientos de información, así como la confección de planos especializados.

Figura 44: Entorno GIS



Fuente: Web imágenes Gallop master

Los GIS desde el punto de vista funcional se pueden dividir en cuatro etapas:

Figura 45: Etapas GIS

Fuente: Web imágenes GIS

Los sistemas GIS pueden utilizar formatos raster (fotografías) y vectoriales (planos CAD) para integrar datos como fotografías, vídeo, imágenes satélites, planos CAD, información obtenida a través de GPS (sistemas de posicionamiento global).

En los sistemas GIS normalmente trabajan profesionales de distintas ramas y de acuerdo a la cantidad y calidad de los datos disponibles estos sistemas darán mejores resultados. Se debe tender a que el mapeo y el análisis espacial sea en tiempo real y dinámico.

En los diseños del sistema GIS se debe realice una abstracción del mundo real y elaborar un modelo cuya información debe estar ordenada y clasificada en capas de Información.

En las implementaciones de los sistemas GIS un factor importante a considerarse adicional a los rutinarios son los factores culturales de la organización (psicológicos, técnicos y políticos, etc.).

2.5.2 Descripción de un GIS

Los GIS son sistemas computarizados diseñados para soportar la captura, procesamiento y recuperación de datos referenciados espacialmente (en un ámbito geográfico) a fin de resolver problemas de planeamiento y administración.

Un GIS debe tratar de responder: al qué, quién, cuando, dónde, por qué y como, por lo que se pueden generalizar en estas cinco preguntas:

a. Localización: ¿Qué hay en este lugar?

Identificar qué es lo que se encuentra en una determinada localización que puede describirse por su topónimo, por un código clasificado, o por referencias geográficas como latitud, longitud y altura. Esta información puede ser digitada o referenciada gráficamente. (por ejemplo, indicar en un plano la ubicación de una empresa de manera que se pueda tener en, pantalla su información registrada).

b. Condición: ¿Dónde se encuentra ...?

Se busca un determinado lugar que reúna ciertas condiciones, requiere de un análisis espacial de búsqueda. (por ejemplo, tener la zona de concesión eléctrica donde se puede realizar inversiones y nuevas instalaciones de redes eléctricas).

c. Tendencia: ¿Qué ha cambiado desde ...?

Permite conocer la variación de algunas características a través de un determinado periodo. (por ejemplo, en el transcurso de un año cuantos y cuáles son las nuevas cargas eléctricas o suministros nuevos) .

d. Distribución: ¿Qué patrones de distribución espacial existen?

Busca determinar en una zona específica, las relaciones que pudieran existir entre dos o más variables. (por ejemplo, en un distrito definida cuantas redes de media y baja tensión existen).

e. Modelización: ¿Qué sucede si ...?

Si a un sistema planteado se somete a determinadas modificaciones de sus variables cómo queda definido el nuevo sistema, cuánto ha cambiado, etc. (por ejemplo, en una determinada zona industrial se desea incrementar las redes eléctricas 30 % de manera que tengan cierta distribución uniforme en la carga, cuáles son los predios que podrían ser considerados en la modificación).

f. Exportación: ¿Puedo llevar la información de un GIS a otros sistemas?

Si la información GIS que se encuentra almacenada en geodatabases y/o base de datos puede ser exportada a software CAD, GOOGLE EARTH, EXCEL y otros softwares GIS de diferentes marcas. En cuanto al mercado eléctrico también puede ser exportada a software de sistemas SCADA para poder ver y monitorear en tiempo real las redes eléctricas con información de ubicación e información técnica, además también hoy en día puede esta información ser exportada a software de sistemas de potencia como son ETAP, NEPLAN y DIGSILENT, para que puedan realizar estudios eléctricos con las redes georreferenciadas en estos softwares además de trabajar con la información técnica que maneja el GIS, y ahorrar se el tiempo de dibujar las redes eléctricas e ingresar estos datos en estos software de potencia.

2.5.3 Componentes de un GIS

A. Equipos (Hardware)

Los programas de GIS se pueden ejecutar en servidores y también en computadores personales sea en red o en modo independiente; es recomendable que el equipo tenga una buena velocidad de procesamiento y capacidad de almacenaje.

B. Programas (Software)

Los programas de GIS cuentan con las funciones y herramientas necesarias para el tratamiento de la información desde la entrada de datos, almacenar, georreferenciar manipular, analizar, procesar y desplegar la información geográfica. Estos programas deben contener interfases gráficas avanzadas, así como un sistema óptimo que maneje las bases de datos.

C. Base de datos

La parte más importante de un GIS y va a depender de ellos los resultados que se puedan obtener, hay empresas e instituciones públicas que se están especializando en la recolección de la información, es de esperar que en poco tiempo se pueda contar con información actualizada y fácil de adquirir.

D. Recurso humano

El recurso humano necesario se puede dividir en tres tipos: ingreso de información (digitador GIS) otro en el tratamiento de la información (Analista GIS) y finalmente uno en realizar operaciones complejas (especialista GIS) .

E. Procedimientos

Para trabajar con un GIS es necesario contar con procedimientos que permitan establecer como se debe realizar el ingreso de información del GIS y que fuentes son válidas para su alimentación del GIS.

2.5.4 Atributos de la información en un GIS

Como el GIS es un conjunto de procedimientos usados para almacenar y manipular datos geográficamente referenciados, un objeto en un GIS es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene geoposicionamiento es decir que presenta una dimensión física (alto - ancho - largo) y una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre.

A todo objeto se asocian unos atributos que pue-den se gráficos y no gráficos o alfanuméricos estos se relacionan mediante un atributo de unión.

A. Atributos gráficos

Son representaciones de los objetos en un mapa asociados con ubicaciones definidas. La representación de los objetos se hace por medio de puntos, polilíneas y polígonos. Cabe mencionar que los diferentes softwares te dan la posibilidad de personalizar dichos gráficos.

B. Atributos no gráficos

Son datos alfanuméricos, que pueden ser cualitativas como cuantitativas y corresponden a las características que definen a los elementos gráficos que intervienen en el sistema o atablas de datos que intervienen en el registro de información.

2.5.5 Tipos de GIS

A. Visualizadores de datos (viewers).

Sólo permiten visualizar la información y, en algunos casos, realizar análisis básicos sobre ella (como cálculos de distancias o superficies). A ellos pertenecen aplicaciones como ArcExplorer (ESRI), GeoMedia Viewer (Intergraph) y los portales desarrollados mediante software GIS para Web como el SIGNA (Sistema de Información Geográfica Nacional del IGN) y el SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas del MMA).

B. Programas de SIG de escritorio (desktop GIS).

Permiten realizar análisis avanzados de la información, aunque con una capacidad limitada en cuanto a la modificación y estructuración de la misma cuando procede de fuentes diversas. Dentro de este grupo se incluyen ArcMAP (ESRI), QGIS, GeoMedia (Intergraph), MapInfo (MapInfo), Idrisi (Clark Labs) y las primeras versiones de Carta Digital (CEGET).

C. Programas SIG profesional.

Con capacidad de gestión eficiente de datos de diversas fuentes (acceso, modificación, estructuración) y de explotación de los mismos con fines diversos: formación de mapas de calidad, generación de datos adaptados a las necesidades de analistas especializados

o para ser utilizados por servicios de SIG Web. A este grupo pertenecen programas como ArcInfo (ESRI), GeoMedia Profesional (Intergraph), gvSIG (Generalitat Valenciana) y las últimas versiones de Carta Digital (4.0 y posteriores).

D. Programas SIG para Web (GeoWeb).

Se trata de programas que, basados en un software de visualización y mediante un entorno Web, permiten disponer de información geográfica o realizar determinados análisis de carácter espacial sobre la misma. Dentro de este grupo se encuentran: ArcGIS Online(ESRI) y GeoMedia WebMap (Intergraph).

E. Programas de SIG específico.

Desarrollados para cubrir las necesidades específicas que, normalmente, suelen requerir determinados sistemas o dispositivos con limitaciones en cuanto a la gestión de la información (almacenamiento, procesado, etc.), como sucede con los sistemas de navegación (turismos, aeronaves) o con los dispositivos portátiles (PDA, telefonía móvil). Encontramos un ejemplo en ArcPad (ESRI)

2.5.6 Aplicaciones del GIS

Los sistemas GIS se pueden usar en:

- ✓ Análisis catastrales.
- ✓ Redes eléctricas de distribución
- ✓ Redes eléctricas de transmisión
- ✓ Sistemas de generación
- ✓ Sistemas de mantenimiento
- ✓ Sistemas fotovoltaicos
- ✓ Sistemas eólicos
- ✓ Levantamientos topográficos, mineros, agrícolas, etc.
- ✓ Planeamiento forestal.
- ✓ Tratamiento de información para censos.
- ✓ Planificación urbana y regional.
- ✓ Desarrollo de bases cartográficas.
- ✓ Análisis económico y social.
- ✓ Redes de distribución de agua y desague
- ✓ Transporte.
- ✓ Seguridad

- ✓ Estudio y análisis de las áreas de ventas y mar-keting de las empresas.
- ✓ Explotación de recursos naturales.
- ✓ Planificación de negocios.

2.5.7. Software GIS

Hoy en la actualidad en lo que corresponde a softwares que gestionen información geográfica y técnica se encuentran varias marcas con diferentes prestaciones de acuerdo al uso, herramientas y prestaciones que el usuario puede elegir, entre los mas importantes se tiene los siguientes:

- ✓ ARCGIS (ESRI) - www.arcgis.com
- ✓ GEOMEDIA - www.hexagongeospatial.com/products/power-portfolio/geomedia
- ✓ MAPGUIDE (AUTODESK) – www. mapguide.osgeo.org/
- ✓ AUTOCADMAP(AUTODESK) www.autodesk.com/gis-
- ✓ AGEMAP - www.agemap.com/
- ✓ GIS OFFICE - www.mca-informatica.com/gisofice.htm).
- ✓ QGIS – wwww.qgis.org/es/site
- ✓ GE SMALWORLD - www.ge.com/digital/applications/smallworld-gis-geospatial-asset-management

Como ya hemos visto, en su concepción actual los GIS son sistemas complejos que integran una serie de distintos elementos interrelacionados. El estudio de todos y cada uno de estos elementos es el fundamento para el estudio global de los Sistemas de Información Geográfica, y de ese modo se aborda a lo largo de este libro, mostrando las propias características de cada elemento y los conceptos necesarios para entender las relaciones entre ellos.

2.6. MANTENIMIENTO

Conjunto de acciones pertinentes, programadas, oportunas, continúas y permanentes que conllevan a asegurar el correcto funcionamiento y operación en las infraestructuras eléctricas a intervenir, asegurando así la eficiencia, disponibilidad, optima operación y correcta operatividad de los procesos en los que están involucrados los elementos eléctricos.

El mantenimiento se puede definir como un conjunto de acciones para lograr los objetivos trazados por la alta dirección de la empresa con la finalidad de asegurar la conservación y buen funcionamiento de las instalaciones y los equipos.

2.6.1 Objetivos del Mantenimiento

Entre los principales objetivos específicos de la Ingeniería de Mantenimiento, manejados con criterio económico y encausados a obtener reducción en los costos de producción, se pueden enumerar los siguientes:

- ✓ Mantener permanentemente los equipos e instalaciones en su mejor estado, para evitar tiempos de parada improductivos.
- ✓ Prolongar la vida útil de las instalaciones al máximo tiempo, con funcionamiento eficiente.
- ✓ Efectuar las operaciones de emergencia, tan pronto y eficazmente como sea posible.
- ✓ Sugerir y proyectar mejoras en las instalaciones para disminuir las posibilidades de falla.
- ✓ Llevar a cabo las inspecciones sistemáticas de las instalaciones con los suficientes intervalos de control, manteniendo los registros adecuados.
- ✓ Controlar el costo directo del mantenimiento, mediante el correcto y efectivo uso del tiempo, materiales, servicios y servicios humanos.

2.6.2 Recursos Necesarios

Las averías y los paros en general se presentan aún en las empresas que cuentan con un buen sistema de Mantenimiento Preventivo. Para la rápida solución de los problemas se requiere contar con un equipo de reparaciones especialmente preparado en los diferentes tipos de máquinas y equipos a usar. Los cuatro factores más importantes en el grupo de Mantenimiento son:

- El personal.
- El equipo (Maquinaria, herramientas, equipos de medición y control).
- El suministro de repuestos.

• La organización y las actividades de control.

Dentro del mantenimiento se desarrolla el mantenimiento en redes de alta tensión.

2.6.3 Mantenimiento en redes de alta tensión

Guerra (2015) A través de su publicación de "Mantenimiento de una línea de transmisión" es una parte fundamental del funcionamiento de la misma, una necesidad que se ve acentuada por su ubicación al aire libre. Este trabajo, que puede alargar la vida de la línea hasta 50 años, requiere de técnicos electricistas y mecánicos altamente cualificados y con gran fortaleza física y psíquica para acceder a los puntos casi infranqueables donde a veces se pueden ubicar estas estructuras.

2.6.4 Tipos de mantenimiento

El concepto de mantenimiento abarca diferentes actividades que requieren ser clasificadas en diferentes tipos, ya que se ha visto que dichas actividades difieren en conceptos y tiempos, clasificándose de la siguiente forma:

2.6.4.1 Mantenimiento Preventivo

1. Descripción

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio adecuado en la infraestructura eléctrica, y así minimizar la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento del equipo. Programando intervenciones periódicas en aquellos aspectos vulnerables que presente la infraestructura eléctrica. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

2. Ventajas

- ✓ Los trabajos son programados
- ✓ Permite seleccionar los repuestos con anticipación.
- ✓ Permite contar con el personal idóneo y a tiempo.

- ✓ Permite identificar e anticipar fallas que puedan dañar el sistema

3. Subcomponentes

Dentro del mantenimiento preventivo se contempla los siguientes mantenimientos:

A. Mantenimiento Periódico

Consiste en dar el mantenimiento al equipo en forma integral a todo el conjunto simultáneamente, después de un lapso de trabajo de tiempo determinado. El mantenimiento periódico considera que la probabilidad de cambios en las características físicas de los componentes se incrementa a partir de cierto número de horas de trabajo y deberán ser cambiados sin importar su estado.

B. Mantenimiento Progresivo

Permite proporcionar el mantenimiento al equipo en forma racional y progresiva, por etapas, aprovechando el tiempo en que éste no está prestando servicio, para ello se subdividen las máquinas en secciones, mecanismos y partes.

4. Mantenimiento preventivo en una línea de transmisión

El mantenimiento preventivo como su nombre lo indica previene las posibles fallas y evita el mantenimiento correctivo o salida forzada. Consiste en actividades programadas de inspección, ajuste, reparación, análisis y limpieza que deben llevarse a cabo en forma periódica con el fin de aumentar la vida útil teórica de los elementos de la línea de transmisión para poder prestar un servicio de calidad y evitar sanciones económicas por parte de OSINERGMIN y causar daños materiales e insatisfacción a la población por el servicio prestado por la empresa distribuidora y/o transmisora.

El mantenimiento preventivo comienza con una inspección pedestre y finaliza con la realización del mantenimiento. Si se realiza una adecuada planificación, se logrará una disminución en el número de fallas, costos de reparaciones, detección de puntos más débiles en las instalaciones, así como el número de mantenimientos correctivos.

El mantenimiento preventivo en una línea de trasmisión se puede realizar con la línea de transmisión energizada o desenergizada. Sin embargo, la mayor parte

del mantenimiento preventivo se realiza desenergizada la línea de transmisión, debido a que se programa la fecha y hora para su apertura y cierre lo cual evitará que la indisponibilidad sea por una falla o de forma forzada para evitar sanciones económicas.

El mantenimiento preventivo está compuesto generalmente de un conjunto de actividades previamente programadas las cuales dependerán de los recursos asignados al mantenimiento preventivo, los cuales son las siguientes:

- ✓ Inspecciones pedestres
- ✓ Remplazo de aisladores
- ✓ Limpieza de aisladores
- ✓ Cambio de tornillos
- ✓ Poda de vegetación y tala de árboles
- ✓ Patrullaje aéreo
- ✓ Cambio de postes en riesgo
- ✓ Derecho de servidumbre.

2.6.4.2 Mantenimiento Predictivo

1. Descripción

Es el que persigue inspeccionar los equipos a intervalos regulares permanentes del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas del estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo y tomar acciones para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según su condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial)

2. Ventajas

- ✓ Aumenta la vida útil de los dispositivos del sistema.
- ✓ Minimiza los mantenimientos correctivos por emergencias
- ✓ Mantiene la confiabilidad del sistema.

3. Subcomponentes

Dentro del mantenimiento predictivo se contempla los siguientes mantenimientos:

A. Mantenimiento Sintomático

Labores enfocadas al arreglo de fallas en función de los síntomas observados en el funcionamiento del equipo (ruidos, temperaturas anormales, consumos, etc.).

B. Mantenimiento Continuo

Trabajos ejecutados en forma permanente y estable al equipo con un nivel óptimo, siendo estos o no necesarios. Se basa en el concepto de que mientras mejor atendida este la máquina, su funcionamiento será más eficiente.

4. Mantenimiento Predictivo en una línea de transmisión

El mantenimiento predictivo en una línea de transmisión consiste en comparar los parámetros de funcionamiento lo cual permitirá detectar una falla antes de que ocurra y se convierta en una consecuencia grave. Se deberá estudiar temporalmente los parámetros y asociarlos con las fallas para poder determinar cuánto tiempo la falla tendrá una gran importancia. Se deberá programar y ejecutar las correcciones de manera pronta y oportuna para evitar las salidas forzadas o sanciones por parte de OSINERGMIN y causar daños materiales e insatisfacción a la población por el servicio prestado por la empresa distribuidora y/o transmisora.

Los parámetros se pueden analizar en forma periódica o continua según diversos factores: tipo de sistema, tipo de falla a diagnosticar y tipo de inversión que se desea realizar.

Una de las ventajas del mantenimiento predictivo es la reducción del tiempo de trabajo. Si se programa el día del mantenimiento bajo condiciones controladas, se tiene el tiempo necesario para poder comprar equipo o materiales; permite, además, tener un historial de fallas y acciones tomadas para corregirlas; también, permite un análisis estadístico del sistema.

El mantenimiento predictivo generalmente comprende actividades dependiendo de la empresa, recursos y filosofa de mantenimiento que maneja, las cuales son las siguientes:

- Análisis de parámetros
- Inspección integral de la línea de transmisión
- Detección de puntos calientes
- Medición de puestas a tierra

2.6.4.3 Mantenimiento Correctivo:

1. Descripción

Conjunto de actividades destinadas a corregir los defectos que se lleva a cabo después de que ocurre una falla produciendo indisponibilidad de los procesos en los que interviene la infraestructura eléctrica.

Ventaja del mantenimiento Correctivo:

- ✓ Corrige todo lo que los otros mantenimientos que no lo hacen
- ✓ No es necesario una programación.
- ✓ Concientiza a ser más exhaustivo en las inspecciones de los dispositivos del sistema

2. Subcomponentes

Dentro del mantenimiento correctivo se contempla los siguientes mantenimientos:

A. Mantenimiento Reparativo

Son las actividades realizadas en los equipos que han fallado con la finalidad de recuperar sus condiciones de funcionamiento normal.

B. Mantenimiento de Emergencia

Son los trabajos urgentes y costosos que se llevan a cabo en equipos de producción críticos o vitales, con el equipo fuera de servicio, cuya falla ocasiona paralización completa de la producción, y tienen por objeto la recuperación de la calidad del servicio, de la manera más rápida, eficiente y segura.

3. Mantenimiento Correctivo en una línea de transmisión

El mantenimiento correctivo comienza cuando ocurre una falla y termina cuando se corrige, no es planificado. Las acciones no generan cambios funcionales, deberán ejecutarse los trabajos necesarios para corregir la falla en el menor tiempo posible. Una falla puede provocar que la indisponibilidad de la línea de transmisión sea momentánea o de tiempo indefinido

El mantenimiento correctivo no solo es producto de una mala planificación en el mantenimiento preventivo o predictivo, sino también influyen las condiciones climatológicas adversas como desastres naturales: huracanes, ciclones, tormentas eléctricas, inundaciones, deslaves, terremotos, accidentes de tránsito y daños provocados por terceras personas.

La empresa que tiene a su cargo el mantenimiento de la línea de transmisión deberá tener a todo su personal capacitado y disponible las 24 horas del día, así como contar con materiales y equipos en bodega para poder responder ante cualquier emergencia. Deberá eliminar la falla en el menor tiempo posible ya que al transportista le cobrará una sanción por el tiempo de indisponibilidad de la línea de transmisión. En la mayoría de los casos la línea de transmisión se encuentra desenergizada.

CAPITULO III

ESTADO DE LA LINEA DE TRANSMISIÓN

3.1 EMPRESA

Electro Puno S.A.A., es una Empresa Concesionaria de Distribución de Energía Eléctrica en el Departamento de Puno, creada por escisión del bloque patrimonial de la Gerencia Sub Regional de Electro Sur Este S.A.A. aprobada mediante acuerdo adoptado en la Junta General de Accionistas de esta última Empresa de fecha 09 de julio de 1999, inscrita en la Oficina Registral Regional José Carlos Mariátegui - Oficina Puno, el día 28 de octubre de 1999 en el Tomo N° 74, Asiento N° 21742 y Ficha N° 1467, iniciando sus operaciones el 01 de noviembre de 1999.

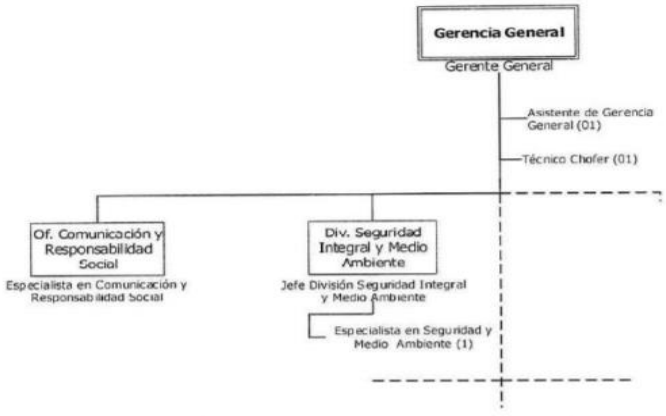
La Empresa basa su funcionamiento en la Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N° 25844 y su reglamento D.S. 009-93-EM, desarrollando sus actividades en el ámbito del Departamento de Puno, donde se ubican sus instalaciones electromecánicas de distribución, transmisión y generación, dentro de las cuales se tiene los siguientes sistemas de generación y Transmisión:

3.1.1 Organigrama Electro Puno

La empresa Electro Puno cuenta como estructura principal 6 gerencias

1. **Gerencia General**

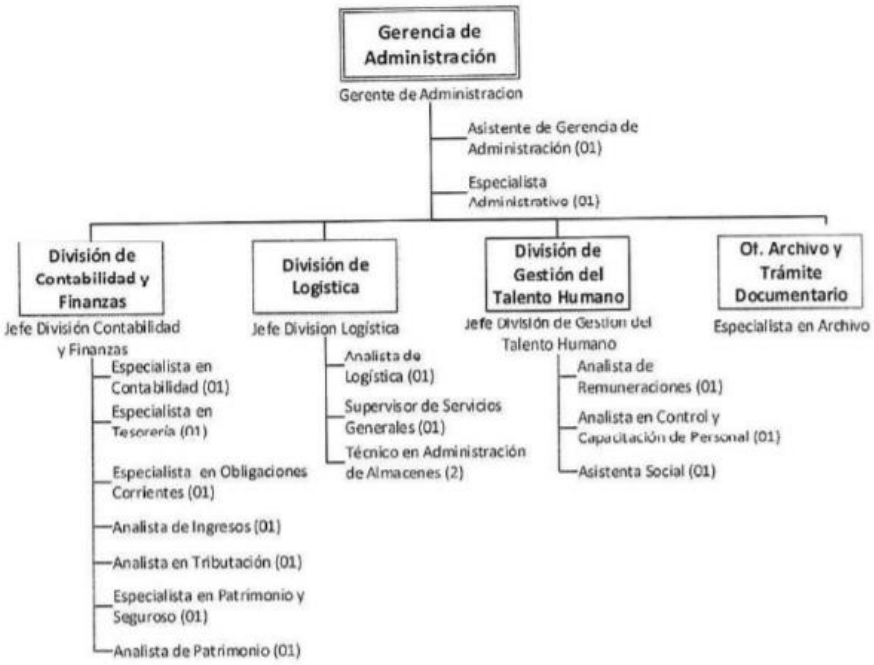
Figura 46: Estructura gerencia general



Fuente: MOF Electro Puno

2. Gerencia de Administración

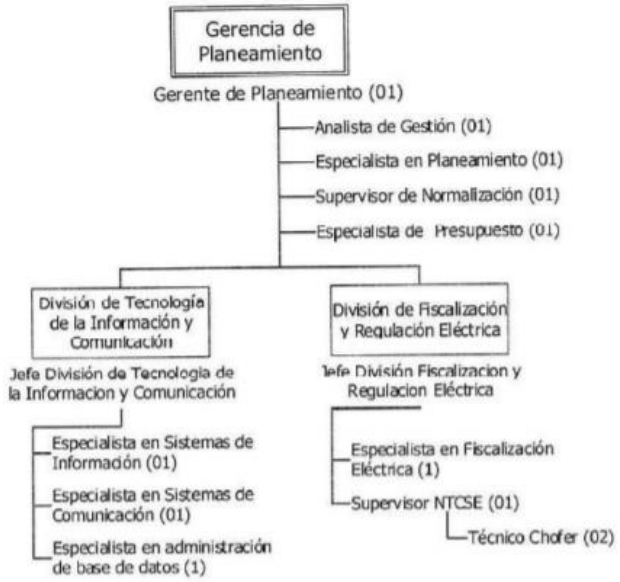
Figura 47:Estructura Gerencia Administración



Fuente: MOF Electro Puno

3. Gerencia de Planeamiento

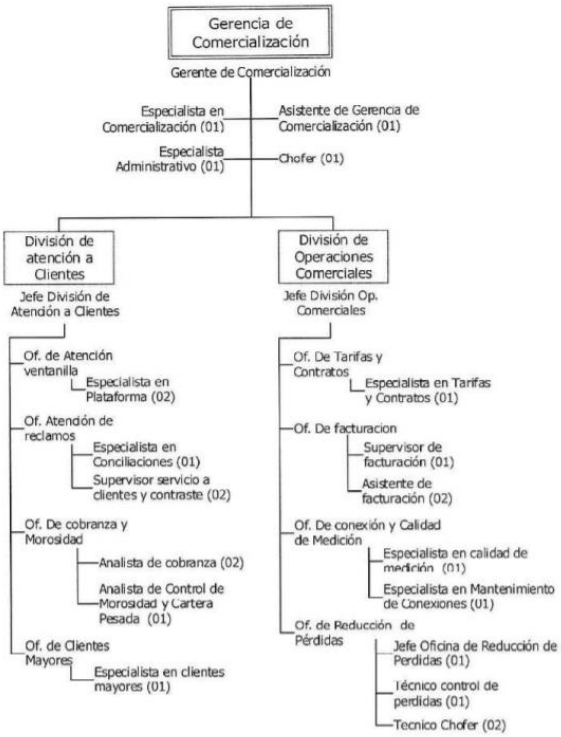
Figura 48: Estructura Gerencia de Planeamiento



Fuente: MOF Electro Puno

4. Gerencia Comercial

Figura 49: Estructura Gerencia Comercial



Fuente: MOF Electro Puno

5. Gerencia Técnica

Figura 50: Estructura Gerencia Técnica

Fuente: MOF Electro Puno

6. Gerencia de Operaciones

Figura 51: Estructura Gerencia de Operaciones

Fuente: MOF Electro Puno

3.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

3.2.1 Instalaciones de distribución

Figura 52: Metrado redes de distribución

Redes y Subestaciones	2013	2014	2015	2016	2017
Redes de Media Tensión	**7,637**	**7,886**	**10,412**	**10,800**	**12,902**
Red aérea (Km)	7,625	7,874	10,397	10,785	12,882
Red subterránea (Km)	12	12	15	15	20
Equipo de protección	2,397	2,401	3,403	3,541	4,405
Redes de Baja Tensión	**12,257**	**12,314**	**12,985**	**13,443**	**15,276**
Red aérea (Km)	12,251	12,308	12,979	13,437	15,271
Servicio Particular	9,387	9,413	10,084	10,542	12,880
Alumbrado Público	2,864	2,895	2,895	2,895	4,167
Red subterránea (Km)	6	6	6	6	5
Servicio Particular	3	3	3	3	4
Alumbrado Público	3	3	3	3	5
Luminarias	58,541	59,654	62,016	63,341	85,723
Sub Estación de Distribución	**5,887**	**6,437**	**7,255**	**7,628**	**8,588**
Monoposte	4,253	4,425	5,135	5,488	6,822
Biposte	1,535	1,886	1,895	1,906	1,499
Convencional	87	114	213	222	255
Elevador 10/22.9 kV	12	12	12	12	12

Fuente: Memoria Anual 2018 Electro Puno

3.2.2. Instalaciones de transmisión y generación

Figura 53: Metrado redes de transmisión

Líneas de Transmisión	Código	Tensión	Longitud (Km)
L.T. Juliaca – Puno	L-6311	60 kV	37.50
L.T. Puno – Ilave	L-6027	60 kV	60.00
L.T. Ilave – Pomata	L-0027	60 kV	44.00
L.T. Azángaro – Antauta	L-6021	60 kV	87.20
L.T. Azángaro – Putina	L-6024	60 kV	40.06
L.T. Putina – Ananea	L-6025	60 kV	49.71
L.T. Putina – Huancané	L-6026	60 kV	34.15
Total			**352.62**

Fuente: Memoria Anual 2018 Electro Puno

Electro Puno S.A.A. opera con 3 grupos hidráulicos, instalados en la Central Hidroeléctrica de Chijisia, Provincia de Sandia.

Figura 54: Metrado de generadores

Nombre de Central	Grupo		Potencia Instalada (MW)	Potencia Efectiva (MW)
	Número	Estado		
C.H. Chijisia – Sandia	1	Bueno	1.20	1.10
C.H. Chijisia – Sandia	2	Bueno	1.20	1.10
C.H. Chijisia – Sandia	3	Bueno	1.29	1.20
Total			**3.69**	**3.40**

Nombre de Central	Nombre de la Cuenca Recurso Hídrico	Caudal medio disponible Bocatoma (m3/seg)
C.H. Chijisia – Sandia	Río Inambari	2.10

Fuente: Memoria Anual 2018 Electro Puno

Además, se cuenta con seis centros de transformación de potencia: La Sub Estación Bellavista de 60/10kV de 12.5 - 14.5MVA, ubicada en la ciudad de Puno; dos Sub Estaciones de 60/22.9/10kV de 7 - 9MVA ubicadas en las ciudades de Ilave y Pomata; la Sub Estación de Antauta de 60/22.9kV de 6 - 8MVA; la Sub Estación de Huancané de 60/22.9kV de 5 - 6.25MVA y la Sub Estación de Ananea de 60/22.9kV de 22 - 27.75MVA.

3.3 MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA

3.3.1 Mantenimiento realizado en los años anteriores al 2015

La gerencia de Operaciones con sus diferentes divisiones y servicios eléctricos han ido realizando labores de mantenimiento en su gran mayoría de tipo correctivo y preventivo, con un personal reducido perteneciente a la misma empresa

En los años anteriores al 2015, en cuanto se refiere a líneas de transmisión se venía realizando sobre todo mantenimiento correctivo, debido a las siguientes causas:

1. La principal es la tardía creación en el año 2015 de la División de Generación LT y SET
2. Líneas de transmisión en estado de liquidación
3. Falta de personal para labores de mantenimiento
4. Tercerizar las labores de mantenimiento
5. Poca incidencia de fallas en línea de transmisión, ya que en esos tiempos la carga no era considerable como es ahora.
6. Falta de coordinación de protecciones en los sistemas de transmisión

El mantenimiento más que todo se basaba en las emergencias o fallas que la línea de transmisión tenia a lo largo del tiempo, las causas más frecuentes eran:

- Fallas por las condiciones meteorológicas
- Fallas por descoordinaciones del SEIN
- Eventos que sufrían las líneas principales de transmisión que administraba REP
- Fallas por eventos propios de la naturaleza (crecimiento natural de árboles o ramas, etc)
- Fallas técnicas en la línea que se han ido pronunciando con el crecimiento de la carga.

3.3.1.1 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento era en un 90 % la ejecución de actividades correctivas las cuales son:

1. Atención de emergencias
2. Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra
3. Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra
4. Limpieza de objetos (cometas y otros) en Conductores o Cable Guarda
5. Limpieza de objetos (cometas y otros) en Cuellos Muertos
6. Ajuste de crucetas y/o riostras
7. Cambio de aisladores deteriorados - suspensión sierra
8. Cambio de aisladores deteriorados - anclaje sierra
9. Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda

A. Orden de trabajo

En el transcurso de los años anteriores al 2015 se fue implementando el SAP, y empezando a generar ordenes de trabajo, las cuales no estaban al alcance de todo el personal operativo, obviándose así la generación de estas en la mayoría de casos

B. Ejecución de la orden de trabajo

Como se relató anteriormente, carecía de estas y no se daba cumplimiento, solo se ejecutaba la actividad correctiva, atribuyéndose estas actividades al gasto de la empresa

C. Inspección

Generalmente la empresa no realizaba inspección de sus líneas por el poco personal asignado para esta actividad y por que no se manejaba un presupuesto

D. Valorización

La valorización se realizaba por parte de almacén quienes reportaban los materiales retirados de almacén por parte del personal operativo. Los precios que se tenían eran más q todo el costo de materiales y otros, ya que la mano de obra se trataba de personal de planta de la empresa.

E. Indicadores y performance de las líneas de transmisión

Tabla 9: Indicadores de performance de LLTT (Procedimiento 091)- Periodo 2014

Item	LINEA	Longitud	Tolerancias		Indicadores		Exceso de tolerancia	
		km	TFL(Tol)	INDISL(Tol)	TFL	INDISL	TFL	INDISL
1	L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	8.00	4.00	38.00	81.93	30.00	77.93
2	L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	8.00	4.00	15.00	13.21	7.00	9.21
3	L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	8.00	4.00	23.00	22.39	15.00	18.39
4	L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	8.00	4.00	23.00	22.10	15.00	18.10
5	L-6027 PUNO - POMATA	103.5	5.00	6.00	28.02	13.86	23.02	7.86
6	L-0639 PUNO - BELLAVISTA	2.95	8.00	4.00	4.00	0.66	-	-
Nota: Indicadores corresponde a registros de Interrupciones mayores a 3 minutos								

Fuente: Electro Puno

TFL: *Tasa de Fallas de cada Línea de Transmisión.*
INDISL: *Indisponibilidad de cada Línea de Transmisión*

Frecuencia por tipo de interrupción

LINEA	km	Falla Externa	Falla propia	Programada
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	20	38	6
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	22	15	3
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	15	23	3
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	13	23	4
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	6	29	4

L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	2	4	5

Tiempo por tipo de interrupción

LINEA	km	Externa (horas)	Falla propia (horas)	Programada (horas)
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	21.55	81.93	20.87
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	25.29	13.21	21.69
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	16.74	22.10	23.14
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	14.53	22.39	33.36
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	15.97	13.86	6.62
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	1.40	0.66	15.32

Tabla 10: Indicadores de performance de LLTT (Procedimiento 091)- Periodo 2015

Item	LINEA	Longitud	Tolerancias		Indicadores		Exceso de tolerancia	
		km	TFL(Tol)	INDISL(Tol)	TFL	INDISL	TFL	INDISL
1	L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	8.00	4.00	31.00	70.40	23.00	66.40
2	L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	8.00	4.00	2.00	0.55	-	-
3	L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	8.00	4.00	19.00	17.25	11.00	13.25
4	L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	8.00	4.00	12.00	16.91	4.00	12.91
5	L-6027 PUNO - POMATA	103.5	5.00	6.00	16.43	9.99	11.43	3.99
6	L-0639 PUNO - BELLAVISTA	2.95	8.00	4.00	4.00	0.58	-	-
Nota: Indicadores corresponde a registros de Interrupciones mayores a 3 minutos								

Fuente: Electro Puno

TFL: *Tasa de Fallas de cada Línea de Transmisión.*
INDISL: *Indisponibilidad de cada Línea de Transmisión*

Frecuencia por tipo de interrupción

LINEA	km	Falla Externa	Falla propia	Programada
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	0	31	4
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	31	2	0
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	21	12	0
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	15	19	0
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	0	17	6
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	0	4	3

Tiempo por tipo de interrupción

LINEA	km	Externa (horas)	Falla propia (horas)	Programada (horas)
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	0.00	70.40	16.87
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	15.22	0.55	0.00
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	11.36	16.91	0.00
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	5.74	17.25	0.00
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	0.00	9.99	22.44
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	0.00	0.58	13.91

3.3.2 Mantenimiento realizado en los años posteriores al 2015

A partir del año 2016 en adelante se vio un incremento de carga y las instalaciones eléctricas requerían ya de un mantenimiento preventivo y predictivo para asegurar la confiabilidad y continuidad del servicio.

Se empezó a realizar la contratación de servicios Aislados para solucionar problemas específicos de la línea de transmisión y posteriormente en el año 2018 se hizo la primera licitación, para contratar un tercero que realice las actividades de mantenimiento que se mencionan en el presente trabajo.

3.3.2.1 Plan de mantenimiento

Se empezó a realizar actividades preventivas complementarias a la de los años anteriores al 2015, las cuales también fueron incluidas en los términos de referencia de la licitación del 2018, que en la actualidad son contempladas por el plan integral de mantenimiento, dichas actividades son:

1. Inspección Ligera en Líneas de Transmisión zona sierra
2. Inspección con escalamiento en Estructuras de Transmisión zona sierra
3. Limpieza y mejoramiento de Acceso Peatonal a Estructuras zona sierra
4. Señalización de accesos peatonales a Estructuras
5. Reposición de anti-escalamiento
6. Reposición de Perfiles Angulares Sustraídos o Dañados
7. Reposición o cambio de placas de identificación
8. Rotulación y/o señalización de placas de identificación
9. Instalación de avisos de prevención en Estructuras
10. Reposición de tuercas y pernos en los postes o torres
11. Ajuste de crucetas y/o riostras
12. Aisladores, grapas de anclaje y pararrayos
13. Cambio de aisladores deteriorados - suspensión sierra
14. Cambio de aisladores deteriorados - anclaje sierra
15. Instalación de pararrayos de línea
16. Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra
17. Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra
18. Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra
19. Limpieza de objetos (cometas y otros) en Conductores o Cable Guarda
20. Limpieza de objetos (cometas y otros) en Cuellos Muertos
21. Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda
22. Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en Torres zona sierra TIPO A
23. Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en Torres zona sierra TIPO B
24. Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en Torres zona sierra TIPO C

25. Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en postes TIPO A
26. Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en postes TIPO B
27. Medición del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en torres
28. Medición del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en postes
29. Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda
30. Poda de rama de árboles dentro o fuera de faja de servidumbre zona sierra
31. Corte de árbol con maniobra zona sierra > 50 cm de diámetro
32. Corte de árbol con maniobra zona sierra >30 y =<50 cm de diámetro
33. Corte de árbol sin maniobra > 10 cm de diámetro
34. Limpieza de faja de servidumbre zona sierra (Retoños de eucalipto u otros plantones de tallo alto)
35. Identificación de invasión de servidumbre
36. Mejoramiento de taludes
37. Instalación de gaviones
38. Actividades de contingencia o imprevistos
39. Atención de emergencias

A. Orden de trabajo

Las ordenes de trabajo eran elaboradas por el jefe de servicio en los años posteriores al 2015, después lo han ido gestionando y elaborando los especialistas de la división de Generación LT y SET

La Orden de trabajo se generaba de forma referencial para un tema contable, pero carecía de un informe y sustento desarrollado por parte del personal que, hacia la programación, así como el control de materiales.

B. Ejecución de la orden de trabajo

La ejecución se venia realizando de una forma no tan formal, ya que la orden de trabajo remitida por la empresa al tercero, no era bien elaborada y especifica.

C. Inspección

Aquí las inspecciones mas que todo eran realizadas por el jefe de los servicios eléctricos, quienes al momento de realizar una inspección no llevaba un registro de todas las deficiencias que se encontraban en las líneas de transmisión

D. Valorización

Se realizaba en base a la orden de trabajo y a la aprobación del supervisor, careciendo de informes de tallados por parte del tercero a la entidad.

E. Indicadores y performance de las líneas de transmisión

Tabla 11: Indicadores de performance de LLTT (Procedimiento 091)- Periodo 2016

Item	LINEA	Longitud	Tolerancias		Indicadores		Exceso de tolerancia	
		km	TFL(Tol)	INDISL(Tol)	TFL	INDISL	TFL	INDISL
1	L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	8.00	4.00	38.00	45.89	30.00	41.89
2	L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	8.00	4.00	2.00	1.38	-	-
3	L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	8.00	4.00	16.00	4.74	8.00	0.74
4	L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	8.00	4.00	16.00	9.97	8.00	5.97
5	L-6027 PUNO - POMATA	103.5	5.00	6.00	17.39	9.12	12.39	3.12
6	L-0639 PUNO - BELLAVISTA	2.95	8.00	4.00	1.00	0.14	-	-
Nota: Indicadores corresponde a registros de Interrupciones mayores a 3 minutos								

Fuente: Electro Puno

TFL: *Tasa de Fallas de cada Línea de Transmisión.*
INDISL: *Indisponibilidad de cada Línea de Transmisión*

Frecuencia por tipo de interrupción

LINEA	km	Falla Externa	Falla propia	Programada
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	0	38	6
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	32	2	2
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	18	16	2
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	20	16	3
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	1	18	0

L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	0	1	2

Tiempo por tipo de interrupción

LINEA	km	Externa (horas)	Falla propia (horas)	Programada (horas)
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	0.00	45.89	37.35
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	14.81	1.38	6.98
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	6.12	9.97	6.98
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	11.71	4.74	16.01
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	8.68	9.12	0.00
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	0.00	0.14	8.05

Tabla 12: Indicadores de performance de LLTT (Procedimiento 091)- Periodo 2017

Item	LINEA	Longitud	Tolerancias		Indicadores	Exceso de tolerancia		
		km	TFL(Tol)	INDISL(Tol)	TFL	INDISL	TFL	INDISL
1	L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	8.00	4.00	31.00	18.38	23.00	14.38
2	L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	8.00	4.00	3.00	0.49	-	-
3	L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	8.00	4.00	23.00	16.03	15.00	12.03
4	L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	8.00	4.00	19.00	10.78	11.00	6.78
5	L-6027 PUNO - POMATA	103.5	5.00	6.00	12.56	3.96	7.56	-
6	L-0639 PUNO - BELLAVISTA	2.95	8.00	4.00	7.00	2.95	-	-
Nota: Indicadores corresponde a registros de Interrupciones mayores a 3 minutos								

Fuente: Electro Puno

TFL: *Tasa de Fallas de cada Línea de Transmisión.*
INDISL: *Indisponibilidad de cada Línea de Transmisión*

Frecuencia por tipo de interrupción

LINEA	km	Falla Externa	Falla propia	Programada
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	3	31	2
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	43	3	0
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	30	19	0
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	26	23	0
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	0	13	0
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	1	7	1

Tiempo por tipo de interrupción

LINEA	km	Externa (horas)	Falla propia (horas)	Programada (horas)
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	4.33	18.38	11.16
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	30.88	0.49	0.00
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	21.13	10.78	0.00
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	15.85	16.03	0.00
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	0.00	3.96	0.00
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	2.08	2.95	7.46

Tabla 13: Indicadores de performance de LLTT (Procedimiento 091)-Periodo 2018

Item	LINEA	Longitud	Tolerancias		Indicadores		Exceso de tolerancia	
		km	TFL(Tol)	INDISL(Tol)	TFL	INDISL	TFL	INDISL
1	L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	8.00	4.00	27.00	16.59	19.00	12.59
2	L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	8.00	4.00	7.00	2.78	-	-
3	L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	8.00	4.00	61.00	19.62	53.00	15.62
4	L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	8.00	4.00	13.00	4.42	5.00	0.42

5	L-6027 PUNO - POMATA	103.5	5.00	6.00	13.53	3.88	8.53	-
6	L-0639 PUNO - BELLAVISTA	2.95	8.00	4.00	2.00	0.21	-	-
Nota: Indicadores corresponde a registros de Interrupciones mayores a 3 minutos								

Fuente: Electro Puno

TFL: *Tasa de Fallas de cada Línea de Transmisión.*
INDISL: *Indisponibilidad de cada Línea de Transmisión*

Frecuencia por tipo de interrupción

LINEA	km	Falla Externa	Falla propia	Programada
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	1	27	3
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	70	7	2
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	65	13	4
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	17	61	4
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	0	14	1
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	1	2	1

Tiempo por tipo de interrupcion

LINEA	km	Externa (horas)	Falla propia (horas)	Programada (horas)
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	83.8	2.00	16.59	27.94
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	33.74	24.77	2.78	9.60
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	49.38	22.71	4.42	29.65
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	39.85	7.52	19.62	29.65
L-6027 PUNO - POMATA	103.5	0.00	3.88	7.91
L-6028 PUNO - BELLAVISTA	2.95	3.60	0.21	0.68

CAPITULO IV

ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 GENERALIDADES

Implementación de un sistema de información Geográfica GIS

4.2 ESQUEMA DE LA PROPUESTA

4.2.1 Alcances

4.2.1.1 Alcance general

- ✓ La implementación de un módulo especializado que realice la gestión del mantenimiento en la empresa Electro Puno S.A.A, el cual gestionara el plan de mantenimiento de las líneas de transmisión mediante la plataforma ArcGIS en su aplicativo institucional SIGRED ELECTRO PUNO, con la implementación del módulo de mantenimiento

4.2.1.2 Alcance específico

- ✓ Elaboración de un plan de mantenimiento de Alta tensión acorde a las actividades realizadas, que contengan un flujo en la gestión de tiempos, personal, costos unitarios y tenga una descripción de actividades.
- ✓ Cerrar las brechas existentes en cuanto a labores de mantenimiento que viene realizando la gerencia de operaciones.

4.2.2 Antecedentes

En Electro Puno en la actualidad la Gerencia de Operaciones, en cuanto a sus actividades de mantenimiento que viene realizando, se han detectado que la gestión del mantenimiento y su valorización tienen las siguientes brechas:

1. No se cuenta con un Plan integral de mantenimiento integral que abarca, la descripción de actividades, fichas y formatos homologados, costos unitarios y procedimientos en el cumplimiento de dichas actividades por mantenimiento.

2. Las actividades por mantenimiento no vienen siendo gestionadas y programadas en un entorno grafico como es el ArcGIS.
3. No se tiene un histórico de todas las actividades realizadas por mantenimiento.
4. La gestión de materiales se viene trabajando de forma aislada a las actividades programadas por mantenimiento.
5. Algunas actividades por mantenimiento vienen siendo atribuidas al gasto de la empresa.
6. Las valorizaciones de las actividades por mantenimiento no vienen siendo gestionadas directamente por el portal SAP. Si no de forma aislada, ya que no se tiene identificado el código del activo que se ha intervenido por labores de mantenimiento. Todo esto debido a que no se viene trabajando y gestionando el plan de mantenimiento con un software GIS.
7. No existe un flujo de trabajo definido en cuanto a la gestión de mantenimiento.
8. No existe un uso del software ArcGIS, en su aplicativo SIGRED ELECTRO PUNO, dificultando esto la gestión correcta del mantenimiento.
9. No existe reporte de funciones por mantenimiento a la oficina GIS.

4.2.3 Descripción

El módulo de mantenimiento, se basará en la elaboración de un plan integral de mantenimiento, el cual pasaremos a sistematizar en base a dos softwares que cuenta la empresa Electro Puno y al procedimiento de obtención de los datos de los componentes de la línea de transmisión, los instrumentos y recursos necesarios.

4.2.4 Software de entorno gráfico y gestión de activos ARCGIS

ARCGIS es actualmente la tecnología de referencia en los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta tecnología ha sido desarrollada y mejorada por la compañía propietaria ESRI (Enviromental Systems Research Institute) desde hace más de 30 años.

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG),

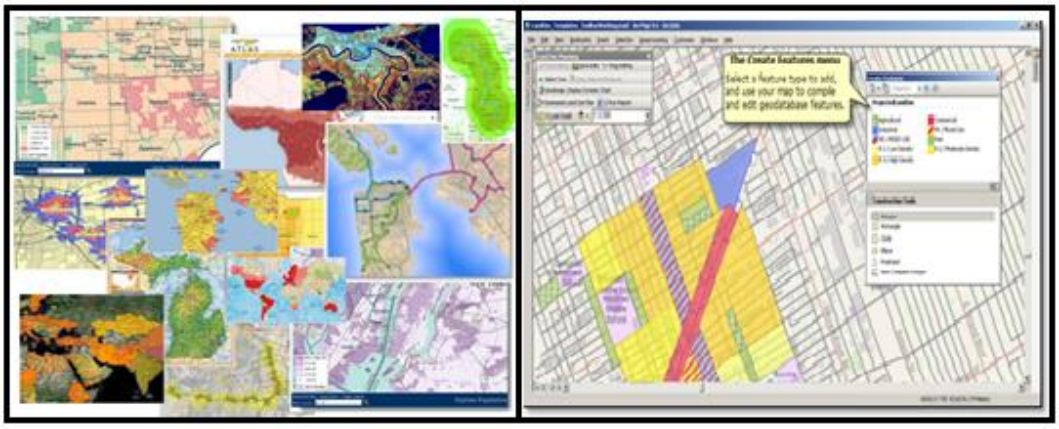
El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como smartphones y equipos de escritorio.

Figura 55: Sistemas de información geográfica (GIS).

Fuente: Archivo electro Puno

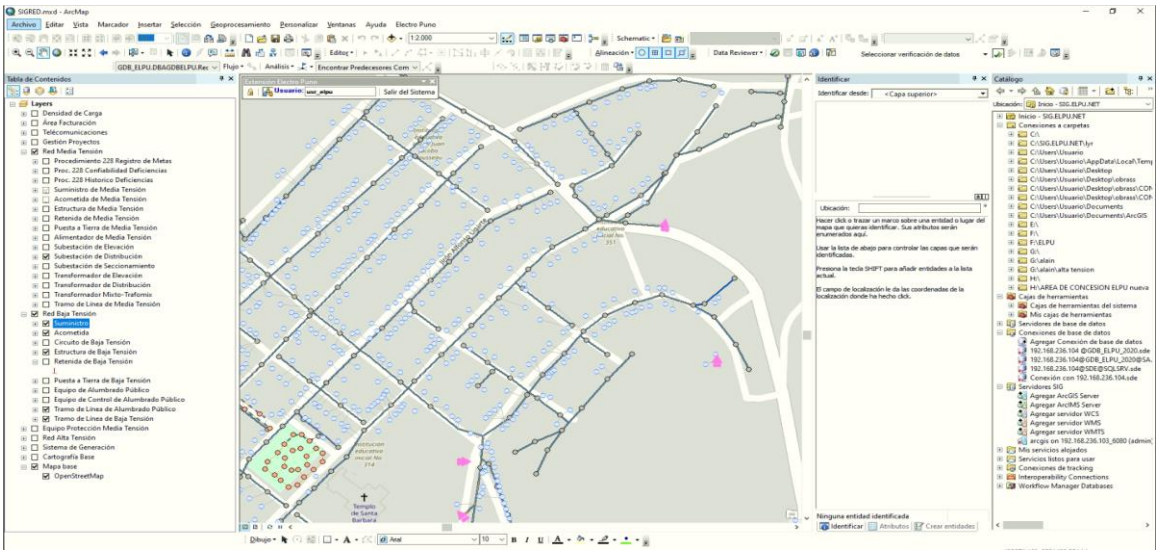
Se puede pensar en el sistema ArcGIS como en una infraestructura para elaborar mapas y poner la información geográfica a disposición de los usuarios dentro de un departamento, por toda una organización, entre varias organizaciones y comunidades de usuarios o en Internet, para cualquier usuario interesado en acceder a ella. Por ejemplo, trabajadores con dispositivos móviles pueden estar actualizando mediciones en tiempo real sobre el terreno, mientras que los especialistas analizan esta misma información en sus equipos de escritorio y los planificadores realizan evaluaciones de impacto sobre los resultados de este análisis utilizando aplicaciones basadas en la Web.

Figura 56: Sistemas ArcGIS implementado



Fuente: Archivo Electro Puno

Figura 57: SIGRED ELECTRO PUNO



Fuente: SIGRED Electro Puno

La oficina GIS de Electro Puno, trabaja en el entorno ARCGIS 10.6.1 y sus complementos que detallo a continuación:

a) **ArcGIS Desktop.** Programa de instalación en PC que tiene todas las herramientas GIS

b) **ArcGIS Data Reviewer.** Módulo de revisión y corrección de datos numéricos y alfanuméricos

c) **ArcGIS Schematics.** Modulo que te permite gestionar tu información en diferentes tipos de diagramas
d) **ArcGIS Workflow Manager.** Módulo de designación de tareas
e) **ArcGIS Data Interoperabillity**. Módulo de exportación a otras fuentes o programas dede Arcmap
f) **ArcGIS Online.** Portal web donde se pueden gestionar compartir mapas y proyectos
g) **ArcGIS Enterprise Advanced.** portal interno en el cual se gestiona el flujo de información entre el arcmap y la web
h) **ArcGIS PRO.** Versión que está en proceso de mejora, para reemplazar al ArcMap a futuro.

Las características que tiene el entorno ArcGIS., es la de georreferenciación de los activos eléctricos en una base de datos el cual contiene una gran cantidad de herramientas

- ✓ Georreferenciación de los activos eléctricos.
- ✓ Manejo de datos por medio de tablas personalizadas
- ✓ Herramientas avanzadas de Geoprocesamiento.
- ✓ Manejo de Geodatabases compatibles con diferentes softwares en el mercado
- ✓ Elaboración de mapas temáticos.
- ✓ Accesos a poder compartir vía software a capas, mapas y proyectos a la web y aplicativos
- ✓ Herramientas avanzadas en edición de elementos tipo punto, polilinea y polígono.
- ✓ Teledetección de elementos mediante imágenes raster.
- ✓ Plataforma abierta a implementaciones mediante código de programación a diferencia de otros softwares GIS.
- ✓ Manejo de red Geométrica

4.2.4.1 SIGRED ELECTRO PUNO

Aplicativo personalizado institucional de la empresa Electro Puno, que fue desarrollado a medida de las necesidades y la condiciones que el sector de la

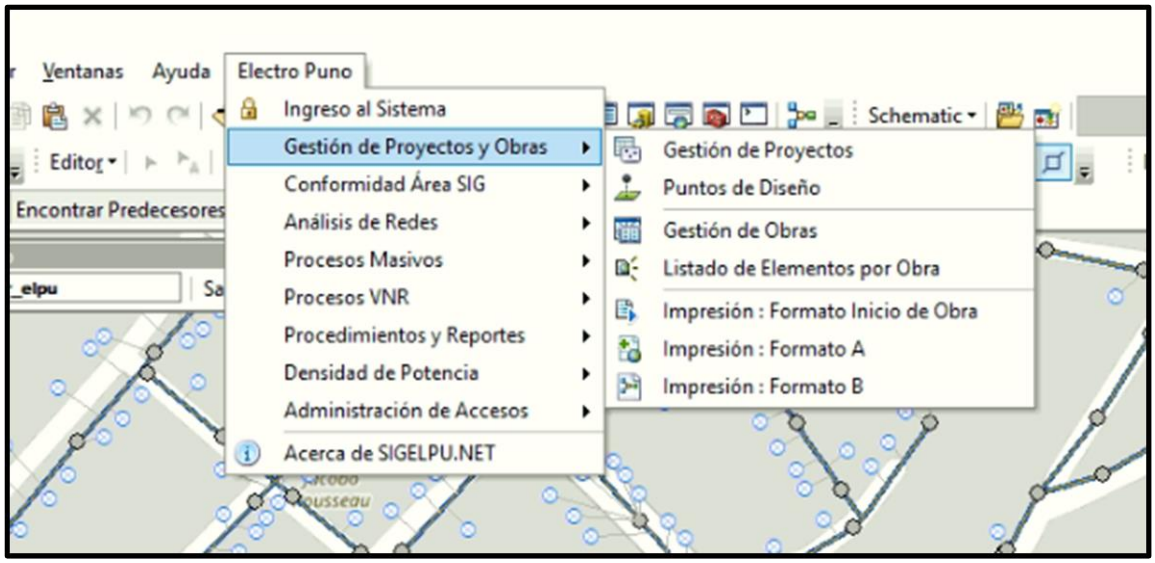
electricidad necesita, y a su vez de acuerdo a la estructura de tipo de información que maneja el ente supervisor Osinergmin en sus diferentes procedimientos.

El SIGRED cuenta con los siguientes beneficios que un ArcMAP cotidiano no tiene:

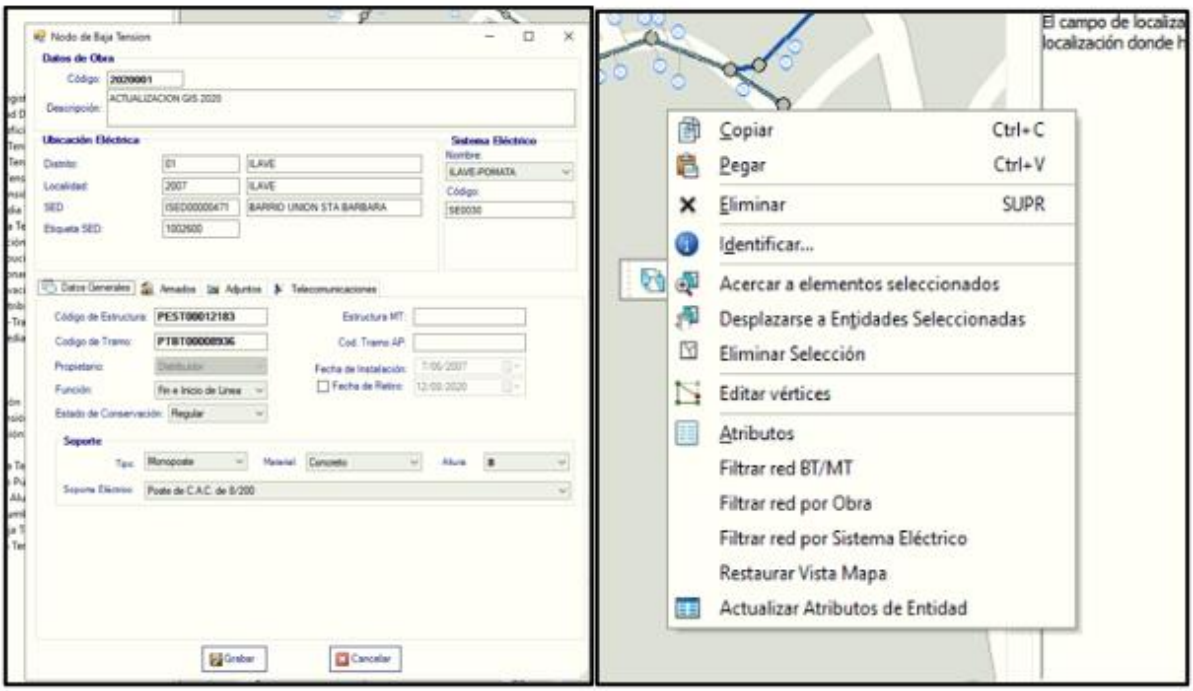
- ✓ Formularios personalizados de edición de redes de altas, media y baja tensión. El cual contiene dominios y librerías de edición, que hacen que la edición sea más rápida en un 80 % que trabajando con un Arcmap simple u otros softwares.
- ✓ Los feature class contienen una estructura personalizada de las tablas de información acorde a los lineamientos propios de la Empresa como del ente Supervisor Osinergmin. Dichas tablas son llenadas automáticamente una vez son llenados los formularios.
- ✓ Herramientas de edición masiva, en el caso de elementos de tipo Punto como son estructuras, alumbrado público, Sed, etc.
- ✓ Reglas de negocio al momento de edición de elementos Tipo punto, polilínea y polígono.
- ✓ Gestión inteligente de información entre los diferentes feature class y tablas que posee el aplicativo.
- ✓ Red geométrica personalizada acorde al sector electricidad y que ayuda a realizar procesos como son aguas arriba y abajo y tipos de esquemas en base a la red geométrica construida.
- ✓ Reportes personalizados acorde a las necesidades de la empresa.
- ✓ Módulo de gestión de proyectos - obras – GIS.
- ✓ Módulos de seguridad de la información.
- ✓ Gestión de Usuarios GIS.
- ✓ Procedimientos Osinergmin para la Gerencia de Operaciones.
- ✓ Interconexión con la base de datos comercial y la base de datos de proyectos.
- ✓ Herramientas de filtrado de datos numéricos y alfanuméricos personalizados acorde a las necesidades de las oficinas Usuarias.
- ✓ Herramientas de análisis de suministros según su condición.
- ✓ Herramienta de análisis de densidad de carga
- ✓ Módulo de Mantenimiento GIS-SAP (en desarrollo)
- ✓ Módulo de caída de Tensión (en desarrollo)

✓ Módulo de Liquidaciones de obras (en desarrollo)

Figura 58: Imágenes de los módulos, filtros y reportes del SIGRED ELECTRO PUNO



Fuente: SIGRED Electro Puno



Fuente: SIGRED Electro Puno

4.2.5 Systems, Applicatión, products in data Processing – ERP-SAP

El Sistema SAP o "Systems, Applications, Products in Data Processing", es un Sistema informático que le permite a las empresas administrar sus recursos humanos,

financieros-contables, productivos, logísticos y más, las principales empresas del mundo utilizan SAP para gestionar de una manera exitosa todas las fases de sus modelos de negocios.

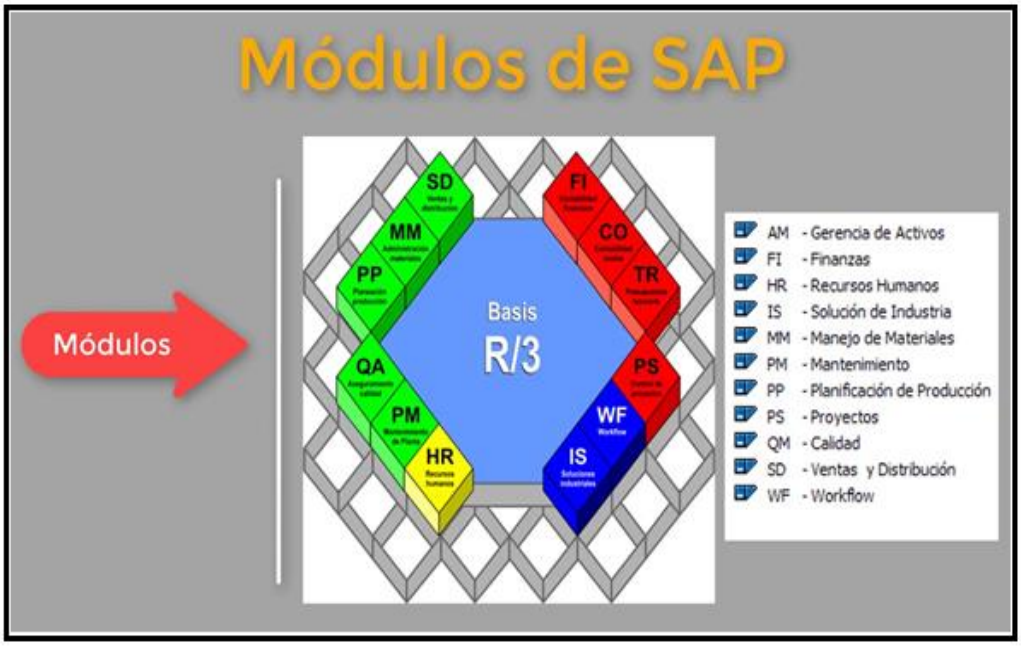
Las herramientas ofrecidas por SAP tienen la función de ayudar al usuario con todas las tareas administrativas de su empresa y, a través del funcionamiento interno, crear un entorno integrado que permita aumentar la eficiencia de sus usuarios.

Los Módulos de aplicación son los siguientes:

a) **Gestión financiera (FI**). Libro mayor, libros auxiliares, ledgers especiales, etc.
b) **Controlling (CO)**. Gastos generales, costes de producto, cuenta de resultados, centros de beneficio, etc.
c) **Tesorería (TR)**. Control de fondos, gestión presupuestaria, etc.
d) **Sistema de proyectos (PS**). Grafos, contabilidad de costes de proyecto, etc.
e) **Gestión de personal (HR)**. Gestión de personal, cálculo de la nómina, contratación de personal, etc.
f) **Mantenimiento (PM)**. Planificación de tareas, planificación de mantenimiento, etc.
g) **Gestión de calidad (QM)**. Planificación de calidad, inspección de calidad, certificado de, aviso de calidad, etc.
h) **Planificación de producto (PP)**. Fabricación sobre pedido, fabricación en serie, etc.
i) **Gestión de material (MM**). Gestión de stocks, compras, verificación de facturas, etc.
j) **Comercial (SD).** Ventas, expedición, facturación, etc.
k) **Workflow (WF),** Soluciones sectoriales (IS), con funciones que se pueden aplicar en todos los módulos.

Estos módulos son como si fueran “aplicaciones aparte” que se ajustan a cada departamento en cuestión.

Figura 59: Módulo SAP



Fuente: Imágenes Web

4.2.6 Diagnóstico y recolección de información

Parte fundamental de un plan de mantenimiento es realizar previamente un diagnóstico y recolección de datos que ayude al personal encargado de realizar la planificación y /o labores de mantenimiento tener una información geográfica, técnica y todos los datos correspondientes a la línea de transmisión.

Para ello se debe tener en cuenta lo siguiente

4.2.6.1 Recolección de información

Un aspecto muy importante en el proceso de una investigación es el que tiene relación con la obtención de la información, pues de ello dependen la confiabilidad y valides de estudio. Obtener información confiable y valida requiere cuidado y dedicación.

Esta etapa de recolección de información e investigación se conoce también como trabajo de campo.

Estos datos o información que va a recolectarse son el medio a través del cual se prueban las hipótesis, se responden las preguntas de investigación y se logran los objetivos del estudio originado del problema de investigación.

Los datos, entonces, deben ser confiables, es decir, deben ser pertinentes y suficientes, paro lo cual es necesario definir las fuentes y técnicas adecuadas para su recolección.

A. Fuentes de recolección de información

Usualmente se habla de dos tipos de fuentes de recolección de información: las primarias y las secundarias.

Para el presente trabajo se utilizará fuentes primarias, ya que son todas aquellas de las cuales se obtiene información directa, es decir, de donde se origina la información en este caso de los lugares por donde recorre la línea de transmisión. Es también conocida como información de primera mano o desde el lugar de los hechos.

B. Técnica de recolección de información.

En la actualidad, en investigación científica hay gran variedad de técnicas o instrumento para la recolección de información en el trabajo de campo de una determinada investigación. De acuerdo con el método y el tipo de investigación a realizar, se utiliza unas u otras técnicas.

Muñoz Giraldo (2002). En su publicación Cómo desarrollar competencias investigativas en educación, manifiesta que la investigación cuantitativa que es el tipo de investigación del presente trabajo utiliza generalmente los siguiente instrumentos y técnicas para recolección de información, de las cuales para el presente trabajo se están tomando las siguientes:

1. Encuesta

Es una de las técnicas de recolección de información más usadas, la encuesta se fundamenta en un cuestionario o conjunto de pregunta que se preparan con el propósito de obtener información.

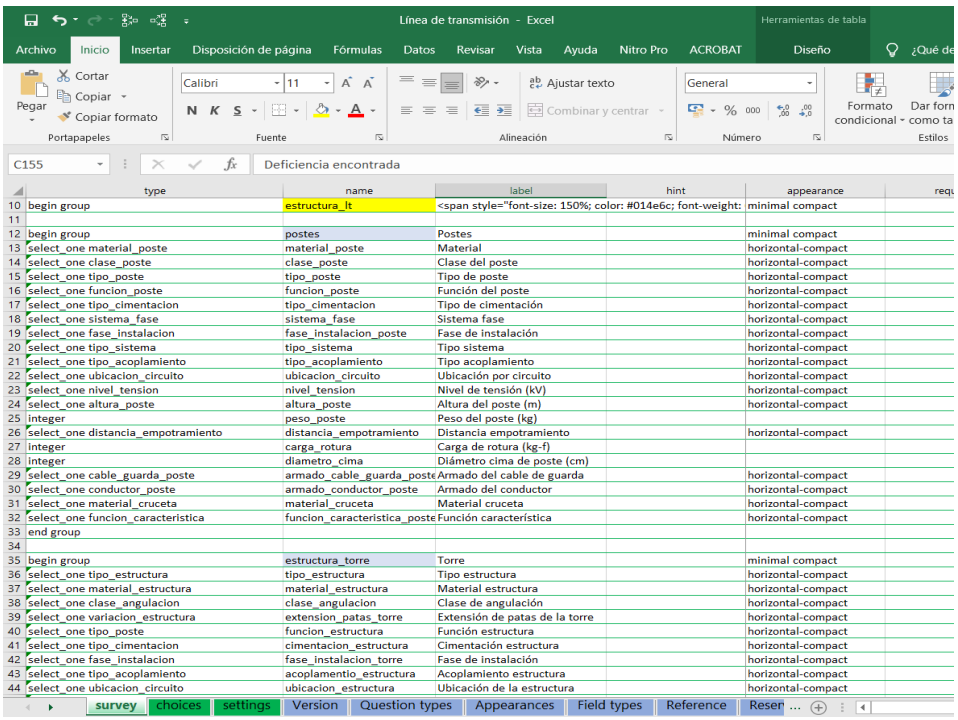
En años anteriores las encuestas eran diseñadas en hojas de papel para que los encuestadores lleven estas y recopilen información en campo, hoy en día gracias a la tecnología existe lo que se llama encuestas digitales que te ahorra manejar papel, perder información y sobre todo registrar la información de campo en una base de datos, ya que estas encuestas digitales se almacenan automáticamente en la nube

Para el presente trabajo se va utilizar el aplicativo SURVEY 123 de la familia ESRI, el cual te permite crear encuestas digitales para poder ser enviadas a los encuestadores en campo, y estos registren la información vía celular.

Ya que se trata de una encuesta digital se describirá la creación de encuesta para lo cual se adjuntará imágenes de referencia a la encuesta actual

- Para la creación de encuestas se debe descargar un programa de escritorio ArcGIS SURVEY 123 Connect, que tiene mas herramientas que la versión online
- Mediante este programa crearemos las encuestas a través de formatos Excel que nos provee el programa

Figura 60: Plantilla SURVEY 123

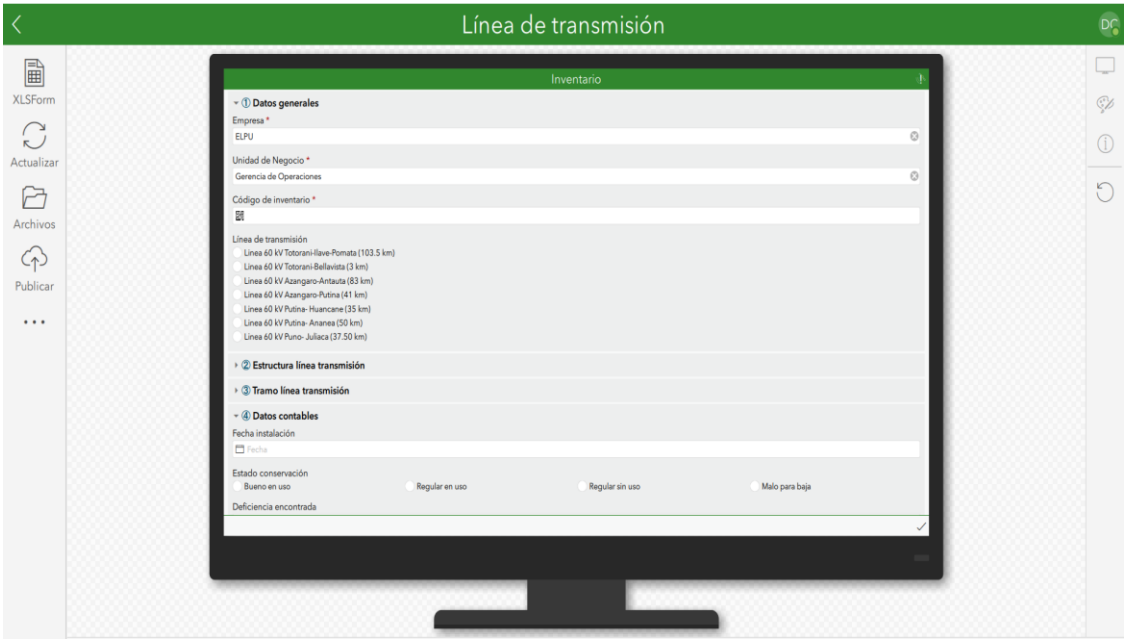


	type	name	label	hint	appearance
10	begin group	estructura_lt	<span style="font-size: 150%; color: #014e6c; font-weight:		minimal compact
11					
12	begin group	postes	Postes		minimal compact
13	select_one material_poste	material_poste	Material		horizontal-compact
14	select_one clase_poste	clase_poste	Clase del poste		horizontal-compact
15	select_one tipo_poste	tipo_poste	Tipo de poste		horizontal-compact
16	select_one funcion_poste	funcion_poste	Función del poste		horizontal-compact
17	select_one tipo_cimentacion	tipo_cimentacion	Tipo de cimentación		horizontal-compact
18	select_one sistema_fase	sistema_fase	Sistema fase		horizontal-compact
19	select_one fase_instalacion	fase_instalacion_poste	Fase de instalación		horizontal-compact
20	select_one tipo_sistema	tipo_sistema	Tipo sistema		horizontal-compact
21	select_one tipo_acoplamiento	tipo_acoplamiento	Tipo acoplamiento		horizontal-compact
22	select_one ubicacion_circuito	ubicacion_circuito	Ubicación por circuito		horizontal-compact
23	select_one nivel_tension	nivel_tension	Nivel de tensión (kV)		horizontal-compact
24	select_one altura_poste	altura_poste	Altura del poste (m)		horizontal-compact
25	integer	peso_poste	Peso del poste (kg)		
26	select_one distancia_empotramiento	distancia_empotramiento	Distancia empotramiento		horizontal-compact
27	integer	carga_rotura	Carga de rotura (kg-f)		
28	integer	diametro_cima	Diámetro cima de poste (cm)		
29	select_one cable_guarda_poste	armado_cable_guarda_poste	Armado del cable de guarda		horizontal-compact
30	select_one conductor_poste	armado_conductor_poste	Armado del conductor		horizontal-compact
31	select_one material_cruceta	material_cruceta	Material cruceta		horizontal-compact
32	select_one funcion_caracteristica	funcion_caracteristica_poste	Función característica		horizontal-compact
33	end group				
34					
35	begin group	estructura_torre	Torre		minimal compact
36	select_one tipo_estructura	tipo_estructura	Tipo estructura		horizontal-compact
37	select_one material_estructura	material_estructura	Material estructura		horizontal-compact
38	select_one clase_angulacion	clase_angulacion	Clase de angulación		horizontal-compact
39	select_one variacion_estructura	extension_patas_torre	Extensión de patas de la torre		horizontal-compact
40	select_one tipo_poste	funcion_estructura	Función estructura		horizontal-compact
41	select_one tipo_cimentacion	cimentacion_estructura	Cimentación estructura		horizontal-compact
42	select_one fase_instalacion	fase_instalacion_torre	Fase de instalación		horizontal-compact
43	select_one tipo_acoplamiento	acoplamiento_estructura	Acoplamiento estructura		horizontal-compact
44	select_one ubicacion_circuito	ubicacion_estructura	Ubicación de la estructura		horizontal-compact

Fuente: Elaboración propia

- Posteriormente de haber configurado y elaborado tu formulario de encuesta en Excel este, se tiene que guardar y mediante el programa publicar la encuesta se obtiene un resultado de la siguiente forma.

Figura 61: Encuesta Digital SURVEY 123



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

2. Observación Sistemática

La observación sistemática cada día cobra mayor credibilidad y su uso tiene a generalizarse, debido a obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un procedimiento sistematizado y muy controlado, para lo cual hoy están utilizándose medios visuales muy completo

4.2.6.3 Recursos y equipos

Es muy importante para la obtención de información requerida en el presente plan de mantenimiento integral contar con los siguientes recursos para la generación de información recolectada en campo

- ✓ Telurómetro de Alta Frecuencia
- ✓ Cámara de Efecto Corona
- ✓ Cámara Termográfica
- ✓ Binoculares profesional
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GPS
- ✓ Camionetas 4X4
- ✓ EPPs

El suministro de los equipos de medición para realizar los trabajos es proporcionado por la empresa Concesionaria de Electro Puno S.A.A.

4.2.6.4 Descripción del proceso

Las principales características son:

a) Recorrido de la Línea de Transmisión, desde la primera estructura hasta la última, haciendo el recorrido estructura por estructura.

   - ✓ Traslado de las cuadrillas a la zona de concentración.
   - ✓ Charla de seguridad para los respectivos trabajos.

- ✓ Entrega de implementos de seguridad y verificación de equipos y herramientas.

b) Diagnóstico de las Líneas de Transmisión.

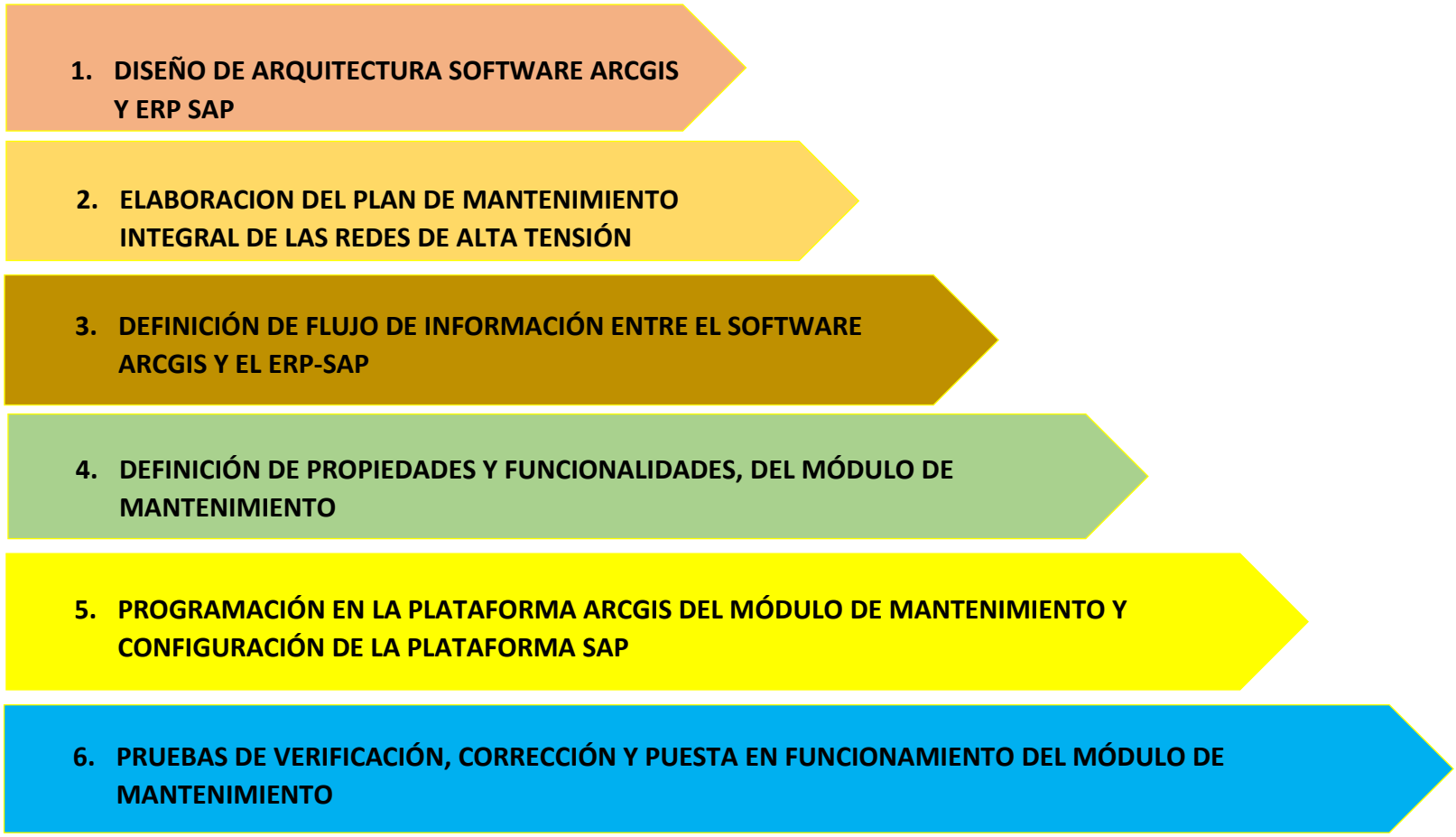
Para este trabajo se realizó las siguientes actividades:

- ✓ Diagnóstico de cada estructura, teniendo en cuenta, el armado, el cuerpo, base de la estructura, protección, Sistema de Puesta a Tierra, rotulación, accesos, cuello muerto, aislador, ferretería, amortiguadores y otros que sean pertinentes.
- ✓ Diagnóstico del vano, teniendo en cuenta, el conductor, empalmes, faja de servidumbre construcciones que se encuentren dentro de ellas, plantaciones de árboles que superen las distancias de seguridad, distancias mínimas de seguridad.
- ✓ Diagnóstico de aisladores se hizo con el equipo de Cámara de Efecto Corona, para los cuellos muertos la Cámara Termográfica.
- ✓ Diagnóstico de Puestas a tierra, para el sistema de puesta a tierra con el Telurómetro de Alta Frecuencia.

Para los demás elementos se hizo una inspección visual con el binocular profesional, para la visualización de los detalles una cámara fotográfica, más el GPS para la ubicación georreferencial de cada estructura.

4.2.7 Procesos de implementación del módulo mantenimiento

El proceso de implementación del módulo mantenimiento presenta la siguiente estructura que es desarrollada de manera adecuada la que se presenta:



CAPITULO V

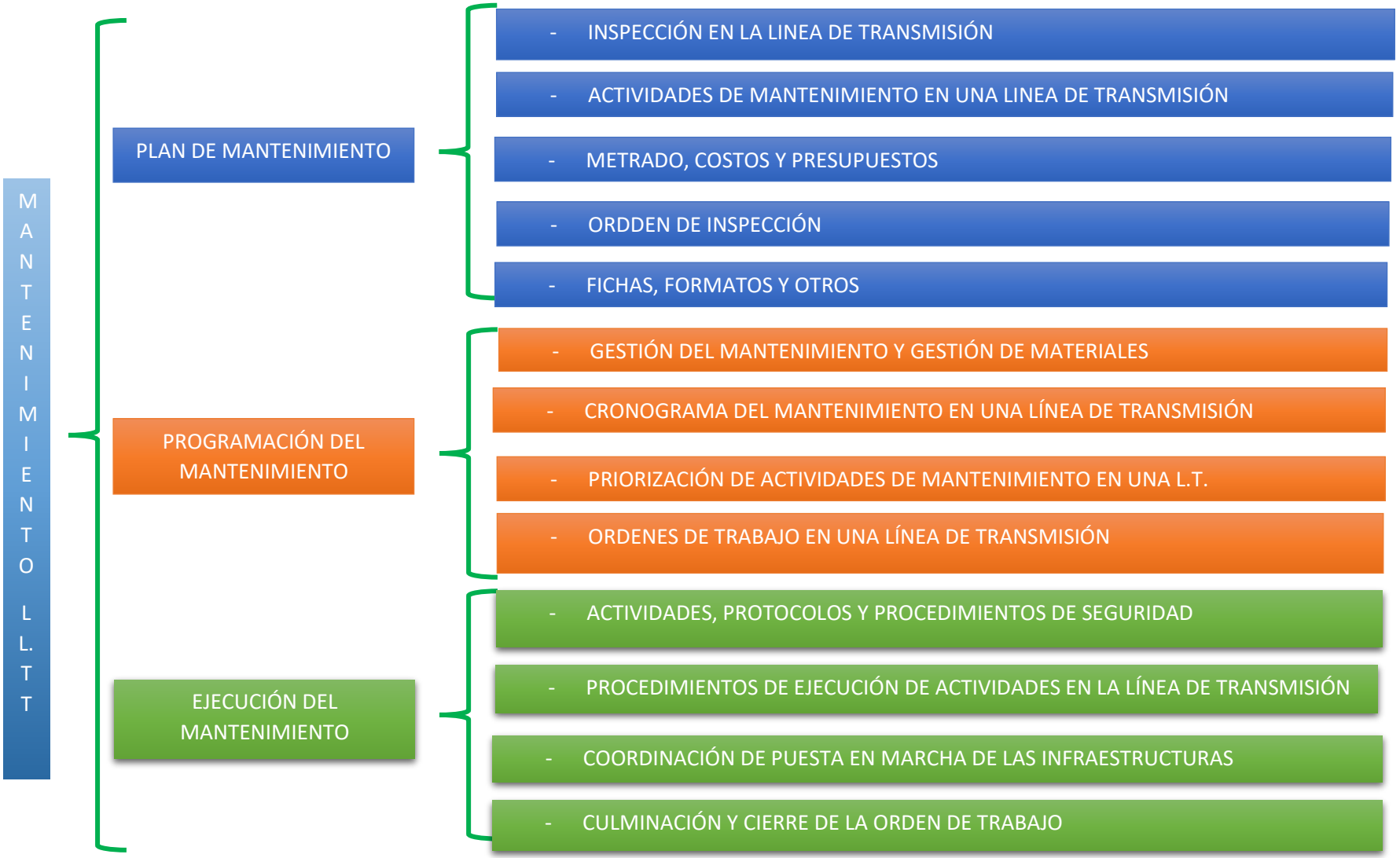
PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL

Hoy en la actualidad hablar de un plan de mantenimiento son términos que no engloban en si todos los recursos, interfaces y conceptos que hoy por hoy abarca un plan de mantenimiento integral

Un plan de mantenimiento integral en la actualidad abarca los conceptos de interfaces con sistemas de gestión de activos institucionales y la gestión de ubicaciones geográficas de los activos como son los sistemas GIS, con el avance de las nuevas tecnologías la gestión de mantenimiento viene ya siendo trabajada y generada a nivel de bases de datos especializadas que procesan los datos del mantenimiento como es el BIG DATA y el MACHINE LEARNING.

Las redes de transmisión y distribución hoy por hoy necesitan de un plan de mantenimiento integral, ya que las redes eléctricas son dinámicas y cambiantes en el tiempo ya sea por efectos de mantenimiento, planeamiento, reconfiguración, etc. Ya que en la actualidad un plan de mantenimiento industrial o un plan de mantenimiento simple no satisface los requerimientos controles y flujos que tiene un plan de mantenimiento integral en una línea de transmisión.

A. PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL-ESQUEMA DESCRIPTIVO



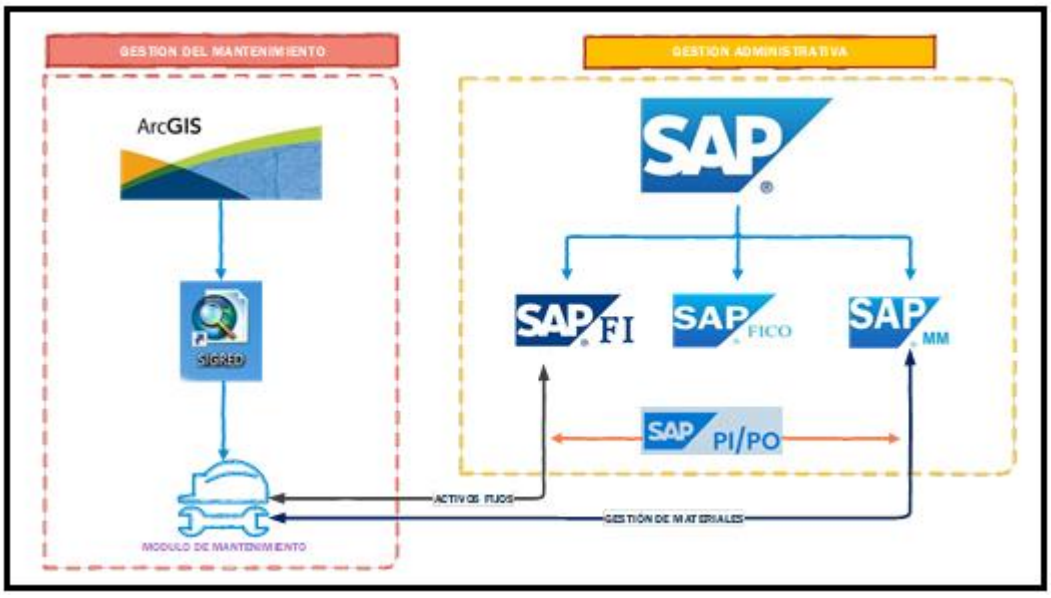
B. PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN-ESQUEMA FUNCIONAL

Gestión del mantenimiento

Hoy en la actualidad que se vive ha existido un cambio significativo en cuanto a la integración de nuevas tecnologías, es por eso que la empresa Electro Puno S.A.A. en su propósito de llegar a ser una empresa modelo y estar a la vanguardia con las nuevas tecnologías ha visto por conveniente integrar tecnologías GIS y tecnologías de índole administrativa a los trabajos por mantenimiento que venía ejecutando de manera aislada tanto con la parte administrativa como con la parte técnica GIS.

En ese sentido, se tomó la decisión de cambiar el plan de mantenimiento anterior a un plan de mantenimiento Integral, el cual consiste en realizar la gestión de mantenimiento a través de la implementación de un Módulo de mantenimiento en una plataforma GIS (ArcGIS 10.6.1) y realizar una interconexión vía interfaces con un software administrativo (SAP 3.0) para que realice la gestión administrativa de las actividades por mantenimiento.

Figura 62: Interconexión ARCGIS Y SAP



Fuente: Elaboración propia

La empresa Electro Puno en ese sentido paso a realizar la adecuación de su plan de mantenimiento anterior a un plan de mantenimiento integral, el cual una vez que se

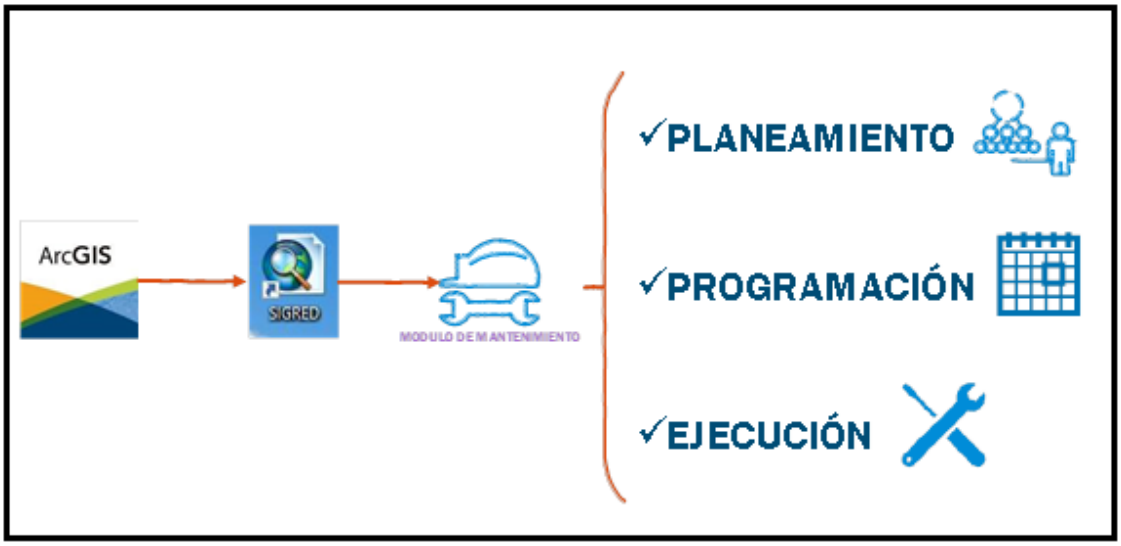
desarrolló por completo, ha permitido que este pueda ser implementado sistemáticamente en la plataforma GIS y este a su vez enlazado al sistema SAP.

Un plan de mantenimiento integral, en la actualidad tiene que tener un esquema funcional, el cual te permita realizar la gestión de tus inspecciones y actividades por mantenimiento, caso contrario este no podría adecuarse a una sistematización.

En Electro Puno se ha realizado un plan de mantenimiento integral basado en 3 funciones básicamente:

- ✓ Planeamiento
- ✓ Programación
- ✓ Ejecución

Figura 63: Esquema funcional del plan de mantenimiento integral en ArcGIS



Fuente: Elaboración propia

5.1 PLANEAMIENTO

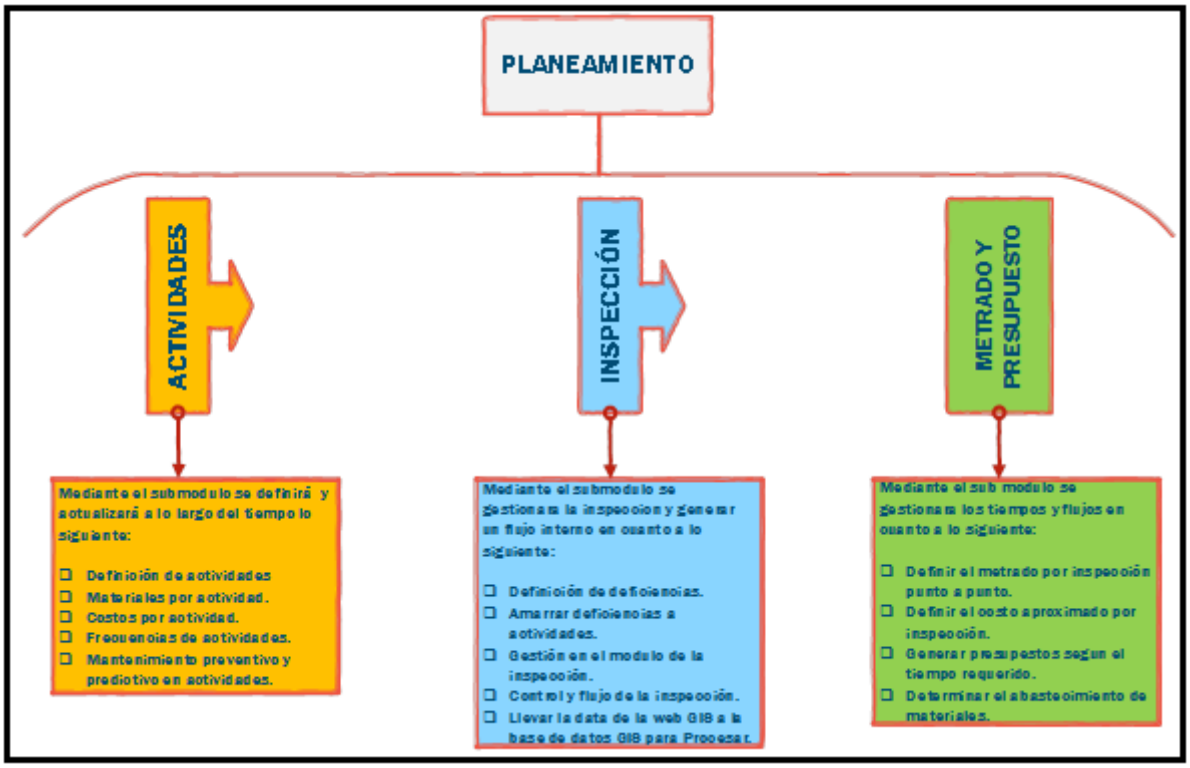
En un plan de mantenimiento integral dentro de su esquema funcional debe existir el planeamiento que es de vital importancia para realizar una correcta gestión en cuanto a actividades de mantenimiento, el cual consiste en tener toda la logística y todos los recursos requeridos ya previstos al momento de realizar la programación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

Entonces en el módulo de mantenimiento se implementó formularios de planeamiento en el cual adopten los conceptos, recursos e interfaces necesarios para esta etapa primera etapa.

Por lo cual este se resume en 3 pasos los cuales son:

1) Actividades
2) Inspecciones
3) Metrado y presupuesto

Figura 64: Planificación



Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Actividades de Mantenimiento

Conjunto de acciones e intervenciones que se realiza a un elemento o activo, el cual tiene la necesidad de ser intervenido para lo cual se ejecuta una actividad para que vuelva a su estado normal o mejore en su rendimiento en términos generales.

Las actividades de mantenimiento tienen en cuenta las siguientes características:

- ✓ Nivel de incertidumbre

- ✓ Dependencia de las interfaces
- ✓ Importancia de la mano de obra
- ✓ Mantenimiento, garantizar el funcionamiento
- ✓ Volumen de información
- ✓ Relación con la calidad del medio ambiente
- ✓ Relación con la seguridad

a. Nivel de incertidumbre

Todas las actividades humanas son inciertas. Nunca es posible estar completamente seguro de que algo sucederá como se planeó. Por lo tanto, en cada ocasión en que se ejecuta algo, hay que tratar de prever los factores que afectarán a su realización si se quiere que todo suceda como se espera. Sin duda hay actividades que son más inciertas que otras. Hay algunos que, por ser repetidos y conocidos, tienen un alto grado de probabilidad de ocurrir como se planeó.

b. Dependencia de las Interfaces

Las actividades siempre están sujetos a interfaces o intermedios, como son los recursos, causas y logística en general, haciendo que una actividad sea cambiante en el transcurso del tiempo y siendo dependiente.

c. Importancia de la mano de obra

La mano de obra es fundamental y determinante al momento de realizar una actividad de mantenimiento, ya que el personal designado es quien realiza la ejecución directa de la actividad, y depende de su eficacia y rendimiento en la actividad ejecutada, que esta sea exitosa y que los propósitos y objetivos trazados de la actividad sean cumplidos.

d. Mantenimiento, garantizar el funcionamiento

Las actividades de mantenimiento en específico a lo que se refiere a redes de transmisión y redes de distribución, contribuyen a el normal funcionamiento de estas redes evitándose fallas, averías e incidencias que afectan a los clientes finales y representan costos adicionales y sanciones por parte de los entes reguladores.

e. Volumen de información

Cuando se habla de actividades una característica importante que se debe tener al momento de ejecutar la actividad de mantenimiento es la cantidad de información, que se tiene en cuanto a la actividad que se va a ejecutar (mediciones, históricos, reportes y otros) y la información que se tiene del elemento o activo al que se va a ejecutar la actividad (información técnica del elemento).

f. Relación con la calidad del medio ambiente

Es muy importante hoy en día que las actividades a ejecutar guarden y preserven las condiciones ambientales, no transgrediendo las normas ambientales actuales, de esta forma se hace que la ejecución de dichas actividades sea sustentable en el tiempo.

g. Relación con la seguridad

Es muy importante hoy en día que las actividades a ejecutar guarden y preserven las condiciones de seguridad, no transgrediendo las normas de seguridad actuales, ya que de esta forma hace que la ejecución de dichas actividades sea totalmente segura.

h. Caso de actividades de mantenimiento en la línea de transmisión de 60 kV. de Electro Puno.

La empresa Electro Puno en concordancia con su infraestructura eléctrica actual, condiciones ambientales, recursos y gestión de su mantenimiento, ha definido y viene ejecutando las siguientes actividades de mantenimiento:

Tabla 14: Actividades de mantenimiento en la línea de transmisión de 60 kV de Electro Puno

Ítem	Descripción
1.00	**Línea de Transmisión**
1.01	Inspección Ligera en Líneas de Transmisión zona sierra
1.02	Inspección con escalamiento en Estructuras de Transmisión zona sierra
2.00	**Acceso a Estructuras**
2.01	Limpieza y mejoramiento de Acceso Peatonal a Estructuras zona sierra
2.02	Señalización de accesos peatonales a Estructuras
3.00	**Estructuras**
3.01	Reposición de antiescalamiento
3.02	Reposición de Perfiles Angulares Sustraídos o Dañados
3.03	Reposición o cambio de placas de identificación
3.04	Rotulación y/o señalización de placas de identificacion
3.05	Instalación de avisos de prevención en Estructuras
3.06	Reposición de tuercas y pernos en los postes o torres
3.07	Ajuste de crucetas y/o riostras
4.00	**Aisladores, grapas de anclaje y pararrayos**
4.01	Cambio de aisladores deteriorados - suspensión sierra
4.02	Cambio de aisladores deteriorados - anclaje sierra
4.03	Instalación de pararrayos de linea
5.00	**Conductor y Cable de Guarda**
5.01	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra
5.03	Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra
5.04	Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra
5.05	Limpieza de objetos (cometas y otros) en Conductores o Cable Guarda
5.06	Limpieza de objetos (cometas y otros) en Cuellos Muertos

5.07	Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda
6.00	**Puesta a Tierra (PAT) de Estructuras**
6.01	Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en Torres zona sierra TIPO A
6.02	Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en Torres zona sierra TIPO B
6.03	Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en Torres zona sierra TIPO C
6.04	Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en postes TIPO A
6.05	Mejoramiento del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en postes TIPO B
6.06	Medición del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en torres
6.07	Medición del Sistema de Puesta a Tierra (PAT) en postes
6.08	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda
7.00	**Faja de Servidumbre**
7.01	Poda de rama de árboles dentro o fuera de faja de servidumbre zona sierra
7.02	Corte de árbol con maniobra zona sierra > 50 cm de diámetro
7.03	Corte de árbol con maniobra zona sierra >30 y =<50 cm de diámetro
7.04	Corte de árbol sin maniobra > 10 cm de diámetro
7.05	Limpieza de faja de servidumbre zona sierra(Retoños de eucalipto u otros plantones de tallo alto)
7.06	Identificación de invasión de servidumbre
8.00	**Mejoramiento de taludes**
8.01	Instalacion de gaviones
9.00	**Actividades de contingencia o imprevistos**
9.01	Atención de emergencias
	Valorizacion Total incluye IGV

Fuente: Electro Puno

La descripción de las Actividades son las siguientes

1. ACCESOS A ESTRUCTURAS

1.1. Limpieza y mejoramiento de vías de acceso peatonal a torres.

La actividad consiste en el mantenimiento de los accesos peatonales a las torres. El servicio comprende la limpieza y el mejoramiento de los accesos peatonales a las torres de las líneas de transmisión, la relación de puntos seleccionados para estos trabajos será proporcionados por ELECTRO PUNO.

Descripción:

- ✓ Se ejecuta la limpieza de maleza que deberá ser desde la raíz, despeje de piedras de los caminos de accesos a las torres de las líneas de transmisión.
- ✓ Retirar las obstrucciones de la vía que se hayan originados por deslizamiento de tierra o piedra hacia la vía o por caída de árboles y arbustos.
- ✓ En terrenos muy empinados construir gradas con el mismo terreno o con piedras si existen en la zona.
- ✓ Rellenar los huecos encontrados en la vía.
- ✓ Adecuar un mínimo de 1 m de ancho de vía de acceso para el desplazamiento libre del personal con equipos livianos para trabajos correctivos, tales como winches, grupo electrógeno, poleas, etc.

1.2. Señalización de acceso peatonal a torres.

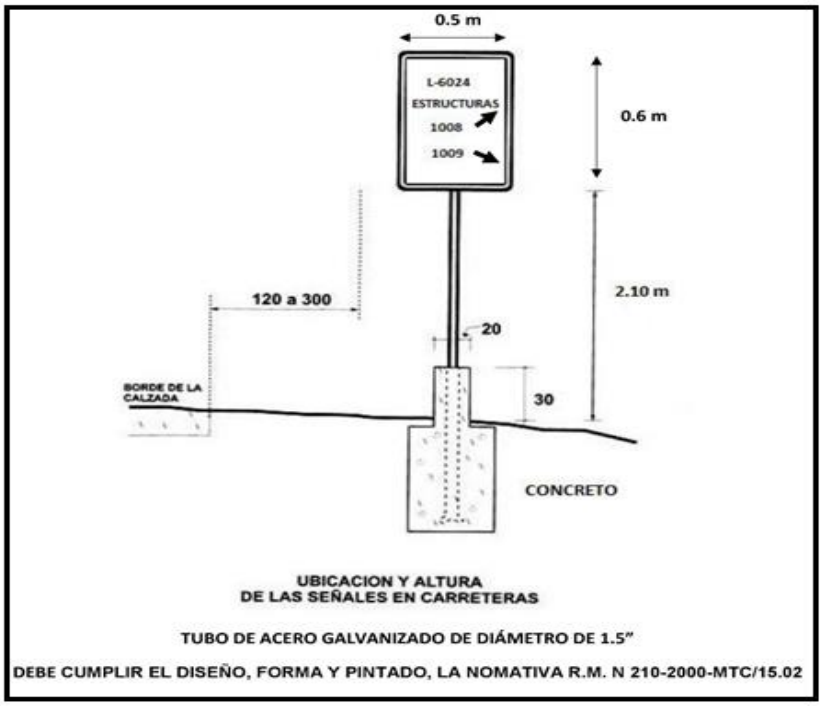
La actividad consiste en la señalización de los accesos peatonales a las torres, en la que incluye los materiales necesarios.

Descripción:

Ejecutar la excavación de un hoyo con las dimensiones: 30 x 30 x 60 cm de profundidad para colocar el letrero en soporte metálico y cimentará con concreto; o en algunos casos colocar machones de madera, el machón, soporte y letrero deberá ser pintado con pintura de alto tráfico. Incluido su numeración, estos materiales deberán ser suministrados y aceptados por la supervisión de ELECTRO PUNO.

El Soporte será de acero galvanizado 2.6 m, Letrero metálico pintado y numerado (0.6 m x 0.5 m). Se adjunta modelo de letrero y soporte.[1]

Figura 65: Modelo de letrero y soporte



Fuente: Electro Puno

2. ESTRUCTURAS.

2.1. Reposición de anti escalamiento.

La actividad consiste en reponer anti escalamientos de las torres por robo o daño de las mismas, según el detalle de las actividades siguientes:

Descripción:

- ✓ La selección de puntos se efectuará en función a las inspecciones ligeras.
- ✓ Instalar alambre de púas
- ✓ ELECTRO PUNO proporcionará los perfiles y pernería siempre y cuando sean necesarios, para debe ser solicitado con anticipación.

[1] Aclarado según absolución a la Consulta Nro. 18, formulada por la Empresa "T Y T INGENIEROS S.R.LTDA.".

2.2. Reposición de perfiles angulares sustraídos o dañados.

La actividad consiste en reponer perfiles angulares en torres por robo o daño de las mismas, según el detalle de las actividades siguientes:

Descripción:

Realizar la inspección y solicitar los perfiles como accesorios de acuerdo a su informe, especificando los códigos y las dimensiones de acuerdo al plano, con 1 semana de anticipación.

- ✓ Solicitar los perfiles como accesorios de acuerdo a su informe de inspección ligera o inspección con escalamiento, especificando los códigos y las dimensiones de acuerdo al plano, con 1 semana de anticipación.
- ✓ La adecuación de los perfiles y de ser necesario punzonado de nuevos agujeros.
- ✓ ELECTRO PUNO proporcionará solo los perfiles para la ejecución del trabajo que será entregado en el almacén central de Puno.
- ✓ Para el trabajo no será necesario la desenergización de la línea.

2.3. Reposición o cambio de placas de identificación.

La reposición o cambio de placas de identificación incluirán: placa de identificación de la torre, identificación de fases y avisos de peligro; las que se ejecutarán según las actividades siguientes.

2.4. Rotulación y/o señalización de placas de identificación.

La rotulación consiste en pintar el número de estructura, código de línea, secuencia de fases, señalización de riesgo eléctrico y señalización de PAT.

2.5. Instalación de avisos de prevención en torres.

La actividad consiste en instalar Carteles con Avisos de Prevención, de acuerdo a las actividades que se detallan a continuación:

Descripción:

- ✓ ELECTRO PUNO suministrará los letreros.
- ✓ Instalar los letreros, realizando adecuaciones en la torre si es necesario.

- ✓ La ubicación del letrero en la torre se efectuará de acuerdo a la configuración de la torre, la misma que será propuesta y aprobada por el supervisor.

2.6. Reposición de tuercas y pernos en los postes o torres.

El servicio consiste en reponer los pernos, tuercas y volandas en las estructuras.

Descripción:

- ✓ Suministrar los pernos, tuercas y volandas.
- ✓ Realizar el montaje correspondiente, conforme al torque requerido.

2.7. Ajuste de crucetas y/o riostras.

La actividad consiste en realizar el reajuste de las tuercas conforme al torque requerido.

Descripción:

Realizar el reajuste de las tuercas conforme al torque requerido.

- ✓ Realizar el respectivo punzoneado para que no vuelva a aflojarse la tuerca.

3. AISLADORES Y PARARRAYOS

3.1. Cambio de cadena de aisladores deteriorados en torres de suspensión y anclaje.

La actividad consiste en cambiar las cadenas que contengan aisladores contorneados, perforados, rotos, fisurados o desportillados en las cadenas de aisladores de las torres.

Descripción:

- ✓ Electro Puno proporcionará los puntos donde se efectuarán el cambio de aisladores, dichos puntos serán seleccionados en base a la inspección con escalamiento y priorizando aquellas cadenas que mayor número de aisladores deteriorados tenga.
- ✓ El personal efectuará una revisión minuciosa de la cadena para verificar si existe algún defecto, en caso no se encuentre ningún defecto en la cadena no se efectuará ningún pago por este punto.

- ✓ Los trabajos de cambio de aisladores se ejecutarán, con línea desenergizada, tomando en cuenta todas las medidas de seguridad estipuladas para trabajos en altura y las recomendaciones de los instructivos específicos alcanzados por ELECTRO PUNO.
- ✓ El corte de energía se deberá solicitar luego de la actualización semanal de la programación de trabajos y con un mínimo de 15 días de anticipación.
- ✓ El servicio incluye todos los trabajos necesarios para el cambio de aisladores incluido limpieza de la cadena completa, no alterando el offset y flechado.
- ✓ Los materiales de ferretería serán proporcionados por ELECTRO PUNO en el almacén central.

3.2. Instalación de pararrayos de línea

La actividad consiste en la instalación de pararrayos de línea en las torres indicadas por ELECTRO PUNO.

Descripción:

- ✓ Instalar el pararrayo en la estructura y fase indicado por ELECTRO PUNO, el que incluirá todo los conexionados necesarios, así como los ensambles de los accesorios.
- ✓ Estos trabajos se ejecutarán, con línea desenergizada, tomando en cuenta todas las medidas de seguridad estipuladas para trabajos en altura y las recomendaciones de los instructivos específicos alcanzados por ELECTRO PUNO.
- ✓ ELECTRO PUNO suministrará los Pararrayos, los mismos que serán entregados en el almacén central para su ensamblaje, prensado de terminales y montaje.
- ✓ Se deberá prever personal suficiente para la instalación de los pararrayos programados en una línea de tal manera que se concluya de acuerdo al corte programado.

4. CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA

4.1. Reparación de conductor deteriorado.

La actividad consiste en el preformado o empalme de conductor, debido al deshebramiento o deterioro del empalme existente.

Descripción:

La reparación de conductor incluye la instalación de preformes o empalme a presión o automático, así como la bajada y reflechado del conductor.

- ✓ Electro Puno proporcionará los puntos donde se efectuarán la reparación del conductor, dicho punto será seleccionado en base a la inspección liviana y con escalamiento, priorizando los puntos más críticos.
- ✓ Estos trabajos se ejecutarán con línea desenergizada, tomando en cuenta todas las medidas de seguridad estipuladas para trabajos en altura y las recomendaciones de los instructivos específicos.
- ✓ El corte de energía se deberá solicitar luego de la actualización semanal de la programación de trabajos y con un mínimo de 15 días de anticipación.
- ✓ Los materiales serán proporcionados por ELECTRO PUNO los cuales serán entregados en el almacén central.

4.2. Tendido y/o cambio de conductor.

La actividad consiste en el trabajo preventivo de cambio de conductor deteriorado.

Descripción:

- ✓ El cambio de conductor incluye el desmontaje, montaje, empalmes, preformados y/o reflechado del conductor, así como la reposición de toda la ferretería y accesorios conectados al conductor; incluye el traslado del material retirado al almacén de ELECTRO PUNO.
- ✓ Usar sus equipos y herramientas necesarios a fin de no dañar el conductor y cumplir adecuadamente con el trabajo en el plazo establecido.
- ✓ Electro Puno proporcionará los puntos donde se efectuarán el cambio de conductores y Nuevo Tendido de Conductor, dichos puntos serán seleccionados en base a la inspección ligera y con escalamiento, priorizando los puntos más críticos.

4.3. Reflechado de conductor.

Descripción:

- ✓ El reflechado del conductor se efectuará a los vanos que no cumplan distancias mínimas de seguridad con el suelo.
- ✓ Electro Puno proporcionará los puntos donde se efectuarán el reflechado y limpieza de conductor, dicho punto será seleccionados en base a la inspección liviana y con escalamiento, priorizando los puntos más críticos.
- ✓ Estos trabajos se ejecutarán con línea desenergizada, tomando en cuenta todas las medidas de seguridad estipuladas para trabajos en altura y las recomendaciones de los instructivos específicos.
- ✓ Los materiales serán proporcionados por ELECTRO PUNO, los que serán entregados en el almacén central.
- ✓ Los materiales desmontados deberán ser devueltos en el almacén central de ELECTRO PUNO.
- ✓ El reflechado incluye la modificación de instalación de amortiguadores y demás equipos conectados al conductor en dicho vano.

4.4. Limpieza de objetos extraños en conductor o cable de guarda.

Descripción:

- ✓ La limpieza de objetos si este está al alcance se podrá realizar con una pértiga adecuada, para lo cual no se necesitará la desenergización de la línea.
- ✓ En caso sea necesario el corte de energía se deberá solicitar.

4.5. Limpieza de objetos extraños en cuellos muertos.

Descripción:

- ✓ La limpieza de objetos si este está al alcance se podrá realizar con una pértiga adecuada, para lo cual no se necesitará la desenergización de la línea.
- ✓ En caso sea necesario el corte de energía se deberá solicitar.

4.6. Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda.

Descripción:

- ✓ La instalación y/o ajuste de amortiguadores de conductores de fase o cable de guarda será indicado por ELECTRO PUNO, para el cual se deberá solicitar con anticipación el suministro de los amortiguadores.

5. PUESTA A TIERRA

5.1. Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (PAT) en estructuras (torres o postes).

En función a la resistividad del terreno y la existencia de contrapesos se efectuará 03 tipos de disposiciones de contrapesos.

- ✓ Sistema A, este sistema de PAT está conformado por 2 Varillas Copperweld y 2 contrapesos unidos a la varilla, instalados en forma lineal separados una distancia horizontal de 10 m del eje de la línea).
- ✓ Sistema B, este sistema de PAT está conformado por 4 contrapesos instalados en forma lineal separados una distancia horizontal de 10 m del eje de la línea.
- ✓ Sistema C, este sistema de PAT está conformado por 4 varillas copperweld y 4 contrapesos unidos a la varilla, instalados en forma lineal separados una distancia horizontal de 10 m del eje de la línea.
- ✓ Ref. Normas: IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050 y NTC 4552

Descripción:

- ✓ Electro Puno proporcionará los puntos donde se efectuarán los mejoramientos de la puesta a tierra, dichos puntos serán seleccionados en base a la inspección liviana y las mediciones priorizando los puntos más críticos o con valores de resistencia de PAT elevados.
- ✓ Efectuar el diseño de la puesta a tierra, en función a la ubicación, el tipo de estructura y las mediciones de resistividad del terreno, el diseño deberá ser verificado y aprobado por el supervisor de ELECTRO PUNO.

Tabla 15: Aplicación de contrapesos y varillas en líneas de transmisión de 60 kV.

Aplicación de contrapesas y varillas en Líneas de Transmisión de 60kV.

Resistividad (Ohm-m)	Sistema	N° Varillas	N° contrapesas	Longitud (m)
1 – 500	A	2	2	15
501-1500	B		4	25
1501-2000	C	4	4	25

Fuente: Elaboración propia

Se precisa que los tres tipos de diseño que plantea ELECTRO PUNO, está acorde a la resistividad del terreno, con el cual se pueda reducir al valor solicitado de 10 ohm, sin embargo, en caso extremo se presente un valor superior a ellos, se considerara en la valorización como una instalación de tipo A+C, B+C o C+C.

5.2. Medición del sistema de puesta a tierra (PAT) en torres y postes.

La actividad consiste en la medición de la resistencia de puesta a tierra en torres o en postes, con el siguiente detalle.

Descripción:

- ✓ ELECTRO PUNO proporcionará la relación de torres donde se efectuarán las mediciones de la resistencia de puesta a tierra.
- ✓ El personal para las mediciones deberá tener experiencia en este tipo de trabajo.

5.3. Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de guarda o estructura.

Descripción:

- ✓ Se debe prever el material y/o ferretería necesaria para concretar esta actividad
- ✓ En caso que requiera corte de energía, deberá ser comunicado con anticipación de 15 días.

- ✓ La conexión de cable de PAT, puede ser en: cable de guarda, cruceta o pata de estructura.

6. FAJA DE SERVIDUMBRE

6.1. Corte (tala) o poda de árboles dentro o fuera de la faja de servidumbre.

Esta actividad consiste en mantener la distancia mínima de seguridad de los conductores de las líneas de alta tensión con los árboles que se encuentren dentro o fuera de la faja de servidumbre. Esta actividad está relacionada sólo con árboles que excedan el tamaño de las torres en el caso que estén fuera de la faja de servidumbre y ante una caída puedan alcanzar la línea, y de aquellos que estén dentro de la faja de servidumbre y no cumplan con las distancias mínimas de seguridad.

Descripción:

- ✓ Los árboles a cortar o podar serán seleccionados en base a las inspecciones livianas y aprobados y señalizados por el supervisor asignado por ELECTRO PUNO.
- ✓ Se deberá solicitar a las autoridades que corresponda, el permiso para los talados o poda de árboles, en coordinación con ELECTRO PUNO
- ✓ Se deberá notificar al propietario con carta circular, 72 horas antes de la ejecución del corte o poda de árboles, a fin de que pueda disponer de los árboles intervenidos.
- ✓ Previamente a la ejecución de corte o poda de árboles realizará las coordinaciones con las entidades que regulan las intervenciones en zonas de reservas naturales.
- ✓ Cortar árboles que excedan el tamaño de las torres y que estas puedan caer sobre la línea, aun cuando estén fuera de la faja de servidumbre, por representar peligro a las líneas de transmisión.
- ✓ Podar aquellos árboles que puedan hacer contacto con la línea, siempre y cuando no se permita el corte del mismo.
- ✓ Para el corte de árbol con maniobra se deberá intervenir necesariamente con el apoyo de un mínimo de 02 tirfor que permitan orientar la caída del árbol en oposición a la línea. Para su valorización se deberá presentar

fotografías de cada corte de árbol con maniobra y etiquetado con pintura en cara de base de árbol cortado.

6.2. Limpieza de faja de servidumbre.

Esta actividad consiste en mantener la faja de servidumbre libre de plantas que puedan poner en riesgo la operación de la línea o que impidan el normal desplazamiento del personal de mantenimiento, con el siguiente detalle de actividades.

Descripción:

- ✓ La limpieza de faja de servidumbre contempla toda la proyección sobre el suelo de la faja ocupada por los conductores
- ✓ Las zonas donde se efectuará la limpieza de faja de servidumbre serán seleccionados en base a las inspecciones livianas y aprobados por el supervisor asignado por ELECTRO PUNO.
- ✓ Previamente a la ejecución de corte de plantaciones, realizará las coordinaciones con las entidades que regulan las intervenciones en zonas de reservas.
- ✓ Se deberá cortar todas plantaciones que puedan crecer hasta la altura del conductor según requerimiento de ELECTRO PUNO, así mismo aquellos retoños de los árboles y/o árboles que no requieran maniobra (menor igual a 10 cm de diámetro). Como también deberá retirar todo tipo de enredaderas que esté en las bases de las estructuras o cerca de ellos (5 m), se aclara que dichos cortes de árboles están incluidos dentro del costo de la limpieza de faja de Servidumbre
- ✓ Todo corte de plantaciones, arbustos y maleza deberá retirarse adecuadamente para dejar libre los caminos de accesos a torres de transmisión y faja de servidumbre.
- ✓ En caso se requiera corte del servicio, esta se deberá solicitar.
- ✓ El metrado de esta actividad se deberá efectuar en base al área efectiva del vano donde se efectuó la limpieza.

6.3. Identificación de invasión de servidumbre

Esta actividad consiste en registrar la información necesaria para el informe a OSINERG de acuerdo al procedimiento 264 de las invasiones de servidumbres nuevas. Con el siguiente detalle.

Descripción:

- ✓ La identificación de invasión de servidumbre se efectuará junto con la inspección liviana de las líneas de transmisión.
- ✓ Se deberá notificar al propietario con carta circular, y asimismo informar al propietario de la construcción sobre el tema de servidumbres de líneas de transmisión de acuerdo al Código Nacional de Electricidad.
- ✓ Se deberá realizar las mediciones y registrar la toma fotográfica que requiere el formato 01 del procedimiento 264 de OSINERG.

6.4. Instalación de gaviones

Descripción:

- ✓ Realizar la excavación y cimentación necesaria para la instalación de los gaviones.
- ✓ El lugar donde se instalarán los gaviones serán seleccionados por ELECTRO PUNO.
- ✓ Proveer todos los materiales necesarios para la construcción de los gaviones tales como: gaviones, alambres de amarre necesarios, piedras y otros que sean necesarios.
- ✓ Considerar para efectos de su análisis de costos y cálculo considerar la construcción de los Gaviones: un ancho de 2 metros, altura de 3m y longitud de 30m, para un caudal del río de 600 m3/s.
- ✓ El diseño para la instalación de los gaviones será elaborado y aprobado por el supervisor de ELECTRO PUNO.

7. ATENCION DE EMERGENCIAS Y/O ACTIVIDADES IMPREVISTAS

Descripción:

- ✓ Efectuar la ubicación de la falla en campo con el equipamiento y el personal adecuado, organizando un grupo de personal que en ningún momento deberá ser menor al personal mínimo requerido en el numeral 7.4.
- ✓ ELECTRO PUNO proporcionará la información necesaria que hayan registrado los equipos de protección.
- ✓ Al encontrarse la falla, se deberá identificar la causa que deberá describirlo en el informe.
- ✓ Se deberá prever el personal, equipamiento y material necesario para la reparación de la falla, inmediatamente después de la ubicación de la falla.
- ✓ Ejecutar actividades imprevistas o no consideradas en el contrato mediante las UBS.

Para realizar un planeamiento adecuado es fundamental tener definido todas las actividades a ejecutar de acuerdo a las exigencias que requiere la línea de transmisión de 60 kV, las cuales deben estar bien especificadas de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ Procedimientos detallados por actividad
- ✓ Materiales por actividad
- ✓ Fichas de mantenimiento
- ✓ Costos por actividad
- ✓ Frecuencia de las actividades
- ✓ Definición de elementos a aplicar actividades de mantenimiento preventivas y predictivas

5.1.1.1 Procedimientos detallados por actividad

Procedimiento de mantenimiento, éste tiene que ser: sencillo, claro, preciso y conciso. De tal forma que no deje lugar a ambigüedades, ninguna duda y malas interpretaciones. Hay que leerlo una y otra vez, someterlo a prueba e ir corrigiéndolo hasta perfeccionarlo, como dicen los japoneses POKAS-YOKE, a prueba de errores.

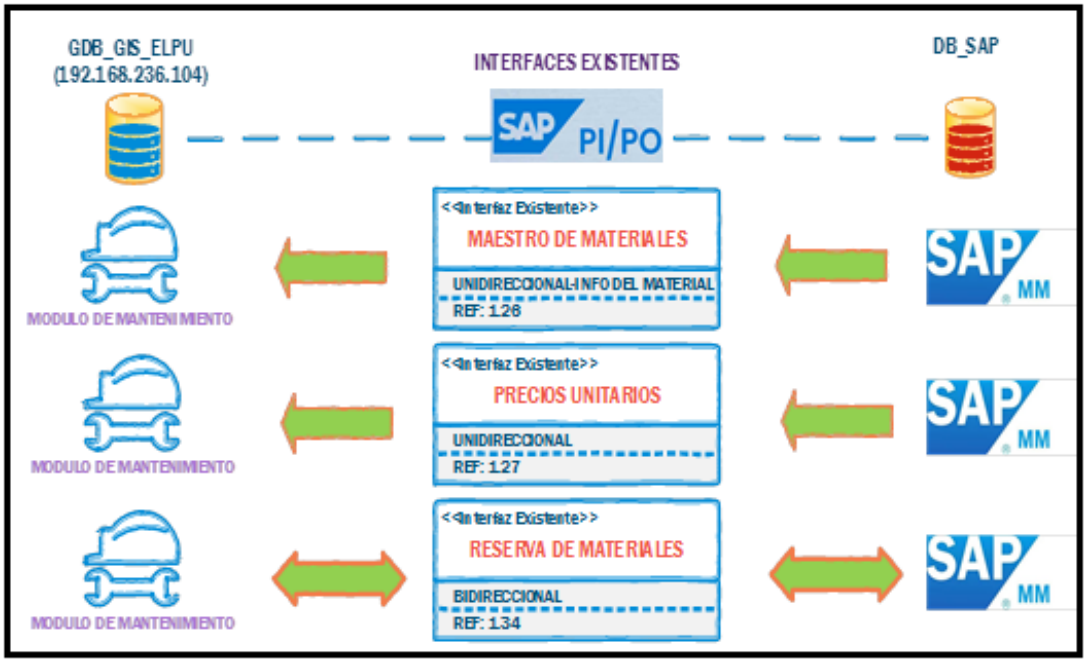
El procedimiento de la actividad se coloca en el anexo pertinente.

5.1.1.2 Gestión de materiales

Una de las debilidades que se identifica en un plan de mantenimiento es que existen deficiencias de control en cuanto al uso de materiales en la ejecución de actividades de mantenimiento, y al uso de interfases de sistemas satélites especializados en el control, gestión y flujo de materiales. Generando así un perjuicio económico en la empresa, ya que otras actividades se verán desabastecidas de materiales al momento de realizar la programación.

Un plan de mantenimiento integral hoy en la actualidad requiere que se tenga un control riguroso en cuanto a la gestión de materiales, ya que es la inversión y/o gasto que las empresas realizan. Por tal razón es que hoy en la actualidad se posee de interfaces con softwares satélites como es el SAP en su módulo SAP MM, que están especializados en la gestión de materiales con sus respectivas valorizaciones y liquidaciones contables.

Figura 66: Gestión de materiales



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.3 Fichas de mantenimiento

Un plan de mantenimiento integral, requiere que, todas las actividades tengan una ficha de mantenimiento, la cual representa un resumen general de la actividad en cuanto a recursos provistos, logística, conceptos antes, durante y después de ser ejecutada la actividad de mantenimiento. Costos unitarios

Un plan de mantenimiento integral requiere que, todas las actividades cuenten con precios unitarios detallados, ya que es importante para realizar las valorizaciones finales respectivas por las actividades ejecutadas

Tabla 16: Ficha de mantenimiento

FICHA N° 01	Fecha 27/08/2020	Electro Puno S.A.A. Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad — GERENCIA DE OPERACIONES-DIVISION DE GENERACION LT Y SET	Revision N° 1	Procedimiento GO-LT-PR-001

FICHA DE MANTENIMIENTO DE LINEAS DE TRANSMISION

1. INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Nombre: Cambio de Aisladores en cadena de Supensión LT 60 Kv

		N° 1	N° 2	N° 3
Modalidad:	Mantenimiento	**Tipo:** Correctivo		

Descripción: Actividad que contempla el cambio de Aisladores con deficiencias detectadas en redes de Alta tensión, que afectan al funcionamiento normal de la linea de transimisión

2. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA ACTIVIDAD

Inspeccion: La actividad aplica a una inspeccion en una LT **Formulario:** Si

Metrado: La actividad no refiere a un metrado **Presupuesto:** La actividad contempla un presupuesto

Procedimiento: Tiene

3. PROGRAMACIÓN DE LA ACTIVIDAD (solo aplica si se trata de mantenimiento predictivo y preventivo)

	Tipo	Intervalo		
Frecuencia:	Años		**Orden de Trabajo:**	Requiere

Suministros: Indirectos

Materiales	Cantidad	Equipo	Cantidad	Herramientas	Cantidad
Juego de cadena de aisladores.	1	Revelador de tensión	1	Tecle de 1.5 Ton	1
		Tierras Temporárias	2	Polea de 0.5 Ton	1
		Pértiga de 500 V	1	Escalera	1
				Faja de 0.2 Ton	2
				Soga de 80 Kg	1
				Estrobo	1
				Alicates	2
				Mordaza 120mm	1
				Tortol	1
				Torquimetro	1

Mano de obra: Indirectos **Otros:** Indirectos

Personal	Cantidad	Elementos	Cantidad
Tecnicos linieros	6	Camioneta	1
Peones	2	Trapo Industrial	2 Kg
Supervisor de Obra	1		
Supervisor SSOMA	1		
Chofer	1		

FICHA N° 01	Fecha 27/08/2020	Electro Puno S.A.A. Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad GERENCIA DE OPERACIONES-DIVISION DE GENERACION LT Y SET	Revision N°	1
			Procedimiento	GO-LT-PR-001

FICHA DE MANTENIMIENTO DE LINEAS DE TRANSMISION

4. EJECUCION DE LA ACTIVIDAD

	Tipo	Intervalo		
Duración:	Minutos	45	**Corte de Energía:**	Requiere
Nivel de peligro:	Media			

5. GIS

Actualizacion SIGRED:	Requiere	**Tipo de actualizacion:**	Dar de baja y dar de alta

Adjuntos:	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	Fotografias	Coordenadas		Especificaciones Tecnicas

6. ACTIVO FIJO

7. OBSERVACIONES

ELABORADO POR:

ITEM	NOMBRE	CARGO	FECHA	FIRMA
1				
2				
5				

Fuente: Elaboración propia

5.1.1.4 Costos unitarios

Un plan de mantenimiento integral requiere que, todas las actividades cuenten con precios unitarios detallados, ya que es importante para realizar las valorizaciones finales respectivas por las actividades ejecutadas. A su vez es de gran importancia ya que te ayuda a generar metrados y presupuestos por actividades de mantenimiento que se vayan a ejecutar a posterioridad, haciendo sustentable, modificable a futuro y efectivo el plan de mantenimiento integral.

Tabla 17: Muestra de una actividad y su costo unitario

ITEM	ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS									
#N/D				FECHA :	31/07/19					
Obra	MANTENIMIENTO DE LINEAS DE TRANSMISION 60 kV DE ELECTROPUNO S.A.A				Costo por:	Km.	Luger	PUNO		
Partida	Inspección Ligera en Lineas de Transmisión zona sierra				Tabla de Rendimientos (en 8 horas)					
					Ren. Cuadrilla	5.00	Km. / dia			
					Factor Rendim	1.00	Km. / dia			
Especificacion					Ren. Equipos	5.00	Km. / dia			
Equipo Base			Cantidad	Horas	Personal base :			Cantidad	Horas	
Camioneta 4x4			1.00	8.0	Operario Electromecanico			1	8	
					Ayudante Electromecanico			1	8	
Hecho por :	BERNYF									

Codigo	Descripcion		Metrado Und.	Metrado Cant.	Costos Unitario	Costos Parcial	Costos Sub-Total	Indice de Crepco Nro	Indice de Crepco %	
	MATERIALES:						2.51		1.5%	
MT.50	Consumibles 1 (% Mano de Obra)		%MO	3%	83.54	2.51		047	1%	
	MANO DE OBRA :	CUADRILLA		0.00			83.54		49.9%	
MO3	Operario Electromecanico	1.00	H-H	1.60	31.49	50.39		045-2	30%	
MO5	Ayudante Electromecanico	1.00	H-H	1.60	20.72	33.15		045-4	20%	
	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS :						81.26		48.6%	
H21	Herramientas (% Mano de Obra) 1		% MO		0.03	2.51		044	1%	
EQ.3	Camioneta 4x4	1.00	hm	1.60	49.22	78.76		046-1	47%	
	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS :						81.26		48.6%	
H21	Herramientas (% Mano de Obra) 1		% MO		0.03	2.51		044	1%	
EQ.3	Camioneta 4x4	1.00	hm	1.60	49.22	78.76		046-1	47%	
	SUBCONTRATOS - SUBPARTIDAS						0.00		0.0%	
						COSTO DIRECTO	S/.	167.30	100%	S/167.30
						GG + UTILIDADES	S/.			S/15.96
						SUBTOTAL	S/.			S/183.26
						IGV	S/.			S/32.99
						TOTAL	S/.			S/216.25

Fuente: Archivo electro Puno

5.1.1.6 Frecuencias de las actividades

Es importante en un plan de mantenimiento integral se tenga definido que actividades requieren de una frecuencia de intervención y cuáles no. Esto para efectos de programación y priorización de actividades de mantenimiento.

TABLA 18: Frecuencias de las actividades de mantenimiento

Item	Descripción	Frec
1.00	**Línea de transmisión**	
1.01	Inspección ligera en líneas de transmisión zona sierra	8m
1.02	Inspección con escalamiento en estructuras de transmisión zona sierra	1a
2.00	**Acceso a estructuras**	
2.01	Limpieza y mejoramiento de acceso peatonal a estructuras zona sierra	s/n
2.02	Señalización de accesos peatonales a estructuras	s/n
3.00	**Estructuras**	
3.01	Reposición de antiescalamiento	s/n
3.02	Reposición de perfiles angulares sustraídos o dañados	s/n
3.03	Reposición o cambio de placas de identificación	s/n
3.04	Rotulación y/o señalización de placas de identificación	8a
3.05	Instalación de avisos de prevención en estructuras	2a
3.06	Reposición de tuercas y pernos en los postes o torres	s/n
3.07	Ajuste de crucetas y/o riostras	s/n
4.00	**Aisladores, grapas de anclaje y pararrayos**	
4.01	Cambio de aisladores deteriorados - suspensión sierra	s/p
4.02	Cambio de aisladores deteriorados - anclaje sierra	s/p
4.03	Instalación de pararrayos de línea	s/p
5.00	**Conductor y cable de guarda**	
5.01	Reparación de conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	s/n
5.03	Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	s/n
5.04	Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	s/p
5.05	Limpieza de objetos (cometas y otros) en conductores o cable guarda	s/n
5.06	Limpieza de objetos (cometas y otros) en cuellos muertos	s/n

5.07	Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda	s/n
6.00	**Puesta a tierra (PAT) de estructuras**	
6.01	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (pat) en torres zona sierra tipo A	2a
6.02	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (pat) en torres zona sierra tipo B	2a
6.03	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (pat) en torres zona sierra tipo C	2a
6.04	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (pat) en postes tipo A	2a
6.05	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (pat) en postes tipo B	2a
6.06	Medición del sistema de puesta a tierra (PAT) en torres	2a
6.07	Medición del sistema de puesta a tierra (PAT) en postes	2a
6.08	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de guarda	s/n
7.00	**Faja de servidumbre**	
7.01	Poda de rama de árboles dentro o fuera de faja de servidumbre zona sierra	s/n
7.02	Corte de árbol con maniobra zona sierra > 50 cm de diámetro	s/n
7.03	Corte de árbol con maniobra zona sierra >30 y =<50 cm de diámetro	s/n
7.04	Corte de árbol sin maniobra > 10 cm de diámetro	s/n
7.05	Limpieza de faja de servidumbre zona sierra(retoños de eucalipto u otros plantones de tallo alto)	8m
7.06	Identificación de invasión de servidumbre	1a
8.00	**Mejoramiento de taludes**	
8.01	Instalación de gaviones	s/n
9.00	**Actividades de contingencia o imprevistos**	
9.01	Atención de emergencias	s/n
	Valorizacion total incluye igv	

Fuente: Archivo Electro Puno

5.1.1.7 Actividades de mantenimiento preventivo y predictivo

Electro Puno ha definido de acuerdo a su plan de mantenimiento Integral que actividades implican realizar un mantenimiento preventivo y a que elementos aplicar en base a las frecuencias definidas anteriormente, así como también las actividades de mantenimiento predictivo. Esto es de vital importancia definir, ya que para la posterioridad hay q prever recursos y presupuesto para ejecutar dichas actividades en concordancia con el plan de mantenimiento integral.

A su vez se definió que actividades preventivas y predictivas se están aplicando y a que elementos de la red de transmisión se está aplicando en base a su fecha de creación, ficha técnica o puesta en funcionamiento de dichos elementos. Lo mencionado es fundamental realizarlo ya que posteriormente ya se podrá saber qué elementos de la red necesitan de un mantenimiento preventivo para preservar un correcto funcionamiento en la red de transmisión. Creando así una lista de acciones preventivas en la cuales detalla por cada ítem un conjunto de elementos que se deben intervenir futuramente.

Tabla 19: Actividades que se ejecutaran de acuerdo a un mantenimiento preventivo y predictivo

Ítem	Descripción	Frec	Tipo de mantenimiento	
			Preventivo	Predictivo
1.00	**Línea de transmisión**			
1.01	Inspección ligera en líneas de transmisión zona sierra	8m	x	
1.02	Inspección con escalamiento en estructuras de transmisión zona sierra	1a	x	
2.00	**Acceso a estructuras**			
2.01	Limpieza y mejoramiento de acceso peatonal a estructuras zona sierra	s/n		
2.02	Señalización de accesos peatonales a estructuras	s/n		
3.00	**Estructuras**			

3.01	Reposición de antiescalamiento	s/n		
3.02	Reposición de perfiles angulares sustraídos o dañados	s/n		
3.03	Reposición o cambio de placas de identificación	s/n		
3.04	Rotulación y/o señalización de placas de identificación	8a	x	
3.05	Instalación de avisos de prevención en estructuras	2a	x	
3.06	Reposición de tuercas y pernos en los postes o torres	s/n		
3.07	Ajuste de crucetas y/o riostras	s/n		
4.00	**Aisladores, grapas de anclaje y pararrayos**			
4.01	Cambio de aisladores deteriorados - suspensión sierra	s/p		
4.02	Cambio de aisladores deteriorados - anclaje sierra	s/p		
4.03	Instalación de pararrayos de línea	s/p		
5.00	**Conductor y cable de guarda**			
5.01	Reparación de conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	s/n		
5.03	Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	s/n		
5.04	Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	s/p		
5.05	Limpieza de objetos (cometas y otros) en conductores o cable guarda	s/n		
5.06	Limpieza de objetos (cometas y otros) en cuellos muertos	s/n		
5.07	Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda	s/n		

6.00	**Puesta a tierra (PAT) de estructuras**			
6.01	mejoramiento del sistema de puesta a tierra (PAT) en torres zona sierra tipo A	2a	x	
6.02	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (PAT) en torres zona sierra tipo B	2a	x	
6.03	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (PAT) en torres zona sierra tipo C	2a	x	
6.04	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (PAT) en postes tipo A	2a	x	
6.05	Mejoramiento del sistema de puesta a tierra (PAT) en postes tipo B	2a	x	
6.06	Medición del sistema de puesta a tierra (PAT) en torres	2a		x
6.07	Medición del sistema de puesta a tierra (PAT) en postes	2a		x
6.08	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del pat al cable de guarda	s/n		
7.00	**Faja de servidumbre**			
7.01	Poda de rama de árboles dentro o fuera de faja de servidumbre zona sierra	s/n	x	
7.02	Corte de árbol con maniobra zona sierra > 50 cm de diámetro	s/n	x	
7.03	Corte de árbol con maniobra zona sierra >30 y =<50 cm de diámetro	s/n	x	
7.04	Corte de árbol sin maniobra > 10 cm de diámetro	s/n	x	
7.05	Limpieza de faja de servidumbre zona sierra(retoños de eucalipto u otros plantones de tallo alto)	8m	x	
7.06	Identificación de invasión de servidumbre	1a	x	
8.00	**Mejoramiento de taludes**			

8.01	Instalacion de gaviones	s/n		
9.00	**Actividades de contingencia o imprevistos**			
9.01	Atención de emergencias	s/n		

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Inspección en una línea de transmisión

Definición

La inspección en una línea de transmisión es la actividad que mediante una observación visual o asistida pueda determinar si algún equipo, objeto o parte de una infraestructura eléctrica ha modificado sus características físicas iniciales, distinguiendo sus características normales e informando las nuevas características anormales y/o vulneradas.

Características

- ✓ Cada inspección se utiliza un formato en el cual se podrá detallar las causas o posibles fallas ocurridas en la línea de trasmisión eléctrica.
- ✓ Cada inspección en una línea de transmisión eléctrica se basa en un cronograma establecido o según la necesidad o emergencia ocurrida.
- ✓ Las inspecciones periódicas a la línea, consiste en desplazarse con movilidad o a pie. Desde una estructura a otra con un equipo de dos a tres personas.
- ✓ Los formatos para las inspecciones rutinarias y por desconexiones eléctricas no programadas, son útiles para realizar los informes de las ocurrencias.
- ✓ Todos los registros sirven para el análisis para poder realizar, programar y mejorar el plan de mantenimiento.

5.1.2.1 Tipos de Inspección

i. Inspección ligera

Consiste en la verificación ligera del estado de los diferentes componentes de las líneas, para poder conocer el estado real de las redes de transmisión de Electro Puno.

a. Inspección accesos peatonales y vehiculares:

- ✓ Inspección de las vías de acceso peatonal a las torres, y rutas de acceso vehicular a las torres.
- ✓ Señalizaciones de accesos a las torres.

b. Inspección de las bases de las torres y postes.

- ✓ Verificación del estado de las bases de las torres (si requieren proteger con muros de concreto, piedras, etc.).

c. Inspección de los postes y torres de las líneas de transmisión:

- ✓ Inspección del estado de la torre, perfiles faltantes o dañados de los que se deberá registrar sus dimensiones para su fabricación.
- ✓ Existencia y/o deterioro de la malla anti escalamiento,

d. Inspección de los aisladores de las cadenas:

- ✓ Inspección del estado de los aisladores en las cadenas,
- ✓ Identificación y cuantificación de aisladores rotos, rajados o contorneados.

e. Inspección de los conductores, cable de guarda y cuello muerto:

- ✓ Inspección del estado de los conductores y cable de guarda,
- ✓ Identificar y cuantificar los deshebrados, objetos extraños (cometas, cordeles, etc.), vulneración de distancias del conductor con el suelo o construcciones.
- ✓ Verificar el adecuado conexionado del cuello muerto.

f. Inspección de la puesta a tierra de las torres y postes:

- ✓ Verificación visual de los conductores de la puesta a tierra (están descubiertos en las zanjas, sustracción (robo) de los conductores de cobre, etc.)

g. Inspección de la Faja de servidumbre (invasión de construcciones, vegetación y cuencas):

- ✓ Registro de construcciones e invasiones nuevas en la faja de servidumbre de las Líneas de Transmisión; notificación a propietarios de construcciones nuevas o en proceso de construcción.

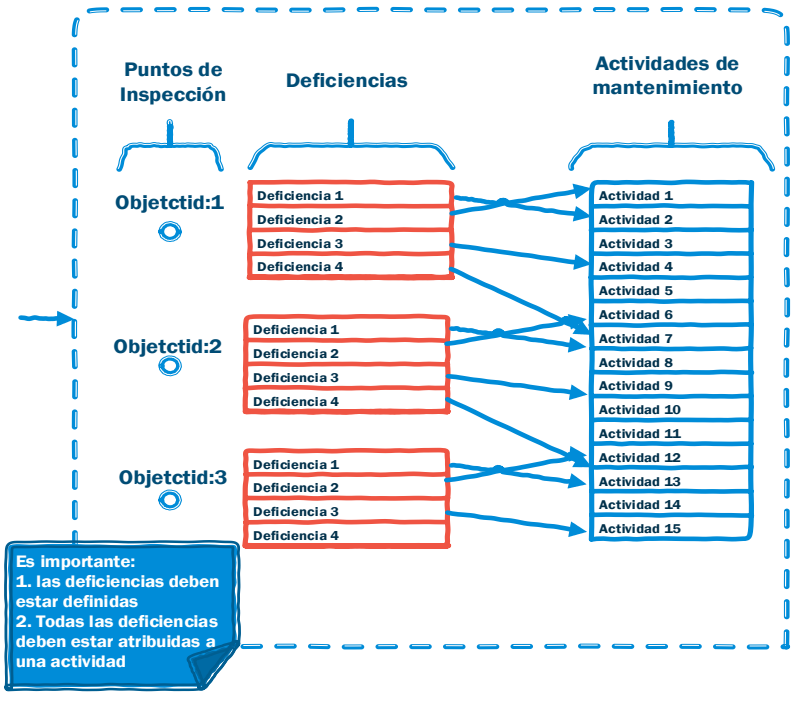
h. Inspección de árboles fuera de la faja de servidumbre con riesgo de contacto con la línea:

- ✓ Verificación de existencia de árboles fuera de la faja de servidumbre que pueden llegar a tener contacto o caer sobre la línea.
- ✓ Se deberá especificar si se debe cortar o podar el árbol.
- ✓ Los árboles a cortar o podar deberán ser marcados,

ii. Inspecciones con escalamiento en torres de transmisión.

Consiste en la verificación Rigurosa (con escalamiento a las torres y perfilamiento de tensión de los aisladores en las cadenas) del estado de los diferentes componentes de las líneas.

Figura 67: Inspección de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 : Encuesta de Inspección

FICHA N° 01	Fecha	Electro Puno S.A.A. Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad GERENCIA DE OPERACIONES-DIVISION DE GENERACION LT Y SET	Revisión N°	1
	27/08/2020		Inspección	GO-LT-INS-001

ELEMENTO	COMPONENTE / CONCEPTO	CASUÍSTICA	DEFICIENCIA	ACTIVIDAD MITIGADORA	CANTIDAD/FASE/DETALLE	OBSERVACIÓN
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA	# de Línea	Bien/ Deteriorado/Faltante/Despintado	Deteriorado	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Despintado	Rotulación y/o señalización de placas de identificación		
			Faltante	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Otros	Atención de emergencia		
	# Estruc.	Bien/ Deteriorado/Faltante/Despintado	Deteriorado	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Despintado	Rotulación y/o señalización de placas de identificación		
			Faltante	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Otros	Atención de emergencia		
	Faseado	Bien/ Deteriorado/Faltante/Despintado	Deteriorado	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Despintado	Rotulación y/o señalización de placas de identificacion		
			Faltante	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Otros	Atención de emergencia		
	Señalización de peligro	Bien/ Deteriorado/Faltante/Despintado	Deteriorado	Reposición o cambio de		

				placas de identificación		
			Despintado	Rotulación y/o señalización de placas de identificación		
			Faltante	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Otros	Atención de emergencia		
	Placa de Identificación	**Bien/ Deteriorado/Faltante/Despintado**	Deteriorado	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Despintado	Rotulación y/o señalización de placas de identificación		
			Falta	Reposición o cambio de placas de identificación		
			Otros	Atención de emergencia		
BASE o FUNDACIÓN	**Estado General**	**Bien/Enterrada/ Falta relleno/Asentamiento/ Agrietamiento/Embreada**	Enterrada	Limpieza de base de fundación		valorizado con Atención de emergencias
			Falta Relleno	Dramatización de fundación con terreno natural o concreto		valorizado con Atención de emergencias
			Asentamiento	Dramatización de fundación con terreno natural o concreto		valorizado con Atención de emergencias
			Agritamiento	Dramatización de fundación con terreno natural o concreto		valorizado con Atención de emergencias
			Embreado	Embreado de Fundación		valorizado con Atención de emergencias

			Otros	Atención de emergencia		valorizado con Atención de emergencias
	Tuercas	**Falta/ Corroida**	Falta	Reposición de tuercas y pernos en los postes o torres	Requiere cantidad	
			Corroida	Reposición de tuercas y pernos en los postes o torres	Requiere cantidad	
ESTRUCTURA	**Estado General**	**Bien/Corroido/ Inclinado/Deformado/Quemado/Suelto/Patas enterradas**	Corroido	Atención de emergencias		
			Inclinado	Verticalizacion de estructura		valorizado con Atención de emergencias
			Deformado	Verticalizacion de estructura		
			Quemado	Cambio de estructura		
			Suelto	Atención de emergencias		
			Patas enterradas	Limpieza de base de fundacion		valorizado con Atención de emergencias
			Otros	Atención de emergencias		
	Embreado	**Bien/Despintado/No tiene**	Despintado	Embreado de patas		valorizado con Atención de emergencias
			No tiene	Embreado de patas		valorizado con Atención de emergencias
			Otros	Atención de emergencias		
	Antiescalamiento	**Bien/Corroido/Roto/Suelto /No Tiene**	Corroido	Reposición de antiescalamiento	Requiere cantidad	

			Roto	Reposición de antiescalamiento	Requiere cantidad	
			Suelto	Reposición de antiescalamiento	Requiere cantidad	
			No tiene	Reposición de antiescalamiento	Requiere cantidad	
			Otros	Atención de emergencias		
	Perfiles	**Bien/Corroido/Roto/Suelto /No Tiene**	Corroido	Reposición de Perfiles Angulares Sustraídos o Dañados	Requiere cantidad	
			Roto	Reposición de Perfiles Angulares Sustraídos o Dañados	Requiere cantidad	
			Suleto	Reposición de Perfiles Angulares Sustraídos o Dañados	Requiere cantidad	
			No tiene	Reposición de Perfiles Angulares Sustraídos o Dañados	Requiere cantidad	
			Otros	Reposición de Perfiles Angulares Sustraídos o Dañados	Requiere cantidad	
RETENIDA	**Varilla**	**Bien/Corroido/Doblada/Enterrado**	Corroido	Cambio de anclaje de retenida	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Doblada	Cambio de anclaje de retenida	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Enterrada	Limpieza de anclaje de retenida	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Otros	Atención de emergencia		
	Estado Viento		Destemplado	Retemplado de retenida	Requiere cantidad	

		Bien/Destemplado/Corroido/Suelto/Hebras Rotas/Enterrado	Corroido	Cambio de cable de retenida	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Suelto	Retemplado de retenida	Requiere cantidad	ojo
			Hebras Rotas	Cambio de cable de retenida	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Enterrado	Limpieza punto de anclaje	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Otros	Atención de emergencia		
	Ferretería	**Bien/Corroido/Falta**	Corroído	Cambio de ferretería	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Falta	Reposición de ferretería	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Otros	Atención de emergencia		
	Grapa o Preformado	**Bien/Corroido/Desebrado/ Enterrado**	Corroido	Cambio de Grapa o preformado	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Desebrado	Reposicion de grapa o preformado	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Enterrado	Reposición o cambio de placas de identificación	Requiere cantidad	

			Otros	Atención de emergencia		
	Canaleta	**Bien/Corroido/Mal instalado/Falta**	Corroido	Cambio de canaleta	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Mal Instalado	Reinstalacion de canaleta	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Falta	Reposición de canaleta	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Otros	Atención de emergencia		
	Aislador tipo Nuez	**Bien/ Mal instalado/Falta**	Mal Instalado	Cambio de aislador tipo nuez	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Falta	Reposicion de aislador tipo nuez	Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Otros	Atención de emergencia		
AISLADORES	**Estado General**	**Bien/Roto/ Quiñado/ Fogoneado**	Roto	Cambio de aisladores deteriorados - suspensión sierra	Requiere cantidad y tipo de aislador	
			Quiñado	Cambio de aisladores deteriorados - suspensión sierra	Requiere cantidad y tipo de aislador	
			Fogoneado	Cambio de aisladores deteriorados - anclaje sierra	Requiere cantidad y tipo de aislador	

			Otros	Atención de emergencia		
	Contaminación	**Alta/Media/Baja**	Alta	Limpieza de Aisladores		
			Media	Limpieza de Aisladores		
			Baja			
			Otros	Atención de emergencia		
	Ferreteria	**Lado Frio y Lado caliente (Bien/Corroido/Falta pasadores)**	Corroido -Lado Frio	Atención de emergencia		
			Falta Pasadores-lado Frio	Atención de emergencia		
			Corroido -Lado Lado caliente	Atención de emergencia		
			Falta Pasadores-lado Caliente	Atención de emergencia		
			Otros	Atención de emergencia		
CONDUCTOR	**Vano Adelante**	**Bien/Encanastillado/Hebras Rotas /deshebrado/Obstruccion**	Encanastillado	Adecuacion de conductor mal posicionado	Requiere especificar Fase	valorizado con Atención de emergencias
			Hebras Rotas	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	Requiere especificar Fase	
			Deshebrado	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	Requiere especificar Fase	

			Obstrucción	Limpieza de objetos (cometas y otros) en Conductores o Cable Guarda	objetos/cometas/hilos y otros/Requiere especificar Fase	
			Otros	Atención de emergencia		
	Varilla Preformada	**Bien / Corroida/ Mal**	Corroida	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	Requiere especificar Fase y Requiere cantidad	
			Mal	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	Requiere especificar Fase y Requiere cantidad	
			Otros	Atención de emergencia		
	Empalme	**Bien/Mal**	Mal	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	Requiere especificar Fase y Requiere cantidad	
			Otros	Atención de emergencia		
	Cuello Muerto	**Bien/Mal instalado/Hebras rotas/Encanastillado**	Mal Instalado	Adecuacion de conductor mal posicionado	Requiere especificar Fase y Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Hebras Rotas	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	Requiere especificar Fase y Requiere cantidad	
			Encanastillado	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra	Requiere especificar Fase y Requiere cantidad	
			Otros	Atención de emergencia		
	Contaminación	**Alta/Media/Baja**	Alta	Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra		ojo
			Media	Tendido y/o cambio de conductor hasta		

				150 mm2 zona sierra		
			Baja			
			Otros	Atención de emergencia		
	Distancias Mínimas de Seguridad	**Cumple/No Cumple-conductor/No Cumple. estructura/Predios y Vías**	No Cumple-Conductor	Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra		
			No Cumple-Estructura	Instalacion de estructura		valorizado con Atención de emergencias
			Predios y vias		Casa/ Terreno/Cerco /cruce de via	
			Otros	Atención de emergencia		
CABLE DE GUARDA o OPGW	**Vano Adelante**	**Bien/Encanastillado/Hebras Rotas /deshebrado/Obstruccion**	Encanastillado	Adecuacion de cable de guarda mal posicionado		valorizado con Atención de emergencias
			Hebras Rotas	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra		ojo
			Deshebrado	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra		ojo
			Obstrucción	Limpieza de objetos (cometas y otros) en Conductores o Cable Guarda	objetos/cometas /hilos y otros	
			Otros	Atención de emergencia		

	Empalme	**Bien/Mal**	Mal	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra		ojo
			Otros	Atención de emergencia		
	Cuello Muerto	**Bien/Mal instalado/Hebras rotas/Encanastillado**	Mal Instalado	Adecuacion de conductor mal posicionado		valorizado con Atención de emergencias
			Hebras Rotas	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra		
			Encanastillado	Reparación de Conductor deteriorado hasta 150 mm2 zona sierra		
			Otros	Atención de emergencia		
	Ferreteria	**Bien/ Falta Pasadores/Corroido**	Falta Pasadores	Atención de emergencia	Requiere cantidad	
			Corroido	Atención de emergencia	Requiere cantidad	
			Otros	Atención de emergencia		
AMORTIGUADORES	**Estado General**	**Bien/Girado/Desplazado/Faltante**	Girado	Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda	vano adelante/vano atrás Requiere cantidad	valorizado con Atención de emergencias
			Desplazado	Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda	vano adelante/vano atrás Requiere cantidad	ojo
			Faltante	Instalación y/o ajuste de amortiguadores en conductores o cable de guarda	vano adelante/vano atrás Requiere cantidad	ojo

			Otros	Atención de emergencia		
PUESTA A TIERRA	**Estado General**	**bien/ cortado/ faltante/visible/ no visible/ zanja abierta/ desconectado/ falta grapa U/ conector / No tiene**	Cortado	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	ojo
			Faltante	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	ojo
			No Visible	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	ojo
			Zanja Abierta	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	ojo
			Descone ctado	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta	ojo

				PAT al cable de Guarda	de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	
			Falta Grapa U	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	ojo
			Conecto r	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	ojo
			No tiene	Instalación de conductor de bajada, grapas, listones y conexión del PAT al cable de Guarda	cable Cooperweld (m)/grapa U/conector tipo perno partido/canaleta de madera/Platina J/Varilla Coperweld 16 mm2/Conector AB p/16 mm2 Requiere cantidad	ojo
			Otros	Atención de emergencia		
FAJA DE SERVIDUMBRE	**Estado General**	**Construcciones Existentes/Construcciones Nuevas/Cruces/Árboles**	Construcciones Existentes	Inspección Ligera	Vivienda Debajo/Vivienda al Lado/cerco Requiere cantidad	
			Construcciones Nuevas	Identificación de invasión de servidumbre	Vivienda Debajo/Vivienda al Lado/cerco Requiere cantidad	

			Cruces		BT/MT/AT/Cruce de via/Rios/Otros Requiere cantidad	
	Árboles	**Poda/Tala**	Poda	Poda de rama de árboles dentro o fuera de faja de servidumbre zona sierra	Requiere cantidad	
			Tala C/M > 50 cm de diámetro	Corte de árbol con maniobra zona sierra > 50 cm de diámetro	Requiere cantidad	
			Tala C/M >30 y =<50 cm de diámetro	Corte de árbol con maniobra zona sierra >30 y =<50 cm de diámetro	Requiere cantidad	
			Tala S/M > 10 cm de diámetro	Corte de árbol sin maniobra > 10 cm de diámetro	Requiere cantidad	
			Otros	Atención de emergencia		

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.2 Gestión de las inspecciones en un plan de mantenimiento integral

En la actualidad un plan de mantenimiento integral tiene que basarse en las inspecciones previas realizadas, pero es fundamental realizar la gestión de las inspecciones con las herramientas que manejan los sistemas GIS.

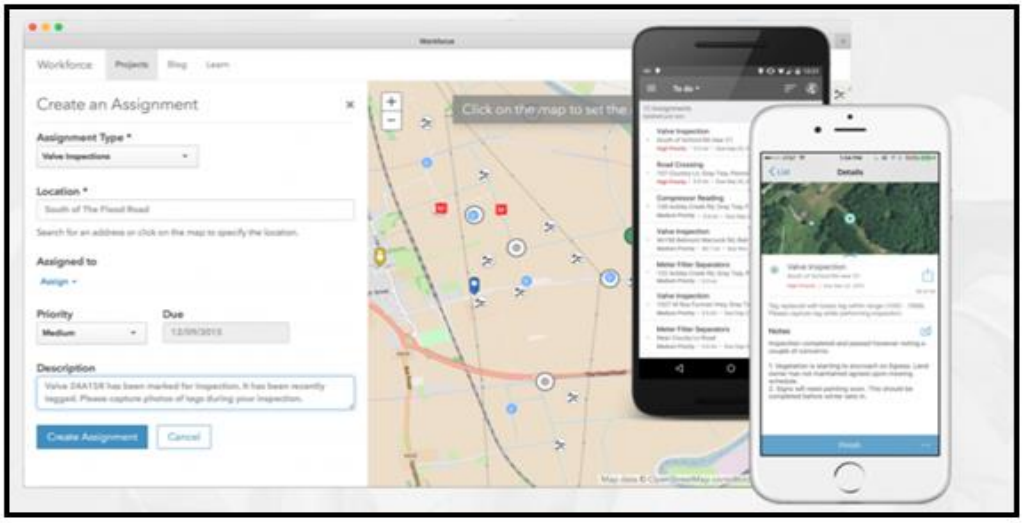
5.1.2.3 Ordenes de Inspección

Es aquel documento en el cual detallaras todos los lugares, elementos de red a inspeccionar, el cual detallara los recursos requeridos, mano de obra, transporte, tiempo y otros que requiere una inspección de una línea de transmisión en campo.

5.1.2.4 Control y flujo de las inspecciones

A. **Aplicativos móviles GIS de designación de tareas:** Aplicativos que sirven para la designación de Inspecciones en campo, pudiendo posteriormente visualizar en tiempo real la ubicación, el avance y estado en el que se encuentra la inspección designada al personal encargado. Así mismo dicho aplicativo te mostrara cuales son las estadísticas y avances que tiene de todas tus inspecciones designadas.

Figura 68: Aplicativos móviles GIS



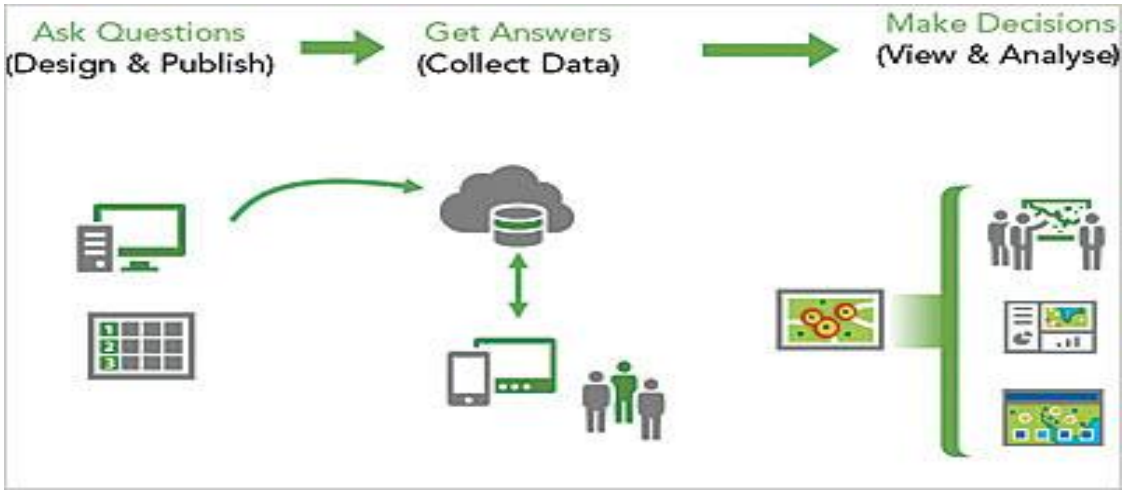
Fuente: ESRI

B. Aplicativos móviles GIS de llenado de encuestas: Aplicativos que sirven para el llenado de información en cuanto a la inspección designada en tiempo real la ubicación de la información levantada en campo, así como también la visualización de dicha información vía online o en una base de datos georreferenciada (Geodatabase). Este tipo de aplicativos móviles hoy en la actualidad te ahorran el tiempo de estar llenando a mano encuestas, así como, también el preservar el medio ambiente restringiendo el uso de papel, a la vez también tu información estará segura en la nube o servidor de base de datos en el que se alojara automáticamente la información de tu inspección punto por punto o a lo largo de la línea de transmisión.

C. Proceso de información en bases de datos GIS

Flujo y proceso de Información: La información que será recolectada de las inspecciones, será procesada automáticamente de acuerdo al plan de mantenimiento integral, ya que toda la información se encuentra alojada en una base de datos georreferenciada la cual ya está diseñada y ordenada de acuerdo a la estructura del plan de mantenimiento integral, por lo tanto, ya no es necesario ingresar datos a un sistema como un trabajo adicional, que genera adicionales de tiempo esfuerzo y recursos.

Figura 69: Proceso de Información en Bases de datos GIS



Fuente: ESRI

5.1.3 Metrado y Presupuesto

En la actualidad las empresas que tienen como infraestructura eléctrica como las líneas de transmisión y líneas de distribución tienen una brecha que cerrar al momento de evaluar el metrado de materiales y el presupuesto que han de designar en cuanto a labores de mantenimiento, esto debido a que se tiene deficiencias en el plan de mantenimiento específicamente al momento de procesar las inspecciones. Esto perjudica notablemente a las empresas, ya que al momento de toma de decisiones en cuanto a metrado y presupuesto por labores de mantenimiento no lo hacen con una información verídica y completa, traduciéndose en fallas, deterioros de activos y como consecuencia multas por parte de los entes reguladores.

El plan de mantenimiento integral cierra esta brecha, ya que gestiona, mapea y aloja en base de datos georreferenciadas la información de las inspecciones realizadas en campo, haciendo que los datos puedan ser gestionados y procesados de acuerdo a las exigencias de la empresa, como son la priorización de actividades, zonas de riesgo de falla, elementos con deficiencias de prioridad alta, necesidad de inversiones por mantenimiento para poder potenciar y aumentar la vida útil de los activos de la línea de transmisión. Haciendo que tengas toda la información completa, mapeada, correcta y lista para que se pueda hacer la toma decisiones para designar el metrado y presupuesto por labores de mantenimiento.

Un plan de mantenimiento integral en cuanto se refiere a metrado y presupuesto, para gestionarlo y deducirlo realiza los siguientes pasos:

- ✓ Definir el metrado punto a punto por inspección
- ✓ Definir el costo aproximado por inspección
- ✓ Generar presupuestos según el tiempo requerido
- ✓ Generar el abastecimiento de materiales según el tiempo requerido

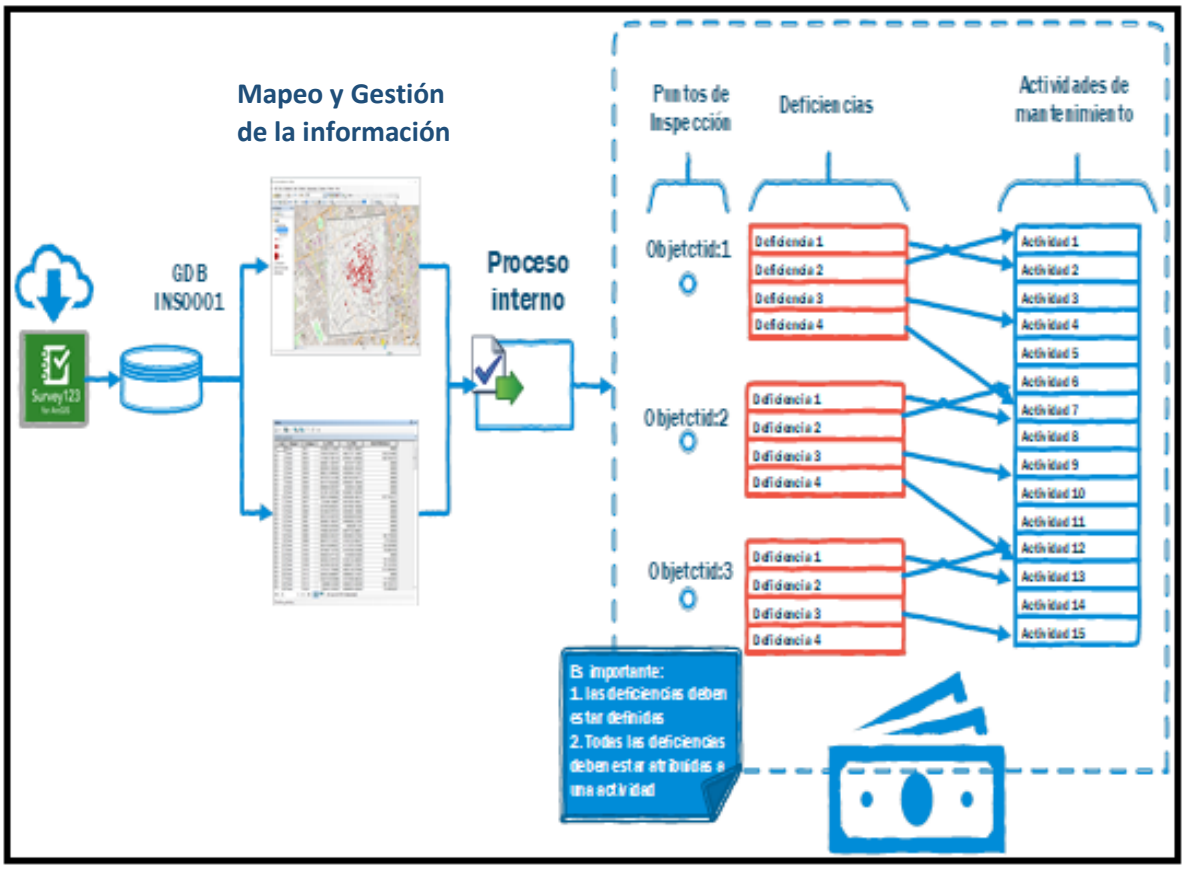
Metrado punto a punto por inspección

Al momento de realizar una inspección en cada punto de las redes de transmisión encontramos varias deficiencias en los elementos que conforman el punto de la inspección, como es el caso de una torre de transmisión que vendría a ser un punto el cual tiene otros elementos como lo son la cadena de aisladores, puestas a tierra,

fundación y otros, cada uno de esos elementos tienen deficiencias, las cuales se atribuyen a un punto. Dentro de ello se considera:

- ✓ Costo aproximado por inspección
- ✓ Presupuesto Según el Tiempo Requerido
- ✓ Abastecimiento de materiales según el Tiempo Requerido

Figura 70: Mapeo de la gestión de información



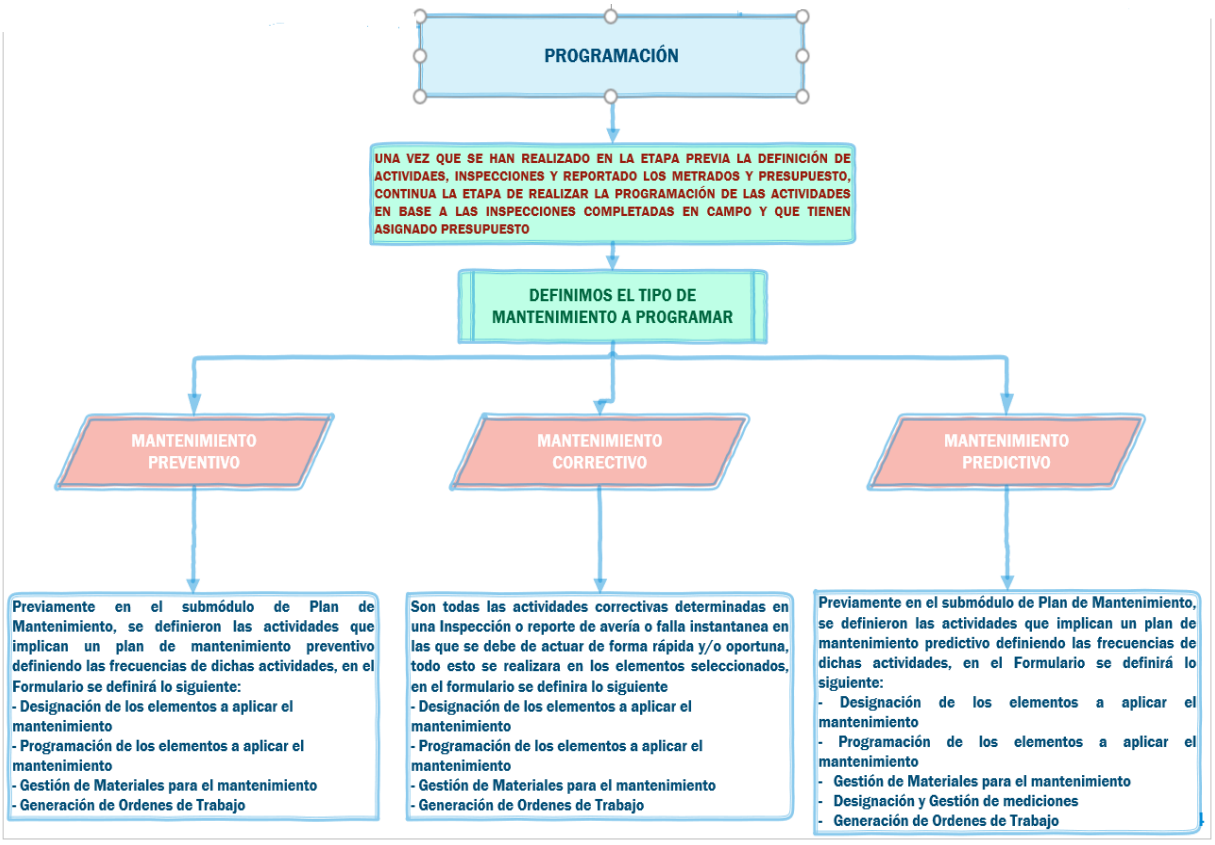
Fuente: Elaboración propia.

5.2 PROGRAMACIÓN

El plan de mantenimiento integral en la etapa de planeamiento ha definido todos los aspectos necesarios para que el plan de mantenimiento integral pase a una nueva etapa, la cual es la programación de las actividades de mantenimiento.

El plan de mantenimiento integral en la etapa de programación se define y programa en base a los tipos de mantenimiento que realiza la empresa y al tipo de calificación contable que se defina previamente.

Figura 71: Programación



Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Orden de trabajo

Las órdenes y permisos de trabajo tienen como finalidad dirigir de manera organizada la ejecución y desarrollo de los trabajos, obteniéndose información para la administración del mantenimiento dentro de una instalación.

Tabla 21: Modelo de la orden de trabajo

ElectroPuno S.A.A.
Empresa Regional de Servicio Publico de Electricidad

ORDEN DE TRABAJO: 20200010000000000695

PROGRAMACIÓN

DATOS GENERALES

Nombre:	CAMBIO DE CONDUCTOR VANO 183-186 LT 60KV PUNO-POMATA		
Clase:	ZM03 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	**Área:**	División de Generación, LT y SET
Tipo:	Líneas de Transmisión	**Vigencia de presup.:**	
SubTipo:	Aéreas	**Estado:**	PROGRAMADO
Programador:	DANNY MACHACA CUBA	**Fecha de Elaboración:**	31/jul./2020
Ejecutor:	BERNYF SAC	**Prioridad:**	Normal
Tipo de trabajo:	Con corte de energía		
Inversionista:	ELECTRO PUNO	**Almacén:**	ALMACEN CENTRAL

PROGRAMACIÓN

Inicio prog.:	01/sep./2020	**Inicio ejec.:**	
Término prog.:	11/sep./2020	**Término ejec.:**	

LOCALIDADES

Distrito	Provincia	Departamento

ENTIDADES ELECTRICAS

Entidad eléctrica

MONTAJES

Montaje	Ejecutor	Und.	Cant.	Prec. Unit.	Inversión
Ubicación: E183-184	**L6027**				
Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	Vano-fase	1	2,124.00	2,124.00
Ubicación: E184-185	**L6027**				
Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	Vano-fase	1	2,124.00	2,124.00
Total					4,248.00

MATERIALES

Articulo	Und.	Almacen	Cant.	Prec. Unit.	Inversin
Material					
Ubicación: E183-184	**L6027**				
CONDUCTOR AAAC 120 MM2	m	ALMACEN CENTRAL (CUSCO)	500	6.48	3,240.00
Ubicación: E184-185	**L6027**				
CONDUCTOR AAAC 120 MM2	m	ALMACEN CENTRAL (CUSCO)	500	6.48	3,240.00

Total					**6,480.00**

TRANSPORTE

Zona de Transporte	Transporte	Ejecutor	Cant.	Viajes	Prec. Unit.	SubTotal
Camion Grua		ELECTRO PUNO		1	75.80	75.80
Total						**75.80**

RESUMEN

Item	Inversión
Materiales	6,480.00
Montajes Electromecánicos	4,248.00
Transporte	75.80
Totales (Inc. IGV)	**10,803.80**

Resumen por ejecutor

BERNYF SAC	
Montajes Electromecánicos	4,248.00
Total	**4,248.00**
MONTO TOTAL DE LA OBRA (Inc. IGV)	**10,803.80**

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Datos generales de una orden de trabajo

Son aquellos datos que se replican en todas las órdenes de trabajo ya sea correctivo, preventivo y predictivo, generalmente se refiere a los datos empresariales tanto de los planificadores y los ejecutores de las actividades de mantenimiento y datos en común que tienen las actividades de mantenimiento.

5.2.2.1 Definición contable

Como primer paso al momento de querer generar una orden de trabajo es definir contablemente si la actividad a programar va corresponder a una inversión (IOARR) o a un gasto por mantenimiento.

5.2.2.2 Planificador de mantenimiento

Es importante definir quién es la persona que realizara la programación de mantenimiento y que cargo tiene en la empresa, ya que es la responsable de

generar y definir todo lo correspondiente a la etapa de programación y a su vez de realizar la supervisión al momento de ejecución y gestionar la valorización. Es importante contar con toda la información respecto de los responsables de programar las actividades programadas para fines de elaboración de informes o formatos de mantenimiento.

I. Función del planificador

La función medular del planificador de mantenimiento consiste en determinar qué hacer, cómo hacerlo y cuándo hacerlo. En otras palabras, debe saber qué tareas de mantenimiento es necesario ejecutar, cómo hay que ejecutarlas y cuándo es pertinente ejecutarlas.

Definir estos tres aspectos esenciales de la planificación de mantenimiento, requiere el cumplimiento de un conjunto amplio de responsabilidades. A continuación, las funciones del planificador de mantenimiento

1.- Estudiar y conocer los activos: El trabajo del planificador de mantenimiento se fundamenta en el conocimiento que tiene de los activos. Este conocimiento se construye desde: el estudio y la observación de los equipos (saber de qué material están hechos, cuáles son las recomendaciones del fabricante, conocer la operación interna de su funcionamiento y sus condiciones operativas, entre otras); la comunicación con los operarios, que deben informarle de cualquier anomalía o falla durante su uso; la realización de diagnósticos, en los que detecta la falla y determina sus causas.

2.- Diagnosticar los activos físicos de la organización: Al realizar el diagnóstico, el planificador de mantenimiento no se limita solo a la detección de la falla o a la determinación de sus causas, sino que debe analizar un conjunto de indicadores clave que le ayuden a conocer la relación entre ocurrencia, condiciones de uso, condiciones ambientales, frecuencia, gravedad y, de ser posible, detectabilidad. Este tipo de información se obtiene mediante la elaboración de diagnósticos como, por ejemplo, el Método de Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF).

3.- Organización y almacenamiento de la información: Toda esta información es vital para el planificador de mantenimiento y para la empresa.

De ello depende tanto su propia capacidad para determinar qué debe hacerse, sobre qué activo y cuál es la mejor forma de hacerlo.

4.- Elaborar instrucciones de trabajo: sobre la base de esta acumulación de conocimiento, el planificador de mantenimiento está en la capacidad de diseñar instrucciones de trabajo o procedimientos con pasos estructurados, para orientar a los técnicos a la hora de intervenir los activos.

5.- Sincronizar las tareas de mantenimiento con las metas y necesidades: Definir el momento oportuno para ejecutar una tarea de mantenimiento, supone tener en cuenta también las metas. Por eso, debe sostener reuniones diarias o semanales con el equipo de operaciones, para incorporar las metas como un factor más a considerar durante el proceso de programación de tareas.

6.- Programación de mantenimiento: La programación concreta de las actividades, corresponde a la fase de la gestión de mantenimiento en la que el planificador determina el día y la hora en que éstas deberían efectuarse. Solo es posible programar los esquemas y tareas de mantenimiento, partiendo de la información pormenorizada de las condiciones de los activos físicos, así como del conocimiento de las ventanas de tiempo que ofrece el departamento de producción para entrar en escena y ejecutar las tareas.

7.- Manejo de equipos de trabajo: El planificador de mantenimiento conoce sus activos, pero también conoce y monitorea permanentemente el desempeño de sus técnicos. Por eso, tiene un conocimiento certero de a quién debe asignar cada tarea, dependiendo del nivel de desempeño, conocimiento y experiencia en cada caso. Con base a esto, debe organizar y dirigir los equipos de trabajo, además de ofrecer el apoyo necesario para que puedan coordinarse, integrarse y desempeñarse de manera eficaz.

8.- Suministro de materiales de trabajo: El planificador de mantenimiento sabe cuáles son los materiales, insumos y herramientas requeridas para realizar cada tarea. Por eso puede calcularlos con anticipación, y solicitar a compras todo lo necesario para que los técnicos ejecuten cada tarea. Dependiendo del caso, podría incluso encargarse personalmente de la elaboración del presupuesto y de la adquisición de los repuestos, materiales

e insumos para, posteriormente, distribuirlos y controlar su debida utilización.

9.- Manejo de contratistas: La planificación también abarca la coordinación y manejo de recursos humanos externos o contratistas que, dependiendo del tipo de tareas de mantenimiento que se vaya a ejecutar, será imperativo o no integrar al equipo fijo de trabajo del departamento de gestión de mantenimiento.

10.- Elaboración de informes: El planificador de mantenimiento interactúa permanentemente tanto con el gerente como con los técnicos. Sin embargo, toda esta información que se intercambia a través de documentos, órdenes de trabajo e interacción personal, debe recopilarse, organizarse, formalizarse y presentarse a través de informes periódicos. En éstos, se especifican las tareas completadas, las tareas pendientes y las tareas retrasadas, permitiendo al gerente y demás integrantes del equipo de mantenimiento evaluar el desempeño del personal.

5.2.2.3 Ejecutor de mantenimiento

Hay 2 opciones de ejecución una es realizada por la propia empresa o por empresas contratistas, los cuales tienen la función de ejecutar las actividades de mantenimiento programadas.

Es importante contar con toda la información respecto a los ejecutores de las actividades programadas para fines de elaboración de informes o formatos de mantenimiento.

I. Funciones del ejecutor

Durante la etapa de ejecución propiamente dicha se debe realizar diariamente, una reunión formal entre operaciones y mantenimiento. En ella se analiza la ejecución general de las actividades en base a las siguientes funciones:

- ✓ Control de ejecución en tiempo, cantidad y calidad: Actualización del programa:
- ✓ Toma de decisiones con respecto a situaciones imprevistas:
- ✓ Llenado de reportes y encuestas. Ejecución de la orden de trabajo.

- ✓ Uso de recursos**.**
- ✓ Condiciones de seguridad.

5.2.2.4 Fecha de Programación

Corresponde a la fecha en la que se está generando la orden de trabajo, esto es importante, ya que con el dato de fecha gestionas y controlas el flujo que ha tenido la orden de trabajo, para que posteriormente se pueda verter dicha información en indicadores de mantenimiento.

5.2.2.5 Estado

Refleja el estado en el que se encuentra la orden de trabajo, de igual forma este dato es importante para gestionar el flujo y situación en la que se encuentra la orden de trabajo, para que posteriormente se pueda verter dicha información en indicadores de mantenimiento.

5.2.2.6 Centro de costos

El planificador debe seleccionar cual será el centro de costo en el que se programará el tipo de mantenimiento, cabe mencionar que en el caso de una línea de transmisión el centro de costo estipulado por la empresa está fijado por el código de la línea de transmisión.

5.2.2.7 Gestión de materiales

Un plan de mantenimiento integral ya tiene predefinido todos los materiales a suministrar por cada actividad ya esta sea preventiva, correctiva y predictiva a través de un interfaz que tiene con el software administrativo SAP con su módulo de Gestión de materiales SAP (MM),

5.2.2.8 Gestión de personal o mano de obra

Un plan de mantenimiento integral de igual forma que los materiales ya tienen predefinido todo el personal o mano de obra que requiere la ejecución de la actividad ya esta sea preventiva, correctiva y predictiva, para lo cual el planificador solo realizara la validación o modificación correspondientes a cantidad o modificación de algún tipo de personal y gestionara la disponibilidad

del personal, en caso que no esté disponible un personal, este solicitara su reemplazo.

5.2.2.9 Definición de la fecha de inicio y fin de las actividades programadas

El planificador en base a su experiencia, procedimientos y fichas de mantenimiento deberá estimar el tiempo que requiere la ejecución en medida a la cantidad de actividades de tipo preventiva, correctiva y preventiva sean designadas.

5.2.2.10 Corte programado

En base a la información, procedimiento y ficha de mantenimiento de las actividades, existen actividades que requieren del corte de energía eléctrica, para lo cual el planificador en base a las actividades preventivas, correctivas y predictivas programadas deberá definir las fechas de corte de energía, así como el tiempo de corte de energía requerido para el debido cumplimiento de la orden de trabajo programada.

5.2.2.11 Designación de la tarea o trabajo al ejecutor

El planificador deberá gestionar y designar la tarea a la contratista o personal ejecutor mediante aplicativo GIS, en el cual tendrá que ubicar en el mapa la referencia de la tarea programada, para que dicha tarea sea aceptada, ejecutada y completada por el ejecutor

5.2.2.12 Designación de la encuesta a llenar por el ejecutor

El planificador deberá gestionar y designar una encuesta de trabajo ejecutado mediante aplicativo GIS el cual el ejecutor debe llenar durante la ejecución de la actividad programada, esto lo hará asignando una esta encuesta a la referencia ubicada en la etapa de la designación de la tarea.

TAbla 22: Reporte de la ejecución

ElectroPuno S.A.A.
Empresa Regional de Servicio Publico de Electricidad

20200010000000000695

ORDEN DE TRABAJO:

EJECUCIÓN

Nombre:	CAMBIO DE CONDUCTOR VANO 183-186 LT 60KV PUNO-POMATA		
Clase:	GASTO	**Área:**	División de Generación, LT y SET
Tipo:	Líneas de Transmisión	**Vigencia de presup.:**	
SubTipo:	Aéreas	**Estado:**	Ejecución
Programador:	DANNY MACHACA CUBA	**Fecha de Elaboración:**	31/07/2020
Ejecutor:	BERNYF SAC		Normal
Tipo de trabajo:	Con corte de energía		
Almacén:	ALMACEN CENTRAL		

DATOS GENERALES

PROGRAMACION

Inicio Prog.:	01/09/2020 12:00:00 a. m.	**Inicio ejec.:**	
Termino Prog.:	11/09/2020 12:00:00 a. m.	**Termino ejec.:**	

LOCALIDADES

Distrito	Provincia	Departamento

ENTIDADES ELECTRICAS

Entidad Eléctrica

TRABAJOS EN UBICACIONES ELECTRICAS

Código	Nombre de montaje	Ejecutor	Cant.
Ubicación: E183-184	**L6027**		
5.03	Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	100.00
5.04	Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	100.00
Ubicación: E184-185	**L6027**		
5.03	Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	100.00
5.04	Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	100.00
Ubicación: E185-186	**L6027**		
5.03	Tendido y/o cambio de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	100.00

5.04	Reflechado de conductor hasta 150 mm2 zona sierra	BERNYF SAC	100.00

MATERIALES

Articulo			Unidad	Cant.
Material	**Ubicación: E183-184**	**L6027**		
CONDUCTOR AAAC 120 MM2			Metros	10.00
Material	**Ubicación: E184-185**	**L6027**		
CONDUCTOR AAAC 120 MM2			Metros	10.00
Material	**Ubicación: E185-186**	**L6027**		
CONDUCTOR AAAC 120 MM2			Metros	10.00

TRANSPORTE

Zona Transporte	Transporte	Nombre Ejecutor Mantenimiento	Viajes

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Programación del mantenimiento preventivo

Básicamente en la primera etapa de planeamiento se definió en que elementos y que actividades implicaban un mantenimiento de tipo preventivo y predictivo. En base a esta definición hecha, es que se programa las actividades de mantenimiento preventivo en los elementos definidos previamente en la etapa de planeamiento. A continuación de detalla los datos a definir al momento de programar una orden de trabajo preventiva aparte de los datos generales a definir.

I. Definición de la actividad preventiva.

El planificador como primer paso debe realizar la selección en base al plan de mantenimiento integral la actividad preventiva que quiere programar en los elementos de la línea de transmisión

II. Definición de la clase de elementos a intervenir

El planificador deberá definir la clase de elemento a intervenir del centro de costo, para que se encuentren mapeados e identificados correctamente

III. Selección de ítem de la lista de acciones preventivas

En la etapa de planeamiento ya se designó previamente en una lista las acciones preventivas a ejecutar en cada ítem de la lista contiene detalladamente la cantidad de elementos de la red de transmisión a las que se le ejecutara un mantenimiento preventivo, el planificador hace la selección del o los ítems de acción preventiva que desee programar.

IV. Priorización de elementos a intervenir

El planificador en base a la cantidad de elementos que contiene cada ítem de la lista de acciones preventivas puede o no priorizar que elementos de ese ítem, aplicar la actividad de mantenimiento preventiva seleccionada.

V. Generación de la orden de trabajo preventiva

Una vez que fue completada toda la información requerida para la programación de la actividad preventiva se pasa a generar la orden de trabajo, cambiando el estado de la orden de trabajo preventiva a estado PROGRAMADO, la cual deberá ser validada, gestionada y aprobada mediante el software administrativo SAP y su módulo de control y aprobación SAP (CO), a través de una interface el cual hará cambiar el estado de la orden de trabajo de Programado a estado HABILITADO.

5.2.4 Programación del mantenimiento correctivo

Básicamente obedece a aplicar las actividades correctivas en la línea de transmisión del plan de mantenimiento integral, las cuales pueden obedecer a inspecciones previamente realizadas o eventos inusuales que afectan el normal funcionamiento, cabe mencionar que la gran mayoría de estas actividades por eventos inusuales son consideradas como gasto.

I. Definición de la actividad correctiva.

El planificador como primer paso debe definir en base al plan de mantenimiento integral la actividad correctiva que quiere programar en los elementos de la línea de transmisión.

II. Modalidad

Un plan de mantenimiento integral al momento de realizar la programación de las actividades correctivas obedece a 2 tipos de modalidades.

III. Modalidad por Inspección

En la primera etapa se realizaron inspecciones de la línea de transmisión, en las cuales se han detectado deficiencias en los diferentes elementos que conforman la línea, las cuales deben ser mitigadas con actividades correctivas del plan de mantenimiento integral.

Cabe mencionar que en esta modalidad por inspección, ya se tiene previsto un presupuesto aprobado para realizar su programación y ejecución de las actividades correctivas del plan de mantenimiento integral.

IV. Modalidad por ocurrencias

De igual forma las actividades correctivas obedecen a eventos inusuales que pueden ocurrir en la línea y que afectan el normal funcionamiento de la línea de transmisión, para lo cual se han definido los siguientes tipos de ocurrencias:

- Falla
- Incidencia
- Reclamo
- Interrupción

Cada uno de los tipos de ocurrencias mencionadas deben ser mitigadas con la ejecución de la actividad correctiva definida previamente del plan de mantenimiento integral.

V. Selección de Inspecciones

En concordancia con la modalidad por inspección, se debe buscar las inspecciones realizadas en campo para analizar y verificar todas las deficiencias que se detallan en dicha inspección que implican aplicar la actividad correctiva definida previamente.

VI. Selección de ocurrencias

En concordancia con la modalidad por ocurrencias, se debe seleccionar el tipo de ocurrencia que se ha suscitado, de la cual se debe saber los detalles

de dicha ocurrencia, los cuales deben ser registrados para efectos de control y sustento para la programación de la actividad correctiva definida previamente.

VII. Priorización de elementos a intervenir

En la modalidad por inspección, cabe mencionar que una vez que se tiene mapeado todos los elementos con deficiencias, se seleccionó todos los elementos o una parte de acuerdo al criterio del planificador, esto para que a dichos elementos se vaya a aplicar la actividad correctiva definida previamente.

En la modalidad por ocurrencias se debe priorizar aquellas ocurrencias que afectan el normal funcionamiento de la línea de transmisión, así como también cual es el grado de impacto de la ocurrencia para poder realizar la priorización al momento de la programación y ejecución de la actividad preventiva definida previamente.

VIII. Generación de la orden de trabajo correctiva

Una vez que fue completada toda la información requerida para la programación de la actividad correctiva se pasa a generar la orden de trabajo cambiado el estado de la orden de trabajo correctiva a PROGRAMADO, la cual deberá ser validada, gestionada y aprobada por el software administrativo SAP y su módulo de control y aprobación SAP (CO), a través de una interfaz el cual hará cambiar el estado de la orden de trabajo de Programado a HABILITADO.

5.2.5 Programación del mantenimiento predictivo

El planificador como primer paso debe realizar la selección en base al plan de mantenimiento integral la actividad predictiva que quiere programar en los elementos de la línea de transmisión

I. Definición de la clase de elementos a intervenir

El planificador deberá definir la clase de elemento a intervenir del centro de costo, para que se encuentren mapeados e identificados correctamente

II. Selección de ítem de la lista de acciones preventivas

En la etapa de planeamiento ya se designó previamente en una lista las acciones predictivas a ejecutar, en cada ítem de la lista contiene detalladamente la cantidad de elementos de la red de transmisión a las que se le ejecutara un mantenimiento predictivo, el planificador hace la selección del o los ítems de acción predictiva que desee programar.

III. Priorización de elementos a intervenir

El planificador en base a la cantidad de elementos que contiene cada ítem de la lista de acciones predictivas puede o no priorizar que elementos de ese ítem se aplicara la actividad de mantenimiento predictiva definida previamente.

IV. Generación de la orden de trabajo predictiva

Una vez que fue completada toda la información requerida para la programación de la actividad predictiva se pasa a generar la orden de trabajo cambiando el estado de la orden de trabajo predictiva a estado PROGRAMADO, la cual deberá ser validada, gestionada y aprobada mediante el software administrativo SAP y su módulo de control y aprobación SAP (CO), a través de un interfaz, el cual hará cambiar el estado de la orden de trabajo de Programado a estado HABILITADO.

5.3 EJECUCIÓN

Ejecutar es poner en funcionamiento todo lo planeado y organizado hasta el momento. Dado que el único recurso de la empresa variable por sí mismo, es el humano, hacia él debe orientarse la ejecución.

En la segunda etapa el planificador ha generado las ordenes de trabajo, las cuales fueron asignadas mediante aplicativo móvil al personal de la empresa o personal contratista, en

tal sentido ellos tienen que trasladarse al lugar donde se ha programado la actividad de mantenimiento ya sea preventiva, correctiva o predictiva, para ejecutarla de acuerdo a los procedimientos, indicaciones y estándares definidos por la empresa y el planificador.

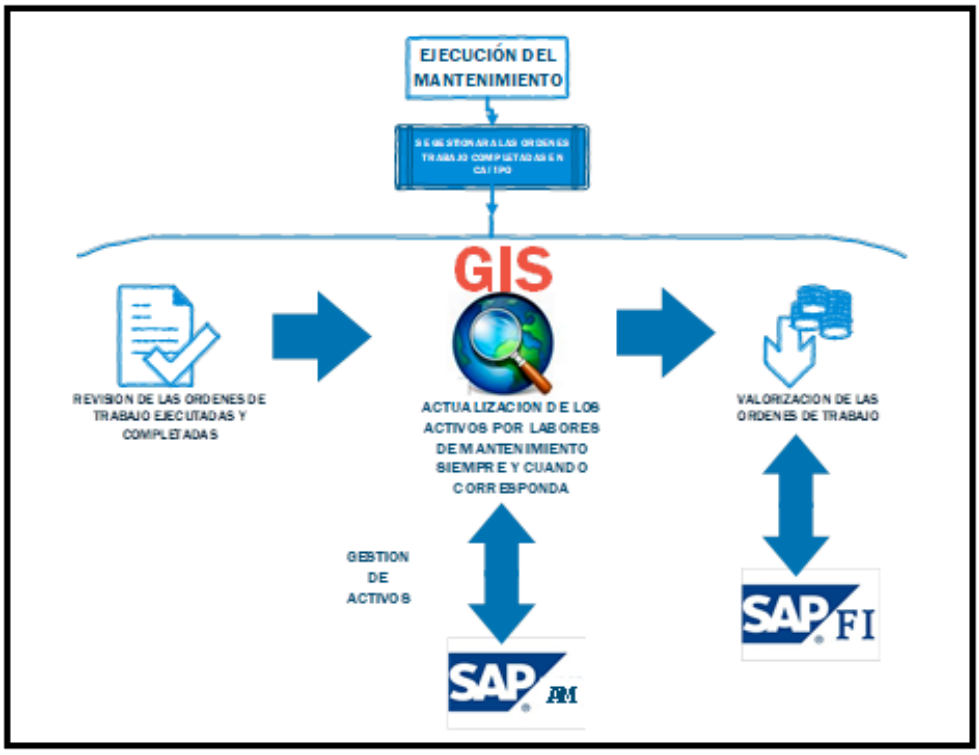
Una vez culminada el personal ejecutor debe realizar el llenado de los formatos y encuestas de ejecución de actividad de mantenimiento solicitado por la empresa y el planificador de mantenimiento, así mismo tomar registro de toda la actividad ejecutada.

Posteriormente una vez ejecutada la actividad programada y haber llenado los formatos, encuestas y reportes solicitados por el planificador este debe pasar a completar la orden de trabajo vía aplicativo móvil, cambiando el estado de la orden de trabajo de estado aceptado a estado COMPLETADO.

El plan de mantenimiento integral de la línea de transmisión contempla en su etapa de ejecución la validación de las ordenes trabajo a través de los siguientes pasos.

1. Revisión de la orden de trabajo
2. Actualización de la orden de trabajo en GIS
3. Valorización o liquidación de la orden de trabajo

Figura 72: Ejecución del mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

5.3.1 Revisión de la orden de trabajo

Es función del planificador revisar la orden de trabajo completada por el personal ejecutor, en la cual debe verificar los siguientes aspectos:

1. Ejecución correcta de la actividad de acuerdo a los procedimientos, indicaciones y estándares del plan de mantenimiento integral.
2. Cumplimiento de los intervalos de tiempo asignado a la orden de trabajo.
3. Uso correcto y eficiente de los materiales en la ejecución de la actividad a los elementos designados en la orden de trabajo.
4. Verificación y control de que el personal designado haya participado de la ejecución de las actividades de mantenimiento en concordancia con la orden de trabajo.
5. Revisión de las encuestas de trabajo que hayan sido llenadas correctamente
6. Revisión de toda la información proporcionada por el personal ejecutor una vez que la orden de trabajo se encuentra en estado COMPLETADO.

Realizado la verificación de los aspectos la orden de trabajo cambiara de estado completado a estado REVISADO

En caso exista incumplimiento por parte del personal ejecutor, el planificador debe rechazar u observar la orden de trabajo, y a su vez pasar a penalizar administrativamente a la contratista de acuerdo a lo estipulado en los términos de referencia de su contrato.

5.3.2 Actualización en GIS

Una de las deficiencias de un plan de mantenimiento anteriormente era que al momento de ejecutar las actividades de mantenimiento estas no eran reportadas de manera sistemática la oficina GIS causando la desactualización del Sistema GIS, generando así un perjuicio colateral a la empresa.

Otra deficiencia que tenía un plan de mantenimiento era que todas las actividades de mantenimiento ejecutadas tampoco eran reportadas a la oficina de patrimonio para registrar las altas, bajas, movimientos y cambios en los activos fijos, generando así un perjuicio económico y de inventario en la empresa.

En la actualidad el plan de mantenimiento integral ya tiene predefinido que actividades del plan de mantenimiento que requieren ser actualizadas sistemáticamente en el sistema GIS, para lo cual la oficina GIS de la empresa solicita cierta información técnica y de campo al ejecutor de la orden de trabajo para poder actualizar el sistema GIS correctamente, cambiando el estado de la orden de trabajo de revisado a estado GIS. En caso que las actividades no requieran de actualización en GIS estas serán sistemáticamente llevadas al paso final de valorización.

Seguidamente el plan de mantenimiento integral contempla que después de haber realizado la actualización en GIS esta información levantada en GIS sea reportada sistemáticamente mediante un interfaz al software que administra los activos fijos de la empresa que en el caso de Electro Puno es el SAP con su módulo de gerencia de activos SAP (AM), en la cual se registrara todas las altas, bajas, movimientos y cambios de los activos fijos, teniéndose así el sistema e inventario de la empresa actualizado y en concordancia con el sistema GIS.

Una vez que sea actualizada en ambos sistemas administrativo y GIS la información, la oficina GIS pasara a generar un formato de conformidad grafica a la orden de trabajo, cambiando el estado de la orden de trabajo de estado GIS a estado ACTUALIZADO, cerrando así la orden de trabajo la contratista.

5.3.3 Valoración o liquidación de la orden de trabajo

Una vez que la oficina GIS ha dado conformidad grafica a la orden de trabajo esta llega al paso de final de valorización si es una actividad por gasto o liquidación si es una actividad por inversión, para lo cual el planificador o supervisor de contrato deben presentar los siguientes documentos:

1. Orden de trabajo
2. Encuesta de ejecución de la actividad
3. Conformidad grafica oficina GIS si es que correspondiera su actualización
4. Factura del contratista
5. Informe y/o reporte de valorización

Una vez presentado los documentos especificados, el plan de mantenimiento integral a través de un interfaz pasara a gestionar la orden de trabajo al software administrativo SAP con su módulo SAP FI que valoriza y liquida las ordenes de trabajo reportadas previa aprobación y autorización interna del software administrativo pasara a valorizar la orden de trabajo.

Valorizado la orden de trabajo este pasa de estado actualizado a estado Valorizado, cerrando así todo el flujo que contempla un plan de mantenimiento integral en una línea de transmisión en la actualidad.

CAPITULO VI

ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 23: Resultados de la inspección y diagnóstico de la LT-6027 Puno-Ilave-Pomata, para cambio de partes deterioradas

AISLADORES					
	MATERIAL A CAMBIAR	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**SUB TOTAL**	**TOTAL**
1	AISLADOR	Und.	1	64	**64.00**
RETENIDAS					
1	Cable de Acero de 1/2"	m.	20	51	**1020.00**
2	Varilla de anclaje F°G° 3/4" x2.40 m. con ojal guardacabo, tuerca y contratuerca	Und.	1	51	**51.00**
3	Mordazas pre formadas	Jgo.	1	102	**102.00**
4	Bloque de concreto armado 0.30x0.30x1.50m	Und.	1	51	**51.00**
5	Guardacabo de A°G° para cable de 1/2" de diam.	Und.	1	51	**51.00**
6	Arandela plana de 4"x4"x1/4" con agujero de 21 mm Ø.	Und.	1	51	**51.00**
AMORTIGUADORES					
1	Amortiguadores	Und.	1	12	**12.00**
ROTULACION					
1	Puesta a tierra	Und.	1	495	**495.00**
2	Numero de estructura	Und.	1	495	**495.00**
3	Numero de fases	Und.	1	495	**495.00**
4	Peligro	Und.	1	495	**495.00**
5	Código de línea	Und.	1	495	**495.00**
DMS					
1	No cumple distancia minima de seguridad del conductor al suelo	Vano	1	2	**2.00**

CUMBRERA					
1	Cumbrera para punta de poste metalico	Und.	1	11	**11.00**
TUERCAS					
1	Tuercas para perno de 1". Para brida de base de poste metálico	Und.	1	19	**19.00**
BASE DE POSTE DESCUBIERTO					
1	Falta poner concreto en base de poste por deterioro		1	8	**8.00**

Tabla 24: Mantenimiento de la línea de 60 kV Puno – Pomata

	PODADO DE ARBOLES		OBSERVACION	CAMBIO DE AISLADORES			OBS.	CAMBIO DE RETENIDAS		CAMBIO DE OTROS		OBSERVACION
ITEM	EST. ANTERIOR	EST. POSTERIOR		NUMERO ESTRUCT.	CANT	TIPO DE ESTRUCT.		N° ESTRUCT.	MATERIAL CAMBIAR	N° EST	MATERIAL CAMBIAR	
1	20	21	Barrio Paxa-Puno	19	1	Suspensión	Barrio Paxa-Puno	15	Retemplar	2	Poste de madera quemado, 50% del ancho	
2	21	22	Barrio Paxa-Puno	24	3	Anclaje		20	Retenidas cruzan via.	4	Falta reponer cable de bajada de puesta a tierra y aterreamientos de la ferretería	
3	30	31	Camino a Cancharani	29	2	Anclaje	Camino a Cancharani	40	Las 10 retenidas fueron sacados	8	Riostra suelta de la fase R	
4	31	32		30	2	Anclaje		141	2, Varillas y preformes	11	Puesta a tierra de cruceta desconectado	

5	35	36	Altura de Manto	46	4	Anclaje	Rinconada de Salcedo	144	2, Varillas y preformes	12	Cable de puesta a tierra del descargador desconectado, bajada de puesta a tierra cortado unos 3 metros	
6	36	37		47	4	Anclaje		158	2, todo	163	Falta conector de linea de guarda a bajada de puesta a tierra	
7	61	62	Jallihuaya	52	1	Suspensión		215	2, todo	173	Fase R y S, con amortiguadores dañados cambiar (04)	
8	79	80	Ichu a la salida	53	4	Anclaje		228	2, Cable acerado y preformes	174	Fase R, S y de guarda, con amortiguadores dañados cambiar (06)	
9	85	86		54	4	Suspensión		241	2, todo	203	Cable de guarda a bajada de puesta a tierra desconectado	
10	86	87		55	4+2	Susp./Ancl.		250	2, todo	229	Faltan 06 tuercas de la brida, base del poste	

Fuente: Elaboración propia

6.1 INTERPRETACIÓN N°1:

La interpretación de los resultados de la inspección-inventario se da por medio del siguiente informe técnico realizado en el levantamiento de información utilizando los formatos y aplicativos que se contempla en el presente trabajo y nos demuestra como parte del resultado esperado, dicha información será ingresado al GIS, actualizando de acuerdo al informe presentado por el tercero.

1. INTRODUCCIÓN

El presente primer informe técnico comprende la descripción de las actividades realizadas para la ejecución del "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV", en esta primera etapa se ha recorrido la Línea L-6027 Puno-Ilave-Pomata, de 103.5 km. De distancia, que recorre las Provincias de CHUCUITO, EL COLLAO Y PUNO, el mismo que ha sido desarrollado tomando en consideración los criterios y normas en Líneas de Transmisión.

2. UBICACIÓN Y VIAS DE ACCESO

a. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área a desarrollarse el servicio denominado "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV", se ubica en el trayecto de las Provincias de Chucuito-El Collao-Puno.

b. CARACTERISTICAS CLIMATOLÓGICAS

La zona que comprende el proyecto, posee una topografía plana y accidentada, así mismo podemos mencionar las siguientes características

Temperatura Máxima	*:*	*15,8 °C*
Temperatura Media Anual	*:*	*7,6 ºC*
Temperatura Mínima	*:*	*-8,4 ºC*
Velocidad Máxima del Viento	*:*	*90 Km/h*
Velocidad Media del Viento	*:*	*45 Km/h*

La información es de acuerdo a los informes y estadísticas de SENAMHI, (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología)

3. DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL SERVICIO

Las principales características de la ejecución del servicio son:

a) Recorrido de la Línea de Transmisión, desde la primera estructura hasta la última, estructura por estructura.
   - Traslado del personal a la zona de concentración.
   - Charla de seguridad para los respectivos trabajos.
   - Entrega de implementos de seguridad y verificación de equipos y herramientas.

b) Inspección y diagnóstico de la Línea de Transmisión.

   Para este trabajo se realizó las siguientes actividades:

   - Inspección y diagnóstico de cada estructura (495), teniendo en cuenta, el armado, el cuerpo, base de la estructura, retenidas, protección, Sistema de Puesta a Tierra, rotulación, accesos, cuello muerto, aislador, ferretería, amortiguadores y otros que sean pertinentes.
   - Inspección y diagnóstico del vano, teniendo en cuenta, el conductor, empalmes, faja de servidumbre construcciones que se encuentren dentro de ellas, plantaciones de árboles que superen las distancias de seguridad, distancias mínimas de seguridad.

c) En la inspección y diagnóstico de aisladores se hizo con el equipo de Cámara de Efecto Corona, para los cuellos muertos la Cámara Termográfica, para el sistema de puesta a tierra el Telurómetro de Alta Frecuencia, y para los demás elementos se hizo una inspección visual con lo binoculares Traslado del personal de trabajo, incluye movilidad.

   Para este trabajo se realizó las siguientes actividades:

   - Traslado de equipos de medición y materiales de almacenes a Zona de Trabajo.
   - Traslado del personal de trabajo a la zona de trabajo.

   Cabe mencionar que, en la inspección y diagnóstico de los aisladores, con la cámara de Efecto Corona no se presenció en ningún aislador de las 495 estructuras la ionización del aire por el deterioro o contaminación del

aislador, aun estando roto el aislador tal como se puede apreciar el detalle adjunto.

Al igual ocurrió con el diagnóstico de los cuellos muertos con la cámara termográfica, no se presenció puntos calientes en los contactos.

El vano 413-414, es un vano largo que presenta acercamiento de fases cuando se presenta vientos fuertes en la zona, evaluar el caso.

4. IMPACTO AMBIENTAL

Por su naturaleza y el nivel de tensión adoptado, el "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV" no produce efectos contaminantes en la atmósfera, al agua, ni a los suelos.

Las instalaciones poseen sistemas de puestas a tierra y equipos de protección, con la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos de las descargas atmosféricas temporales de la zona.

5. SUMINISTROS DE EQUIPO

El suministro de equipos de medición para el "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV", fueron proporcionados por la empresa Concesionaria de ELECTRO PUNO S.A.A., según los TDR de la convocatoria para realizar el servicio.

6. EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN INVOLUCRADAS EN LA ACTIVIAD

- Telurómetro de Alta Frecuencia
- Cámara de Efecto Corona
- Cámara Termográfica
- Binoculares profesional
- Cámara fotográfica
- GPS
- EPPs

Las evidencias se encuentran en el anexo pertinente como parte del panel fotográfico.

7. REGISTRO DE INFORMACIÓN EN EL GIS A TRAVÉS DEL APLICATIVO SIGRED ELPU

Teniendo toda la información recopilada en campo a través de los formularios digitales e informes redactados, se ha pasado a actualizar las redes de transmisión y todos sus componentes en el GIS de Electro Puno a través de su aplicativo institucional SIGRED ELPU, adjuntamos la tabla de atributos y mapa de referencia en el ArcGIS Online y ArcGIS DESKTOP de Electro Puno

Figura 73: Información recopilada en campo con el aplicativo Survey 123 que es alojada en la Nube a través del ArcGIS Online.

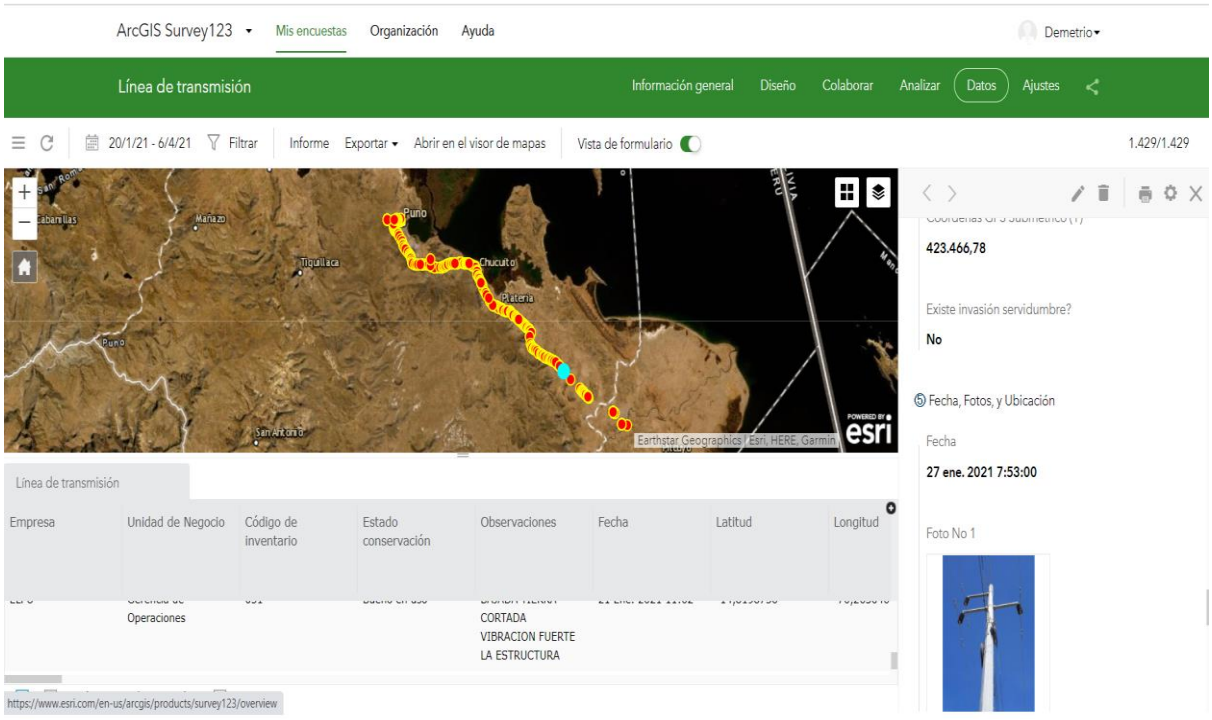
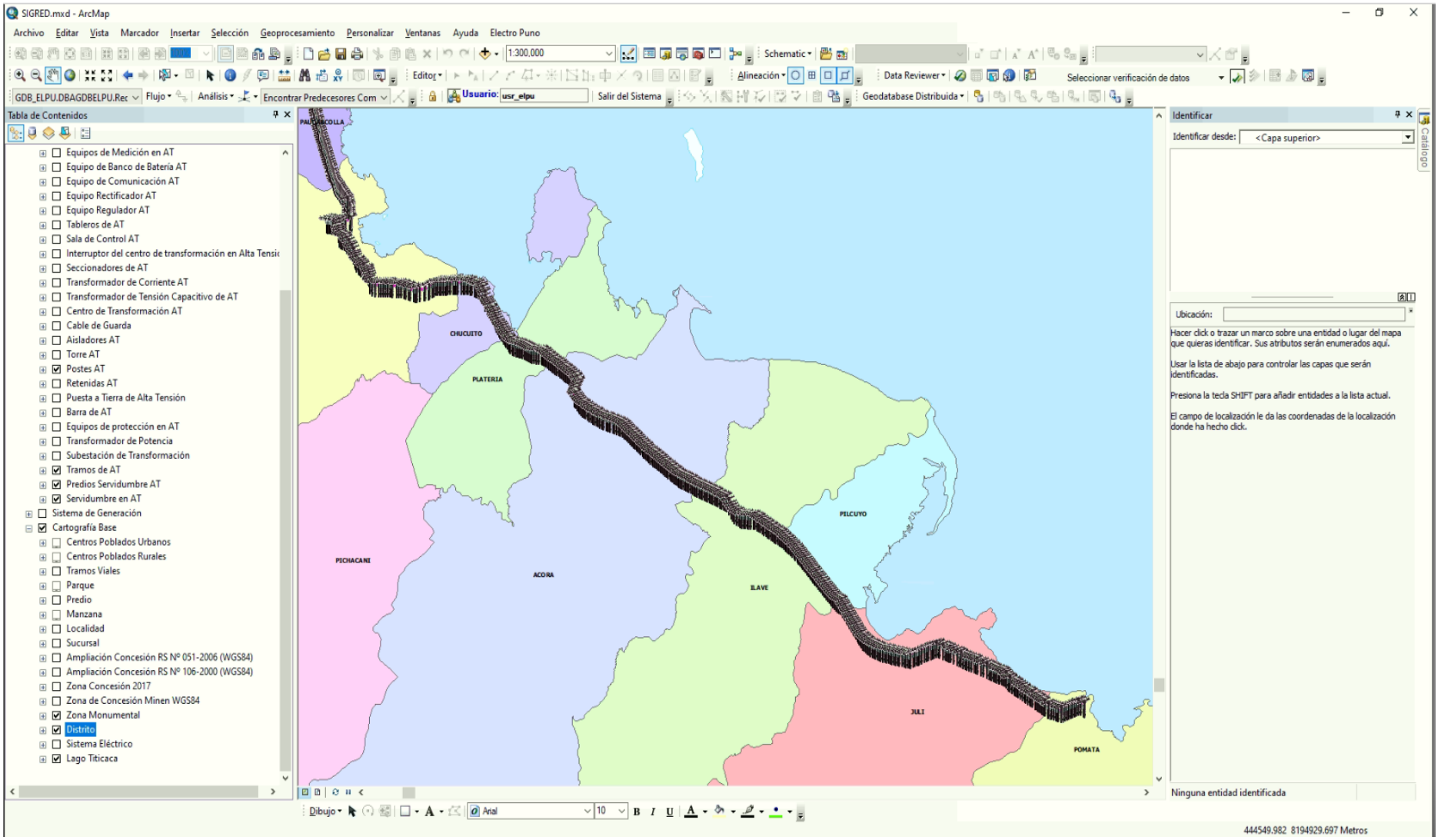


Figura 74: Actualización final en el ArcGIS Desktop, en base a la información alojada en la nube que maneja el ArcGIS Online



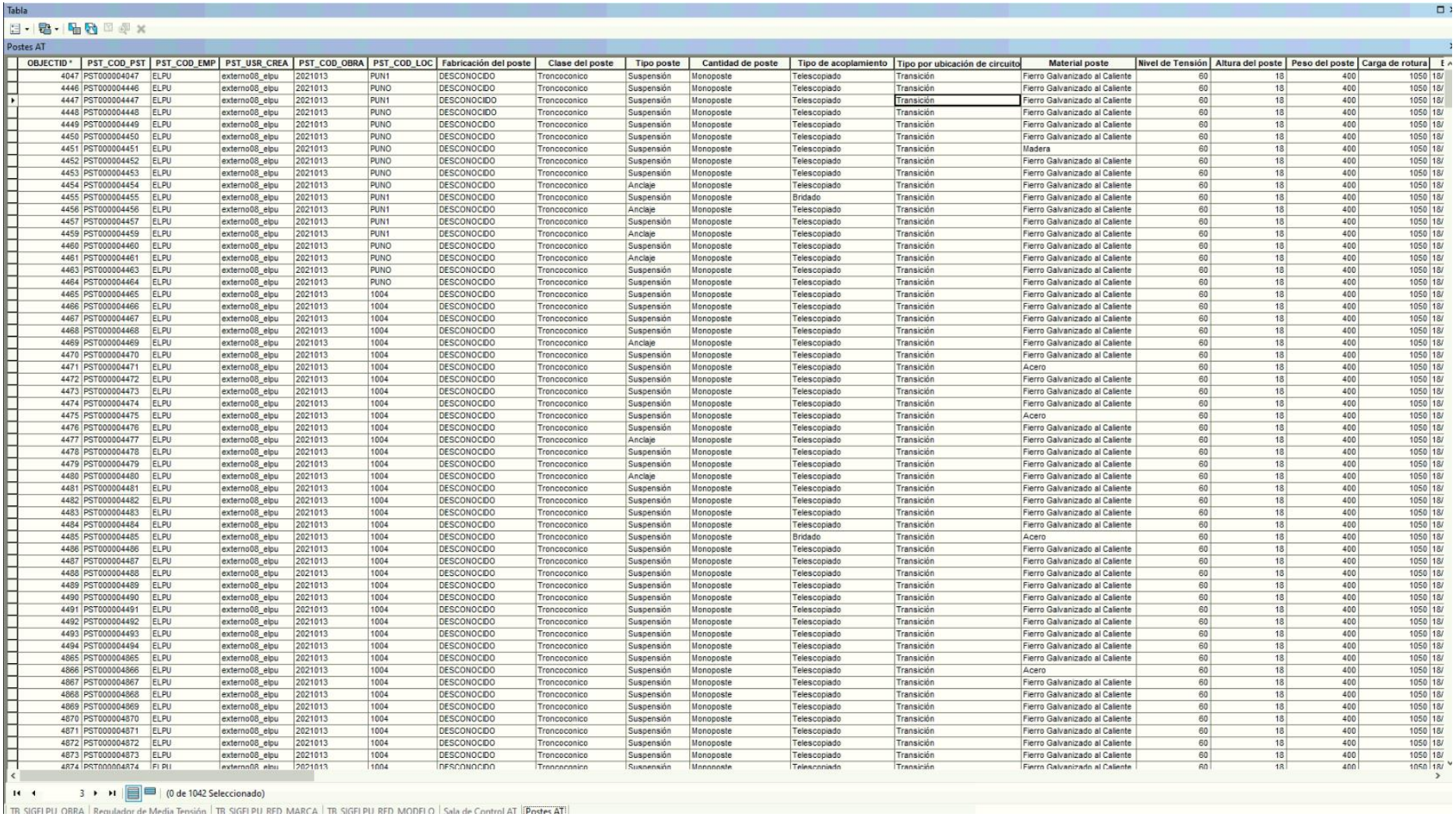


Tabla
Postes AT
OBJECTID * | PST_COD_PST | PST_COD_EMP | PST_USR_CREA | PST_COD_OBRA | PST_COD_LOC | Fabricación del poste | Clase del poste | Tipo poste | Cantidad de poste | Tipo de acoplamiento | Tipo por ubicación de circuito | Material poste | Nivel de Tensión | Altura del poste | Peso del poste | Carga de rotura
4047 | PST000004047 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUN1 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4446 | PST000004446 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4447 | PST000004447 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUN1 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4448 | PST000004448 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4449 | PST000004449 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4450 | PST000004450 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4451 | PST000004451 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Madera | 60 | 18 | 400 | 1050
4452 | PST000004452 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4453 | PST000004453 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4454 | PST000004454 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Anclaje | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4455 | PST000004455 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUN1 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Bridado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4456 | PST000004456 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUN1 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Anclaje | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4457 | PST000004457 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUN1 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4459 | PST000004459 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUN1 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Anclaje | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4460 | PST000004460 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4461 | PST000004461 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Anclaje | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4463 | PST000004463 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4464 | PST000004464 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | PUNO | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4465 | PST000004465 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4466 | PST000004466 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4467 | PST000004467 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4468 | PST000004468 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4469 | PST000004469 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Anclaje | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4470 | PST000004470 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4471 | PST000004471 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Acero | 60 | 18 | 400 | 1050
4472 | PST000004472 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4473 | PST000004473 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4474 | PST000004474 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4475 | PST000004475 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Acero | 60 | 18 | 400 | 1050
4476 | PST000004476 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4477 | PST000004477 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Anclaje | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4478 | PST000004478 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4479 | PST000004479 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4480 | PST000004480 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Anclaje | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4481 | PST000004481 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4482 | PST000004482 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4483 | PST000004483 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4484 | PST000004484 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4485 | PST000004485 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Bridado | Transición | Acero | 60 | 18 | 400 | 1050
4486 | PST000004486 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4487 | PST000004487 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4488 | PST000004488 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4489 | PST000004489 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4490 | PST000004490 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4491 | PST000004491 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4492 | PST000004492 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4493 | PST000004493 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4494 | PST000004494 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4865 | PST000004865 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4866 | PST000004866 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Acero | 60 | 18 | 400 | 1050
4867 | PST000004867 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4868 | PST000004868 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4869 | PST000004869 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4870 | PST000004870 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4871 | PST000004871 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4872 | PST000004872 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4873 | PST000004873 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
4874 | PST000004874 | ELPU | externo08_elpu | 2021013 | 1004 | DESCONOCIDO | Troncoconico | Suspensión | Monoposte | Telescopiado | Transición | Fierro Galvanizado al Caliente | 60 | 18 | 400 | 1050
3
(0 de 1042 Seleccionado)
TR_SIGELPU_OBRA | Regulador de Media Tensión | TR_SIGELPU_RED_MARCA | TR_SIGELPU_RED_MODELO | Sala de Control AT | Postes AT

Tabla 25: Resultado 2 resumen de la inspección y diagnóstico de la LT. L-6021 Azangaro -Antauta, para cambio de partes deterioradas y materiales a usar

AISLADORES					
	MATERIAL A USAR	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**SUB TOTAL**	**TOTAL**
1	Aisladores de porcelana ANSI 52-3	Und.	1	4	**4.00**
FERRETERIA					
1	Crucetas de ángulo de fierro galvanizado al caliente, más sus riostras y perneria	jgo.	1	2	**2.00**
2	Grapa de suspensión	Und.	1	1	**1.00**
ACCESORIOS PARA CONDUCTOR					
1	Manguitos de reparación	Und.	1	2	**2.00**
2		Und.	1		**0.00**
TALADO Y PODADO DE ARBOLES					
1	Talado y podado de árboles	Und.	1	8	**8.00**
FAJA SE SERVIDUMBRE					
1	Construcciones debajo de la línea y dentro de la faja de servidumbre	Vano	1	14	**14.00**
RETENIDAS					
1	Canaletas guarda cable	Und.	1	31	**31.00**
2	Retemplado de retenidas	Und.	1	4	**4.00**
3	Varilla de anclaje	Und.	1	1	**1.00**
4	Juego de retenida	jgo.	1	1	**1.00**
CUERPO					
1	Poste inclinado	Und.	1	2	**2.00**
2	Punta de poste roto	Und.	1	1	**1.00**
PUESTAS A TIERRA					
1	conductor de cobre de 25 mm2.	m.	26	15	**390.00**
2	Listones de madera aguano, acanalados para protección de conductor de PAT.	Und.	1	72	**72.00**

3	Varilla de cobre para PAT	Und.	1	1	**1.00**
4	Conector perno partido	Und.	1	57	**57.00**
5	Grapas para sujetar conductor de cobre de 25 mm2 a poste de madera	Und.	1	2000	**2000.00**
6	Clavos para sujetar liston	Und.	1	400	**400.00**

Fuente: Elaboración propia

6.2 INTERPRETACIÓN N°2:

La interpretación de los resultados del diagnostico se da por medio del siguiente informe técnico en el que se detalla las labores de inspección y actividades realizadas de acuerdo a la implementación del sistema de información geográfica (GIS) para lograr la eficiencia del plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno.:

1. INTRODUCCIÓN

El presente segundo informe técnico comprende la descripción de las actividades realizadas para la ejecución del "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV", en esta tercera etapa se ha recorrido las Líneas L-6021 Azángaro-Antauta de 341 estructuras y 84.00 km. De distancia, L-6311 Juliaca-Caracoto, de 36 estructuras y 7.10 km. De distancia, L-0639 Totorani-Bellavista, de 24 estructuras y 2.90 km de distancia, que recorren las Provincias de AZANGARO, MELGAR, SAN ROMAN Y PUNO

2. UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

a) UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área a desarrollarse el servicio denominado "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV", se ubica en el trayecto de las Provincias de Azángaro, Melgar, San Román y Puno.

b) CARACTERISTICAS CLIMATOLÓGICAS

Las zonas que comprende el proyecto, posee una topografía plana y accidentada, así mismo podemos mencionar las siguientes características

Temperatura Máxima	:	19,8 °C
Temperatura Media Anual	:	10,6 °C
Temperatura Mínima	:	-10 °C
Velocidad Máxima del Viento	:	90 Km/h
Velocidad Media del Viento	:	45 Km/h

La información es de acuerdo a los informes y estadísticas de SENAMHI, (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología)

3. DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL SERVICIO

Las principales características de la ejecución del servicio son:

a) Recorrido de la Línea de Transmisión, desde la primera estructura hasta la última, haciendo el recorrido estructura por estructura, de las tres en mención.

- ✓ Traslado del personal a la zona de concentración.
- ✓ Charla de seguridad para los respectivos trabajos.
- ✓ Entrega de implementos de seguridad y verificación de equipos y herramientas.

b) Inspección y diagnóstico de las Líneas de Transmisión.

Para este trabajo se realizó las siguientes actividades:

- ✓ Inspección y diagnóstico de cada estructura (341, 36, 24), teniendo en cuenta, el armado, el cuerpo, base de la estructura, protección, Sistema de Puesta a Tierra, rotulación, accesos, cuello muerto, aislador, ferretería, amortiguadores y otros que sean pertinentes.
- ✓ Inspección y diagnóstico del vano, teniendo en cuenta, el conductor, empalmes, faja de servidumbre construcciones que se encuentren dentro de ellas, plantaciones de árboles que superen las distancias de seguridad, distancias mínimas de seguridad.
- ✓ En la inspección y diagnóstico de aisladores se hizo con el equipo de Cámara de Efecto Corona, para los cuellos muertos la Cámara Termográfica, para el sistema de puesta a tierra con el Telurómetro de Alta Frecuencia, y para los demás elementos se hizo una inspección visual con el binocular profesional, para la visualización de los detalles una cámara fotográfica, más el GPS para la ubicación geo referencial de cada estructura.

c) Traslado del personal de trabajo, incluye movilidad.

Para este trabajo se realizó las siguientes actividades:

- ✓ Traslado de equipos de medición y materiales de almacenes a Zona de Trabajo.
- ✓ Traslado del personal a la zona de trabajo.
- ✓ Cabe mencionar que, en la inspección y diagnóstico de los aisladores, con la cámara de Efecto Corona no se presenció en ningún aislador de los 341, 36 y 24 estructuras la ionización del aire o efecto corona,
- ✓ Por el deterioro o contaminación del aislador, aun cuando el aislador presenta algunas roturas de la porcelana tal como se puede apreciar en los reportes hechos como muestra de la evaluación con la cámara de efecto corona, el detalle se adjunta.
- ✓ Así mismo se realizó pruebas en los empalmes de los cuellos muertos, con la cámara termográfica, en las cuales no se detectó puntos calientes más de lo normal, en las tres líneas inspeccionadas anteriormente mencionadas.
- ✓ Al igual ocurrió con el diagnóstico de los cuellos muertos donde llevan empalmes, con la cámara termográfica, no se presenció puntos calientes que superen en temperaturas anormales en los contactos, se adjunta reporte.
- ✓ En cuanto a la codificación y rotulación de las estructuras, la línea L-6021, se encuentra en óptimas condiciones ya que fue recientemente hecho su mantenimiento, la línea L-6311 si necesita una nueva rotulación de todo el tramo inspeccionado ya que se encuentra bastante deteriorado, al igual que la línea L-0639, los cuales tendrán que ser vueltos a pintar toda la rotulación.
- ✓ En cuanto al podado y talado de árboles, este se debe de efectuar urgentemente de acuerdo a la criticidad del mismo, el cual se ha detallado en el cuadro sobre el talada de árboles, el cual se adjunta.
- ✓ Cabe resaltar que en la línea L-6021, hay dos puntos detectados sonde se tiene hebras rotas en la línea el cual se detalla en los cuadros adjuntados.
- ✓ También cabe mencionar que en la misma línea L-6021, en muchas estructuras han sufrido sustracciones de los conductores de cobre de las bajadas de las puestas a tierra que se encuentran adosadas al poste de

madera, lo mismo ocurrió con los listones de madera de protección de los mismos.

- ✓ En cuanto a la invasión de la faja de servidumbre por construcciones de viviendas, se debe de realizar trabajos de reubicación o en su contrario la elaboración de expedientes de excepciones según sea el caso, de acuerdo a la ley de concesiones eléctricas.

4. IMPACTO AMBIENTAL

Por su naturaleza y el nivel de tensión adoptado, el "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV" no produce efectos contaminantes en la atmósfera, al agua, ni a los suelos.

Las instalaciones poseen sistemas de puestas a tierra y equipos de protección, con la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos de las descargas atmosféricas temporales de la zona.

5. SUMINISTRO DE EQUIPOS

El suministro de equipos de medición para el "SERVICIO DE INSPECCION Y DIAGNOSTICO DE LINEAS DE TRANSMISION DE 60KV", son proporcionados por la empresa Concesionaria de ELECTRO PUNO S.A.A., según los TDR de la convocatoria para realizar el servicio.

6. EQUIPO E INSTRUMENTACIÓN INVOLUCRADAS EN LA ACTIVIDAD

- ✓ Telurómetro de Alta Frecuencia
- ✓ Cámara de Efecto Corona
- ✓ Cámara Termográfica
- ✓ Binoculares profesional
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GPS
- ✓ EPPs

6.3 INTERPRETACION N°3

La interpretación de los resultados se da por medio de la siguiente tabla comparativa del plan de mantenimiento integral actual, usando módulo de mantenimiento con entorno GIS y SAP, ha superado en todos los aspectos los anteriores planes de mantenimiento que la empresa ejecuto años anteriores, y hoy en la actualidad este plan se ha hecho más eficaz que otros planes de mantenimiento que trabajan con el entorno SAP PM, y esto se debe a que este entorno carece de visualización, georreferenciación, mapeo, herramientas de geoprocesamiento y entornos gráficos que un GIS te proporciona.

Además, considera en lo que refiere a líneas eléctricas su dinamismo, debido a que pueden sufrir cambios de posición o recorrido dependiendo de la reconfiguración, en ese sentido el plan de mantenimiento integral Actual, usando módulo de mantenimiento con entorno GIS y SAP, se adecua a estos requerimientos en comparación a otros planes de mantenimiento que no trabajan con tecnología GIS.

Tabla 26: Comparativa de plan de mantenimiento actual con otros planes de mantenimiento

CONCEPTO	**Plan de mantenimiento Anterior al Año 2015**				**Plan de mantenimiento Posterior al Año 2015**				**Planes de mantenimiento con PM-SAP (Modulo de mantenimiento), sin entorno GIS**				**Plan de mantenimiento integral Actual, usando módulo de mantenimiento con entorno GIS y SAP**			
	Alta	Media	Baja	Carece	Alta	Media	Baja	Carece	Alta	Media	Baja	Carece	Alta	Media	Baja	Carece
1. Gestión de inspecciones			X			X				X			X			
2. Gestión de materiales				X		X			X				X			
3. Gestión de mano de obra				X		X			X				X			
4. Gestión de mantenimiento			X			X				X			X			
5. Programación del mantenimiento			X			X			X				X			
6. Ejecución del mantenimiento			X			X				X			X			
7. Gestión de Activos				X				X	X				X			

CONCEPTO	Plan de mantenimiento Anterior al Año 2015				Plan de mantenimiento Posterior al Año				Planes de mantenimiento con PM-SAP (Modulo de mantenimiento), sin entorno GIS				Plan de mantenimiento integral Actual, usando módulo de mantenimiento con entorno GIS y SAP			
	Alta	Media	Baja	Carece	Alta	Media	Baja	Carece	Alta	Media	Baja	Carece	Alta	Media	Baja	Carece
8. Gestión de datos de mantenimiento				X				X		X				X		
9. Gestión de mantenimiento usando tecnologías GIS				X				X				X	X			
10. Control del flujo del plan de mantenimiento				X				X				X	X			
11. Gestión de formatos y/o fichas de mantenimiento										X			X			
12. Costos unitarios por actividad				X				X		X				X		
13. Procedimientos por actividad				X			X			X			X			
14. Histórico de intervenciones por elemento				X			X					X		X		
15. Gestión de valorizaciones			X				X		X				X			
16. Seguimiento del flujo de trabajo																
17. Reportes de actividades por parte de los terceros				X			X			X				X		
18. Interconexión GIS-SAP				X				X				X	X			
19. Monitoreo y mapeo de las redes y personal vía online				X				X				X	X			
20. Llenado de encuestas digitales				X				X				X	X			
21. Bases de datos				X			X		X				X			

6.4 INTERPRETACION N°4

La interpretación de los resultados se da por medio de la siguiente tabla en la que se detalla la performance de las líneas de distribución, en la cual se observa en los años 2014-2016 la tasa de fallas era muy alta, ya que no existía un plan de mantenimiento, en los años 2016- 2018 la performance de las líneas va mejorando porque ya se tiene implementado un plan de mantenimiento básico. Desde el año 2019 a la actualidad estos índices han mejorado de manera significativa, ya que se viene trabajando con el plan de mantenimiento detallado en el presente trabajo.

Tabla 27: determinación de indicadores de performance periodo 2014- marzo 2021

Lineas de Transmision	Zona Geografica	Longitud (Km)	Año	TASA DE FALLA			INDISPONIBILIDAD		
				Tolerancia TFA	Indicador TFA	Excedente	Tolerancia INDS	Indicador INDS	Excedente
L-6021 AZANGARO - SE SAN RAFAEL	Sierra	83.8	2014	9	**39**	30	5	**82.48**	77.48
			2015	8	**32**	24	4	**94.18**	90.18
			2016	8	**40**	32	4	**63.24**	59.24
			2017	8	**33**	25	4	**20.21**	16.21
			2018	8	**27**	19	4	**16.59**	12.59
			2019	8	**7**	OK	4	**10.31**	6.31
			2020	8	**5**	OK	4	**8.08**	4.08
			2021	8	**3**	OK	4	**4.35**	0.35
Lineas de Transmision	**Zona Geografica**	**Longitud (Km)**	**Año**	**TASA DE FALLA**			**INDISPONIBILIDAD**		
				Tolerancia TFA	Indicador TFA	Excedente	Tolerancia INDS	Indicador INDS	Excedente
L-6026 Deriv Putina - HUANCANE	Sierra	33.74	2014	9	**15**	6	5	**13.21**	8.21
			2015	8	**2**	OK	4	**0.55**	OK
			2016	8	**2**	OK	4	**1.38**	OK
			2017	8	**3**	OK	4	**0.49**	OK
			2018	8	**7**	OK	4	**2.78**	OK
			2019	8	**5**	OK	4	**0.38**	OK
			2020	8	**0**	OK	4	**0.00**	OK
			2021	8	**0**	OK	4	**0.00**	OK
Lineas de Transmision	**Zona Geografica**	**Longitud (Km)**	**Año**	**TASA DE FALLA**			**INDISPONIBILIDAD**		
				Tolerancia TFA	Indicador TFA	Excedente	Tolerancia INDS	Indicador INDS	Excedente
L-6024 AZANGARO - Deriv Putina	Sierra	39.85	2014	9	**23**	14	5	**22.39**	17.39
			2015	8	**19**	11	4	**17.25**	13.25
			2016	8	**16**	8	4	**4.74**	0.74
			2017	8	**23**	15	4	**16.03**	12.03
			2018	8	**61**	53	4	**19.62**	15.62
			2019	8	**9**	1	4	**1.74**	OK
			2020	8	**1**	OK	4	**0.16**	OK
			2021	8	**0**	OK	4	**0.00**	OK
			Año	**TASA DE FALLA**			**INDISPONIBILIDAD**		

Lineas de Transmision	Zona Geografica	Longitud (Km)		Tolerancia TFA	Indicador TFA	Excedente	Tolerancia INDS	Indicador INDS	Excedente
L-6025 Deriv Putina - ANANEA	Sierra	49.38	2014	9	**23**	14	5	**22.10**	17.10
			2015	8	**12**	4	4	**16.91**	12.91
			2016	8	**17**	9	4	**10.27**	6.27
			2017	8	**19**	11	4	**10.78**	6.78
			2018	8	**13**	5	4	**4.42**	0.42
			2019	8	**5**	OK	4	**0.60**	OK
			2020	8	**3**	OK	4	**0.24**	OK
			2021	8	**0**	OK	4	**0.00**	OK
Lineas de Transmision	**Zona Geografica**	**Longitud (Km)**	**Año**	**TASA DE FALLA**			**INDISPONIBILIDAD**		
				Tolerancia TFA	Indicador TFA	Excedente	Tolerancia INDS	Indicador INDS	Excedente
L-0638 PUNO - POMATA	Sierra	103.5	2014	5.20	**30.00**	24.80	7	**14.56**	7.56
			2015	5	**17.00**	12.00	6	**9.99**	3.99
			2016	5	**18.00**	13.00	6	**9.12**	3.12
			2017	5	**13.00**	8.00	6	**3.96**	OK
			2018	5	**14.00**	9.00	6	**3.88**	OK
			2019	5	**8.00**	3.00	6	**4.20**	OK
			2020	5	**5.00**	OK	6	**0.84**	OK
			2021	5	**1.00**	OK	4	**0.07**	OK
Lineas de Transmision	**Zona Geografica**	**Longitud (Km)**	**Año**	**TASA DE FALLA**			**INDISPONIBILIDAD**		
				Tolerancia TFA	Indicador TFA	Excedente	Tolerancia INDS	Indicador INDS	Excedente
L-0639 PUNO - BELLAVISTA	Sierra	2.95	2014	9	**4**	OK	5	**0.66**	OK
			2015	8	**4**	OK	4	**0.58**	OK
			2016	8	**1**	OK	4	**0.14**	OK
			2017	8	**7**	OK	4	**2.95**	OK
			2018	8	**2**	OK	4	**0.21**	OK
			2019	8	**0**	OK	4	**0.00**	OK
			2020	8	**0**	OK	4	**0.00**	OK
			2021	8	**1**	OK	4	**0.06**	OK

Fuente: Electro Puno

CONCLUSIONES

PRIMERA. - Se logró implementar un sistema de información geográfica (GIS) adecuado para la elaboración y eficiencia de un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno

SEGUNDA. - Se logró Realizar la implementación de un sistema de información geográfica (GIS), logrando que los activos eléctricos de Alta tensión estén georreferenciados y puedan visualizarse a través de la tecnología GIS, la cual otorgue imágenes sobre el estado de las diversas redes de transmisión eléctrica.

TERCERA. - Se logró elaborar de manera eficiente un plan de mantenimiento integral en la línea de transmisión de 60 kV, Puno, con un tiempo oportuno y evitando ser multado por Osinergmin en el cumplimiento de sus procedimientos.

CUARTA. – Se logró implementar un módulo de mantenimiento en el sistema de información geográfica (GIS) y a través del módulo realizar la gestión de mantenimiento de la línea de transmisión de 60 Kv, Puno.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. - Se recomienda al Gerente de Electro Puno a ordenar a quien corresponda la debida capacitación del personal, que estará a cargo la operación del (GIS), así como de los técnicos que forman parte del mantenimiento de las líneas de transmisión con el fin de lograr la eficiencia esperada

SEGUNDA. - Se recomienda al área de TI a tener coordinación permanente con las diversas áreas a cumplir las funciones adecuadas para cumplir un mantenimiento oportuno de las líneas de trasmisión.

TERCERA. - Se recomienda proporcionar el plan de mantenimiento que se logra establecer en el presente trabajo de investigación a todo el personal involucrado con el fin de tener conocimiento para cumplir con el objetivo propuesto.

CUARTA. – Se recomienda a la gerencia y todo el personal que está involucrado en la transmisión de energía eléctrica a considerar el presente trabajo ya que permite optimizar el GIS para su correcta información y realizar un adecuado diagnóstico y un apropiado mantenimiento en las diversas redes que son parte de electro-Puno**.**

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Definición de la actividad correctiva.

El planificador como primer paso debe definir en base al plan de mantenimiento integral la actividad correctiva que quiere programar en los elementos de la línea de transmisión

Modalidad

Un plan de mantenimiento integral al momento de realizar la programación de las actividades correctivas obedece a 2 tipos de modalidades

Modalidad por Inspección

En la primera etapa se realizaron inspecciones de la línea de transmisión, en las cuales se han detectado deficiencias en los diferentes elementos que conforman la línea, las cuales deben ser mitigadas con actividades correctivas del plan de mantenimiento integral.

Modalidad por ocurrencias

De igual forma las actividades correctivas obedecen a eventos inusuales que pueden ocurrir en la línea y que afectan el normal funcionamiento de la línea de transmisión, para lo cual se han definido los siguientes tipos de ocurrencias:

Selección de Inspecciones

En concordancia con la modalidad por inspección, se debe buscar las inspecciones realizadas en campo para analizar y verificar todas las deficiencias que se detallan en dicha inspección que implican aplicar la actividad correctiva definida previamente.

Selección de ocurrencias

En concordancia con la modalidad por ocurrencias, se debe seleccionar el tipo de ocurrencia que se ha suscitado, de la cual se debe saber los detalles de dicha ocurrencia, los cuales deben ser registrados para efectos de control y sustento para la programación de la actividad correctiva definida previamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cahuana, Q. (2012). *Implementación de software para mejorar el mantenimiento preventivo de las subestaciones de distribución en el sistema de información geografica (GIS).* Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Dejo, R. (2019). *Metodología para el diseño de una línea de transmisión de 220 KV en el Perú según consideraciones nacionales e internacionale.* Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Dueñas, M. (2014). *Gestión de mantenimiento.* Lima: Universidad Privada del Norte.

Enriquez, A. (2006). *Linea de transmisión y distribución de energía electrica.* . San Nicolas de los Garza.

Enríquez, G. (2008). *Sistema de transmisión y distribución de potencia electrica.* México: Limusa.

Estrada, M. (2013). *Integración de un sistema de información geografica en la planificación y gestión de los sistemas de distribución eléctrica.* Chile: Revista Chilena de ingenieria.

García, M. (2018). *Sistema inteligente de información geográfica para las empresas electrics cubanas.* Cuba.

González, F. (2007). *Lineas de transmisión.* Noruega: Universidad del sur este de Noruega.

Hernández, A. (2013). *Gestión de Mntenimiento de trnsmisión del sector eléctrico.* Venezuel: SERBILUZ.

Maque, R. (2017). *Analisis, diagnostico y propuesta de mejora de calidad de servicio a causa de fallas imprevistas en el suministro electrico en el distrito de Macusani.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

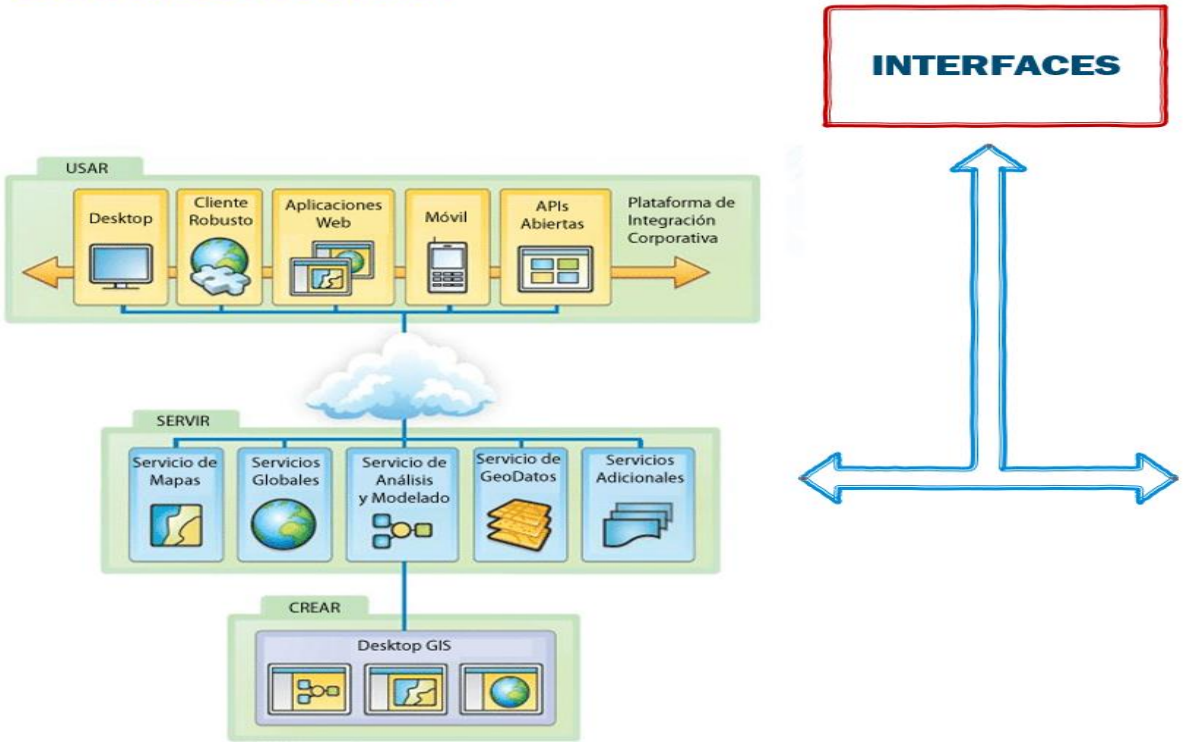
Martinez, A. (2002). *Analisis y estudios de lineas de transmisión en C.A. desbalanceadas.* México: Universidad de Nuevo León.

Red eléctrica del sur S.A. (2010). *Fajas de servidumbre en lineas de transmisión.* Lima: Red eléctrica del sur S.A.

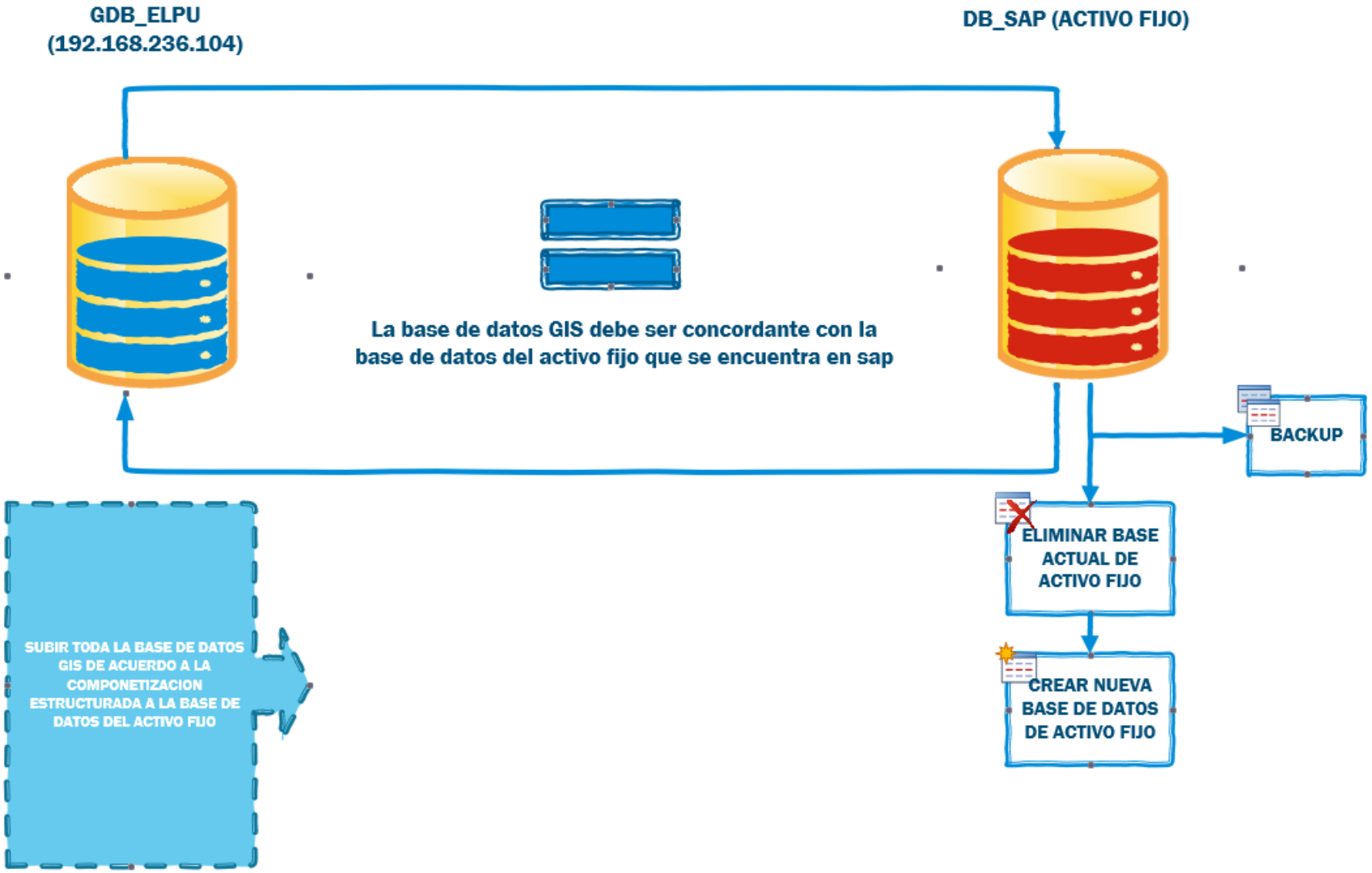
Tora, J. (1997). *Transporte de la energía eléctrica*. España.

ANEXO 1: ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS) PARA LA ELABORACION Y EFICIENCIA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL EN LA LINEA DE TRANSMISIÓN DE 60 KV, PUNO"

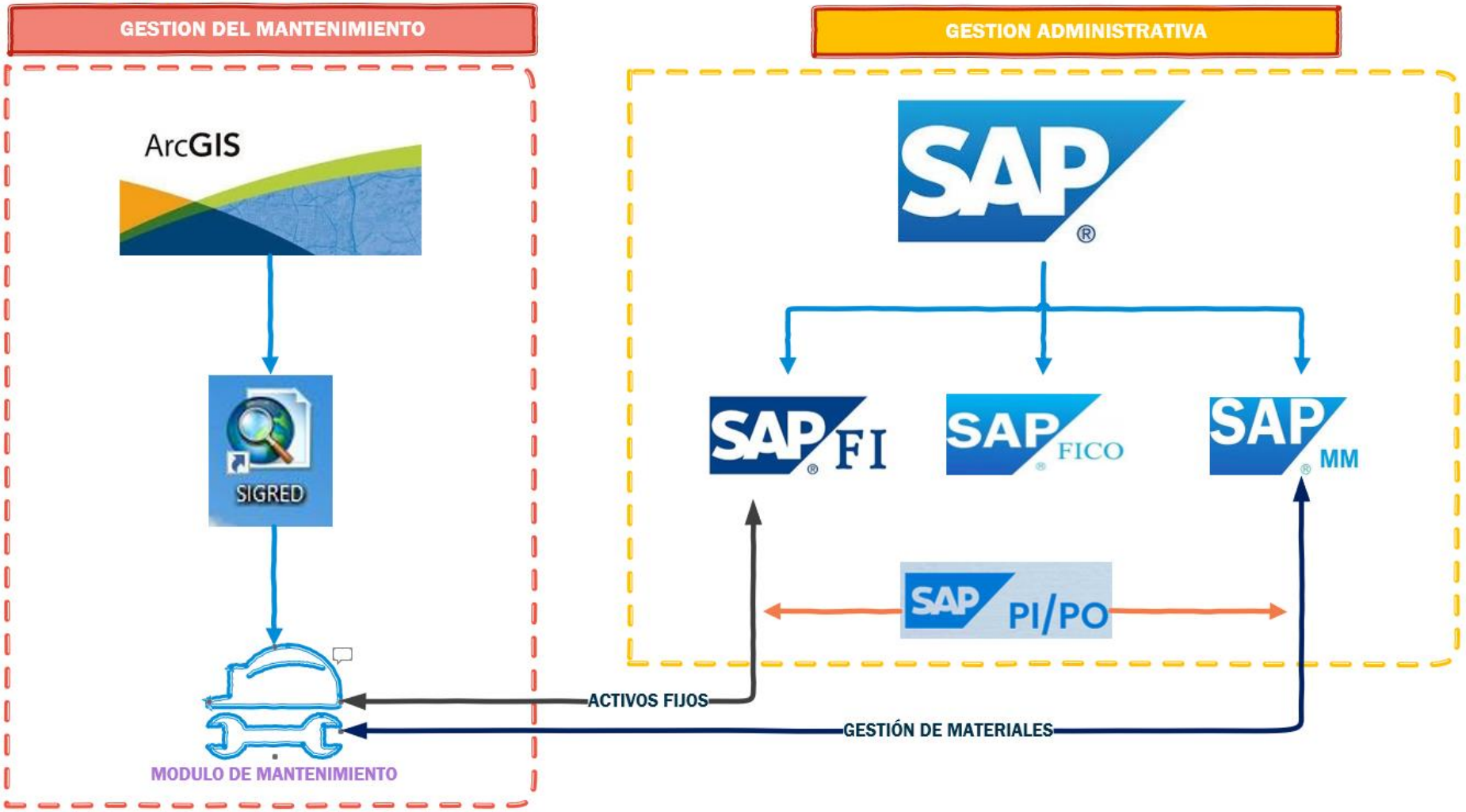
1. INFRAESTRUCTURA



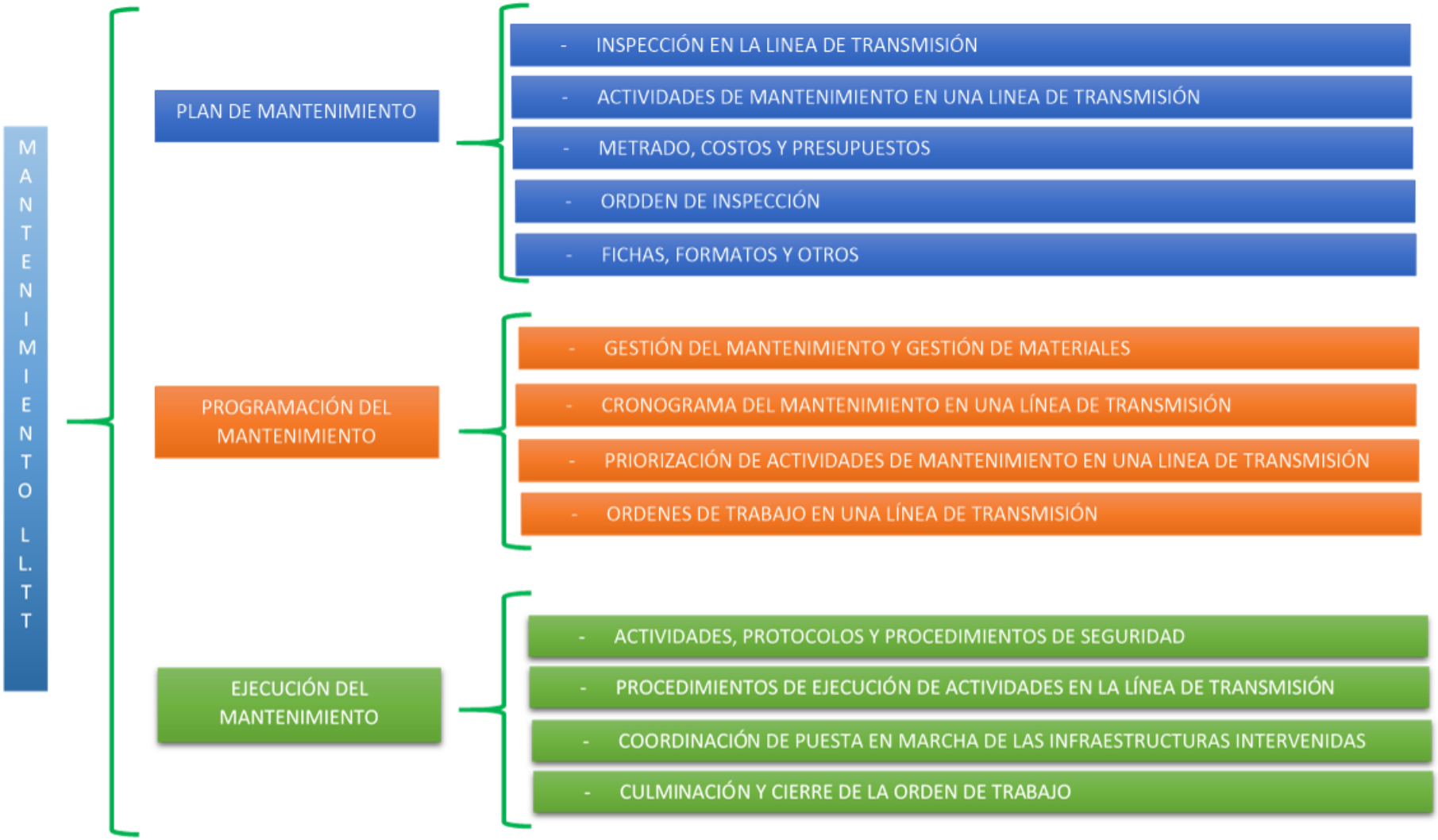
1.1. BASES DE DATOS



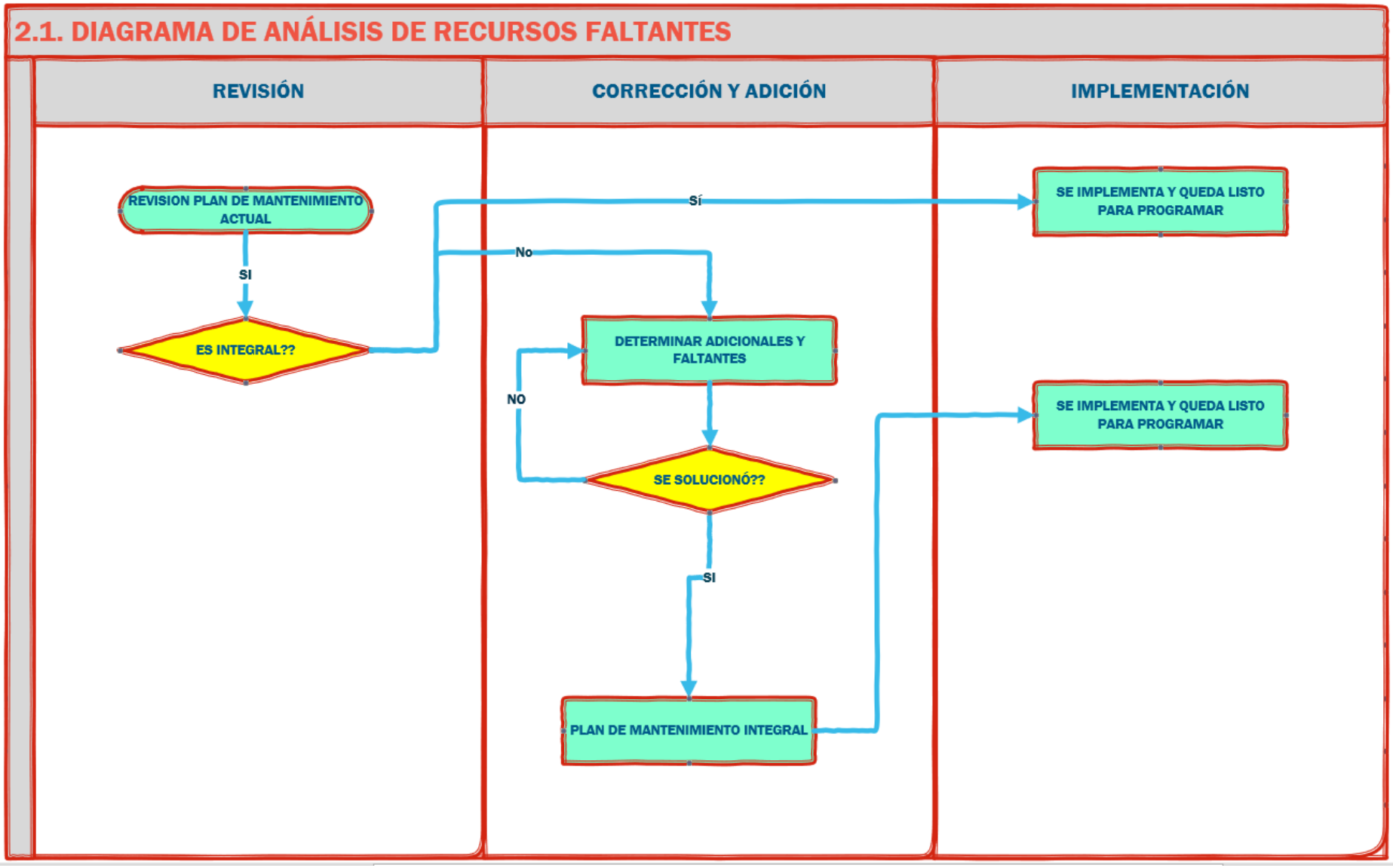
1.2. ESQUEMA GENERAL



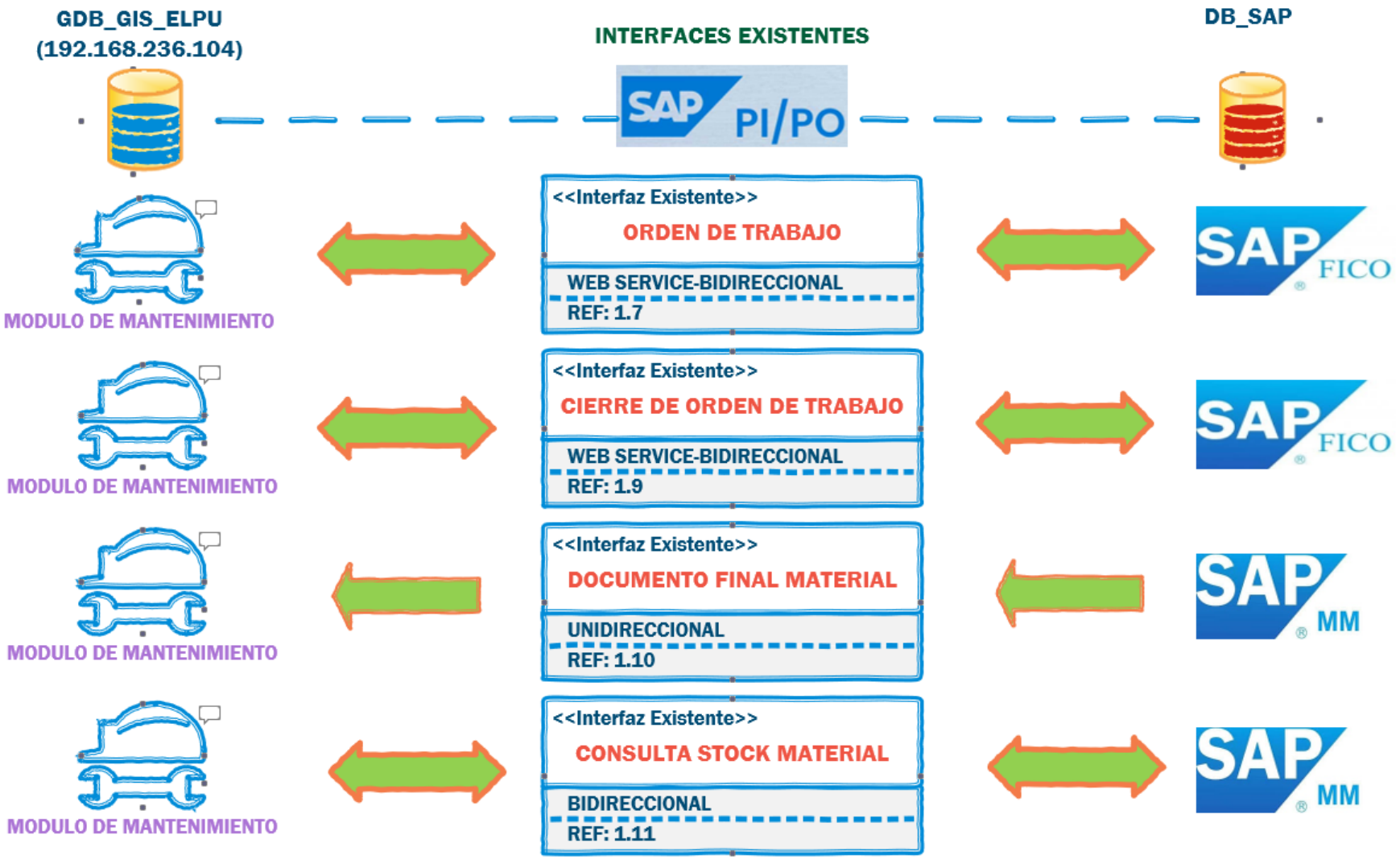
2. PLAN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL-ESQUEMA DESCRIPTIVO



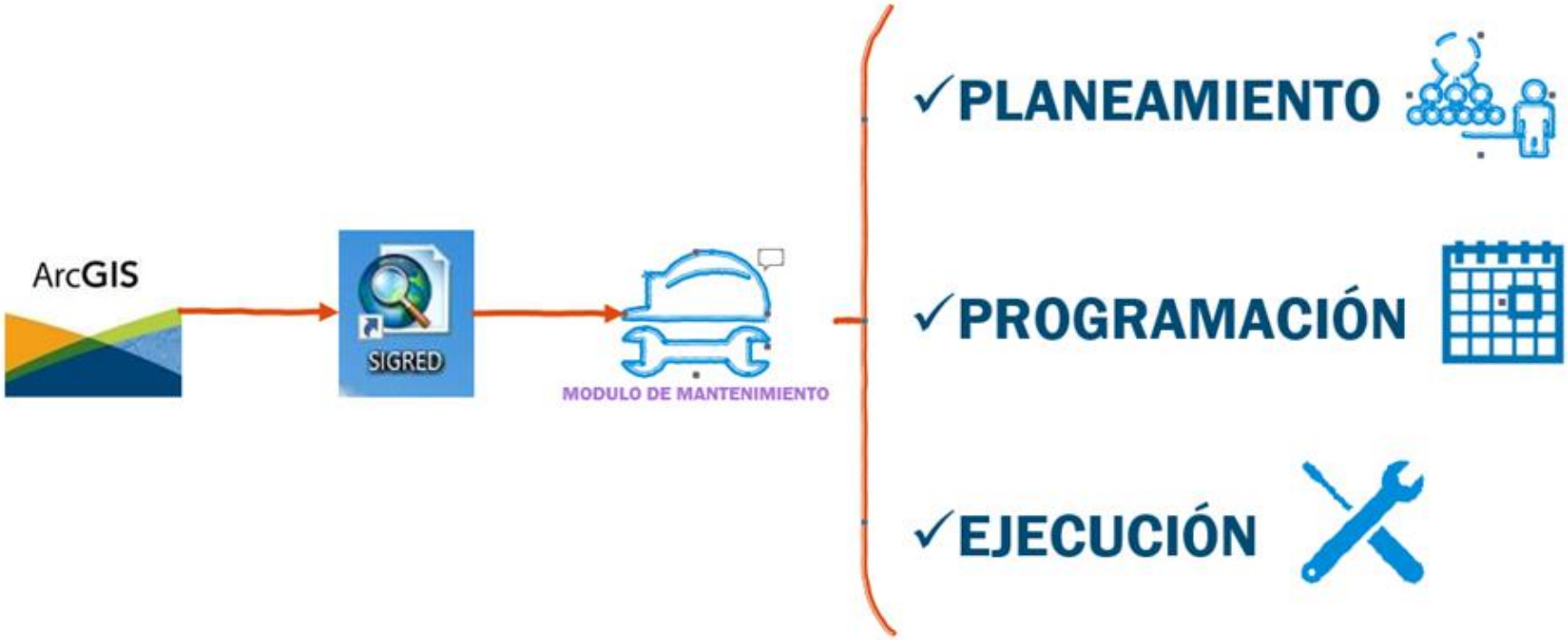
2.1. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE RECURSOS FALTANTES



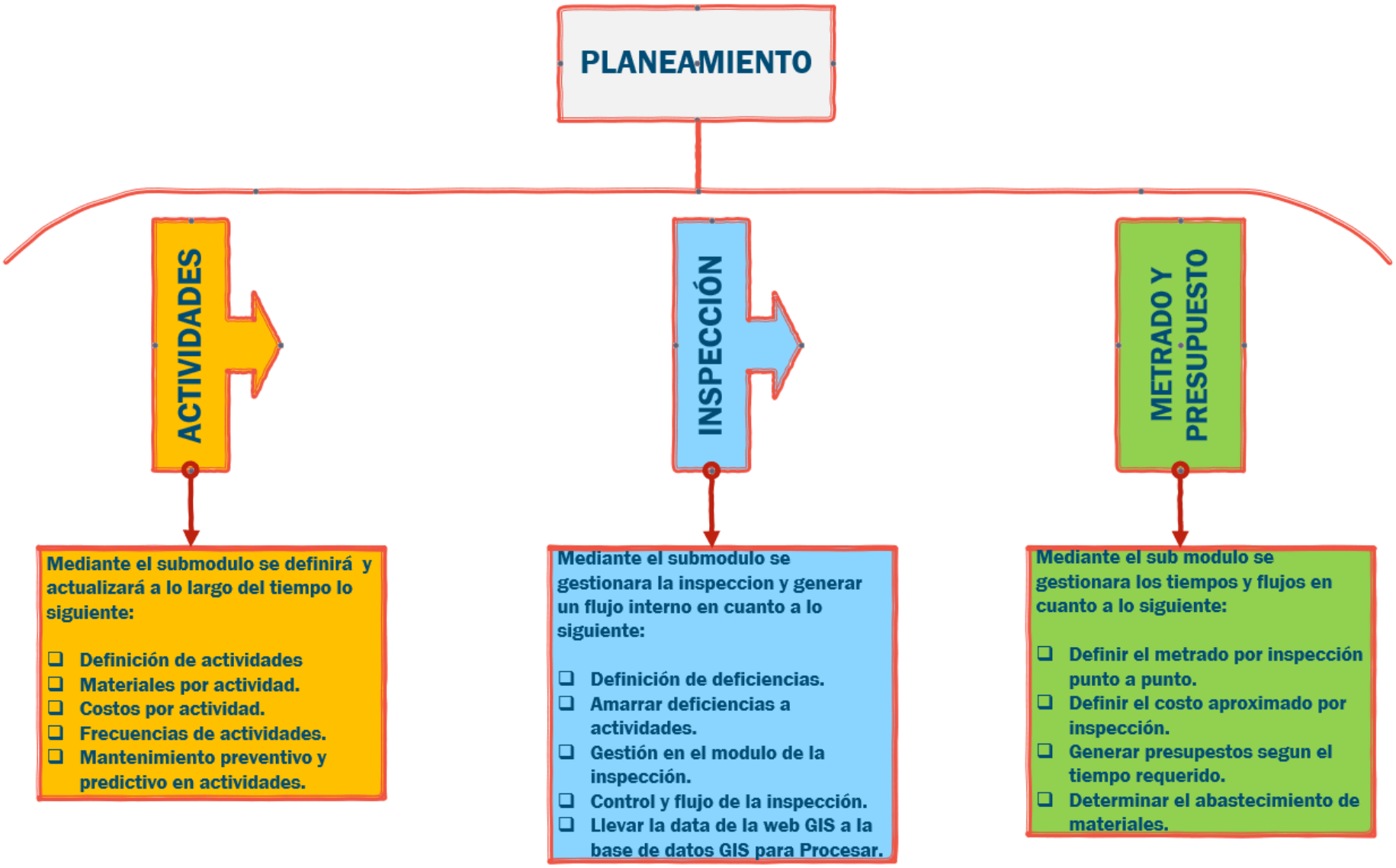
3. FLUJO DE INFORMACION GIS - SAP



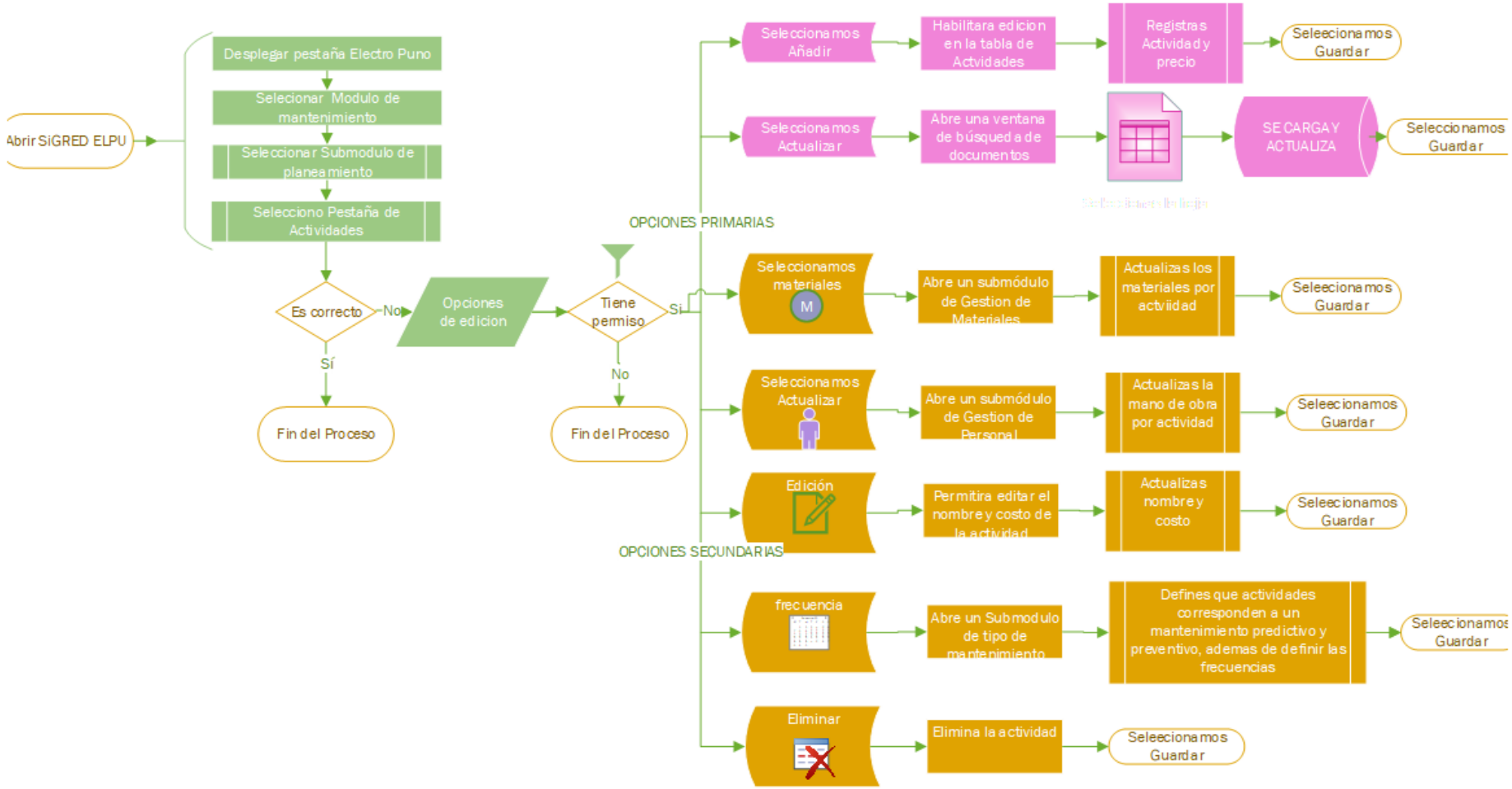
ESQUEMA FUNCIONAL DEL MODULO DE MANTENIMIENTO EN GIS



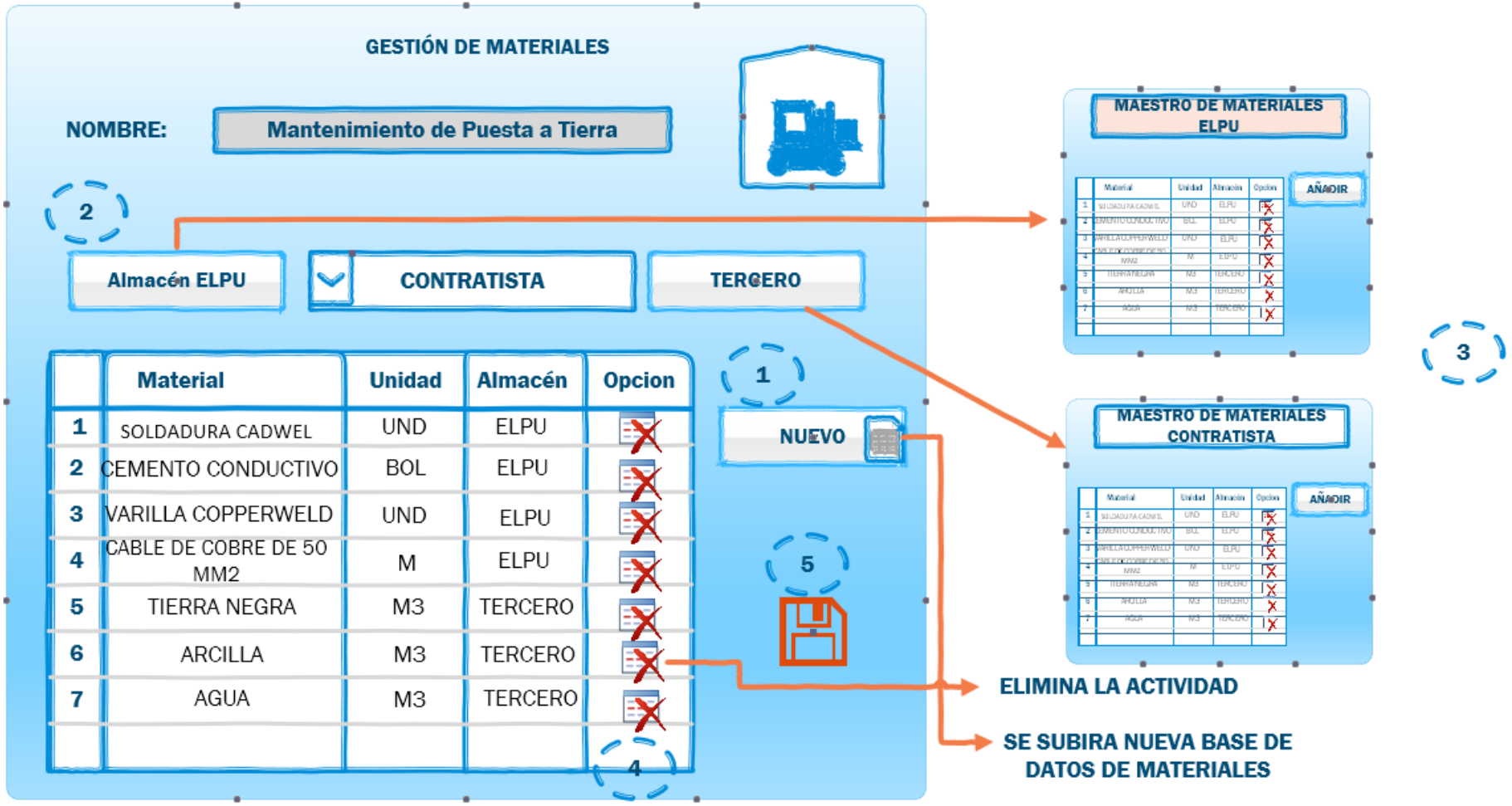
4.3.1. PLANEAMIENTO



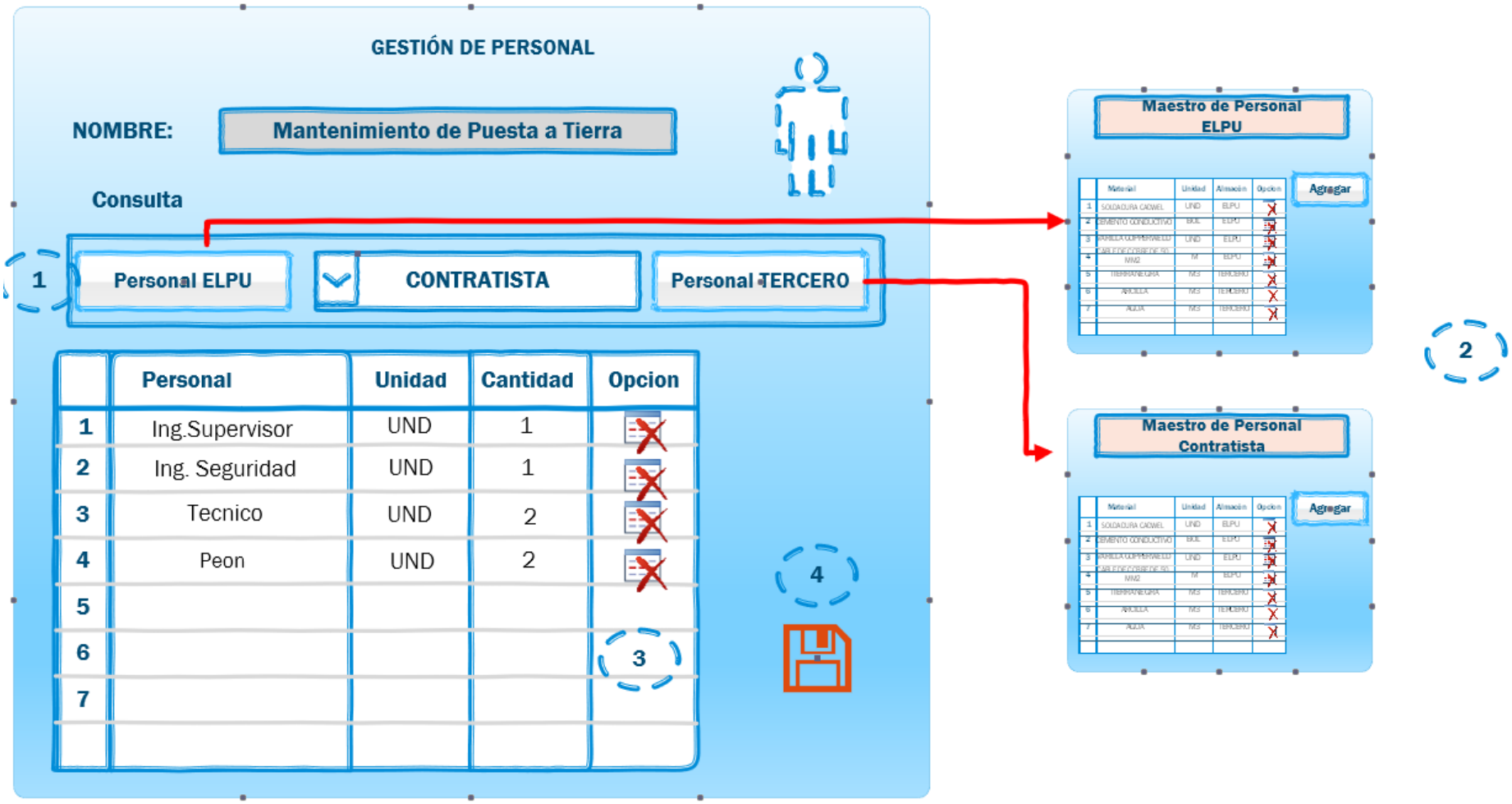
4.3.1.1. ACTIVIDADES - FLUJOGRAMA



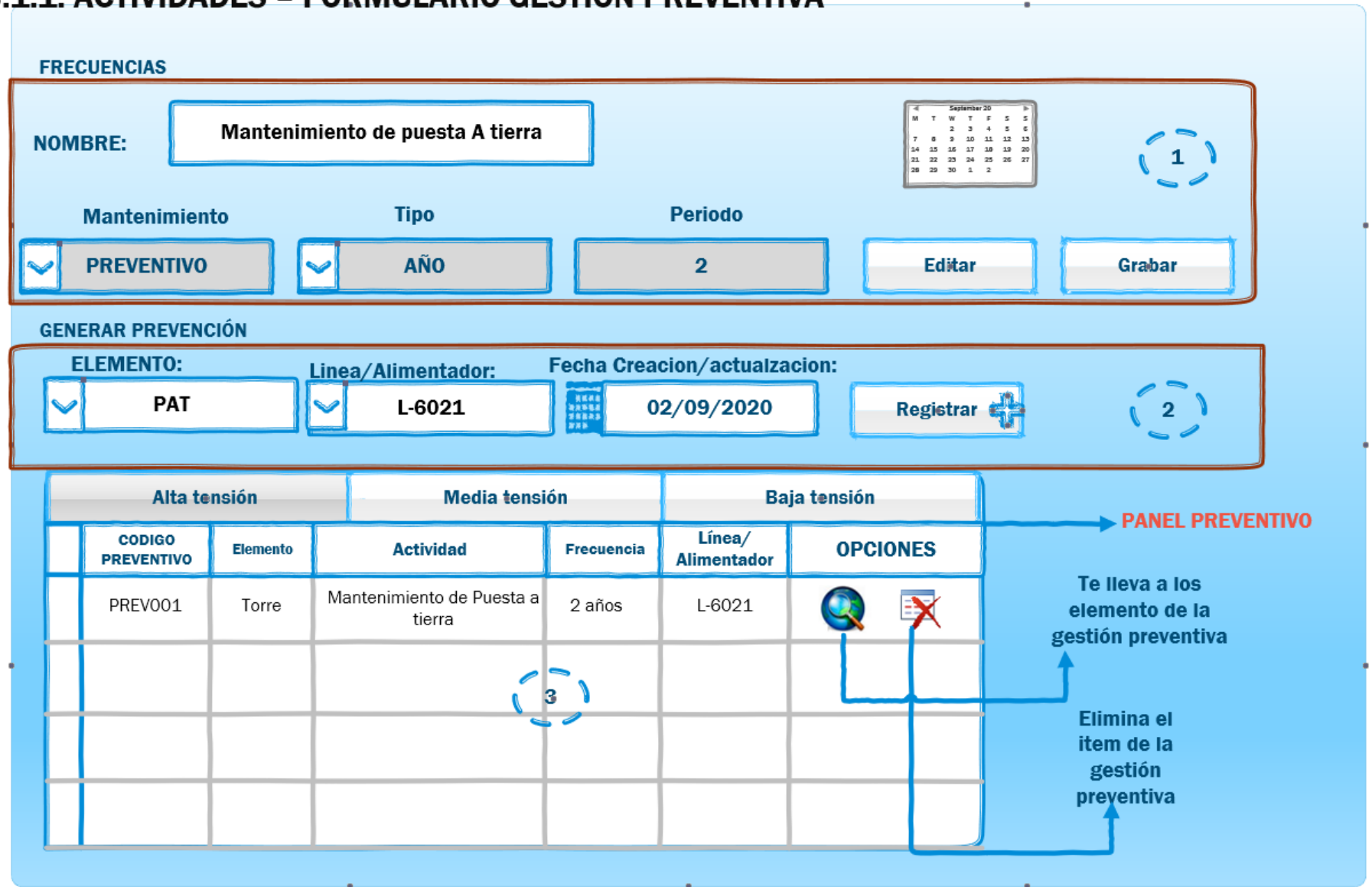
4.3.1.1. ACTIVIDADES – FORMULARIO GESTION DE MATERIALES



4.3.1.1. ACTIVIDADES – FORMULARIO GESTION DE PERSONAL



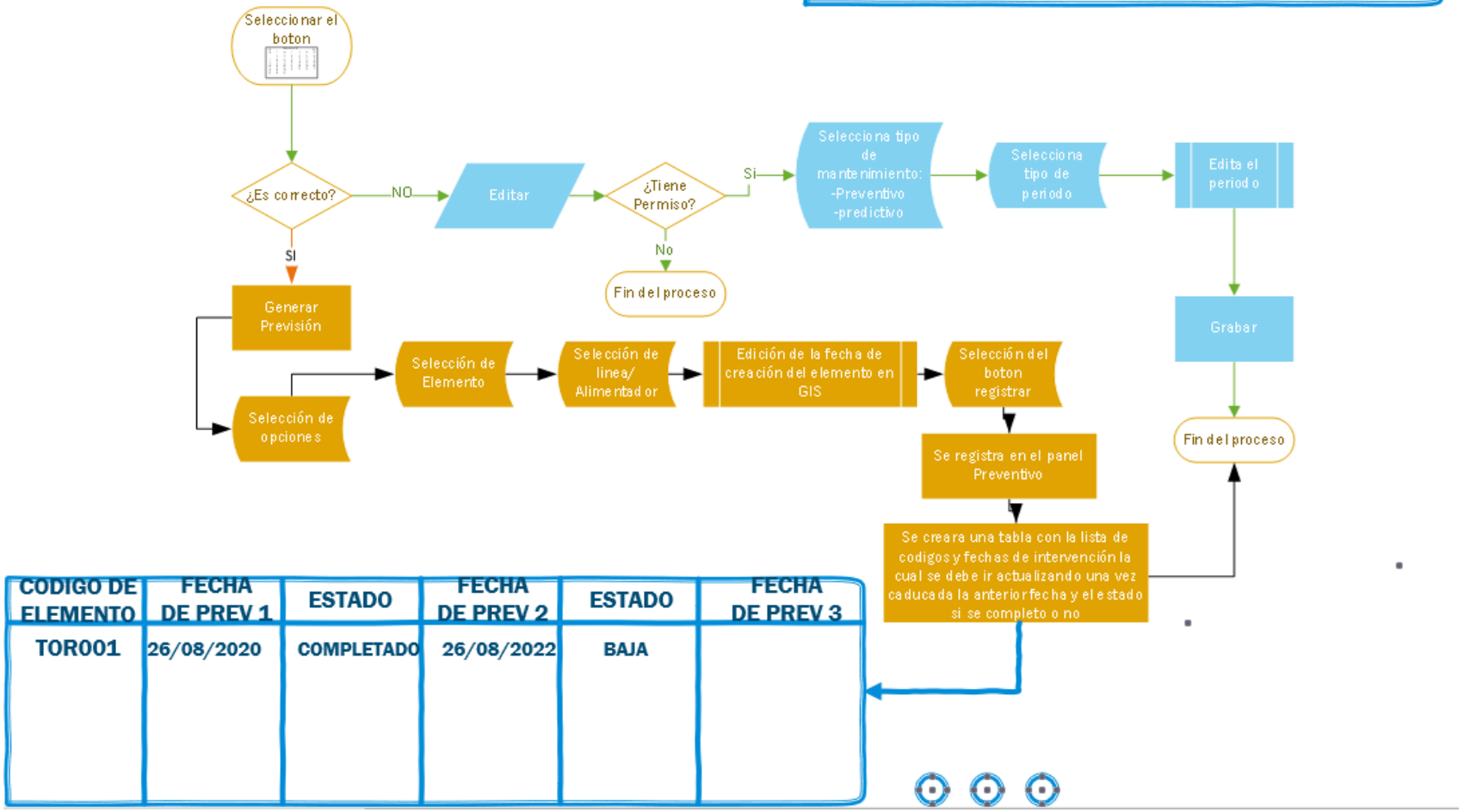
4.3.1.1. ACTIVIDADES – FORMULARIO GESTION PREVENTIVA



4.3.1.1. ACTIVIDADES – FLUJOGRAMA GESTION PREVENTIVA

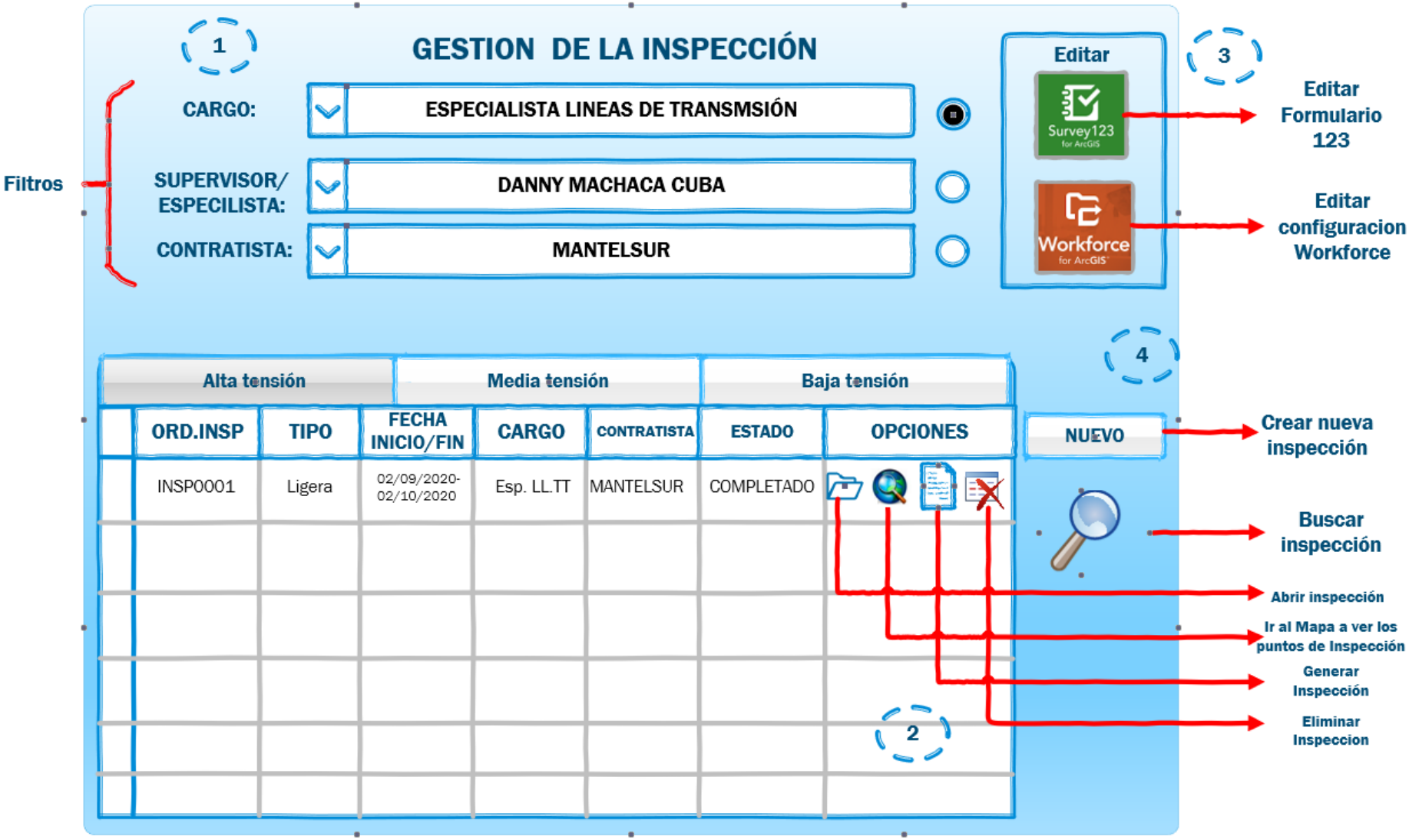
QUE SUCEDE SI UN ELEMNTO QUE TIENE PREVISTO UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO SE DA DE BAJA??

TENER EN CUENTA QUE LA GESTION PREVENTIVA PUEDE SUFRIR CON EL TIEMPO LA MODIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS, PARA LO CUAL ESTA LISTA DE SELECCIÓN PREVENTIVA DEBE CONVERSAR CON EL ESTADO DE LOS ACTIVOS

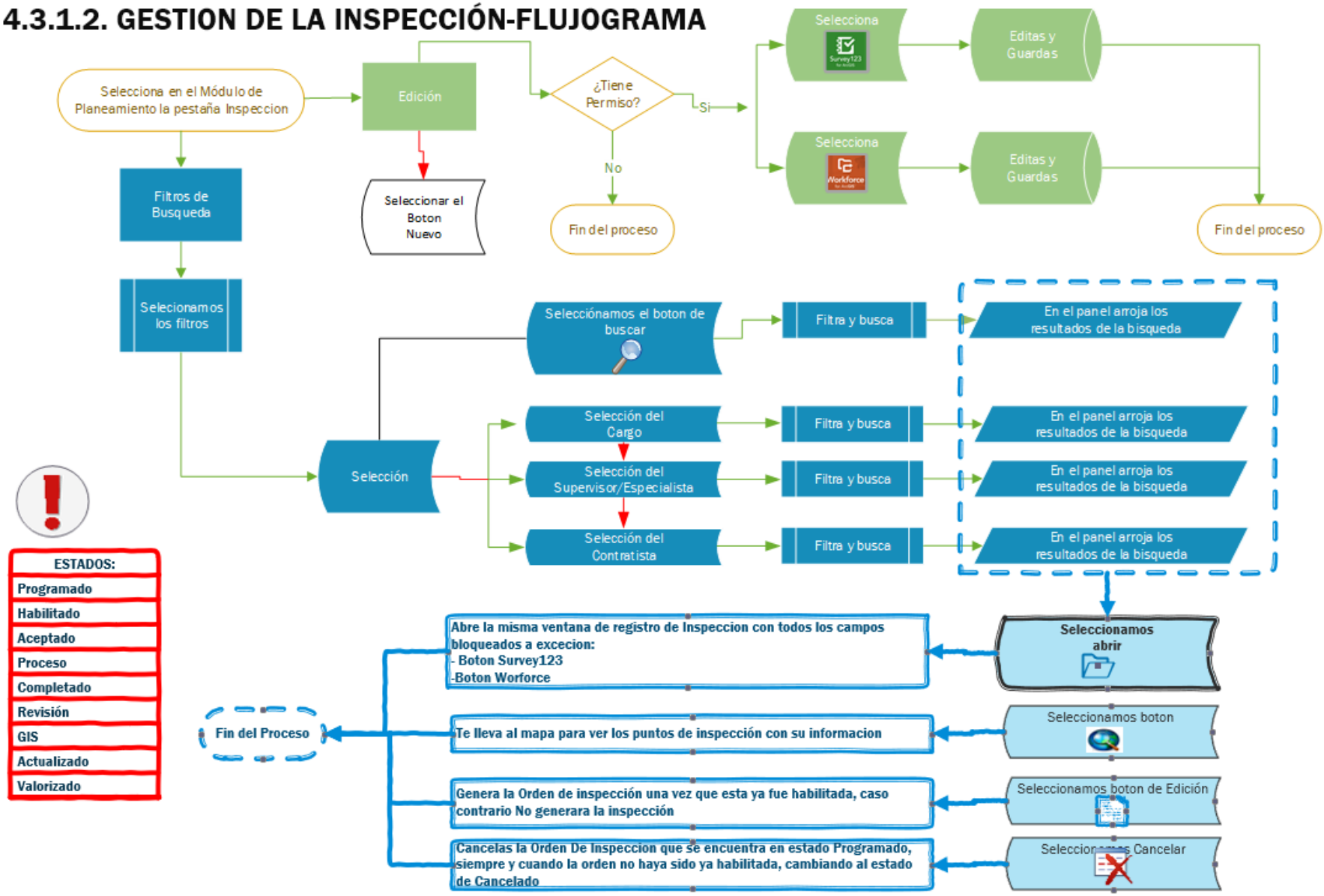


CODIGO DE ELEMENTO	FECHA DE PREV 1	ESTADO	FECHA DE PREV 2	ESTADO	FECHA DE PREV 3
TOR001	26/08/2020	COMPLETADO	26/08/2022	BAJA	

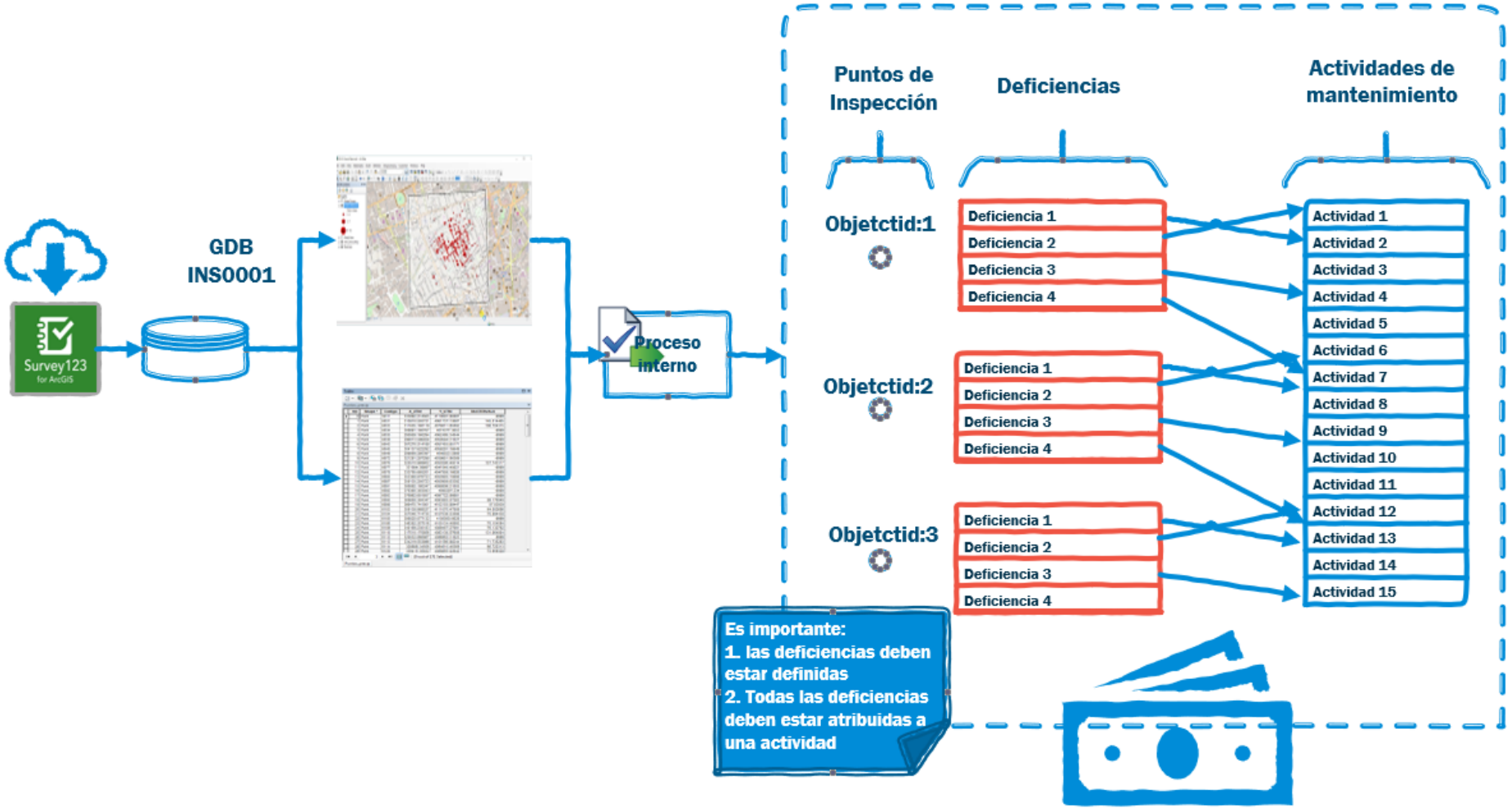
4.3.1.2. GESTION DE LA INSPECCIÓN-FORMULARIO



4.3.1.2. GESTION DE LA INSPECCIÓN-FLUJOGRAMA

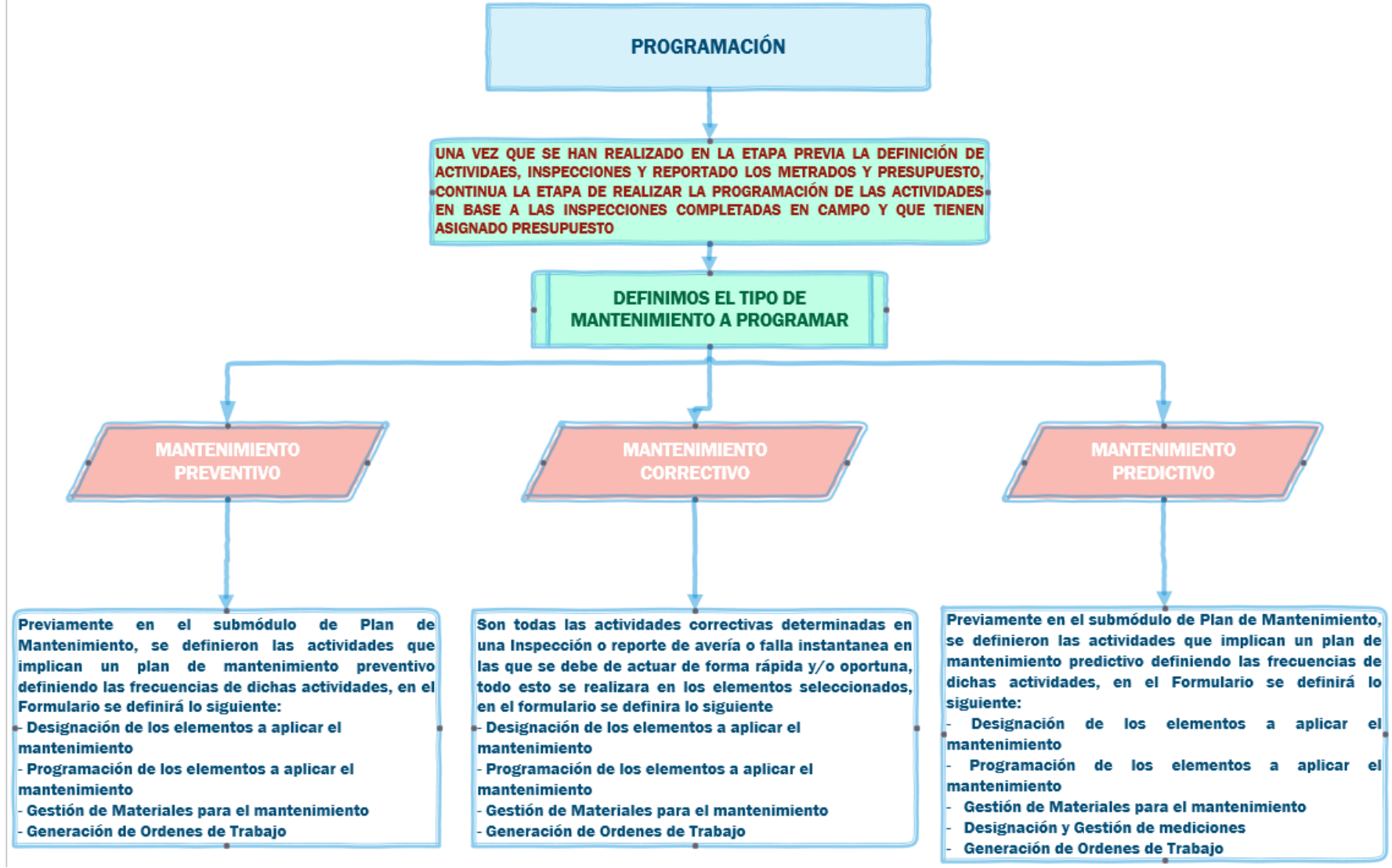


4.3.1.3. METRADO Y PRESUPUESTO-LÓGICA



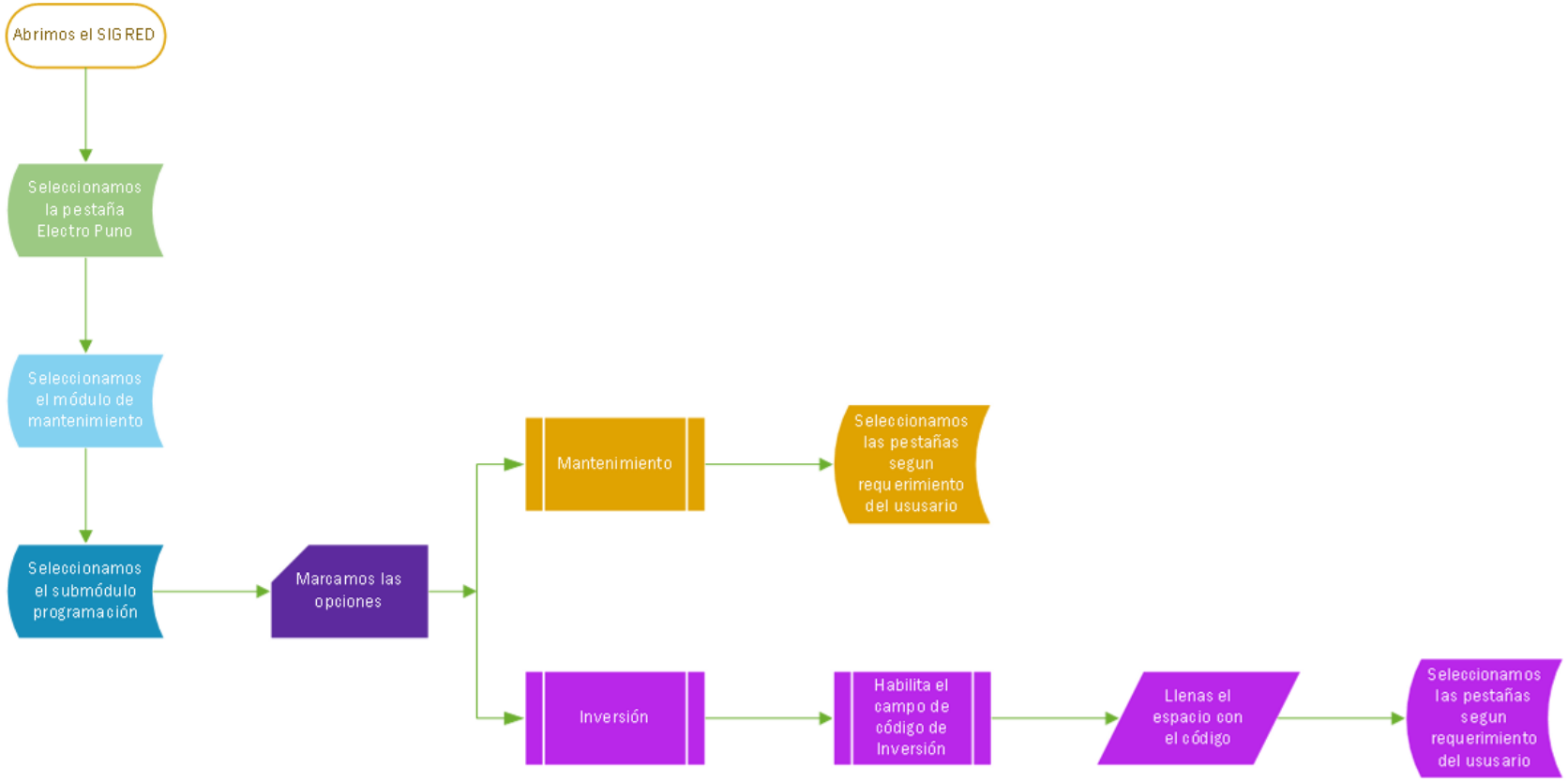
4.3.1.3. METRADO Y PRESUPUESTO-FORMULARIO

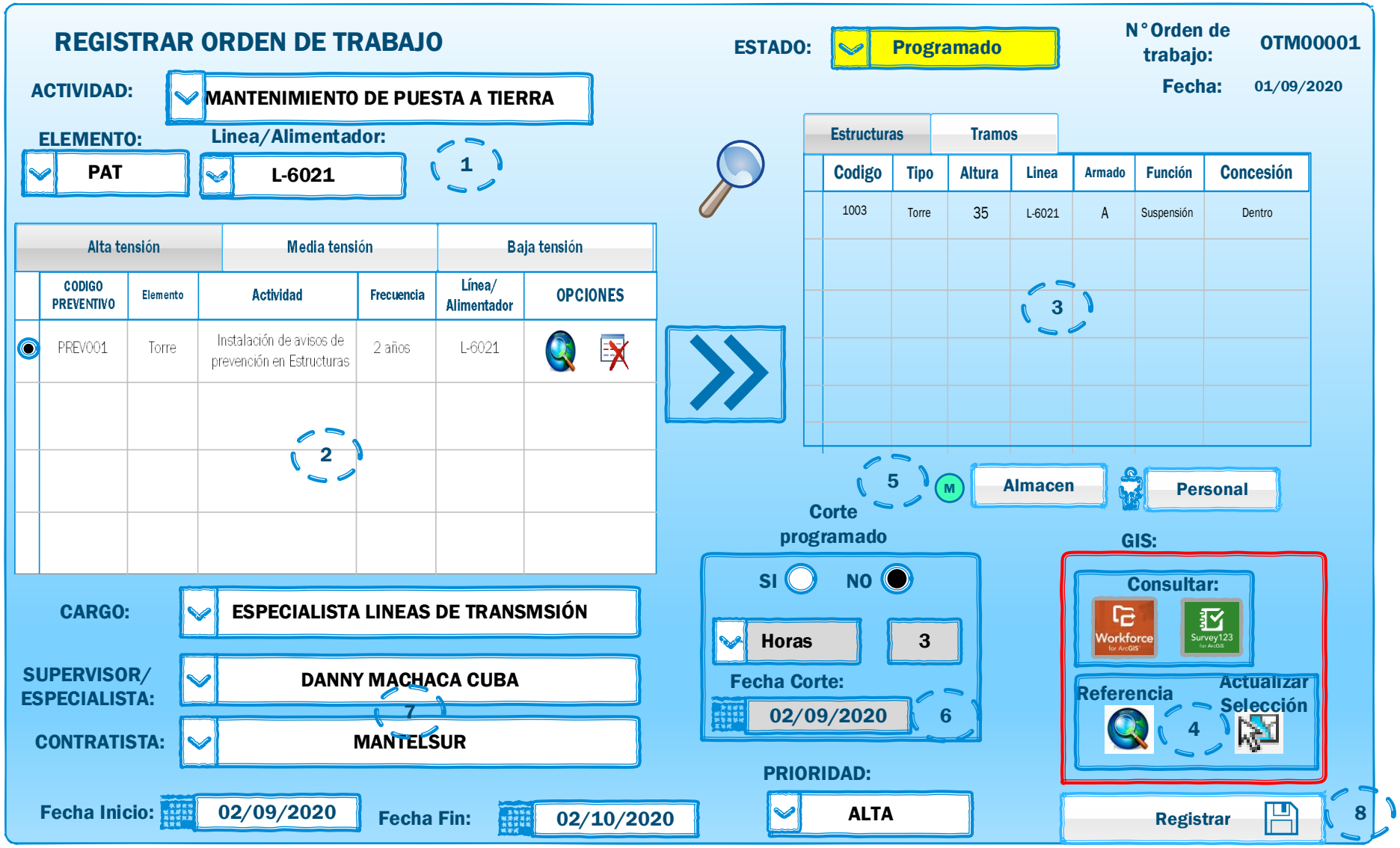
4.3.2. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

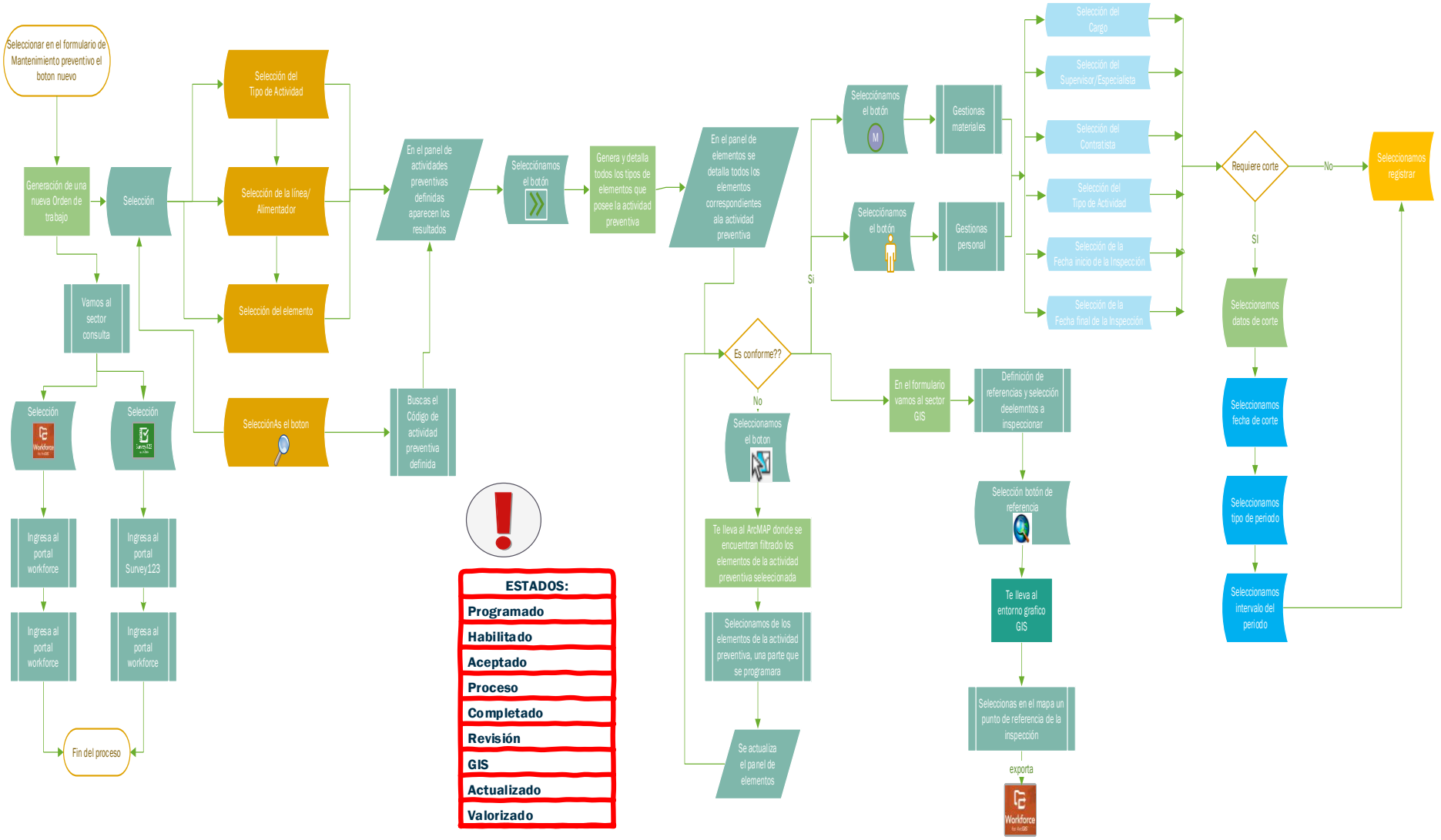


4.3.2.PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO-FORMULARIO

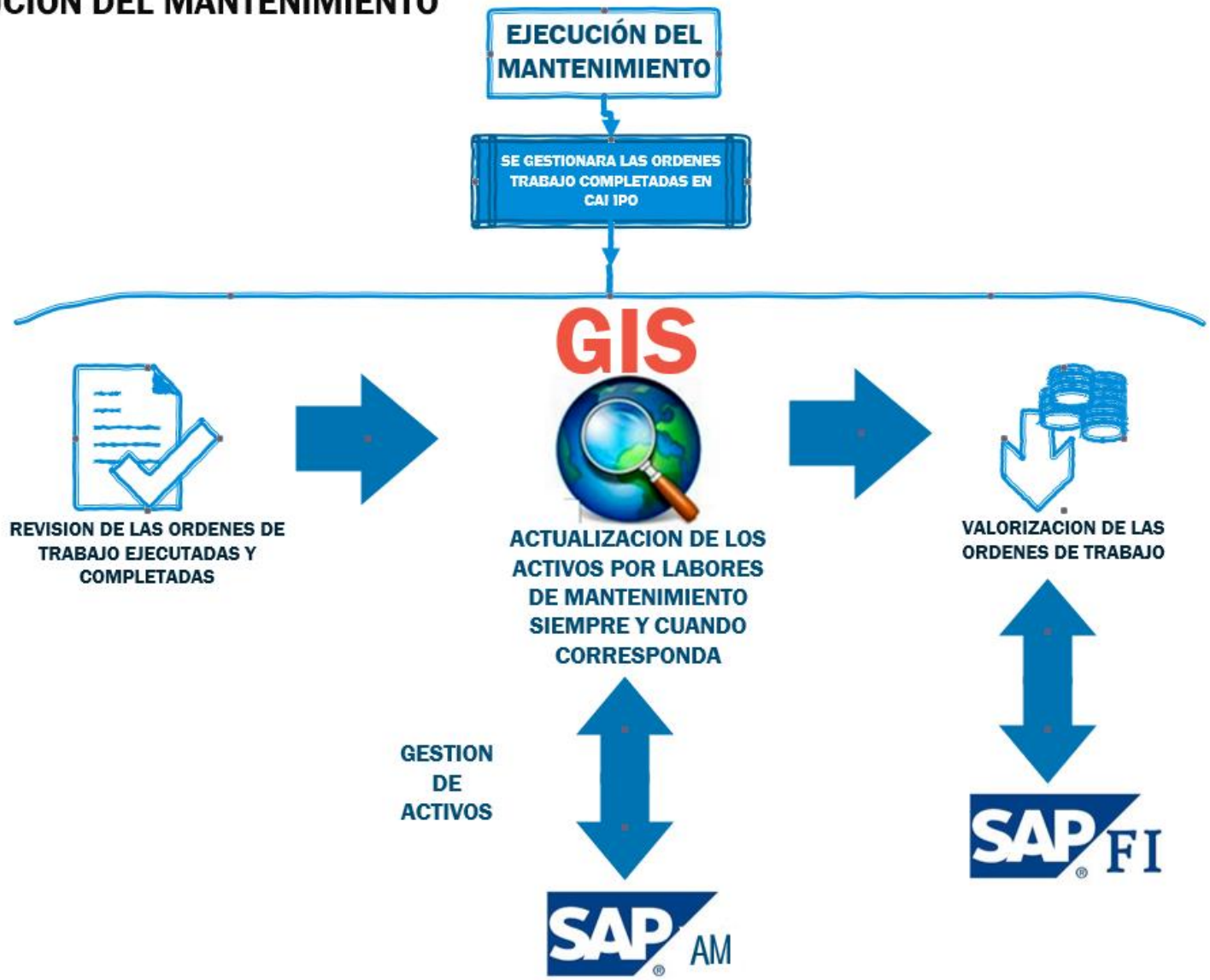
4.3.2.PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO-FLUJOGRAMA




REGISTRAR ORDEN DE TRABAJO
ESTADO:
Programado
N° Orden de trabajo:
OTM00001
Fecha:
01/09/2020
ACTIVIDAD:
MANTENIMIENTO DE PUESTA A TIERRA
ELEMENTO:
PAT
Linea/Alimentador:
L-6021
1
Alta tensión
Media tensión
Baja tensión
CODIGO PREVENTIVO
Elemento
Actividad
Frecuencia
Línea/ Alimentador
OPCIONES
PREV001
Torre
Instalación de avisos de prevención en Estructuras
2 años
L-6021
2
Estructuras
Tramos
Codigo
Tipo
Altura
Linea
Armado
Función
Concesión
1003
Torre
35
L-6021
A
Suspensión
Dentro
3
5
M
Almacen
Personal
Corte programado
SI
NO
Horas
3
Fecha Corte:
02/09/2020
6
GIS:
Consultar:
Workforce for ArcGIS
Survey123 for ArcGIS
Referencia
4
Actualizar Selección
CARGO:
ESPECIALISTA LINEAS DE TRANSMSIÓN
SUPERVISOR/ ESPECIALISTA:
DANNY MACHACA CUBA
7
CONTRATISTA:
MANTELSUR
PRIORIDAD:
ALTA
Fecha Inicio:
02/09/2020
Fecha Fin:
02/10/2020
Registrar
8


Seleccionar en el formulario de Mantenimiento preventivo el boton nuevo
Generación de una nueva Orden de trabajo
Selección
Vamos al sector consulta
Selección
Selección
Ingresa al portal workforce
Ingresa al portal Survey123
Ingresa al portal workforce
Ingresa al portal workforce
Fin del proceso
Selección del Tipo de Actividad
Selección de la línea/ Alimentador
Selección del elemento
SeleccionAs el boton
Buscas el Código de actividad preventiva definida
En el panel de actividades preventivas definidas aparecen los resultados
Seleccionamos el botón
Genera y detalla todos los tipos de elementos que posee la actividad preventiva
En el panel de elementos se detalla todos los elementos correspondientes ala actividad preventiva
Es conforme??
No
Seleccionamos el boton
Te lleva al ArcMAP donde se encuentran filtrado los elementos de la actividad preventiva seleecionada
Selecionamos de los elementos de la actividad preventiva, una parte que se programara
Se actualiza el panel de elementos
Si
Seleccionamos el botón
Gestionas materiales
Seleccionamos el botón
Gestionas personal
En el formulario vamos al sector GIS
Definición de referencias y selección deelemntos a inspeccionar
Selección botón de referencia
Te lleva al entorno grafico GIS
Seleccionas en el mapa un punto de referencia de la inspección
exporta
Selección del Cargo
Selección del Supervisor/Especialista
Selección del Contratista
Selección del Tipo de Actividad
Selección de la Fecha inicio de la Inspección
Selección de la Fecha final de la Inspección
Requiere corte
No
Seleccionamos registrar
Si
Seleccionamos datos de corte
Seleccionamos fecha de corte
Seleccionamos tipo de periodo
Seleccionamos intervalo del periodo
ESTADOS:
Programado
Habilitado
Aceptado
Proceso
Completado
Revisión
GIS
Actualizado
Valorizado

4.3.3. EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO



EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO-GIS

ANEXO 2: FOTOGRAFIAS APLICADAS POR EL SOFTWARE GIS EVIDENCIADAS PARA SU POSTERIOR MANTENIMIENTO

VANO 063-064 CON ARBOLES, QUE DEBEN SER PODADOS O TALADOS

VANO 486-487 CON ARBOLES, QUE DEBEN SER PODADOS O TALADOS.

VANO 449-450 CON ARBOLES, QUE DEBEN SER PODADOS O TALADOS.

VANO 396-397 CON ARBOLES, QUE DEBEN SER PODADOS O TALADOS.

VANO 013-014 CON ARBOLES, QUE DEBEN SER PODADOS O TALADOS.

ESTRUCTURA 482 EN ANCLAJE, SUS RETENIDAS ESTAN CORROIDAS Y ROTAS.

ESTRUCTURA 348 EN ANCLAJE Y EN VERTICE, SUS RETENIDAS ESTAN CORROIDAS Y ROTAS, ESTRUCTURA FLEXIONADA.

ESTRUCTURA 352 FLEXIONADA POR ROTURA DE RETENIDAS.

ESTRUCTURA 352 EN ANCLAJE Y EN VERTICE, SUS RETENIDAS ESTAN CORROIDAS Y ROTAS.

ANEXO 3: MODELO DE PROCEDIMIENTO

1. OBJETIVO

Establecer los lineamientos de trabajo a seguir en la actividad de Cambio de aisladores en cadena de anclaje en Líneas de transmisión 60 kV., y comprometidos con la seguridad, calidad y cuidado del medio ambiente, en el proyecto de "SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 60 KV DE ELECTRO PUNO S.A.A."

2. ALCANCE

El presente procedimiento aplica a las líneas de transmisión L-6021, L-6027 y L-6028, de 60 kV., dentro del ámbito de Electro Puno S.A.A.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **Energizado:** Eléctricamente Conectado a una diferencia de potencial eléctrico o eléctricamente cargado de modo que tenga un potencial contra Tierra. Sinónimo: vivo.

- **Desenergizado:** Cuando ha sido desconectado de todas las fuentes de suministro eléctrico a causa de la operación del interruptor, apertura de tomas de carga, apertura de puentes u otra manera de aislar el suministro eléctrico, quedando el circuito al potencial de tierra. Sinónimo: muerto o desconectado.

- **Conductor de Línea:** Material que sirve de medio para transmitir la corriente eléctrica, extendiéndose a lo largo de la ruta de la línea, a la vez el conductor es soportado por postes, torres u otras estructuras pero que no incluye conductores verticales o laterales. Sinónimo: alambre o cable.

- **Cable de Guarda:** Conductor de apantallamiento y protección de conductores aéreos contra descargas atmosféricas.

- **Aislador:** Material aislante de una forma diseñada para soportar físicamente un conductor, además de separarlo eléctricamente de otros conductores, ferretería y otros objetos.

- **Detector o Revelador de Tensión:** Equipo portátil, indicador de tensión (voltaje) en una línea mediante una luz visible o una señal audible de alarma, el cual tiene modos de revelación por inducción o de contacto, con escalas o rangos de trabajo para MT y AT.

- **Tierra Temporaria:** Se denomina así a la conexión del conductor de fase con tierra por un intervalo de tiempo. Este será realizado por el personal encargado del trabajo, quién será el único autorizado para el retiro del mismo.

- **Puesta a Tierra:** Es el elemento especialmente diseñado, que se utiliza para conectar a tierra un circuito o equipo liberado, con lo cual el personal que trabaja quedará protegido de la presencia accidental de tensión eléctrica.

- **Survey 123 for ArcGIS:** Solución de recopilación de datos basada en formularios para crear y analizar encuestas.

- **Worforce for ArcGIS:** Solución móvil que utiliza la potencia de la toma de decisiones basada en la ubicación para mejorar la coordinación y trabajo en equipo del personal de campo.

- **AST:** Análisis de Trabajo Seguro.

- **EPP:** Equipo de protección personal.

- **PETAR:** Permiso Escrito de Alto Riesgo.

- **SCTR:** Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo.

- **SSOMA:** Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

- **IPERC:** Identificación de Peligros Evaluación de Riesgos y Control.

4. RESPONSABILIDAD

- **El Gerente de Operaciones** es responsable de la adecuada revision, implementación y cumplimiento del procedimiento.

- **El Supervisor de Obra** es el responsable de establecer la obligatoriedad del cumplimiento de este procedimiento, asignando las responsabilidades que corresponde a los diferentes cargos durante la planificación y ejecución de la actividad; es el responsable de liderar los planes de emergencia.

- **El Supervisor de Seguridad y/ SSSOMA** es responsable de realizar, los planes y programas de seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, matriz IPERC, supervisa las actividades realizando continuamente análisis de seguridad en el trabajo antes del inicio y durante la ejecución de trabajos de las actividades. Es responsable de la capacitación sobre los riesgos específicos a los que está expuesto el personal comprometido para efectuar la actividad. Es responsable de la supervisión del uso de los equipos de protección personal, del uso de los materiales y el uso adecuado de los equipos y herramientas. Es responsable de dirigir el plan de contingencia junto al Supervisor de Obra.

- **Personal de Obra** son los responsables de conocer, entender y cumplir el presente procedimiento; Participar en la elaboración del AST correspondiente, donde se establezcan todos los peligros presentes, así como sus respectivos controles y llenar los permisos de trabajo correspondiente; verificar el buen estado y traslado al lugar de trabajo, de los equipos y herramientas para la ejecución de actividades; participar

activamente en las charlas de 5 minutos; reportar todo, incidente o accidente en forma oportuna siguiendo la secuencia de avisos.

5. REFERENCIAS.

- Ley de Seguridad y Salud en el trabajo N° 29783.
- Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo D.S. N° 005-2012-TR.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo con Electricidad RM N° 111-2013 MEM/DM).
- Ley general del ambiente N° 28611.
- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, N° 1278.
- Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos; D.S. N° 014-2017-MINAM.
- Código Nacional de Electricidad Suministro – 2011.
- Código Nacional de Electricidad Utilización – 2006.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo RISST.
- Plan de Contingencias.

6. FRECUENCIAS DE INTERVENCIÓN

La intervención de estos trabajos se realiza cuando se verifica que la cadena de aisladores o parte está dañada (desportillados), bajo aislamiento o fogoneo. No tiene secuencia definida.

7. DURACIÓN APROXIMADA DE LA ACTIVIDAD

La ejecución de la actividad de acuerdo al procedimiento de ejecución durara aproximadamente. hras/min

8. CONDICIONES GENERALES

8.1. CONDICIONES MEDIO AMBIENTLES

En conformidad al Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades eléctricas y, al Sistema de Gestión Medio Ambiental basada en las normas ISO 14001:2015, previo al inicio de los trabajos y, con el objetivo de llevar a cabo los controles actuales e implementar los controles sugeridos para el control y reducción de impactos medio ambientales, durante la Reunión de Seguridad e instrucciones de Trabajo, el supervisor de seguridad y/o SSSOMA, conjuntamente con el Supervisor de obra y los trabajadores de la contratista, deberán revisar los registros correspondientes a la actividad específica a desarrollar en el mantenimiento de las Líneas de Transmisión y Subestaciones:

- Implementar procedimiento de identificación y evaluación de Aspectos e imactos ambientales significativos.

Los trabajos realizados deben realizarse en condiciones de luz natural y, deberán ser suspendidos en caso que las condiciones ambientales tengan alguna de las siguientes características:

- Velocidad del viento superior a los 35 Km/h.
- Lluvias torrenciales, granizadas y nevadas.
- Tempestades eléctricas, rayos y truenos.
- Otros fenómenos naturales que afecten la seguridad.

8.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD

En conformidad al Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad (RESESATE), al Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el trabajo y, al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional basado en las normas OHSAS 18001:2007; previo al inicio de los trabajos y, con el objetivo de llevar a cabo los controles actuales e implementar los controles sugeridos para el control y minimización de riesgos, durante la Reunión de Seguridad Instrucciones de Trabajo, el supervisor de seguridad y/o SSSOMA. Conjuntamente con el supervisor de obra y los trabajadores del contratista, deberán revisar los registros correspondientes a la actividad específica a desarrollar en el Mantenimiento de las Líneas de Transmisión y Subestaciones:

- Implementar procedimiento de identificación peligros y evaluación de Riesgos de Seguridad y salud Ocupacional.

El personal debe participar en la reunión y puede contribuir con sugerencias, aclarar sus dudas o preguntar respecto a los trabajos.

Las actividades a realizar deberán contar con los siguientes Verificaciones y Documentos, para proceder a realizar las actividades correspondientes conforme al presente procedimiento:

- Verificación del buen estado del EPP
- Verificación del buen estado de equipos y herramientas
- Verificación de Vehículo
- Contar con la documentación:

  ✓ Orden de trabajo
  ✓ Póliza SCTR
  ✓ Procedimiento
  ✓ Plan de contingencia
  ✓ Charla pre-operacional
  ✓ AST
  ✓ Inspecciones de equipos y herramientas
  ✓ Inspección de EPP

- Verificación del buen estado del EPP

8.3. CONDICIONES DE SERVICIOS REQUERIDOS

- Línea de transmisión fuera de servicio.
- Tierra franca en ambos extremos. (Seccionadores de puesta atierra en LAS SET's que se encuentran en los extremos de la línea).

8.4. MEDIOS DE COMUNICACIÓN

- Se debe tener por lo menos 2 médios de comunicación portátil por brigada.
- Celular satelital para la comunicación con el centro de control.

8.5. PERSONAL REQUERIDO

El siguiente personal requerido deberá ser eficiente y calificado.

- ✓ 06 técnicos linieros.
- ✓ 02 peones.
- ✓ 01 supervisor de obra
- ✓ 01 supervisor SSOMA
- ✓ 01 chofer

9. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

9.1. MEDIOS DE COMUNICACIÓN

- ✓ Zapatos de seguridad.
- ✓ Ropa de trabajo.
- ✓ Casco de seguridad con barbiquejo.
- ✓ Correa de seguridad tipo liniero.
- ✓ Lentes protectores.
- ✓ Guantes para alta tensión.
- ✓ Arnés.
- ✓ Otros.

9.2. IMPLEMENTOS PARA CASOS DE EMERGENCIA

- ✓ 01 camilla plegable o rígida.
- ✓ 01 botiquín de primero auxilios.

9.3. INSUMOS

- ✓ 01 frasco de afloja todo.
- ✓ 02 Kilogramos de trapo industrial tipo artillero.

10. EQUIPAMIENTO Y MOVILIDAD

10.1MATERIALES

- ✓ 01 Juego de cadena de aisladores.

10.2 EQUIPOS

- ✓ 01 Revelador de tensión.
- ✓ Equipos de tierra temporárias.
- ✓ 01 Pértiga de 500 V.

10.3 HERRAMIENTAS

- ✓ 01 Tecle de cadena de 1.5 Ton.
- ✓ 01 Polea de 0.5 Ton con gancho giratorio y seguro.
- ✓ 01 Escalera de aluminio.
- ✓ 01 Faja de 2 Ton.
- ✓ 01 Soga de nylon tipo driza de 80 m, 5/8'' de diámetro.
- ✓ 01 Estrobo de acero de 1 m y 1.5'' de diámetro.
- ✓ 02 Alicates para electricista.
- ✓ 02 Destornilladores para electricista con aislamiento especial.
- ✓ 01 Mordaza para conductor 120 o 150 mm2.
- ✓ 01 Tortol.
- ✓ 01 Torquimetro.

10.4 TRANSPORTE

- ✓ Camionetas de doble tracción, doble cabina

10.5 INSUMOS O ADICIONALES

- ✓ 01 frasco de afloja todo
- ✓ 02 Kilogramos de trapo industrial tipo artillero

11. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDD DE MANTENIMIENTO

A. Apertura de Orden de Trabajo

El en cargado o supervisor de obra procederá a abrir el aplicativo móvil Workforce for ArcGIS para recepcionar la orden de trabajo enviada por el supervisor de servicio o supervisor de contrato.

B. Evaluación previa al trabajo

Antes de iniciar el trabajo el supervisor de seguridad y/o SSOMA con el supervisor de obra deberán verificar lo siguiente:

- El personal ingrese al lugar de trabajo
- El personal se encuentre equipado con todos los materiales, equipos e implementos de seguridad.
- Verificar que las condiciones necesarias estipuladas sean propicias para iniciar la ejecución de la actividad

C. Instalación de maniobra

- El capataz o jefe de grupo verificará y confirmará que línea o circuito se encuentra revelado y con tierra temporales en Gol.
- El personal procederá a escalar las estructuras con soga de servicio y polea de servicio
- Con el uso de la soga de servicio subirá su tecle cadena de 1.5 Tn, mordaza para conductor 120 o 150 mm2 y fajas de 2 Tn.
- El operario procederá a instalar su faja a la estructura o al brazo de esta, en la cual enganchará el tecle cadena y la otra punta ira a la mordaza que se instalará en el conductor.

D. Cambio de Aislador

- El operario procederá con el tecle cadena a Jalar el conductor para quitarle tensión a la cadena de aisladores.
- Suelto la cadena se procederá a retirar el pasador del aislador dañado con tortol, el operario asegurará con soga parte de la cadena de aisladores
- Se bajará el aislador dañado con el apoyo de la soga de servicio y a la vez se subirá el aislador nuevo
- Se instalará el aislador nuevo y se colocará su pasador y se alineará correctamente
- Luego se procederá a soltar la maniobra

E. Revisión y Apriete de pernos de Grapa de anclaje

- Con el uso de soga de servicio se subirá el torquimetro
- El operario ingresara a la cadena de anclaje asegurado con estrobo de posicionamiento y su línea de vida, sus herramientas aseguradas
- Se posicionará en para revisar y poder aplicar el apriete adecuado a los pernos de la grapa de anclaje
- El apriete deberá ser de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante y teniendo en cuenta el diámetro del perno
- Antes de subir el torquimetro deberá ser regulado al torque indicado

- El operario aplicara el apriete en forma pareja
- Concluido procederá a retirarse para descender de la estructura

F. Retiro de la estructura

- Realizada la actividad se procederá a retirar los equipos de la línea
- El operario procederá a bajar todas sus herramientas y equipo con el uso de su soga de servicio,
- El operario procederá a bajar de la estructura manteniéndose asegurado en todo momento

12. CIERRE DE LA ORDEN DE TRABAJO Y CONCLUSIÓN DE LA ACTIVIDAD

A. Disposiciones y Observaciones Finales

- El personal se retirará de la zona con sus equipos y herramientas utilizando los caminos de acceso
- El personal dejara limpia la zona de trabajo y ordenada.

B. Cierre de orden de trabajo

- El supervisor de obra pasara a ingresar a abrir el aplicativo móvil Workforce for ArcGIS para cerrar la orden de trabajo.
- El supervisor de obra pasara a ingresar a abrir el aplicativo móvil Survey 123 for ArcGIS para poder llenar el formulario de actividades ejecutadas e inspección por mantenimiento.
- El supervisor o ingeniero responsable posteriormente proporcionara toda la información solicitada por la oficina de GIS para su actualización en la base de datos correspondiente de dicha actividad de mantenimiento.

	NOMBRE	CARGO	FECHA	FIRMA
ELABORADO POR		Supervisor de Obra	01/11/2019	
REVISADO POR		Supervisor de Seguridad	01/11/2019	
APROBADO POR		Gerente de Proyecto	01/11/2019	

ANEXO 4: ANÁLISIS ECONÓMICO

En los presentes cuadros se pasan a describir las compensaciones que ha realizado la empresa Electro Puno S.A.A, durante los diferentes años, las compensaciones se realizan a los sistemas eléctricos y/o alimentadores que fueron afectados por fallas, eventos y cortes programados que sufrió las diferentes líneas de transmisión de propiedad de la empresa, afectando directamente a los clientes que maneja la empresa distribuidora dichas fallas.

Como se va poder apreciar en los siguientes cuadros en los años anteriores al 2019, en la que no existía el módulo de mantenimiento GIS-SAP, las compensaciones han sido altas; en los años posteriores al año 2019 hasta la fecha nose registran compensaciones.

2014 SEMESTRE 1: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
8001	MT	0004,0011,0015,0018	1413.0191	24.2883
9002	MT	0006,0011,0015,0018	635.0660	22.4773

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2014 SEMESTRE 2: No se registran compensaciones

2015 SEMESTRE 1: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)
Línea de Transmisión Totorani-Pomata (L-6027)
Línea de Transmisión Totorani-Bellavista (L-6028)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
0104	MT	0008,0009	4.1694	0.1030
1001	MT	0001	1.0074	0.0000
1002	MT	0001,0009,0010	41.7280	0.0000
1003	MT	0001,0014,0017	1.7362	0.0000
2003	MT	0001,0010	0.3196	0.0000
9001	MT	0006,0010,0011,0018	9.1484	0.0000

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2015 SEMESTRE 2: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)
Línea de Transmisión Totorani-Pomata (L-6027)
Línea de Transmisión Totorani-Bellavista (L-6028)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
1001	MT	0001,0014	118.7161	368.8298
1002	MT	0001,0009,0010,0014	552.1690	30.0365
1003	MT	0001,0014,0015,0017	104.3939	255.6535
2001	MT	0001,0014	197.9017	0.0000
2002	MT	0001,0014,0017	343.4292	0.0334
2003	MT	0001,0010,0014,0017	397.5920	0.0486
2004	MT	0001,0014	35.3448	0.0000

9001	MT	0006,0010,0011,0012,0017,0018	27778.8472	10.6140
9002	MT	0004,0006,0011,0012,0015,0018	10927.5963	9.2888
9501	MT	0006,0010,0012,0017,0018	538.0677	575.5927

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2016 SEMESTRE 1: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
9001	MT	0006,0010,0011,0017,0018	57779.1816	20059.9271
9002	MT	0004,0006,0011,0015,0018	28054.6695	15046.8663

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2016 SEMESTRE 2: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)
Línea de Transmisión Totorani-Pomata (L-6027)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
1001	MT	0001,0014	1777.7125	0.3131
1002	MT	0001,0009,0010,0014	8038.6991	74.8997
1003	MT	0001,0014,0015,0017	1493.8970	10.7933
9001	MT	0006,0010,0011,0017,0018	55354.6783	3951.1125
9002	MT	0004,0006,0011,0015,0018	30450.2889	5784.9271

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2017 SEMESTRE 1: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)
Línea de Transmisión Totorani-Pomata (L-6027)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
1001	MT	0001,0014	118.7161	368.8298
1002	MT	0001,0009,0010,0014	552.1690	30.0365
1003	MT	0001,0014,0015,0017	104.3939	255.6535
2001	MT	0001,0014	197.9017	0.0000
2002	MT	0001,0014,0017	343.4292	0.0334
2003	MT	0001,0010,0014,0017	397.5920	0.0486
2004	MT	0001,0014	35.3448	0.0000
9001	MT	0006,0010,0011,0012,0017,0018	27778.8472	10.6140
9002	MT	0004,0006,0011,0012,0015,0018	10927.5963	9.2888
9501	MT	0006,0010,0012,0017,0018	538.0677	575.5927

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2017 SEMESTRE 2: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
9001	MT	0006,0010,0011,0012,0017,0018	1673.1902	2.5471
9002	MT	0004,0006,0011,0012,0015,0018	2660.9390	472.9027

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2018 SEMESTRE 1: No se registran compensaciones

2018 SEMESTRE 2: Línea de Transmisión Azangaro-Antauta (L-6021)

AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
6001	MT	0005,0010,0016	4880.9896	3605.7035
9001	MT	0006,0010,0011,0012,0017,0018	696.3012	0.0756
9002	MT	0004,0006,0011,0012,0015,0018	788.0900	1194.5567

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2019 SEMESTRE 1: Línea de Transmisión Totorani-Pomata (L-6027)

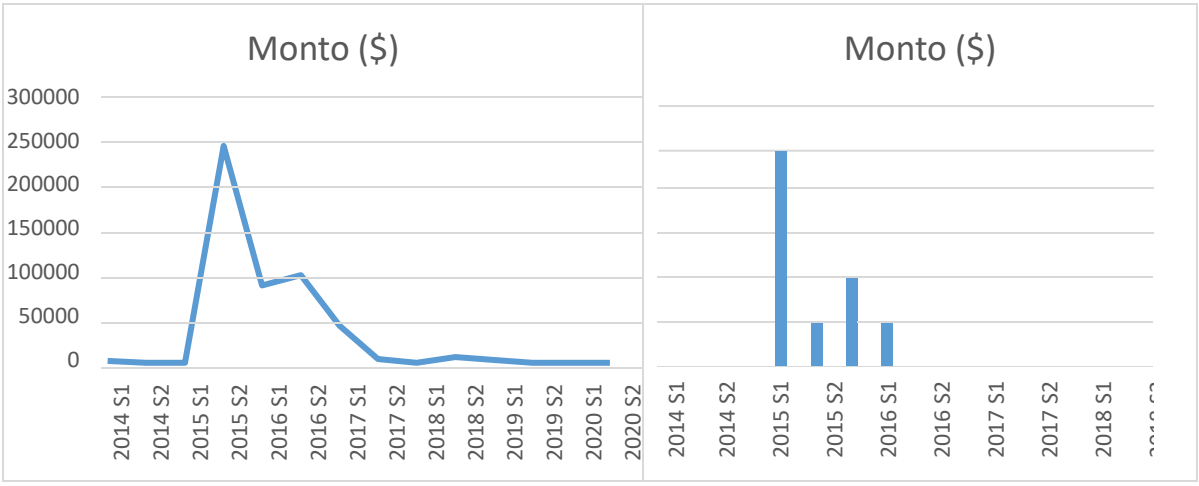
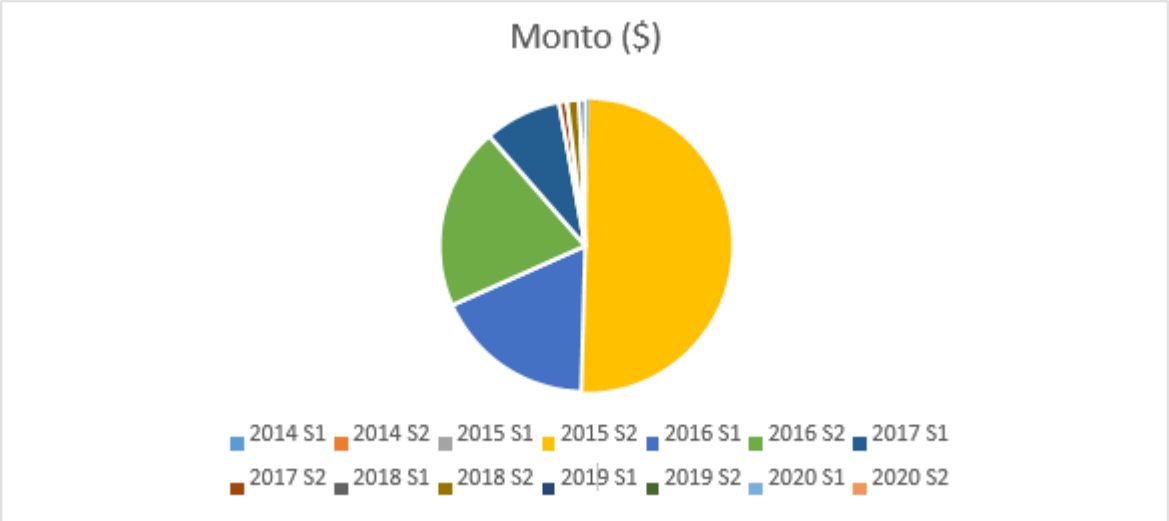
AMT	Tensión	SER	Monto Compensación ($)	Monto Compensación Ley ($)
1001	MT	0001,0014	178.6340	37.4894
1002	MT	0001,0009,0010,0014	757.6320	900.0000
1003	MT	0001,0014,0015,0017	137.5764	2397.8632
2001	MT	0001,0014	336.0116	0.0000
2002	MT	0001,0014,0017	917.5360	9646.6018
2003	MT	0001,0010,0014,0017	869.0914	109.7568
2004	MT	0001,0014	55.0624	124.7021

AMT: Alimentador en media tensión afectado
SER: Sistema eléctrico rural afectado

2019 SEMESTRE 2: No se registran compensaciones

2020 SEMESTRE 1: No se registran compensaciones

2020 SEMESTRE 2: No se registran compensaciones

Resumen total de compensaciones 2014-2020

Año-Semestre	Monto ($)
2014 S1	2048.0851
2014 S2	0
2015 S1	58.109
2015 S2	240123.331
2016 S1	85833.8511
2016 S2	97115.2758
2017 S1	40994.0579
2017 S2	4334.1292
2018 S1	0
2018 S2	6365.3808
2019 S1	3251.5438
2019 S2	0
2020 S1	0
2020 S2	0