

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

“Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.”

**Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de
Ingeniero Eléctrico**

AUTORES:

ANDRES DARIO PULLA GENOVEZ

C.I. 0104604863

ROMEL ADRIÁN ULLOA GÓMEZ

C.I. 0106557275

DIRECTOR:

ING. JUAN HERNANDO UGALDE DELGADO, M.Sc.

C.I. 0101098663

TUTORES:

ING. JORGE IVÁN PIEDRA MARTÍNEZ, M.Sc.

C.I. 0102354040

ING. RAMIRO FERNANDO ÁVILA CAMPOVERDE, M.Sc.

C.I.0102246493

CUENCA – ECUADOR

2018



RESUMEN

El levantamiento del proceso del mantenimiento debe estar alineado con la planeación estratégica de CENTROSUR, enmarcado dentro de las políticas, metas y objetivos de la empresa, y debe ser concebido como un proceso de mejora continua, en el cual se tenga una participación activa e integral, de todas las áreas de la empresa.

Por lo anteriormente expuesto, surge una primera necesidad de recopilar y normalizar las mejores prácticas relativas al mantenimiento preventivo de equipos y redes de distribución primaria, teniendo incidencia en los diferentes indicadores de calidad, confiabilidad y medio ambiente, siendo estos elementos claves para una correcta gestión empresarial.

A la par con el levantamiento de las actividades de mantenimiento preventivo se dan a conocer los diferentes métodos de trabajo en instalaciones eléctricas, normas de seguridad, competencias del personal, así como diferentes consideraciones a tener en cuenta para equipos y herramientas de trabajo.

Se identifican las variables asociadas a las actividades de mantenimiento preventivo, así como las principales variables asociadas a los diferentes departamentos de la empresa como son frecuencia y tiempo de desconexión y, a través del desarrollo de un tablero de indicadores se presenta la información de dichas actividades, las cuales servirían para una mejora continua y una oportuna toma de decisiones. Finalmente, se establecen las conclusiones y recomendaciones del tema.

Palabras clave: MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ALIMENTADORES PRIMARIOS, INDICADORES DE CALIDAD, NORMAS DE SEGURIDAD, TABLERO DE INDICADORES, CENTROSUR.



ABSTRACT

The lifting of the maintenance process must be aligned with the strategic planning of CENTROSUR, framed within the policies, goals and objectives of the company, and must be conceived as a process of continuous improvement, in which there is active and integral participation of all areas of the company.

Because of what was previously said, there is a first need to collect and standardize the best practices related to the preventive maintenance of equipment and primary distribution networks, having an impact on the different quality, reliability and environmental indicators, these being key elements for a correct business management.

Along with the lifting of preventive maintenance activities, different methods of work in electrical installations are presented along with safety standards, personnel skills, as well as different considerations to be taken into account for equipment and work tools are disclosed.

The variables associated with the activities of preventive maintenance are identified, as well as the main variables associated with the different departments of the company, such as frequency and time of disconnection and, through the development of a dashboard of indicators the information of said activities is presented, which would serve for continuous improvement and timely decision making. Finally, the conclusions and recommendations of the subject are established.

Key words: PREVENTIVE MAINTENANCE, PRIMARY FEEDERS, QUALITY INDICATORS, SAFETY STANDARDS, DASHBOARD, CENTROSUR.



ÍNDICE

RESUMEN	2
----------------------	----------

ABSTRACT	3
-----------------------	----------

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3. Justificación.....	19
1.4. Alcance	20

CAPÍTULO 2

PRINCIPIOS TEÓRICOS: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.1. Filosofía del mantenimiento	21
2.1.1. Definición de mantenimiento.....	22
2.1.2. Tipos de mantenimiento	23
2.2. Definición de términos.....	25
2.2.1. Definiciones administrativas	25
2.2.2. Definiciones legales.....	27
2.2.3. Definiciones técnicas	29
2.3. Mantenimiento preventivo	30
2.3.1. Objetivos del mantenimiento preventivo	31
2.3.2. Alcance del mantenimiento preventivo.....	32
2.3.3. Ventajas del mantenimiento preventivo	33
2.4. Indicadores de mantenimiento.....	33
2.5. Resultados económicos.....	34
2.6. Presente y futuro	34

CAPÍTULO 3

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CENTROSUR

3.1. Datos generales de la empresa	36
3.1.1. Área de concesión.....	36



3.1.2.	Estructura organizacional	37
3.1.3.	Datos técnicos	38
3.2.	Planes estratégicos de CENTROSUR llevados a cabo para el mantenimiento.....	40
3.3.	Sistemas de distribución	44
3.4.	Tipos de redes	45
3.4.1.	Red aérea.....	45
3.4.2.	Red subterránea.....	45
3.5.	Clasificación de redes	46
3.5.1.	Sistema radial	46
3.5.2.	Sistema anillo	47
3.5.3.	Sistema mallado	47
3.6.	Alimentadores Primarios	48
3.6.1.	Componentes de un alimentador primario	49
3.6.2.	Clasificación de alimentadores primarios.....	49
3.7.	Sistema de mantenimiento preventivo de alimentadores primarios en CENTROSUR	50
3.7.1.	Principales actividades del mantenimiento preventivo	51
3.7.2.	Información estadística de labores de mantenimiento en alimentadores primarios	52
3.7.3.	Descripción de indicadores de desempeño para mantenimiento preventivo en alimentadores primarios	54

CAPÍTULO 4

ELABORACIÓN DE UN DOCUMENTO TÉCNICO DETALLANDO CÓMO SE REALIZA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR

4.1.	Métodos de trabajos en instalaciones eléctricas	59
4.1.1.	Trabajos con Voltaje (“Trabajos en línea energizada”).....	60
4.1.2.	Trabajos sin voltaje.....	62
4.2.	Competencias del personal y salud ocupacional a tener en cuenta....	64
4.3.	Equipos de protección personal y parámetros a tener en cuenta	65
4.4.	Principales herramientas, equipos y consideraciones para su uso	69
4.5.	Procedimiento llevado a cabo en el mantenimiento preventivo de alimentadores.....	72
4.5.1.	Procesos y actividades generales para iniciar trabajos de mantenimiento	73



4.5.2.	Procesos y actividades generales para cerrar el trabajo y finalizar actividades de mantenimiento	74
4.5.3.	Cambio de estructura	75
4.5.4.	Modificación de estructura	76
4.5.5.	Cambio de puentes en medio voltaje	77
4.5.6.	Cambio de terminales	78
4.5.7.	Ajuste de terminales	79
4.5.8.	Cambio de seccionador	80
4.5.9.	Mantenimiento de pararrayos	81
4.5.10.	Mantenimiento de reconector	82
4.5.11.	Mantenimiento de interruptor	83
4.5.12.	Cambio de conectores	84
4.5.13.	Cambio de aislador	85
4.5.14.	Poda de arboles	87
4.5.15.	Limpieza de franja de servicio tala	89
4.5.16.	Revisión de alimentador primario	90
4.5.17.	Cambio de poste	91
4.5.18.	Reubicación de poste	92
4.5.19.	Aplomado de poste	93
4.5.20.	Instalación de tensor	94
4.5.21.	Reubicación de tensor	96
4.5.22.	Calibración de tensor	97
4.5.23.	Recalibración de redes	99
4.5.24.	Inspección de red aérea	101

CAPÍTULO 5

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE INDICADORES

5.1.	Finalidad	102
5.2.	Alcance	102
5.3.	Descripción de la interfaz	106

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.	Conclusiones	109
6.2.	Recomendaciones	111

BIBLIOGRAFÍA	112
---------------------------	------------

ANEXOS	115
---------------------	------------



ANEXO 1: Flujograma para “Cambio de estructura”	115
ANEXO 2: Flujograma para “Modificación de estructura”	116
ANEXO 3: Flujograma para “Cambio de puentes en medio voltaje”	117
ANEXO 4: Flujograma para “Cambio de terminales”	118
ANEXO 5: Flujograma para “Ajuste de terminales”	119
ANEXO 6: Flujograma para “Cambio de seccionador”	120
ANEXO 7: Flujograma para “Mantenimiento de pararrayos”	121
ANEXO 8: Flujograma para “Mantenimiento de reconectador”	122
ANEXO 9: Flujograma para “Mantenimiento de interruptor”	123
ANEXO 10: Flujograma para “Cambio de conectores”	124
ANEXO 11: Flujograma para “Cambio de aislador tipo pin”	125
ANEXO 12: Flujograma para “Cambio de aislador tipo suspensión”	126
ANEXO 13: Flujograma para “Poda de árboles con carro canasta”	127
ANEXO 14: Flujograma para “Poda de árboles sin carro canasta”	128
ANEXO 15: Flujograma para “Limpieza de franja de servicio”	129
ANEXO 16: Flujograma para “Revisión de alimentador primario”	130
ANEXO 17: Flujograma para “Cambio de poste”	131
ANEXO 18: Flujograma para “Reubicación de poste”	132
ANEXO 19: Flujograma para “Aplomado de poste”	133
ANEXO 20: Flujograma para “Instalación de tensor a tierra simple y doble”	134
ANEXO 21: Flujograma para “Instalación de tensor poste a poste simple y doble”	135
ANEXO 22: Flujograma para “Reubicación de tensor a tierra simple y doble”	136
ANEXO 23: Flujograma para “Calibración de tensor a tierra simple y doble”	137
ANEXO 24: Flujograma para “Calibración de tensor poste a poste simple y doble”	138
ANEXO 25: Flujograma para “Recalibración de redes terminal”	139
ANEXO 26: Flujograma para “Recalibración de redes doble terminal”	140
ANEXO 27: Flujograma para “Inspección de red aérea”	141

ÍNDICE DE FIGURAS



Figura 2.1. Esquema de objetivos del mantenimiento en el Sistema de distribución. ..	31
Figura 3.1. Área de concesión CENTROSUR	37
Figura 3.2. Organigrama de CENTROSUR.	38
Figura 3.3. Resumen estadístico por zona.	39
Figura 3.4. Proceso de mantenimiento en medio y bajo voltaje.	40
Figura 3.5. Interfaz del sistema de consignaciones de CENTROSUR.	43
Figura 3.6. Sistema de distribución radial.	46
Figura 3.7. Sistema de distribución en anillo.	47
Figura 3.8. Sistema de distribución mallado.	48
Figura 3.9. Alimentador primario	48
Figura 3.10. Distribución mensual de alimentadores con mayor costo de mantenimiento por mano de obra.	52
Figura 3.11. Porcentaje de gasto por mano de obra en mantenimiento preventivo para cada Zona de Distribución.	53
Figura 3.12. Actividades realizadas para mantenimiento preventivo en alimentadores primarios.	54
Figura 3.13. Fotosíntesis de un árbol.	56
Figura 3.14. Formato de orden de trabajo en CENTROSUR.	58
Figura 4.1. Métodos de Trabajo en instalaciones eléctricas.	59
Figura 4.2. Trabajo a contacto	60
Figura 4.3. Trabajo a distancia.	62
Figura 4.4. Equipos de protección personal.	65
Figura 4.5. Procedimientos en el mantenimiento preventivo de alimentadores.	72
Figura 5.1. Indicadores a nivel Institucional.	103
Figura 5.2. Indicadores a nivel de Dirección.	104
Figura 5.3. Indicadores a nivel de Departamentos.	105
Figura 5.4. Indicadores a nivel de actividades de mantenimiento preventivo.	106
Figura 5.5. Pantalla inicial del tablero de indicadores.	107
Figura 5.6. Tablero de indicadores a nivel de Dirección.	107
Figura 5.7. Tablero de indicadores a nivel de actividades de mantenimiento preventivo.	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Gasto en dólares por kilómetro de alimentador aéreo en cada zona.	53
Tabla 3.2. Listado de árboles por orden de absorción de CO ₂	57
Tabla 4.1. Distancias mínimas de seguridad.	61
Tabla 4.2. Código de colores para cascos según el cargo.	66
Tabla 4.3. Clasificación para cascos según la INEN 146:2013.	66
Tabla 4.4. Clasificación para guantes y mangas dieléctricos según la IEC-60903.	67



Universidad de Cuenca
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Andres Dario Pulla Genovez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A."**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, febrero de 2018.

Andres Dario Pulla Genovez

C.I: 0104604863



Universidad de Cuenca
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Romel Adrián Ulloa Gómez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, febrero de 2018.

Romel Adrián Ulloa Gómez

C.I: 0106557275



Universidad de Cuenca
Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Andrés Darío Pulla Genovez autor del trabajo de titulación **“Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, febrero de 2018.



Andrés Darío Pulla Genovez

C.I.: 0104604863



Universidad de Cuenca
Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Romel Adrián Ulloa Gómez autor del trabajo de titulación **“Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, febrero de 2018.

Romel Adrián Ulloa Gómez

C.I: 0106557275



Universidad de Cuenca
Cláusula de derechos de Autor

Certifico que el trabajo de Titulación “Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.”, ha sido desarrollado por los estudiantes: Andrés Darío Pulla Genovez con C.I: 0104604863 y Romel Adrián Ulloa Gómez con C.I: 0106557275.

Cuenca, febrero de 2018.

Ing. Juan Hernando Ugalde Delgado, M.Sc.

DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Universidad de Cuenca
Cláusula de derechos de Autor

Los tutores de Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. certifican que el Trabajo de Titulación **“Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.”**, ha sido desarrollado por los estudiantes: Andrés Darío Pulla Genovez con C.I: 0104604863 y Romel Adrián Ulloa Gómez con C.I: 0106557275.

Cuenca, febrero de 2018.

Ing. Jorge Iván Piedra Martínez, M.Sc.

JEFE DEPARTAMENTO DISTRIBUCIÓN ZONA 3

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Ramiro Fernando Ávila Campoverde, M.Sc.

JEFE DPTO. DE ANÁLISIS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



**ESTA TESIS HA SIDO DESARROLLADA DENTRO DEL CONVENIO ENTRE
LA UNIVERSIDAD DE CUENCA Y LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL
CENTRO SUR C.A.**

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios por darme sabiduría y fuerza en muchos momentos de flaqueza, por brindarme la familia que tengo ya que sin ellos no fuera la persona que hoy soy, agradezco que ha dejado rodearme de personas buenas y generosas que me han apoyado en todo momento y bajo cualquier circunstancia.

Agradezco a mis padres, mis tíos y mi abuelita, por todo el esfuerzo que han puesto en mi formación académica desde muy pequeño, ya que mediante sus consejos, apoyo y la confianza que me han brindado he logrado superar todos los obstáculos que han aparecido en mi vida. Además, quiero agradecer a mi hermana, mi sobrina y mis primos por estar a mi lado, tal vez simplemente viéndome sentado escribiendo estas palabras o haciéndose presentes con alguna frase de aliento o motivación, por compartir tantos momentos inolvidables que han quedado impregnados en nuestras vidas, espero que la relación entre nosotros nunca cambie y podamos construir juntos nuestros sueños.

Finalmente quiero agradecer a cada profesor y compañero de la Universidad, a una amiga incondicional Mia L., a Romel que pensaba que no terminaríamos la tesis a tiempo y a Raúl J., que siempre nos apoyó.

Andres

En primer lugar, quiero agradecer a mi Dios por estar siempre ahí guiando mi camino. A mis padres por ser el pilar fundamental de mi vida; su amor y apoyo incondicional me han permitido finalizar esta etapa de mi vida. A todos mis hermanos entre ellos a Luis (“The boss”), Fernando (“The best”) y Felipe, gracias por tantos momentos divertidos e inolvidables. Finalmente, agradezco a todos los profesores y compañeros de la Universidad de Cuenca en especial a mis amigos Raúl J., y Andres P., que estuvieron conmigo durante todo este proceso académico.

Romel

Agradecemos a quienes de manera desinteresada nos brindaron su apoyo durante el desarrollo de este trabajo de titulación. A nuestro director Ing. Juan Ugalde, a nuestros tutores Ing. Iván Piedra e Ing. Ramiro Ávila, al personal que forma parte del departamento de distribución Zona 3, al Ing. Iván Genovez por estar siempre pendiente, así como a los funcionarios de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. por los conocimientos compartidos e información brindada. A Franklin Bernal por la colaboración brindada estos meses. A la Universidad de Cuenca, por acogernos durante nuestra formación académica. A los profesores de la Facultad de Ingeniería (en especial Ingeniería Eléctrica) por estar en cada paso que dimos en nuestra formación y siempre guiarnos y aconsejarnos de la mejor manera.

Los Autores



DEDICATORIAS

Sabemos que estamos vivos cuando tenemos algún percance o no todo es color rosa, pero también sabemos que estamos vivos cuando alguien se preocupa por nosotros en esos momentos.

Este trabajo se lo dedico a toda mi familia que ha estado apoyándome durante todo este tiempo, en especial a mis padres, Darío y Lourdes quienes han sido el motor que me impulsa a alcanzar mis metas y mediante valores característicos de ellos han logrado formarme como una persona de bien.

A mi tíos Iván y Katy que siempre han sido un ejemplo a seguir, sus consejos y amor han hecho de mí el hombre que soy, espero que estén siempre orgullosos, hoy culmina una etapa más en mi vida y se la dedico a ustedes.

Andres Pulla

Este trabajo va dedicado a toda mi familia y amigos que siempre han estado ahí para apoyarme y guiarme en todo momento de este trayecto.

Romel Ulloa



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El hecho de no disponer de una adecuada guía de procedimientos para el mantenimiento preventivo en las redes de distribución de CENTROSUR, hace que cada grupo de mantenimiento perteneciente a cada zona de distribución se desenvuelva de diferente manera y desempeñe sus actividades de acuerdo a un criterio propio. El proyecto surge como necesidad de recopilar y normalizar las mejores prácticas relativas al mantenimiento preventivo de equipos y redes de distribución primaria, teniendo incidencia en los diferentes indicadores de calidad, confiabilidad y de medio ambiente, siendo estos elementos claves para una correcta gestión empresarial.

Las fallas por un mal mantenimiento siempre han sido una problemática a considerar para las empresas distribuidoras, debido a que representan gastos muchas veces innecesarios y por situaciones fácilmente previsibles, motivo por el cual se pretende potenciar la eficiencia con la cual se realiza actualmente el mantenimiento preventivo en alimentadores primarios.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Levantar los procedimientos de mantenimiento preventivo en alimentadores primarios de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur y actualizar la generación de los diferentes indicadores técnicos relacionados con este.

1.2.2. Objetivos específicos

- Disponer de un documento técnico especificando cómo se realiza el mantenimiento preventivo en los alimentadores primarios en CENTROSUR.
- Procesamiento de información y obtención de indicadores técnicos con respecto al mantenimiento preventivo.

- Motivar a las distintas empresas eléctricas a realizar procedimientos similares para poder a futuro comparar y establecer mejores modelos de mantenimiento preventivo.

1.3. Justificación

Con este trabajo se pretende aportar una visión de conjunto para el mantenimiento preventivo en las redes de alimentación primaria, enfocados en las condiciones propias de CENTROSUR, ya que cada empresa distribuidora es diferente tanto en ubicación geográfica, área de concesión, antigüedad y nivel de automatización.

Este trabajo se basa en la necesidad que tiene CENTROSUR en contar con un manual centralizado de mantenimiento preventivo en alimentadores primarios, es por ello que la principal intención es disponer de un sistema eléctrico operativo en todo momento, para ello se describirán por procedimientos las diferentes rutinas que deben aplicarse y el equipo de protección a ser usado durante la ejecución de las actividades de mantenimiento, con el fin de mitigar algún tipo de accidente o negligencia por parte del grupo de trabajo que lleve a la salida intempestiva del alimentador en el que se realice dicha actividad. Aunado a esta intención, la disposición de la guía de procedimientos permitirá a CENTROSUR estandarizarlos y poder capacitar al personal de manera más eficiente en caso de ser reemplazados.

El proceso de mantenimiento de equipos y redes de distribución, tiene gran incidencia en los indicadores técnicos, con la aplicación de indicadores se pretende monitorear su comportamiento y mejorar el nivel de calidad del servicio, los cuales inciden en los resultados finales de la gestión de la empresa.



1.4. Alcance

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. posee un área de concesión que abarca las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago. En el cantón Cuenca tiene la responsabilidad de todo el sistema eléctrico de subtransmisión, distribución y comercialización, mientras que las agencias tienen a cargo el mantenimiento del sistema de distribución y la gestión de comercialización.

Para realizar la gestión del mantenimiento, se tienen departamentos dedicados a sus diferentes activos eléctricos que comprenden subestaciones, líneas de subtransmisión, sistemas de distribución y alumbrado público.

El levantamiento del proceso del mantenimiento debe estar alineado con la planeación estratégica de CENTROSUR, enmarcado dentro de las políticas, metas y objetivos de la empresa, y debe ser concebido como un proceso de mejora continua, en el cual se tenga una participación activa e integral, de todas las áreas de la empresa.

Por lo anteriormente expuesto, se pretende levantar las 22 actividades de mantenimiento eléctrico preventivo en medio voltaje para alimentadores primarios, mediante la elaboración de un documento técnico, en el cual se especifique cómo se realiza el mantenimiento preventivo en CENTROSUR, teniendo especial atención en la seguridad industrial y en el cuidado del medio ambiente; lo cual redundará en el beneficio de los clientes, accionistas y colaboradores.

Así también se buscará implementar 3 nuevos indicadores asociados a las actividades del mantenimiento y, a través del desarrollo de una aplicación informática, procesar y generar dichos indicadores; los cuales servirán para una mejora continua con el fin de brindar el suministro de energía eléctrica a los clientes con calidad y confiabilidad.

CAPÍTULO 2

PRINCIPIOS TEÓRICOS: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.1. Filosofía del mantenimiento

La filosofía del mantenimiento es la capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad un servicio. Consecuentemente, mantenimiento no significa reparar equipos o sistemas, sino el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento, de acuerdo a los requerimientos de la organización, para lo cual se debe trabajar básicamente en la prevención de fallas, para de esta forma, reducir los riesgos de salidas intempestivas, buscando la más alta disponibilidad de equipos o sistemas.

En la actualidad, el Mantenimiento de Clase Mundial, es el conjunto de las mejores prácticas de forma estandarizada que asocian elementos de distintos enfoques, las cuales buscan generar ahorros sustanciales en la organización. El Mantenimiento de Clase Mundial debe integrar aspectos como seguridad, calidad y medio ambiente, que hacen parte de las características del mantenimiento de este siglo. Los procesos de mantenimiento deberán ser sobrellevados a través del uso de tecnologías modernas y adecuadas a la situación de la organización, con proveedores calificados y personal capacitado de manera adecuada y permanente, acorde con las necesidades de los procesos.

El mantenimiento debe estar alineado con el incremento del valor de la institución, para lo cual se hace necesario un nuevo manejo presupuestario y financiero, de tal forma de que esta actividad no sea vista sólo como un costo, sino, por el contrario, ser una fuente que contribuya al incremento de ingresos, a través de un mejor aprovechamiento de los activos; por consiguiente, el mantenimiento no es un gasto, es una inversión rentable.

En el aspecto organizacional, se deben definir procesos, planes, métodos, técnicas, contratos, costos, líneas de investigación, desarrollo y los medios para la aplicación de los planes de mantenimiento, mediante estrategias de actualización, innovación y mejoras en las diferentes áreas técnicas de la organización.

El mantenimiento debe estar alineado con la filosofía de la calidad institucional y maximización de la vida del sistema, a fin de obtener una adecuada organización de sus procesos, los cuales además deben estar alineados con sus proveedores, contratistas y clientes, tanto internos como externos.

La labor del mantenimiento debe involucrar la gestión de la ingeniería de mantenimiento, la integración de la planificación de los procesos estratégicos, la programación que integra las actividades, seguridad en el área laboral, suministro de materiales e insumos, disponibilidad de personal; la ejecución de las actividades de una manera eficiente, eficaz, segura y respetando el medio ambiente; y, finalmente, el monitoreo y gestión, que es donde se realiza la retroalimentación para verificar el cumplimiento de objetivos por medio de indicadores de desempeño.

Por lo tanto, la filosofía del mantenimiento seguirá un determinado concepto según la organización, las políticas y las visiones de una empresa.

2.1.1. Definición de mantenimiento

“Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.” [1]

El mantenimiento, como sistema, tiene una función clave en el logro de las metas y objetivos de la empresa. Contribuye a reducir los costos, minimizar el tiempo muerto de los equipos, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con un equipo confiable, que sea seguro y esté correctamente configurado para lograr su fin. Además, juega un papel importante en minimizar el costo durante el ciclo de vida de los equipos. [2]

Todos los sistemas de ingeniería y sus componentes finalmente fallan, sin embargo, los fallos no planificados pueden ser ordenados según la magnitud más grave, especialmente en sistemas críticos, donde tales fallas pueden conducir a la pérdida completa del sistema y la vida humana. Las estrategias de sustitución de piezas críticas son implementadas dentro de los planes de mantenimiento para reducir el costo por unidad de tiempo y maximizar la disponibilidad del sistema.

Mientras que muchos sistemas mejoran la confiabilidad y la seguridad a través de la redundancia, la posibilidad de fallo de un componente dependiente o correlacionado se considera con menos frecuencia. Por lo tanto, el mantenimiento es una operación que se realiza con la finalidad de mantener un sistema en condiciones satisfactorias de operación a través de inspecciones, localización de defectos, cambio de partes y prevención de fallas; y relacionada muy estrechamente con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador. [3]

El mantenimiento tiene que ver con la búsqueda, prevención y corrección de errores, ya que no existen elementos ideales; entonces, el mantenimiento es el conjunto de acciones técnicas y administrativas que se ejecutan en las instalaciones o equipos para mantenerlos funcionando en todas las etapas de su vida útil. Por lo que se puede decir que el mantenimiento es un factor muy importante en la calidad de los productos o servicios y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa.

2.1.2. Tipos de mantenimiento [4]

Mantenimiento no es reparar urgentemente las averías que surjan; sino se pretende asegurar el servicio de la empresa cumpliendo un valor determinado de disponibilidad, seguridad y confiabilidad, ajustándose al presupuesto óptimo y compatible con el medio ambiente. Dependiendo del enfoque, ubicación, manejo de elementos y características, se realizan los siguientes tipos de mantenimiento.

- **Mantenimiento Correctivo:** Es considerado la forma básica del mantenimiento que consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo tras una avería; se realiza con la finalidad de reparar fallos o defectos, ya sea de manera contingente o programada.
- **Mantenimiento Preventivo:** Consiste en prever y anticiparse a los fallos, basado en inspecciones regulares de forma planificada, programada y controlada. Se realiza en intervalos regulares o de acuerdo a criterios preestablecidos en un equipo o en sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

- **Mantenimiento Predictivo:** Consiste en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas que muestren una relación predecible con el ciclo de vida de un equipo o instalación permitiendo garantizar una calidad de servicio deseada, con el fin de reducir al mínimo el mantenimiento preventivo y disminuir el mantenimiento correctivo.
- **Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de Fallas:** Consiste en la inspección de las funciones de dispositivos de protección bajo condiciones controladas, para asegurarse que estos dispositivos sean capaces de brindar la protección requerida cuando sean necesarios, por medio de las técnicas tales como: análisis de vibraciones, mediciones eléctricas, ultrasonidos, medición de espesores, termografías, etc.
- **Mantenimiento Productivo TOTAL (TPM):** Es un tipo de gestión de mantenimiento basado en la implicación del personal de producción en el mantenimiento de los equipos. Esta mayor implicación se traduce en que las tareas de mantenimiento básicas y la solución de pequeños problemas corren por cuenta del personal que normalmente opera los equipos. [5]
Tiene como objetivo principal realizar el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, sin defectos y accidentes, dentro de un proceso de mejora continua y una gestión de calidad total que ayudan a mejorar la competitividad en la empresa, permitiendo asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones participando activamente para mejorar el rendimiento del sistema de una manera global.
- **Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM):** Es un procedimiento sistemático y estructurado, utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.
Se centra en lograr la máxima confiabilidad en los equipos, analizando las funciones de los activos, localizar cuáles son sus posibles fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias; ya que cada elemento se comporta de una forma diferente, así como sus modos de falla, debido al entorno de trabajo cambiante.

2.2. Definición de términos

Esta sección tiene el propósito de armonizar todas las definiciones y conceptos utilizados como herramientas, que pueden auxiliar en gran medida la toma de decisiones del personal de mantenimiento. En lo administrativo, se considerará la planeación estratégica de CENTROSUR y su sistema de gestión. En lo legal, se fundamentará en lo dispuesto en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los reglamentos y regulaciones emitidas por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). En lo técnico, se considerarán las prácticas y procedimientos de mantenimiento utilizados en el sector eléctrico y en CENTROSUR.

2.2.1. Definiciones administrativas

Las empresas buscan alcanzar altos estándares de calidad en la prestación del servicio de energía eléctrica. La empresa CENTROSUR basa su gestión administrativa en la planificación estratégica, con la finalidad de conseguir el máximo nivel de efectividad en su funcionamiento, dando atención a los procesos de la gestión de la calidad, la evaluación de los indicadores de gestión y un especial cuidado a los temas de la seguridad industrial y medio ambiente.

Planificación estratégica: Es una herramienta de gestión que se desarrolla previo a la realización de acciones, que permite apoyar la toma de decisiones, previendo el futuro a través de la orientación, dirección y proyección organizacional mediante el establecimiento de objetivos, políticas y estrategias de carácter prioritario para alcanzar la mayor eficiencia, eficacia y calidad en los servicios que se proveen, relacionando a la organización con el medio ambiente, recursos y capacidades.

Esta es una herramienta clave para la toma de decisiones en las instituciones públicas que involucra a todos los miembros de una organización, a fin de anticipar qué hacer, por qué hacerlo, quién lo va a hacer, cuándo lo va a hacer, cómo hacerlo, dónde hacerlo y para qué hacerlo. [6]

Sistema de gestión de la calidad: Es una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos para lograr la calidad de los servicios que se ofrecen al cliente; es decir, es planificar, controlar y mejorar aquellos elementos de la organización que influyen en el cumplimiento de los requisitos del cliente y en el logro de la satisfacción del mismo. La mejora no solo incluye el aprovechamiento de las oportunidades correspondientes, sino también la toma de acciones correctivas y preventivas.

CENTROSUR tiene entre sus principales principios la mejora continua, así como también el establecimiento de nuevas metas con el afán de cumplirlas con la mayor eficacia y eficiencia posibles.

Seguridad y salud en el trabajo: *“Es la ciencia, técnica y arte multidisciplinario que se ocupa de la valoración de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos ocupacionales a favor del bienestar físico, mental y social de los trabajadores, potenciando el crecimiento económico y la productividad de la organización.”* [7]

La seguridad y salud en el trabajo reporta grandes ventajas, además de constituir una obligación jurídica y social. Las empresas que tienen éxito en lograr altos estándares en seguridad y salud en el trabajo se caracterizan en sus operaciones por tener una política clara y modelos organizativos que promuevan la motivación e implicación de los trabajadores como factor clave para la mejora de la competitividad de la empresa lo cual contribuye a su desempeño económico mejorando su imagen y valor.

Conforme lo establece el Art. 441 del Código de Trabajo, el Art. 93 del Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, el Art. 1 y el Art. 11, numeral octavo del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo; CENTROSUR expidió el Reglamento Interno de Seguridad e Higiene Industrial, en el que se establecen las medidas de prevención de los riesgos laborales, a fin de proteger al elemento humano y el patrimonio material de la Empresa.

Gestión ambiental: *“Conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida.” [8]*

CENTROSUR no solo vende energía eléctrica, sino calidad de vida, que se ve reflejada en la satisfacción del cliente. Sus actividades se desarrollan teniendo en cuenta la preservación medioambiental; y se ha venido implementando el Sistema de Gestión Ambiental, que se basa en la Norma ISO 14001:2004.

2.2.2. Definiciones legales

En el aspecto legal, CENTROSUR se rige con base en la Constitución, Mandatos, Leyes y Regulaciones del Sector Eléctrico, así como documentos y reglamentos internos.

Son de especial importancia el cumplimiento de las regulaciones para proporcionar al país un servicio eléctrico de calidad que garantice su desarrollo económico y social.

Responsabilidades y atribuciones del estado Art. 7.- Deber del Estado¹.

Constituye deber y responsabilidad privativa del Estado, a través del Gobierno Central, satisfacer las necesidades del servicio público de energía eléctrica y alumbrado público general del país, mediante el aprovechamiento eficiente de sus recursos, de conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Maestro de Electricidad, y los demás planes sectoriales que fueren aplicables.

Corresponde al Gobierno Central la toma de decisiones en torno a la planificación, construcción e instalación de sistemas eléctricos para entregar energía a los usuarios finales, así como también el mantenimiento, operación y desarrollo sustentable del sector eléctrico, a fin de satisfacer las necesidades del servicio público de energía eléctrica. [9]

¹ LOSPEE, Registro Oficial Suplemento 418 de 16-ene-2015. Art 7 Deber del Estado. Estado: Vigente.

Régimen de funcionamiento del sector Art. 43.- De la distribución y comercialización²: La actividad de distribución y comercialización de electricidad será realizada por el Estado a través de personas jurídicas debidamente habilitadas por la autoridad concedente para ejercer tal actividad. Sus operaciones se sujetarán a lo previsto en su respectivo título habilitante, así como a las normas constitucionales, legales, reglamentarias y regulatorias que se establezcan, bajo su exclusiva responsabilidad, y observando principios de transparencia, eficiencia, continuidad, calidad y accesibilidad.

Será obligación de cada empresa dedicada a la actividad de distribución y comercialización, expandir su sistema en función de los lineamientos para la planificación que emita el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

La empresa eléctrica proveerá el suministro de energía eléctrica a las personas naturales o jurídicas que acrediten los requisitos establecidos en la regulación que para el efecto dicte el ARCONEL. [9]

Responsabilidad ambiental Art. 78.- Protección del ambiente³: Corresponde a las empresas eléctricas, sean éstas públicas, mixtas, privadas o de economía popular y solidaria, y en general a todos los participantes del sector eléctrico en las actividades de generación, autogeneración, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, cumplir con las políticas, normativa y procedimientos aplicables según la categorización establecida por la Autoridad Ambiental Nacional, para la prevención, control, mitigación, reparación y seguimiento de impactos ambientales en las etapas de construcción, operación y retiro.

Responsabilidad ambiental Art. 80.- Impactos ambientales⁴: Las empresas eléctricas tendrán la obligación de prevenir, mitigar, remediar y/o compensar según fuere el caso, los impactos negativos que se produzcan sobre el ambiente, por el desarrollo de sus actividades de construcción, operación y mantenimiento.

² LOSPEE, Registro Oficial Suplemento 418 de 16-ene-2015. Art 43 De la Distribución y Comercialización Estado: Vigente.

³ LOSPEE, Registro Oficial Suplemento 418 de 16-ene-2015. Art 78 Protección del ambiente. Estado: Vigente.

⁴ LOSPEE, Registro Oficial Suplemento 418 de 16-ene-2015. Art 80 Impactos ambientales. Estado: Vigente.

Regulación N° CONELEC 004/01 calidad del servicio eléctrico de distribución⁵: El objetivo de la Regulación es establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras.

Las Empresas Distribuidoras tienen la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los Consumidores ubicados en su zona de concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el Contrato de Concesión y las Regulaciones correspondientes. [10]

2.2.3. Definiciones técnicas

CENTROSUR busca mantener la continuidad del servicio, con calidad y cumpliendo con los parámetros establecidos. El desarrollo de nuevas tecnologías ha marcado sensiblemente la actualidad del mantenimiento; para esto se aplican técnicas que indican aquellos equipos que presentan riesgo de daño con la finalidad de conservar un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un costo mínimo. Así mismo, se deberán realizar procesos que ayuden a minimizar los tiempos de suspensión, optimizando recursos materiales y humanos.

Sistema: *“Un conjunto de elementos relacionados mutuamente, con objetivos comunes.”* [11]

Confiabilidad. *“La característica inherente de un elemento relativa a su capacidad para mantener la funcionabilidad, cuando se usa como está especificado.”* [11]

Mantenibilidad: *“La característica inherente de un elemento, relativa a su capacidad de poder ser recuperado, cuando se lleva a cabo la tarea de mantenimiento especificada, según se requiere.”* [11]

Proceso de mantenimiento: *“El conjunto de tareas de mantenimiento llevadas a cabo por el usuario, a fin de mantener la funcionabilidad de un sistema durante su utilización.”* [11]

⁵ Regulación 004/01 calidad del servicio eléctrico de distribución de 23-may-2001. Estado: Vigente.

Plan anual de mantenimiento: *“El plan anual de mantenimiento es el elemento de referencia básico que, de forma sistemática y ordenada, establece las bases sobre las cuales se ejecutarán las actividades de mantenimiento establecidas en su programación.”* [12]

Activos: *“Todo aquello que cumple con determinada función en una empresa (por ejemplo: locales, estructuras, equipos, grupos de equipos, equipo con instrumentos, etc.), sobre los cuales actúa la organización de mantenimiento.”* [12]

Equipos: *“Son los medios que forman la base productiva de la empresa, a los cuales se les atribuye una prioridad en función del lugar y uso a que estén destinados.”* [12]

Instrumentos: *“Controlan el buen funcionamiento y operación de los equipos en el desempeño de las funciones a las que están destinados.”* [12]

Orden de trabajo. *“Constituye la comunicación de una intervención cuya finalidad es corregir o prevenir un problema que se detecte a lo largo del sistema. Suele denominarse parte de trabajo, partes de avería, solicitud de trabajo, demanda de trabajo, etc.”* [5]

2.3. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo fue definido por MCB Brady y KEER como “Encontrar y corregir cualquier condición que pueda causar la falla antes que ocurra”⁶.

El Mantenimiento preventivo es una actividad llevada a cabo de forma programada, a través de inspecciones tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, calibración, etc., en los activos de la empresa. Las actividades se llevan de forma periódica, en base a un plan establecido, con el propósito de prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para evitar paros imprevistos y depreciación perjudicial, manteniendo la empresa en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

⁶ Documento del III Congreso Boliviano de Ing. Mecánica Electromecánica 2006.

2.3.1. Objetivos del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo garantiza a la empresa un adecuado funcionamiento, maximizando el tiempo de servicio y logrando eliminar la improvisación de las actividades del mantenimiento, de manera que se eviten los altos costos de reparación y se disminuya la probabilidad de paros imprevistos; así mismo, permita una mayor vida útil de los equipos e instalaciones y mayor seguridad en lo que concierne a la integridad física de los empleados.

En esencia, el mantenimiento del sistema de distribución eléctrica trata de mantener un equipo lo más disponible posible. En el mantenimiento del sistema la empresa debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos, tal como indica la figura 2.1.

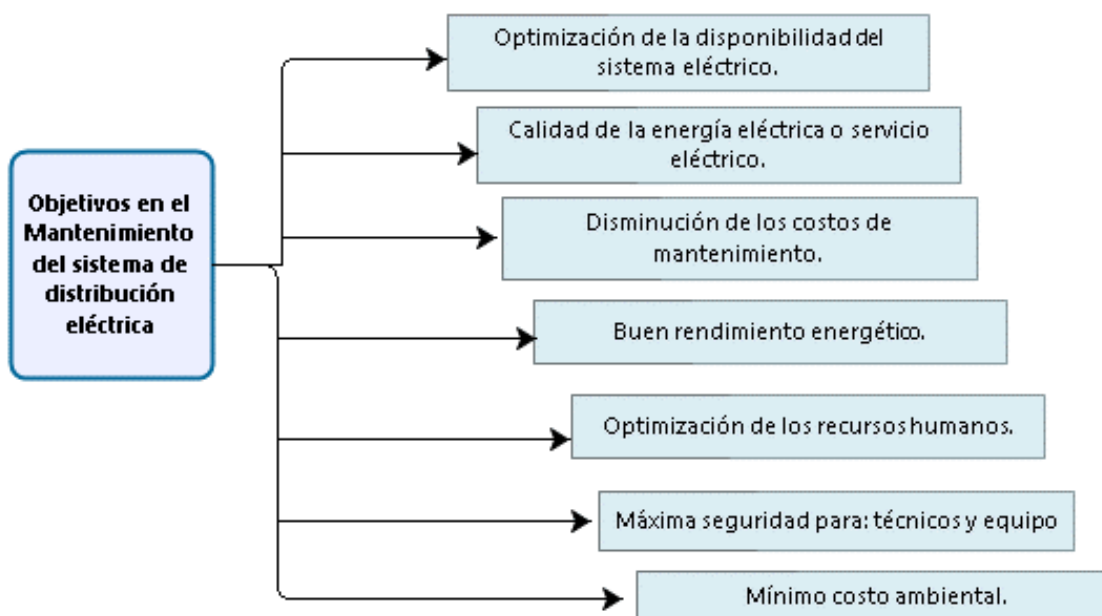


Figura 2.1. Esquema de objetivos del mantenimiento en el Sistema de distribución.
[Autores]

Para lograr los objetivos del mantenimiento se necesitan de varios recursos mismos que se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- **Abastecimiento:** Constituye todos los elementos de reparación, consumibles, suministros especiales y artículos de inventario, que permitan el proceso de mantenimiento.

- **Equipos de prueba y apoyo:** Todo elemento que permite hacer las pruebas adecuadas de funcionamiento de un equipo, herramientas y equipos de calibración.
- **Personal:** Son todos los responsables de la instalación, comprobación, manejo y realización del mantenimiento, teniendo en cuenta el grado de capacitación para cada uno.
- **Instalaciones:** Áreas especiales precisas para realizar alguna tarea de mantenimiento (Taller eléctrico).
- **Datos técnicos:** Constituyen los manuales, procedimientos e instrucciones de mantenimiento; incluyen también los procedimientos de inspección, pruebas, calibración, modificación, etc.
- **Recursos informáticos:** Conforman computadoras y sus accesorios, software, bases de datos, etc., necesarios para hacer el control del mantenimiento. [13]

2.3.2. Alcance del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo debe estar enmarcado dentro de las políticas, metas y objetivos de una empresa. La estrategia de mantenimiento preventivo y mejora continua, está encaminada al aumento de la vida operativa de máquinas, equipos, infraestructura física y demás bienes institucionales.

La ingeniería ha avanzado en todas sus ramas, incluyendo los instrumentos y técnicas que se han desarrollado y que de alguna manera sustentan la credibilidad de los programas de mantenimiento preventivo.

Un buen programa de mantenimiento preventivo incluirá la mayor parte de los bienes físicos de la empresa, considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo. Las partes a las cuales se le implementará el programa dependerán del tipo de empresa en el que se esté empleando el concepto; y, para que sean efectivos dentro de la misma, es necesario determinar en cualquier instante la condición real de los sistemas bajo estudio.

2.3.3. Ventajas del mantenimiento preventivo

Las ventajas que se obtienen de llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo son innumerables, impactando fuertemente en resultados positivos. Con el tiempo se ha comprobado que a largo plazo los costos de mantenimiento son más fáciles de absorber por las empresas, dentro de las ventajas que presenta este tipo de mantenimiento se encuentran:

- Disminución del tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Disminución de los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminución de los costos de reparaciones sencillas realizadas antes de los paros imprevistos.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección del sistema.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Conocer los índices de desempeño por sector. [14]

2.4. Indicadores de mantenimiento

Todas las actividades pueden medirse, motivo por el cual al implantarse un control de indicadores se puede asegurar que las actividades vayan en el sentido correcto y permitan evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades; así como también motivar al personal a seguir mejorando.

Uno de los problemas a los que se enfrenta un responsable de mantenimiento es querer mejorar los resultados del departamento a su cargo y a su vez de la empresa, por lo que se debe medir la evolución de los aspectos más importantes que definen o determinan la calidad de su trabajo. Para la gestión de mantenimiento es necesario registrar datos y controlar la tendencia de algunos indicadores que permitan tomar decisiones en el momento oportuno y guiar la actividad con el objetivo de incrementar la rentabilidad de la empresa al menor costo posible.

2.5. Resultados económicos

La aplicación del mantenimiento preventivo y la correcta interpretación de sus diferentes indicadores traen beneficios que justifican su presencia en una organización.

El mantenimiento preventivo es una inversión de dinero que capitaliza la regularidad, continuidad y seguridad operativa del sistema por disminución del lucro cesante del servicio prestado, del costo de reparaciones y del costo de la mano de obra requerida.

2.6. Presente y futuro

Desde que el ser humano utilizó dispositivos que faciliten sus tareas, siempre ha sentido la necesidad de mantener aquellos en buen estado, aún con las más rudimentarias herramientas. De esta manera, la mayoría de las fallas que se experimentaban en los instrumentos eran el resultado del abuso, situación que permanece latente hasta hoy.

Hasta 1914 el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutada por el mismo grupo de operación, al principio sólo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo" conocido también como "Run to failure".

No fue sino hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses se iniciaron con un nuevo concepto en mantenimiento, siguiendo simplemente las recomendaciones de los fabricantes del equipo sobre el cuidado que debían tener en la operación de las máquinas y sus dispositivos. Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollen programas que servían para efectuar observaciones claves como prevención de daños al equipo.

Actualmente el mundo está evolucionando de una manera veloz como nunca antes sucedió, afectando todos los ámbitos de nuestras realidades. Desde luego, la gestión del mantenimiento no puede estar ajena a ese cambio acelerado y, por lo tanto, se ve influenciada y obligada a dinamizarse para dar respuesta a las futuras demandas.



Se sigue discutiendo en los congresos de mantenimiento si es una buena idea aplicar estrategias de mantenimiento preventivo. Estamos en la época de optimización de recursos, por lo que la respuesta es sí.

A finales del 2014 se publicó la norma de gestión de activos ISO 55001, las estrategias de mantenimiento son en realidad estrategias para la optimización de los planes de mantenimiento y, por lo tanto, de la confiabilidad de los activos productivos. Las organizaciones que no sigan prácticas de excelencia operacional y apuesten por el continuismo desaparecerán.

Un estudio realizado en 2016 por Ernst & Young (Empresa consultora de Reino Unido) indica que alcanzar la excelencia operativa podría conducir a una reducción de los costos hasta un 43 por ciento en el sector energético, y podría reducir el número de incidentes de seguridad en un porcentaje similar. La excelencia operativa aplicada a la gestión de activos llevaría a las organizaciones a beneficiarse de una mayor integridad de sus activos y una mejora en la planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento, llegando a reducir hasta en un 50 por ciento los incidentes críticos.

Las posibilidades que ofrecen las técnicas analíticas avanzadas, las nuevas tecnologías y los diferentes indicadores, están contribuyendo a que el futuro en el mantenimiento de activos sea preventivo más que correctivo. Con un objetivo claro, ayudar a las empresas y organismos públicos a asegurar la fiabilidad de los activos, aumentando su disponibilidad, su tiempo de funcionamiento y mejorando su seguridad, y reducir los costos en el mantenimiento de los equipos. Las nuevas tecnologías ofrecen beneficios reales y tangibles. Y este futuro es ya una realidad.

CAPÍTULO 3
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN CENTROSUR

3.1. Datos generales de la empresa

El Sector Eléctrico Ecuatoriano avanza con el fin de brindar un servicio de energía eléctrica de calidad, el cual es indispensable y fundamental en el buen vivir y desarrollo de la sociedad.

Las empresas eléctricas distribuidoras tienen como función primordial suministrar energía a los clientes en sus áreas de concesión; para brindar este servicio se construyen sistemas de distribución y se elaboran estrategias que ayudan a ofrecer un servicio continuo, lo cual se logra con la adecuada organización, programación y administración del sistema eléctrico.

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., en su visión, tiene como fin el ser un referente a nivel de Latinoamérica. Por su eficiencia, responsabilidad social y ambiental, CENTROSUR se organiza y lleva a cabo planes estratégicos tanto en la construcción, operación y mantenimiento, siempre pensando en el usuario y en la calidad del servicio brindado.

3.1.1. Área de concesión

CENTROSUR es una moderna compañía de distribución y comercialización de energía de carácter público, que brinda servicio a la parte Austral del país cubriendo un área de concesión de 30,27 km²; lo cual representa el 11.76% del territorio nacional. El 64.96% pertenece a la provincia de Morona Santiago, el Azuay representa el 26.19%, Cañar tiene un 8.07% y, finalmente otros cantones que son parcialmente cubiertos como Naranjal, El Guabo, Saraguro y una zona no delimitada conocida como El Piedrero, que en conjunto representan el 0.78%, incluidas las redes del cantón La Troncal (antes pertenecientes a la Empresa Eléctrica de Milagro - CNEL Milagro), tal como se indica en la figura 3.1.

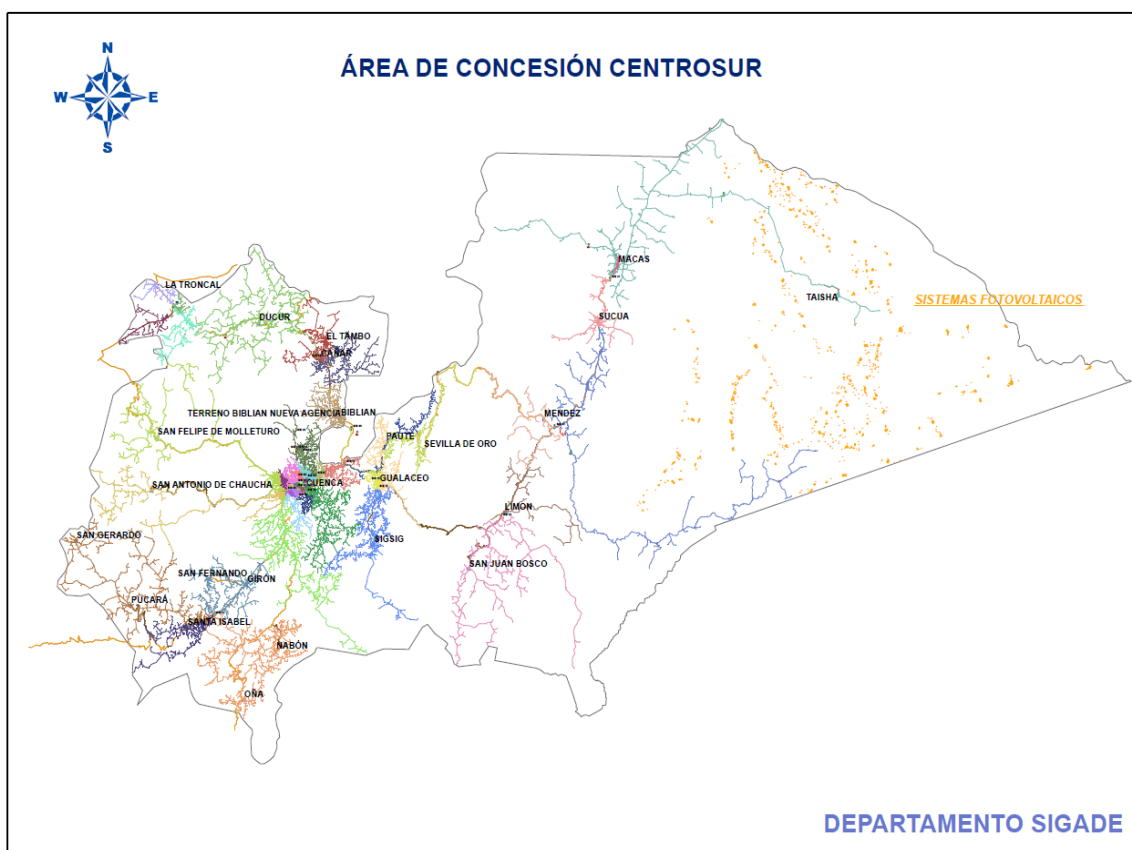


Figura 3.1. Área de concesión CENTROSUR [15]

3.1.2. Estructura organizacional

CENTROSUR tiene una estructura organizacional funcional, donde su máximo organismo es la Junta General de Accionistas y la representación legal está liderada por una Presidencia Ejecutiva, que reporta a un Directorio representado en su mayoría por el MEER.

Existen ocho Direcciones, tres de ellas, relacionadas al “CORE” empresarial: Dirección de Distribución (DIDIS), Dirección de Comercialización (DICO) y Dirección de Morona Santiago (DIMS).

Las otras cinco Direcciones son de apoyo y asesoría en la gestión de la empresa: Dirección Administrativa Financiera (DAF), Dirección de Asesoría Jurídica (DAJ), Dirección de Planificación (DIPLA), Dirección de Talento Humano, Seguridad y Salud en el Trabajo (DTH), Dirección de Tecnología de la Información y Comunicación (DITIC). Esto se indica en el organigrama de la figura 3.2. [16]

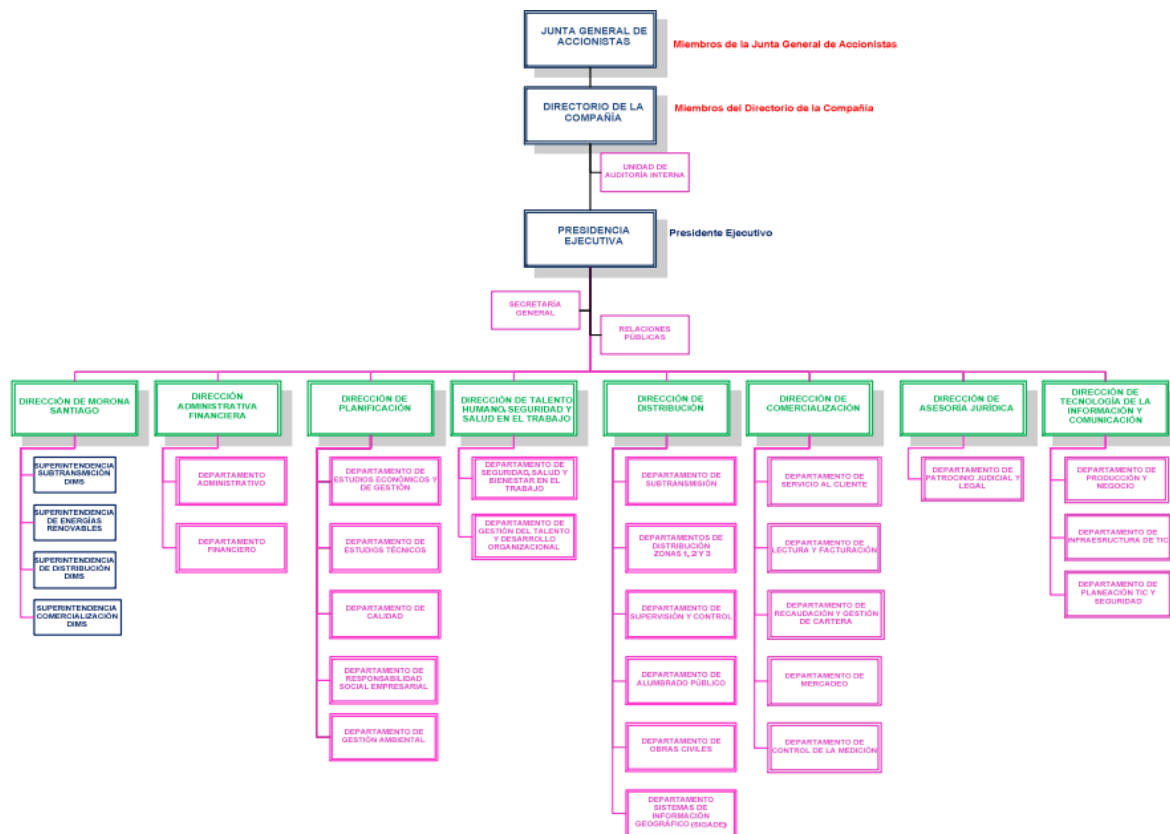


Figura 3.2. Organigrama de CENTROSUR. [15]

3.1.3. Datos técnicos [17]

El sistema de distribución de CENTROSUR, de acuerdo a información del mes de Noviembre de 2017, está conformado por 18 subestaciones de distribución, localizadas a lo largo de su área de concesión, con el fin de transformar el voltaje de subtransmisión a valores de distribución primaria.

En cuanto a los alimentadores primarios se cuenta con un total de 67 alimentadores a niveles de voltaje de 6.3 kV, 13.8 kV y 22 kV, con una longitud de redes en medio voltaje de 9,245.79 km distribuidos a través del área de concesión. La cantidad de transformadores instalados a lo largo de las redes de la Empresa es de 22,237 unidades correspondiente a 704,460.00 kVA y en redes de bajo voltaje se tiene un total de 11,538.18 km y 6,137.22 km en acometidas. Estos datos se indican en la figura 3.3, distribuidos por zonas.

UNIVERSIDAD DE CUENCA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.

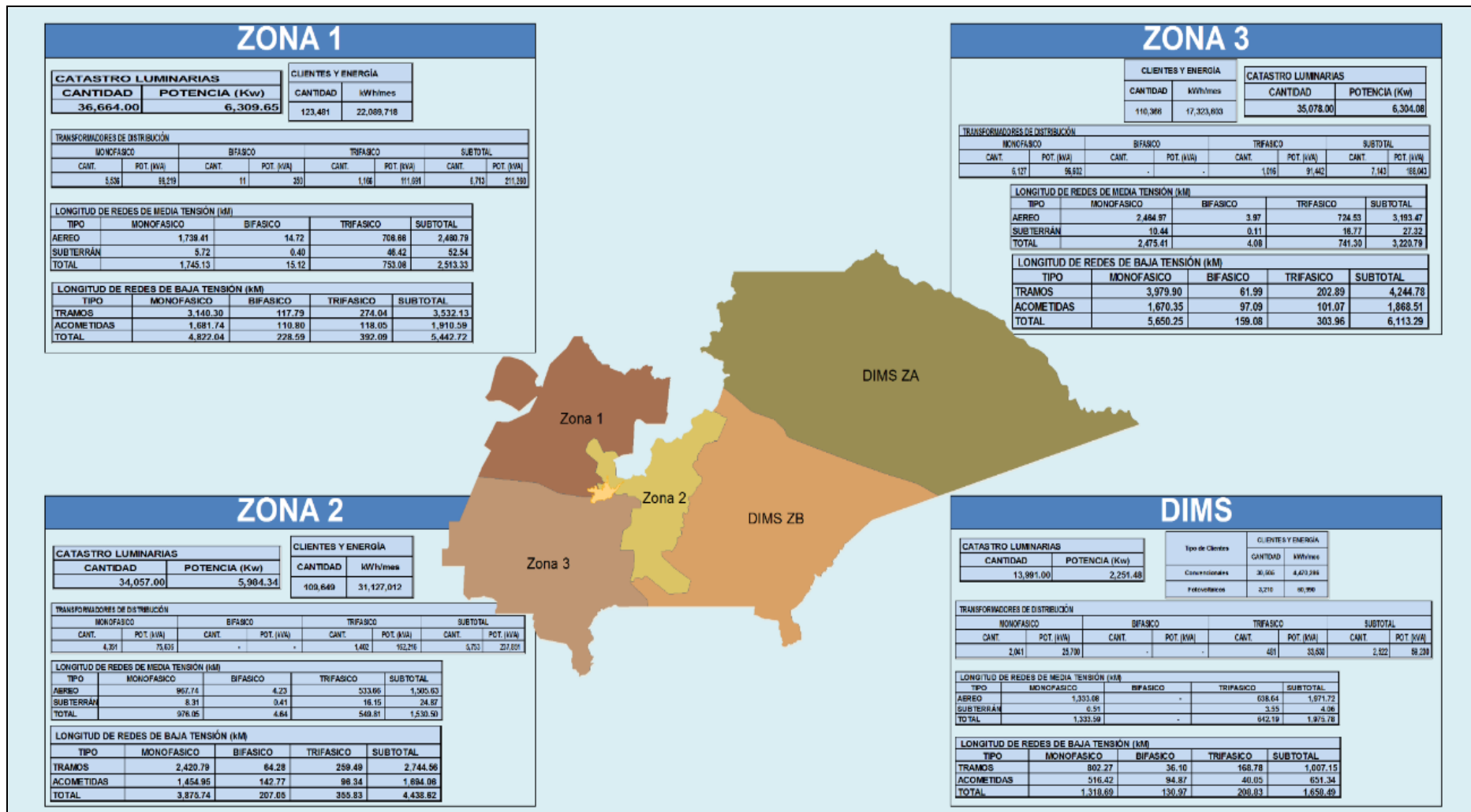


Figura 3.3. Resumen estadístico por zona. [17]

3.2. Planes estratégicos de CENTROSUR llevados a cabo para el mantenimiento.

Los Departamentos de Distribución Zona 1, 2 y 3 para el caso del Cantón Cuenca y sus agencias, disponen de grupos de trabajo dedicados a realizar el mantenimiento preventivo, de manera continua todo el año basados en el proceso de MANTENIMIENTO EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE con sus respectivos subprocesos, como se indica en la figura 3.4.

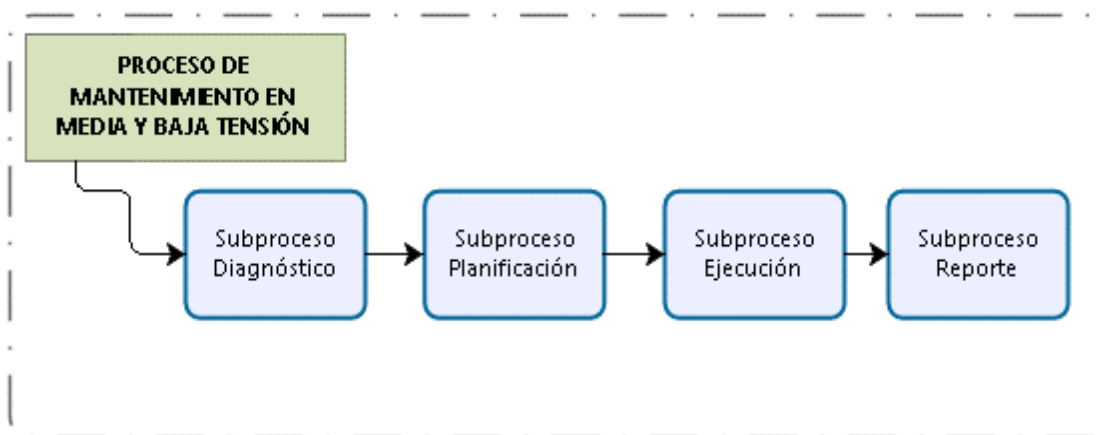


Figura 3.4. Proceso de mantenimiento en medio y bajo voltaje. [Autores]

Las actividades de cada subproceso comprenden:

Diagnóstico (basado en el procedimiento interno P-DIDIS-2): Recaba la información del área de reclamos, grupos de trabajo o situación del sistema, se analiza la necesidad de realizar o no mantenimiento preventivo en las redes de medio o bajo voltaje. Las actividades que se llevan a cabo son:

- Ingreso y análisis de información: Se utiliza para esta actividad el formulario R-33 (Formulario de inspección de CENTROSUR).
- Inspección y análisis: Dependiendo de la información ingresada se realiza, de ser el caso, una inspección antes de la planificación del mantenimiento.



Planificación (*Basado en el procedimiento interno P-DIDIS-88*): Previa a la ejecución del trabajo se realizan análisis, de manera de afectar lo menos posible a los usuarios, se analiza si es posible realizarlo con o sin suspensión de servicio y establecer la logística necesaria, mediante las siguientes 5 actividades:

1. Análisis de la topología, transferencias e información a los usuarios: se realiza una revisión de los planos eléctricos de manera gráfica a través del programa SIGCON (Software de CENTROSUR, para visualización de información gráfica de redes de distribución), a fin de ubicar los puntos de seccionamiento y maniobra para realizar el trabajo de mantenimiento. Se notifica a los usuarios a través de medios de comunicación, SMS, volantes o el Centro de Operación de Distribución (COD) de CENTROSUR acerca de las suspensiones de energía programadas.
2. Asignación del grupo ejecutor: Dependiendo de la actividad a realizar o de la cantidad de mano de obra requerida, se asigna personal propio de la Empresa o por intermedio de los contratistas calificados que tiene CENTROSUR.
3. Elaboración de egresos de materiales: A través del software Sistema de Inventarios (Software de CENTROSUR, para el manejo de materiales, equipos y herramientas), se realiza la orden de egreso de materiales y/o equipos necesarios, para lo cual se utiliza el registro R-146.
4. Elaboración de la orden de trabajo: Una vez definido el personal para la ejecución del trabajo, materiales, equipos, herramientas y medidas de seguridad y medio ambiente, se procede a elaborar la orden de trabajo, utilizando el formulario R-53.
5. Elaboración de la consignación: Se utiliza el formulario aprobado para este efecto, en el cual se muestra el área a intervenir, fecha, hora, ejecutor, causa, potencia desconectada y nivel de voltaje, ya sea con o sin interrupción de energía eléctrica.



Ejecución (basado en el procedimiento interno P-DIDIS-82): Consta de cinco actividades:

1. Preparación de materiales, equipos y herramientas: De acuerdo a la actividad a realizar, se prepara la logística necesaria.
2. Informe de maniobras a realizar y zonas afectadas: Previo a la ejecución de los trabajos se informa vía radio o teléfono al COD de CENTROSUR las maniobras que se van a realizar en las redes de distribución y el área de influencia a ser intervenida.
3. Transferencias de carga: Para minimizar la suspensión de servicio al usuario y en el caso de no ser posible realizar los trabajos con línea energizada, se efectúan las reconfiguraciones de los alimentadores primarios del sistema de medio voltaje.
4. Ejecución: De acuerdo a los procedimientos establecidos y considerando las normas constructivas, seguridad industrial y medio ambiente se proceden a realizar los trabajos de mantenimiento programados.
5. Informe de maniobras de reposición y trabajos realizados: Una vez concluidos los trabajos, se procede a dejar al sistema en las condiciones iniciales de operación y se reporta al COD de CENTROSUR, sobre la culminación de las actividades realizadas.

Reporte (basado en el procedimiento interno P-DIDIS-86): Con la finalidad de mantener un registro histórico de las actividades de mantenimiento se procede a:

- Revisión y aprobación del parte de trabajo: Se constata las actividades realizadas, tiempos de ejecución e intervenciones realizadas.
- Revisión de planos y reporte de materiales y mano de obra: Se procede a la actualización de los planos, liquidación de materiales y reporte de información a contabilidad para los registros y valoraciones correspondientes.

- Ingreso de los partes de trabajo en el sistema informático PARTES DE TRABAJO, que lo administra SIGADE, presentándose mensualmente el informe de las actividades realizadas a PRESIDENCIA EJECUTIVA y los entes de Control y regulación como el MEER y ARCONEL.

Departamento SIGADE

Tiene la misión de recopilar, organizar, actualizar, analizar y difundir información técnica, administrativa, económica y espacial, con calidad y oportunidad, facilitando la toma de decisiones de la dirección y de la administración en beneficio del cliente externo e interno.

Dentro de sus actividades, está la de velar por la disponibilidad de los sistemas informáticos que apoyan a la gestión del mantenimiento que se detallan a continuación.

Sistema de Consignaciones

Es un aplicativo como se puede observar en la figura 3.5 para la publicación de las consignaciones a ser realizadas en las próximas 24 horas, así como también la generación del listado de clientes con números telefónicos (celulares y/o convencionales), que son notificados de la suspensión del servicio a través del Departamento de Servicio al Cliente.

De esta manera, el área de análisis técnico forma parte del proceso de consignación, en el cual, luego de que el Departamento de Operación y Control autorice la consignación (envío del archivo código R-DIDIS-3) se procede con la generación de la información.

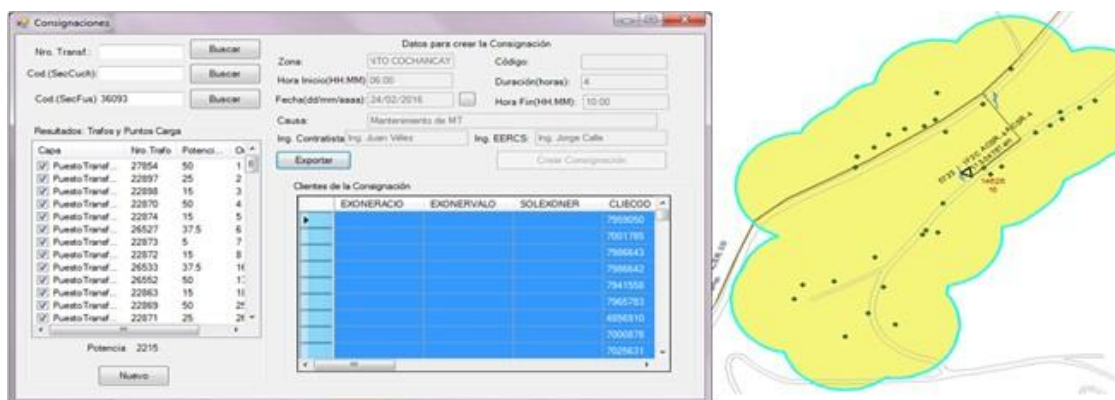


Figura 3.5. Interfaz del sistema de consignaciones de CENTROSUR. [17]

Partes Diarios de Trabajo

Es un servicio web, el cual registra las tareas de mantenimiento efectuado por cada zona a través de los grupos de trabajo, y a la cual se adjunta el plano de referencia de las modificaciones realizadas que se encuentran estandarizadas. Con los datos registrados se procede a realizar el informe de las actividades de mantenimiento, pudiendo obtener información respecto al tiempo de trabajo, costo de tiempo, alimentador y grupos, así como también reportes de los planos de las modificaciones realizadas en el sistema los cuales deberán ser actualizadas en el Sistema de Información Geográfica.

El mantenimiento en CENTROSUR se divide básicamente en actividades de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, las cuales se las realiza con líneas energizadas o desenergizadas en medio y bajo voltaje. Para el caso del mantenimiento predictivo, se lo realiza a través de termografía, actividad que se contrata y se realiza dos veces al año.

3.3. Sistemas de distribución

Los sistemas de distribución forman una parte importante de los sistemas eléctricos de potencia (SEP), ya que toda la energía que se genera se tiene que distribuir a los distintos tipos de consumidores de manera continua y a niveles apropiados de voltaje.

Un Sistema de Distribución consiste de una variedad mucho más amplia de componentes, niveles de voltaje, cargas e interconexiones, que los sistemas de generación o transmisión. El conjunto de instalaciones posee niveles desde los 120 V hasta voltajes de 34.5 kV, y son los encargados de entregar la energía eléctrica a los usuarios a niveles de voltaje de servicio y en las condiciones de seguridad exigidas por los reglamentos.

El problema dentro de la distribución es diseñar, construir, operar y mantener el sistema con la mejor eficiencia en operación; además de proyectarse de tal modo que puedan ser ampliados progresivamente, con el fin de asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura al mínimo costo.

La definición clásica de un sistema de distribución, desde el punto de vista de la ingeniería, incluye lo siguiente:

- a) Subestación de entrega en bloque
- b) Sistema de subtransmisión
- c) Subestación de distribución
- d) Alimentadores primarios
- e) Transformadores de distribución
- f) Red de bajo voltaje y acometida

Estos elementos son válidos para cualquier tipo de cargas, tanto en redes aéreas como en subterráneas. [18]

3.4. Tipos de redes

3.4.1. Red aérea

Estas redes se caracterizan por la sencillez y economía en su construcción en comparación a la red subterránea, razón por la cual su utilización está muy generalizada. Las redes aéreas basan su aislamiento en la separación de las partes activas en aire, a través de elementos de soporte aislados. Están constituidas en general por transformadores, equipo de seccionamiento, pararrayos, cortacircuitos fusibles, cables desnudos, aisladores, herrajes etc., los que son instalados en postes o estructuras normalizadas. [19]

3.4.2. Red subterránea

Estos sistemas se construyen en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión, densidad de carga o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo.

Naturalmente, el aumento en la confiabilidad y en la estética involucra un incremento en el costo de las instalaciones, altos tiempos de reparación y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de sistema. Actualmente el sistema subterráneo es competitivo frente al sistema aéreo en zonas urbanas céntricas. [19]

3.5 Clasificación de redes

Se puede hacer una clasificación de las redes eléctricas según su disposición y modo de alimentación en tres tipos.

3.5.1. Sistema radial

Dentro de las topologías de red, el sistema radial constituye el arreglo más económico, con simplicidad en el sistema de protecciones y confiabilidad limitada. Consta de troncales que parten de forma radial desde la subestación de distribución y de ramales transversales que se unen a las troncales. Debido a su estructura, la alimentación se realiza por uno de sus extremos, transmitiendo la energía en forma radial a los receptores, tal como se ilustra en la figura 3.6.

La topología radial, a pesar de presentar grandes desventajas como limitada capacidad de ampliación del suministro de potencia y baja confiabilidad en el servicio, es ampliamente utilizada en la electrificación rural que se caracteriza por poseer puntos de bajo consumo dispersos en una zona. [18]

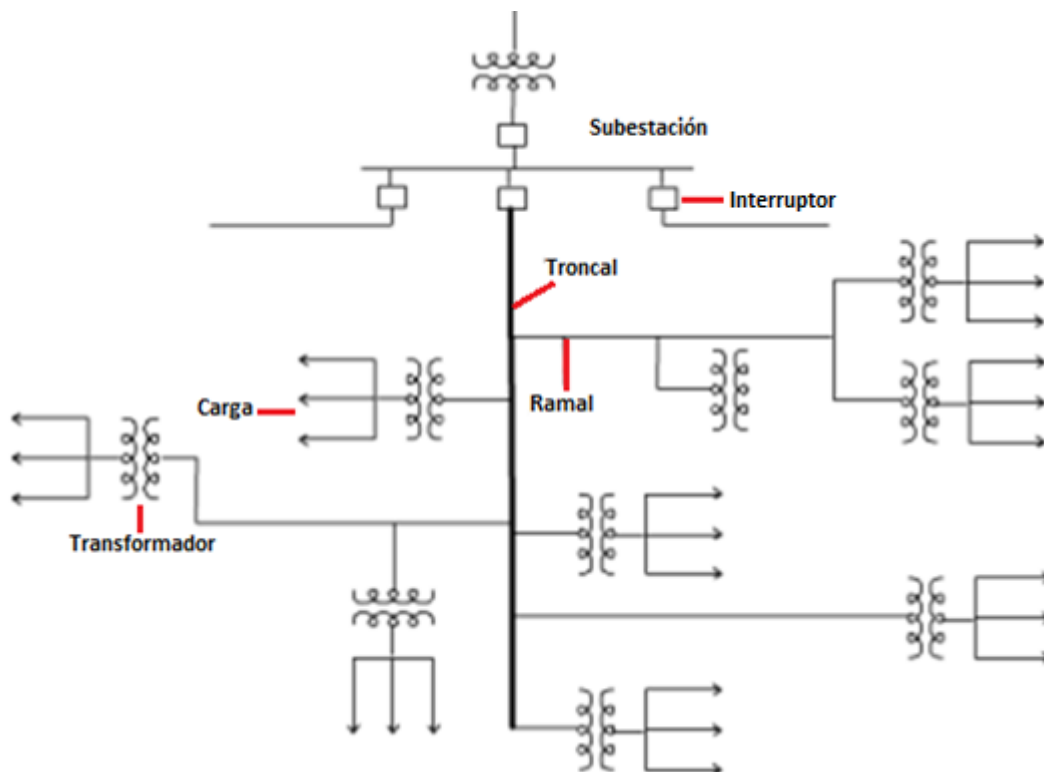


Figura 3.6. Sistema de distribución radial. [20]

3.5.2. Sistema anillo

Como se muestra en la figura 3.7, en la topología anillo el suministro de energía eléctrica desde la fuente hacia la carga está formado por más de una trayectoria. La red parte desde el centro de alimentación, se distribuye a través un área determinada y regresa al punto de partida formando un anillo.

El sistema en anillo brinda gran seguridad y alta continuidad de servicio, en cuanto a la facilidad de mantenimiento posee mayor complejidad, y sistemas de protección más costosos. [21]

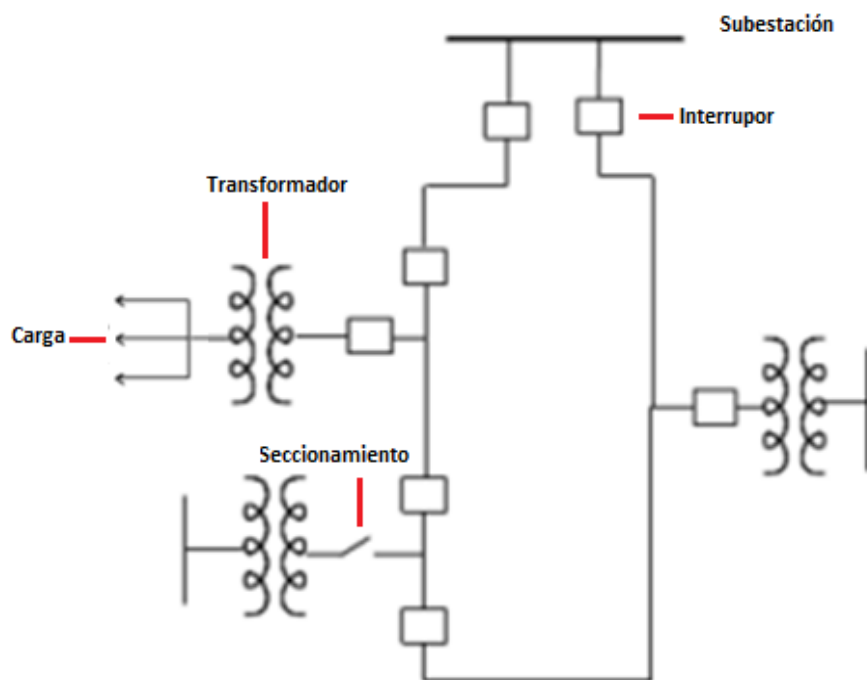


Figura 3.7. Sistema de distribución en anillo. [20]

3.5.3. Sistema mallado

El sistema mallado es el resultado de entrelazar anillos y líneas radiales formando mallas, tal como se muestra en la figura 3.8, razón por la cual es la topología más confiable y costosa; sus ventajas radican en la seguridad de servicio, flexibilidad de alimentación, facilidad de conservación y mantenimiento. Este sistema es utilizado para abastecer de energía eléctrica a clientes que requieran una alta continuidad de servicio y buena estabilidad de voltaje. Por otro lado, esta topología en cuanto al mantenimiento posee mayor complejidad y sistemas de protección más costosos que los anteriores sistemas. [21]

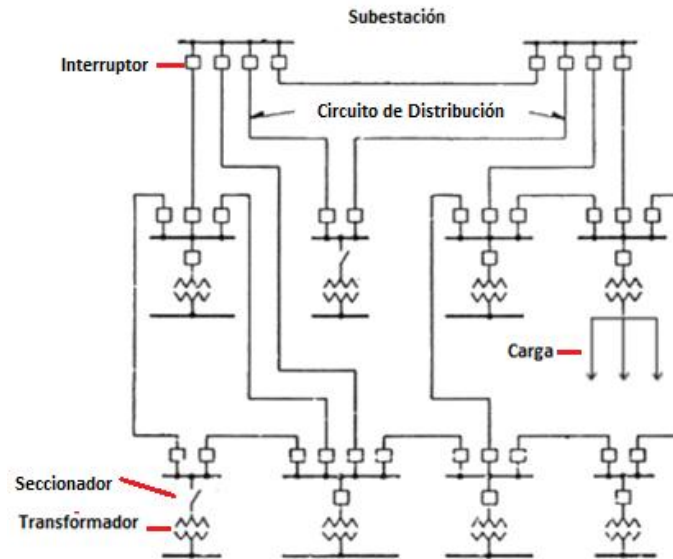


Figura 3.8. Sistema de distribución mallado. [20]

3.6. Alimentadores Primarios

Denominadas también redes de medio voltaje, son aquellos elementos encargados de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores de distribución, como se indica en la figura 3.9.

Los conductores en un alimentador aéreo, van soportados mecánicamente sobre aisladores montados en postes de hormigón armado, madera tratada o fibra de vidrio de 11 y 12 metros de longitud; además incluyen las estructuras de soporte, aunque en la actualidad ya no se usan postes de madera tratada, los cuales han sido sustituidos por postes de hormigón y plástico reforzado con fibra de vidrio. En el caso de alimentadores subterráneos son llevados en ductos. Para el sistema de protecciones se secciona el circuito usando reconectores o fusibles en varios puntos, de manera que cuando ocurran fallas se minimice su efecto. [22]

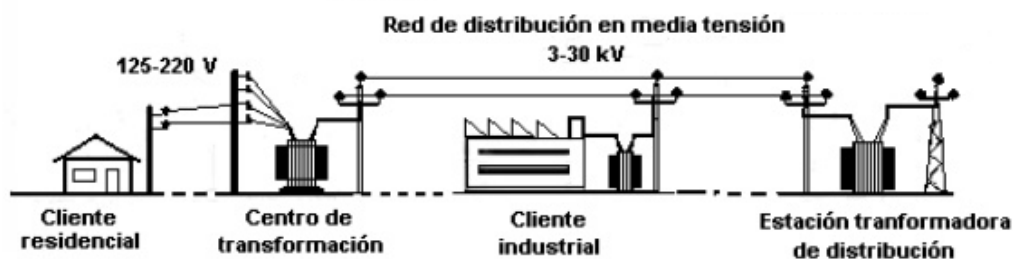


Figura 3.9. Alimentador primario [18]

3.6.1. Componentes de un alimentador primario

Los componentes de un circuito primario son:

Troncal: Es el tramo de mayor capacidad del alimentador que transmite la energía eléctrica desde la subestación de distribución a los ramales. En los sistemas de distribución estos conductores son de mayor calibre normalmente trifásico con 2/0, 3/0 y hasta 795 MCM, conductores tipo ACSR (conductor de aluminio con alma de acero), dependiendo de la capacidad de corriente y la caída de voltaje.

Ramal: Es la parte del alimentador primario energizado a través del troncal, en el cual están conectados los transformadores de distribución y servicios particulares suministrados en medio voltaje, normalmente son de calibre menor, trifásicos o monofásicos.

3.6.2. Clasificación de alimentadores primarios. [23]

Los alimentadores primarios presentan arreglos muy variados y esto se deben básicamente a:

- a) Las características de las áreas servidas.
- b) Las clases de servicios requeridos.
- c) Las características del sistema de distribución, del que forman parte los alimentadores primarios. [18]

Los alimentadores primarios trifásicos con tres hilos.

Requieren una menor inversión inicial, en lo que a material del alimentador se refiere; sin embargo, debido a que estos sistemas de distribución tienen un coeficiente de puesta a tierra mayor que uno trifásica cuatro hilos, los equipos que se instalen en estos sistemas de distribución tendrán niveles de aislamiento mayores a costos mayores. Una característica adicional de estos sistemas es que los transformadores de distribución conectados a estos alimentadores son de neutro flotante en el lado primario.

Los alimentadores primarios trifásicos con cuatro hilos.

Requieren una mayor inversión inicial, ya que se agrega el costo del cuarto hilo (neutro) al de los tres conductores de fase. Los equipos que se conecten a estos alimentadores requieren de un menor nivel de aislamiento con menor costo de inversión. Estos sistemas se caracterizan por que a ellos se conectan

transformadores con el neutro a tierra en el devanado primario y transformadores monofásicos cuyo voltaje primario es de fase neutro.

Los alimentadores primarios monofásicos de dos hilos.

Son derivaciones de alimentadores trifásicos cuatro hilos que sirven para alimentar transformadores monofásicos que reciben voltaje entre fases en el devanado primario. Este sistema de distribución es usado en zonas rurales o en zonas de baja densidad.

Los alimentadores primarios monofásicos de un hilo

Son derivaciones de sistemas trifásicos que permiten alimentar transformadores monofásicos, usándose estos alimentadores en zonas rurales, debido a la economía que representa en costo.

3.7. Sistema de mantenimiento preventivo de alimentadores primarios en CENTROSUR

La empresa cuenta con 67 alimentadores primarios distribuidos en su área de concesión a cargo de 4 zonas de distribución, tres zonas internas (DIDIS) y una zona externa denominada DIMS (Dirección de Morona Santiago). Cada una cuenta con un determinado número de alimentadores bajo su responsabilidad, la zona 1 tiene 24 alimentadores con una longitud total de 2460.79 km para red aérea y 52.54 km para red subterránea. Por su parte la zona 2 tiene a su cargo 17 alimentadores con una longitud de 1505.63 km para red aérea y 24.87 km para red subterránea. La zona 3 tiene a su cargo 15 alimentadores con una longitud total de 3193.47 km para red aérea y 27.32 km para red subterránea. Finalmente, la DIMS tiene a su cargo 11 alimentadores con una longitud total de 1971.72 km para red aérea y 4.06 km para red subterránea.

Dentro del proceso de mantenimiento de su sistema eléctrico, CENTROSUR incorpora elementos tecnológicos modernos y procedimientos acordes a las necesidades actuales. Se puede mencionar la utilización de equipos y herramientas para trabajar con línea energizada, de manera que se minimicen las interrupciones de servicio a los clientes; monitoreo permanente de los diferentes componentes de la red primaria; equipos de corte y maniobra, reconectores, etc., mantenimiento de la franja de seguridad, entre otros.

3.7.1. Principales actividades del mantenimiento preventivo

Para CENTROSUR los alimentadores primarios son la base principal en la distribución de la energía eléctrica a diversos sectores, por lo que es muy importante mantenerlos en óptimo estado con una correcta operación. En lo posible se realizarán trabajos en línea energizada para realizar ajustes o cambios de elementos por mantenimiento preventivo, evitando cortes de energía y mejorando la confiabilidad del sistema.

a) Desbroce

Actividad enfocada principalmente en la limpieza de la franja de servicio, con el objetivo establecer una zona de servidumbre que ofrezca condiciones de seguridad para posteriores trabajos y elimine cualquier riesgo de avería debido a la existencia de vegetación en sus proximidades.

La limpieza de la franja de servicio, así como la poda de árboles debe planificarse con anticipación y coordinarse con los departamentos y personal adecuado.

b) Inspección

Lo que se busca mientras se inspecciona la red aérea es:

- Aisladores, flameos, porosidad, fisuramiento.
- Herrajes, oxidación, elementos de fijación.
- Postes, desplome, fractura.
- Conductores destemplados.
- Vegetación sobre el corredor de seguridad del circuito.
- Conexiones flojas.
- Sonidos y ruidos anormales.

c) Ajuste y calibración

- Dependiendo de la condición de elementos de sujeción se procede al ajuste o cambio; ya que pernos, conectores y terminales flojos crean vibración, sobrecalentamiento, inadecuado funcionamiento y daño.
- Los tensores flojos no brindan soporte adecuado a los postes, sobrecargando puntos específicos, contribuyendo a su deterioro y a su vez provocando pérdida de tensión de redes eléctricas, las cuales por efecto de viento podrían causar cortocircuitos y daños.

a) Reparaciones

- Cambio de conectores.
- Reemplazo de empalmes de conductores y/o puentes deformados.
- Reemplazo de aisladores y pararrayos con evidencia de daño y/o fuga.
- Reemplazo de seccionadores con deterioro.
- Reemplazo o cambio de estructuras deterioradas o por diseño como mejora y optimización.

3.7.2. Información estadística de labores de mantenimiento en alimentadores primarios [24]

A continuación, se presenta el análisis de los alimentadores en cuanto a las labores (ordenes de trabajo) que realizan los grupos de mantenimiento de la Dirección de Distribución, incluidas las Agencias (sin considerar la DIMS); dicho análisis está basado en las estadísticas de los trabajos ejecutados por estos grupos y en el programa Parte Diario de Trabajos que se encuentra implementado en la Dirección y en los diferentes Departamentos involucrados. En la figura 3.10 se presenta un resumen de los alimentadores con mayor costo de mantenimiento por mano de obra.

El período de análisis está comprendido entre Agosto de 2016 a Julio de 2017; para este período el alimentador 0525 fue el que más gastos en mantenimiento por mano de obra reportó con un total de \$91,307.47.

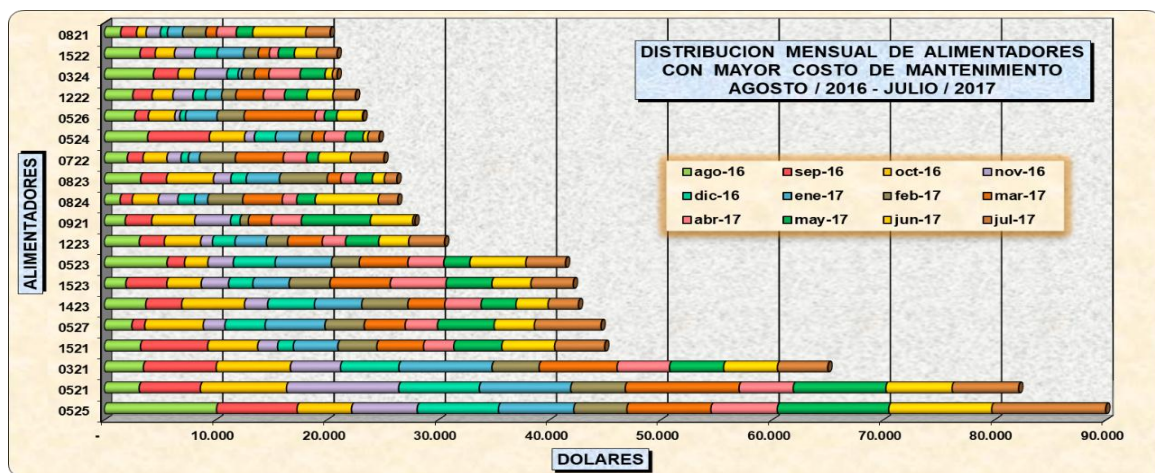


Figura 3.10. Distribución mensual de alimentadores con mayor costo de mantenimiento por mano de obra. [Autores]

Durante el período de análisis, el mantenimiento preventivo para alimentadores registró un gasto de \$ 201,016.03 siendo la zona 2 la que más gasto presentó con \$ 99,209.66 lo cual alcanza el 49% del gasto acumulado, como se puede apreciar en la figura 3.11.

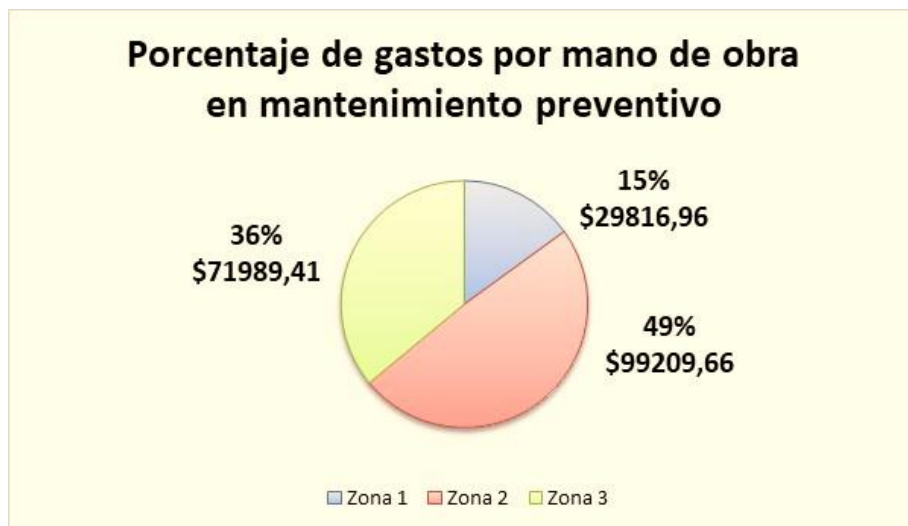


Figura 3.11. Porcentaje de gasto por mano de obra en mantenimiento preventivo para cada Zona de Distribución. [Autores]

Las zonas de distribución poseen diferente número de alimentadores y kilómetros a su cargo, como se indicó previamente, motivo por el cual evaluar su correcta gestión únicamente con base en gastos por mantenimiento es incorrecto. Un acercamiento más exacto es el gasto en mantenimiento preventivo por kilómetro de alimentador para cada zona; en la tabla 3.1 se pueden apreciar estos valores.

Tabla 3.1. Gasto en dólares por kilómetro de alimentador aéreo en cada zona.

Zona	Gasto por mano de obra(\$/km de alimentador aéreo)
Zona 1	12.11
Zona 2	65.89
Zona 3	22.54

En la figura 3.12, se indican las 22 causas que generan la intervención de los grupos de mantenimiento en los alimentadores.

Se puede observar que la principal actividad de mantenimiento preventivo que se realiza en CENTROSUR es la inspección de la red aérea, actividad importante, ya que gracias a esta se determina el estado de los diferentes elementos que forman parte de un alimentador. Realizar una correcta inspección proporciona información valiosa para una buena planificación y gestión futura de mantenimiento.

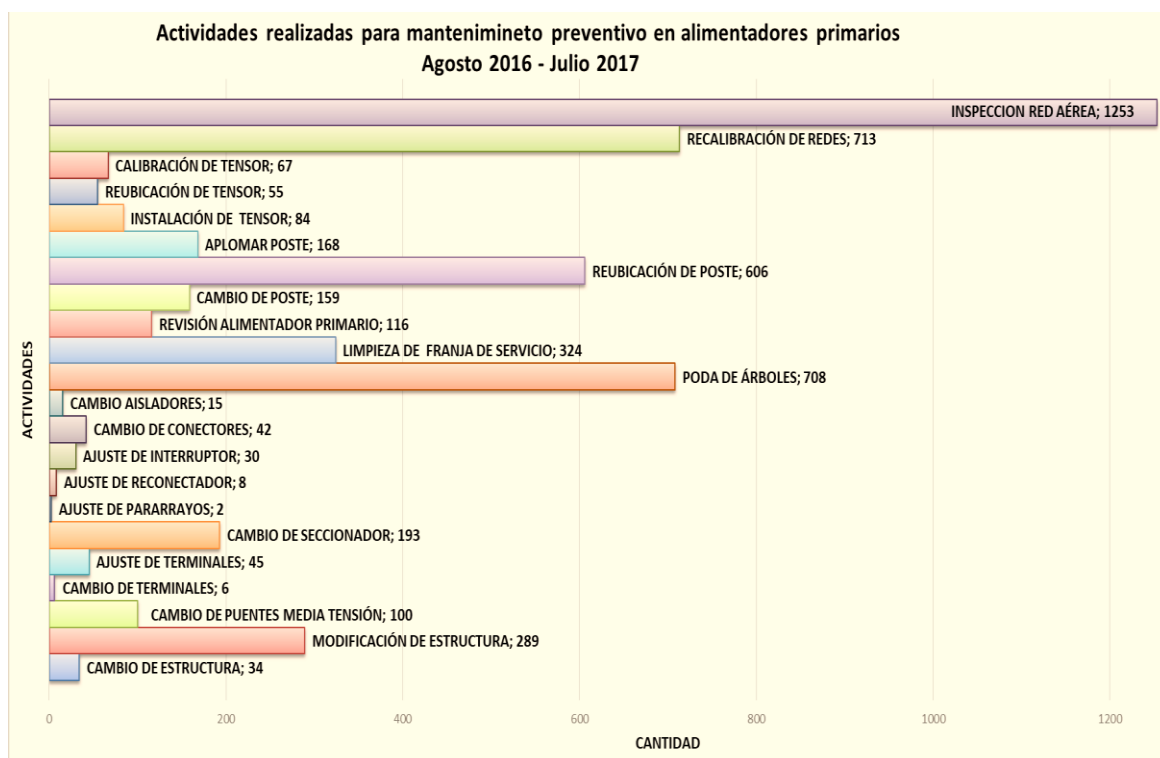


Figura 3.12. Actividades realizadas para mantenimiento preventivo en alimentadores primarios. [Autores]

3.7.3. Descripción de indicadores de desempeño para mantenimiento preventivo en alimentadores primarios

A partir de la base de datos que lleva el Departamento de SIGADE se busca generar indicadores que interpreten y proporcionen una idea rápida del estado de las actividades de mantenimiento preventivo que se realizan en los diferentes alimentadores de CENTROSUR, considerando el costo de la actividad de mantenimiento realizada, la frecuencia de ocurrencia de la actividad de mantenimiento en cada alimentador, así como el nivel de impacto ambiental que generan algunas actividades de mantenimiento; para a partir de estos indicadores poder tomar decisiones que beneficien a la empresa, al cliente y contribuyan a salvaguardar el medio ambiente.

A continuación, se presentan los indicadores de mantenimiento preventivo para alimentadores primarios de CENTROSUR implementados en el capítulo 5.

a) Costo total por actividad de mantenimiento preventivo realizada

El indicador muestra el costo de la actividad de mantenimiento realizada en un determinado periodo de tiempo por zona.

$$\text{Costo total por actividad} = \sum_{i=1}^n (\text{Costo por actividad})_i \quad (3.1)$$

Donde:

n: Representa el número de veces que se realizó la actividad en el periodo.

Este indicador es de utilidad ya que, al tener un análisis mensual de las actividades, se podrá identificar qué actividad de mantenimiento preventivo demanda mayor costo en los diferentes meses del año y así llevar una planificación adecuada para los diferentes gastos que espere la empresa.

b) Frecuencia de ocurrencia de la actividad de mantenimiento

Este indicador nos permite conocer el número de veces que se ha llevado a cabo la actividad de mantenimiento en un determinado periodo de tiempo por zona.

$$\text{Frecuencia de ocurrencia} = \sum N^{\circ} \text{ de veces que se realizó el trabajo en la actividad} \quad (3.2)$$

Su importancia radica en complementar al indicador de costo total por actividad de mantenimiento preventivo, y por otro lado tener información futura para un adecuado plan de mantenimiento a corto plazo, evitando sorpresas y una sobrecarga de labores.

c) Indicador del número de árboles a plantar debido al impacto ambiental por actividad de mantenimiento preventivo realizada

El impacto ambiental presenta el efecto negativo sobre el medio ambiente que está teniendo CENTROSUR como consecuencia de dos actividades de mantenimiento preventivo, la poda de árboles y la limpieza de la franja de servicio. Se plantea crear un indicador para calcular el número de árboles a plantar para mitigar estas actividades.

Un árbol tiene la capacidad de absorber CO_2 y liberar oxígeno, esta absorción de CO_2 se realiza por intermedio de sus hojas, como se muestra la figura 3.13. Las actividades de poda y limpieza de la franja de servicio intervienen directamente en el nivel de CO_2 que estos absorben.

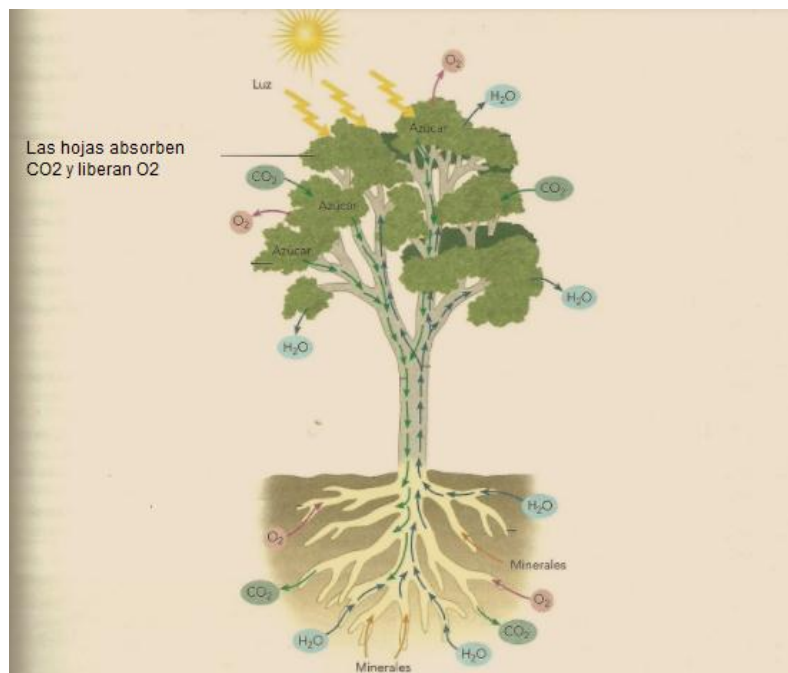


Figura 3.13 Fotosíntesis de un árbol. [25]

Debido que actualmente no se dispone de información detallada del tipo de árbol y el porcentaje de poda realizado, se estimará que esta actividad afecta en un 15% la absorción total de CO_2 que un árbol realiza, ya que por norma general se conoce que no debe retirarse más del 25% de la copa de un árbol de una sola vez. [25]

$$\text{Indicador de arboles a plantar} = 0.15 * (\text{N}^\circ \text{ de podas realizadas} + \text{N}^\circ \text{ de limpiezas de la franja de servicio}) \quad (3.3)$$

Se presenta en la tabla 3.2 un listado de árboles a ser considerados para reforestación ordenados de forma jerárquica para el nivel de absorción de CO₂.

Tabla 3.2. Listado de árboles por orden de absorción de CO₂. [26]

Nº	Tipo de árbol
1	Pinus halepensis (Pino carrasco)
2	Pinus pinea (Pino piñonero)
3	Melia azederach (Melia)
4	Quercus ilex (Encina)
5	Quercus suber (Alcornoque)
6	Gleditsia triacanthos (Acacia de tres espinas)
7	Jacaranda ovalifolia (Jacaranda)
8	Ulmus minor (Olmo)
9	Brachychiton populneum (Braquiquito blanco)
10	Citrus aurantium (Naranja)
11	Olea europae (Olivo)
12	Populus alba (Alamo)
13	Platanus x hispanica (Platano)
14	Cupressus sempervirens (Ciprés)
15	Laurus noviles (Laurel)
16	Cercis siliquastrum (Arbol del amor)
17	Prunus cerasifera (Ciruelo japonés)
18	Catalpa bignonioides (Catalpa)

Actualmente las actividades de mantenimiento preventivo se reportan siguiendo el formato de órdenes de trabajo presentado en la figura 3.14, en la cual se detallan las fechas tanto programada como ejecutada de la actividad, la descripción del trabajo, su ubicación, alimentador al que corresponde, subsistema al que afecta la actividad, entre otros.

Con el fin de analizar de manera más exacta el impacto ambiental generado por las actividades de mantenimiento preventivo, la poda de árboles y la limpieza de la franja de servicio, se recomienda modificar el formato de órdenes de trabajo existentes, incluyendo una sección que disponga el tipo de árboles a ser afectados, el porcentaje de poda a ser realizado de manera subjetiva, así como la cantidad vegetación intervenida.



**UNIVERSIDAD DE CUENCA
EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.**




	ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PREVENTIVO				CODIGO R.DIDIS.53	
1.- Datos generales		Alimentador	<input type="text"/>	No.	<input type="text"/>	
Fecha/ Elaboración		Parroquia	<input type="text"/>			
Dirección / Ubicación		<input type="text"/>		Medidor	<input type="text"/>	
Cliente		<input type="text"/>				
Descripción de trabajo		<input type="text"/>				
2.- Datos para ejecutor						
Solicitud a bodega Nº		<input type="text"/>	Fecha ejecución	<input type="text"/>		
Zona o Agencia		3	Grupo o Contratista	<input type="text"/>		
Trabajos a ejecutar (resumen):						
* Medición de resistencia de puesta a tierra:						
* Constructor Ing. Marco Ronquillo						
.....						
3.- Reporte						
Tiempo de ejecución		<input type="text"/> H	Nivel de tensión maniobras			
		MT	<input type="text"/>	L/E	<input type="text"/>	
Fecha (dd/mm/aa)		<input type="text"/>	BT	<input type="text"/>	Otro	<input type="text"/>
Maniobras realizadas (pasos elementales):						
.....						
.....						
.....						
Materiales adicionales:						
.....						
Observaciones:						
.....						
Trabajo ejecutado:						
.....						
Auxiliar		Ejecutor		Ing. Responsable		
<i>Nota: Devolver documento inmediatamente al final del trabajo</i>						

Figura 3.14. Formato de orden de trabajo en CENTROSUR. [24]

CAPÍTULO 4

ELABORACIÓN DE UN DOCUMENTO TÉCNICO DETALLANDO CÓMO SE REALIZA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR

4.1. Métodos de trabajos en instalaciones eléctricas

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de distribución se ejecutan diferentes métodos de trabajo, mismos que serán empleados previos a un análisis de riesgos.

En el siguiente cuadro se indican los métodos de trabajo que realiza CENTROSUR en el sistema de distribución.

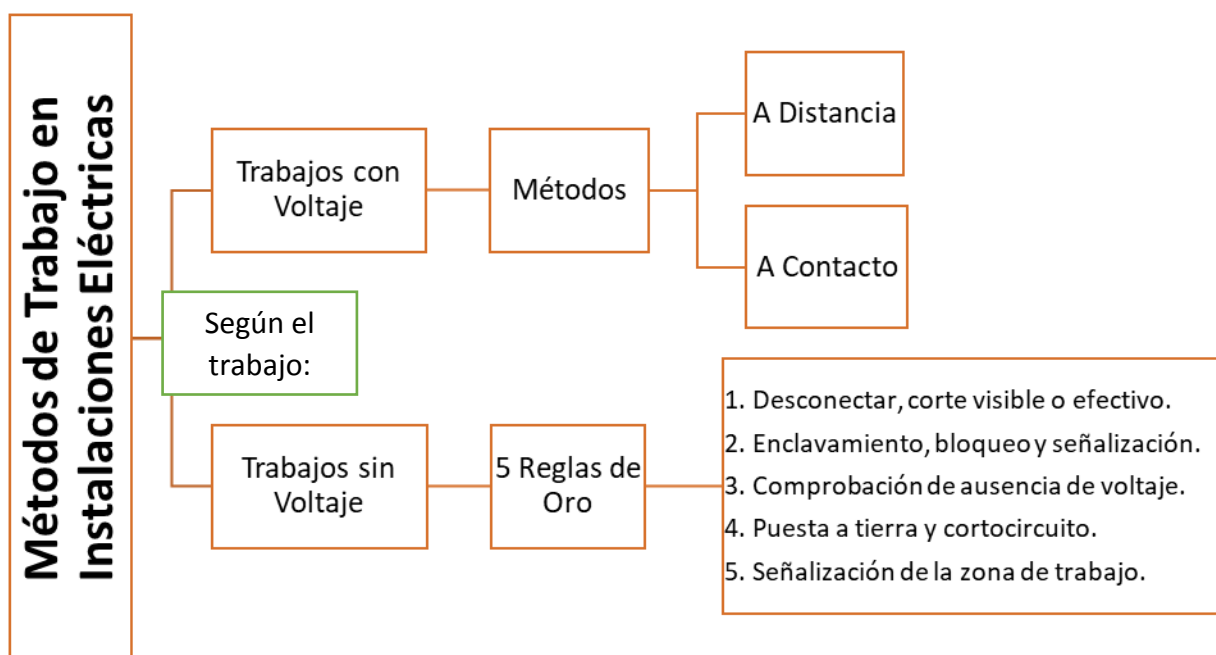


Figura 4.1. Métodos de Trabajo en instalaciones eléctricas. [Autores]

4.1.1. Trabajos con Voltaje (“Trabajos en línea energizada”) [27]

El trabajo en líneas energizadas ofrece grandes ventajas ya que al trabajar sin la necesidad de interrumpir la continuidad del servicio eléctrico se aumenta la disponibilidad de energía y la confiabilidad del sistema.

Esto permite que el cliente reciba un servicio de calidad con altos estándares de confiabilidad, continuidad y calidad en su hogar.

El trabajador previo a realizar cualquier trabajo debe portar todo el equipo de protección personal adecuado para la actividad que va a realizar. Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores, no tendrá pulseras, teléfonos celulares, cadenas u otros elementos conductores. Preparará materiales, equipos y herramientas de acuerdo a la actividad a realizar y deberá inspeccionar la unidad móvil antes de salir de la empresa.

CENTROSUR emplea dos métodos de trabajo para línea energizada mismos que se indican a continuación.

a) Trabajos con voltaje a contacto

Usado en instalaciones de bajo y medio voltaje. Con esta técnica se aísla al operario de las partes con voltaje y de tierra, utilizando equipos y herramientas especiales para esta actividad como son: carro canasta, guantes, mangas, mantas, cobertores, etc., siendo herramientas totalmente aisladas y reglamentadas (clase 3 para el nivel de voltaje de CENTROSUR).



Figura 4.2. Trabajo a contacto [16]

b) Trabajo con voltaje a distancia

Para este método de trabajo un factor importante a tomar en cuenta es la distancia de seguridad con el fin de evitar contactos accidentales.

Como distancia de seguridad se puede considerar a la mínima distancia que existe entre un punto del operario, herramientas o materiales que éste manipule y el punto de la instalación con voltaje más próximo y que no cause daño alguno tanto a personas como bienes.

La distancia de seguridad tiene una relación directa con el voltaje nominal de la instalación, en la tabla 4.1 se indican las mínimas distancias de seguridad para trabajos a distancia.

Tabla 4.1. Distancias mínimas de seguridad. [28]

Nivel de Voltaje	Distancia mínima de Seguridad
0-50 V	Ninguna
Más de 50 V hasta 1 kV	0.80 m
Más de 1 kV hasta 33 kV	0.80 m
Más de 33 kV hasta 66 kV	0.90 m
Más de 66 kV hasta 132 kV	1.50 m
Más de 132 kV hasta 150 kV	1.65 m
Más de 150 kV hasta 220 kV	2.10 m
Más de 220 kV hasta 330 kV	2.90 m
Más de 330 kV hasta 500 kV	3.60 m

El trabajo con voltaje a distancia es de muy poco uso en CENTROSUR, se ejecuta a través de pértigas totalmente aisladas para el voltaje en el que se va a trabajar, manteniendo siempre las distancias mínimas de seguridad entre el trabajador y los elementos con voltaje.

En este método el operador permanece al potencial de tierra, bien sea en el suelo o en una estructura o plataforma aislada para este efecto e instalada en el poste. El trabajo se realiza mediante una variedad de dispositivos acoplados al extremo de pértigas aislantes y de otros elementos aislados y no aislados empleados para sujeción y apoyo, mismos que ayudarán al operador y a las redes a estar aislados y con la debida separación durante el trabajo.

“Las 5 Reglas de Oro”








Figura 4.3. Trabajo a distancia. [28]

4.1.2. Trabajos sin voltaje

Antes de iniciar un trabajo es necesario poseer el equipo de protección adecuado para el nivel de voltaje de la línea, además se debe considerar que todo elemento se encuentra con voltaje hasta que no se demuestre lo contrario. Las operaciones y maniobras para dejar sin voltaje una instalación eléctrica, antes de iniciar el “trabajo sin voltaje”, y la reposición del mismo al finalizarlo, lo realizarán trabajadores autorizados y calificados. En este método de trabajo se deben seguir las 5 reglas de oro.

“Las cinco reglas de oro” [29]

Estas reglas tienen por objeto proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico derivado de la aparición inesperada de voltajes en la zona que se está operando, debido a posibles maniobras erróneas, contactos accidentales de la instalación con otras líneas con voltaje o cualquier otra causa.

<p>1</p>  <p>Corte efectivo de todas las Fuentes de Tensión</p>	<p>Desconectar todas las posibles fuentes de alimentaciones a la línea, equipo o cuadro eléctrico. Prestar especial atención a la alimentación a través de grupos electrógenos y otros generadores, sistemas de alimentación interrumpida, baterías de condensadores, etc. El corte ha sido bueno cuando podemos ver por nosotros mismos los contactos abiertos y con espacio suficiente como para asegurar el aislamiento.</p>
<p>2</p>  <p>Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte</p>	<p>Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, mediante el uso de candados, cadenas, pasadores u otros elementos destinados a conseguir la inmovilización del aparato de maniobra, además debe contar con una señalización que indique la precaución a tener.</p>
<p>3</p>  <p>Verificar ausencia de Tensión</p>	<p>El haber realizado los pasos anteriores no garantiza la ausencia de voltaje en la instalación, por lo que debe existir la premisa de que, hasta que no se demuestre lo contrario, los elementos que puedan estar con voltaje, lo estarán de forma efectiva. La verificación de ausencia de voltaje debe hacerse en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir, además se recomienda verificar la ausencia de voltaje en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente con voltaje.</p>
<p>4</p>  <p>Poner a tierra y en un cortocircuito</p>	<p>Con este paso se creará una zona de seguridad virtual alrededor de la zona de trabajo, ya que, si por alguna razón la línea o el equipo volviesen a ponerse con voltaje, bien por una realimentación, un accidente en otra línea (fallo de aislamiento) o descarga atmosférica (rayo), se produciría un cortocircuito y se derivaría la corriente a tierra, quedando sin peligro la zona de trabajo.</p>
<p>5</p>  <p>Señalar la zona de trabajo</p>	<p>Si hay elementos de una instalación, próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer con voltaje, se deben adoptar medidas de protección adicionales, tales como pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo como segura, además que esto implicaría adoptar las precauciones correspondientes de trabajos con voltaje. La señalización y delimitación de la zona en la que se está realizando los trabajos, se realizará por medio de vallas, conos o dispositivos análogos, prohibiendo el acceso a la zona.</p>

4.2. Competencias del personal y salud ocupacional a tener en cuenta

Para la ejecución segura y eficiente de trabajos de mantenimiento tanto en línea energizada como sin voltaje se requiere personal calificado que incluya dentro de su perfil ocupacional, entre otras, las siguientes condiciones:

- Estatura y peso promedio de un hombre adulto. Para esta actividad es conveniente que la persona no tenga algún tipo de discapacidad, de manera que no ponga en riesgo su vida ni la de su equipo de trabajo.
- Poseer una formación adecuada en temas relacionados a la electricidad. Disponer de licencia para trabajos con electricidad.
- Alto grado de habilidad manual, buena coordinación auditiva, visual y motora.
- Capacidad de concentración, gran sentido de responsabilidad y compañerismo.
- Conocer y saber operar los dispositivos de corte eléctrico.
- Conocer y saber emplear los equipos de seguridad, así como todas las normas para su uso.

Se permitirá solamente ejecutar trabajos con voltaje a aquellos trabajadores que estén debidamente capacitados, entrenados, con una amplia experiencia y autorizados por la empresa, previo cumplimiento del perfil ocupacional.

Para realizar una actividad o trabajo con voltaje se requiere:

- Experiencia de mínimo 5 años en construcción y mantenimiento de líneas de medio voltaje.
- El personal de línea energizada, debe recibir una reinducción y actualización periódica, específica para esta labor.

Con respecto a la salud del personal se le debe realizar exámenes médicos y psicológicos previos a iniciar este tipo de trabajos, para validar su estado de salud, condición física, estado mental y aptitud para el trabajo.

Anualmente se practicarán los mismos exámenes, de tal manera que se pueda verificar su condición, así como aptitudes, y de ser el caso tomar acciones correctivas.

4.3. Equipos de protección personal y parámetros a tener en cuenta

Antes de iniciar cualquier trabajo es necesario e indispensable revisar el buen estado del equipo de protección y las herramientas, a su vez deben ser verificadas periódicamente mediante oportunos ensayos. Las normas OSHA, NFPA, INEN y ANSI⁷ han sido establecidas buscando proteger a los trabajadores de las descargas eléctricas y de los peligros de arco eléctrico, incluso educando al trabajador sobre la protección requerida frente a estos.



Figura 4.4. Equipos de protección personal. [Autores]

a) Casco de seguridad

Es obligatorio el uso de casco dieléctrico en los diferentes trabajos operativos, el objetivo es proteger al trabajador de posibles caídas de materiales u objetos, así como del contacto accidental con partes con voltaje.

Para distinguir los diferentes trabajadores de una zona se ha implementado un código de colores para los diferentes cargos que puede tener un trabajador, la tabla 4.2 presenta este detalle.

⁷Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y Normas Norteamericanas: Occupational Safety & Health Administration (OSHA); American National Standards Institute (ANSI); Underwriters Laboratories (UL); National Fire Protection Association (NFPA)

Tabla 4.2. Código de colores para cascos según el cargo.

Color de Casco	Cargo de la persona quien lo porta
Blanco	Administrativos e ingenieros.
Amarillo	Trabajadores (electricistas)
Azul	Estudiantes que van de visita
Verde y rojos	Ayudante de supervisor, bodega

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 146:2013 la clasificación de acuerdo al desempeño del casco se puede observar en la tabla 4.3: [30]

Tabla 4.3. Clasificación para cascos según la INEN 146:2013.

Clase	Detalle	Nivel de voltaje (fase – tierra)
Clase G (General)	Reducen la fuerza de impacto de objetos en caída y el peligro de contacto con conductores energizados.	Hasta 2200 V
Clase E (Dieléctrico)	Reducen la fuerza de impacto de objetos en caída y el peligro de contacto con conductores energizados.	Hasta 20000 V
Clase C (Conductor)	Reducen la fuerza de impacto de objetos en caída.	No provee protección.

Nunca se debe perforar, pintar o colocar etiquetas en los cascos, esto puede dañar la capa exterior y reducir el nivel de protección, así como también no debe guardarse el casco bajo la luz directa del sol. El casco deberá estar almacenado siempre dentro de una envoltura y en un lugar seguro.

b) Gafas de protección

Las gafas deben cubrir totalmente la vista, en lo posible no debe quedar espacios por donde pueda ingresar ningún tipo de material, deben ser fabricadas de policarbonato y brindar protección contra rayos U.V.

El tipo de gafas deben cumplir las especificaciones dadas por ANSI Z87.1-1989 que determina los requisitos necesarios para poder ser consideradas como elementos de protección ocular. Las gafas deberán ser almacenadas siempre dentro de una envoltura y en un lugar seguro [31]

c) Ropa de trabajo

No se deben utilizar ropas hechas de materiales sintéticos inflamables que se funden a temperaturas por debajo de 315° C, tales como nylon, poliéster, etc. Es recomendable que la ropa sea totalmente de algodón ya que esta no se pega a las heridas en caso de quemaduras.

Los trabajadores expuestos al tránsito vehicular nocturno usarán chalecos reflectivos. [31]

d) Guantes y mangas dieléctricos

Los guantes y mangas aislantes de caucho se consideran entre los artículos más importantes de protección personal para los electricistas en general. Existen diversos tipos según el aislamiento que se requiera, antes de utilizarlos deben ser revisados cuidadosamente para detectar defectos físicos. Para los guantes se recomienda utilizar el método de la prueba de “aire” y revisar completamente la superficie del mismo para asegurarse que no presente defectos mecánicos como rasguños, agrietamientos y protuberancias.

Se debe acompañar los guantes dieléctricos con guantes de cuero que proporcionen una protección mecánica e incluso, como medida adicional de seguridad dada según la ASTM F496.

La norma IEC-60903 clasifica los guantes y mangas dieléctricos por colores o clases como se indica en la tabla 4.4. [32]

Tabla 4.4. Clasificación para guantes y mangas dieléctricos según la IEC-60903.

Color	Clase	Voltaje de ensayo (V)	Voltaje Max de servicio (V)	Distancias mínimas entre puño del Guante Dieléctrico y el Protector (mm)
Beige	00	2500/10000	500/750	13
Rojo	0	5000/20000	1000/1500	13
Blanco	1	10000/40000	7500/11250	25
Amarillo	2	20000/50000	17000/25500	51
Verde	3	30000/60000	26500/39750	76
Naranja	4	40000/70000	36000/54000	102

e) Calzado dieléctrico

Los zapatos para trabajo eléctrico deben tener la planta totalmente dieléctrica, sin ningún accesorio metálico para evitar cualquier descarga posible.

De acuerdo al Reglamento Interno de Seguridad, Salud y Medio Ambiente Luz del Sur en su Art. 43.- Protección de los Pies los zapatos tendrán una rigidez dieléctrica de la planta, con 18 kV durante 60 segundos con una corriente de fuga no mayor a 1mA. [33]




f) Arnés y cinturón de seguridad

Es obligatorio el uso de cinturón de seguridad o arnés en todo trabajo que se realice a una altura mayor o igual a 1.8 m sobre el nivel de piso, al trabajar en la canasta se empleara únicamente el arnés, este equipo tiene como finalidad el posicionar, sostener y frenar la caída del trabajador.

Las partes metálicas del cinturón de seguridad deben ser de una sola pieza (no se acepta soldaduras), deben someterse a revisiones periódicas con objeto de determinar el grado de desgaste, corrosión de las partes metálicas y otros posibles defectos. [33]

4.4. Principales herramientas, equipos y consideraciones para su uso

Herramienta/Equipo	Descripción	Consideraciones de trabajo
Escalera 	<p>De características dieléctricas de hasta 90 kV, fabricadas en fibra de vidrio de 2 cuerpos o secciones con trabas metálicas para asegurar, posee peldaños en aluminio, con zapatas metálicas y caucho antideslizante.</p>	<p>Colocar la escalera a un ángulo utilizando la regla de 4 a 1 o 75 grados. Asegurar la escalera en la parte superior e inferior mediante un cabo de servicio al lugar de trabajo y verificar la firmeza de la escalera antes de subir.</p>
Trepadora 	<p>Diseñadas para escalar o subir postería, consta de una parte metálica donde se introduce el pie sujetado por correas de suela y de un brazo curvo con una tuerca que permite ir ajustando la trepadora al poste de acuerdo al diámetro, el brazo posee cauchos de goma que hará la función de agarre para evitar deslizamientos o es dentada para el caso de postes de madera.</p>	<p>Verificar el buen estado del poste caso contrario no realizar el ascenso. Se deberá ascender con las manos libres, llevando las herramientas en las cartucheras del cinturón de seguridad.</p> <p>Antes de utilizar las trepadoras se deberá verificar el estado de las mismas, teniendo particular atención en los cauchos antideslizantes. Periódicamente se le deberá dar mantenimiento para garantizar su buen funcionamiento.</p>
Carro canasta 	<p>La función principal del carro canasta es dar aislamiento y protección a los operarios que se encuentren trabajando en contacto, además de ofrecer comodidad para realizar sus labores ya que posee un brazo mecánico aislado que permite el movimiento de la canastilla pudiendo ubicarlo directamente en el punto a intervenir.</p>	<p>Inspeccionar el estado del vehículo y verificar la correcta operación.</p> <p>Para iniciar la actividad es necesario bajar los estabilizadores en un lugar adecuado, así también para las descargas de corrientes de fuga que se pueden presentar en el brazo, el carro deberá estar correctamente aterrizado con una varilla de cobre de puesta a tierra. Se debe llevar un mantenimiento periódico sobre todo del sistema hidráulico y dieléctrico.</p>

<p>Pértiga</p> 	<p>Construidas de fibra de vidrio u otro material aislante, dentro del trabajo eléctrico son una de las herramientas más importantes por su versatilidad, alto nivel de seguridad y resistencia mecánica, siendo fundamental en trabajos con y sin voltaje. Existen pértigas de corte, telescópicas, de maniobra, de gancho, de agarre, tipo escopeta, entre otras, variando su diseño y funcionalidad de acuerdo al trabajo en el que se las emplee.</p>	<p>Nunca rebasar con las manos las distancias de seguridad marcadas en la pértiga, ya que traspasada la señal no se asegura el aislamiento, se debe combinar su uso con guantes aislantes</p> <p>Realizar periódicamente inspección de las piezas tanto en las superficies exteriores como en lo posible de las interiores, verificando la fijación, color de marcas y aspecto así como su correcto embalaje.</p>
<p>Mantas</p> 	<p>Las mantas son fabricadas en caucho aislante, siendo muy flexibles, existiendo de tipo abierta y cerrada. Se emplean para cubrir herrajes o cualquier otro elemento de la red en el cual no sea posible la utilización de otras protecciones. Clase 3 emplea CENTROSUR</p>	<p>Se verificará la clase para el nivel de voltaje antes de su utilización, así también se debe comprobar que no tengan daños del aislante como cortaduras o grietas. Se utilizan con binchas aislantes para su fijación.</p>
<p>Cobertores y protectores de línea</p> 	<p>Son fabricados en polietileno lineal con alta rigidez dieléctrica o de caucho de silicona, anti-envejecimiento, resistente a la corrosión, adecuado para la protección del cable desnudo. Empleados para cubrir los elementos de la red como los aisladores, las crucetas, los descargadores de sobrevoltaje, los cortacircuitos, postes, líneas etc.</p> <p>Se recomienda el uso de cobertores de caucho de silicona</p>	<p>Se verificará la clase para el nivel de voltaje adecuado antes de su utilización, así también se debe comprobar que no tengan daños del aislante como cortaduras o grietas.</p> <p>Son un medio de protección pero no debe existir exceso de confianza al estar ya colocados, por lo que siempre se debe usar equipo de protección personal.</p>

<p>Equipo de puesta a tierra</p> 	<p>Equipo utilizado para cortocircuitar y poner a tierra la zona de trabajo</p> <p>Consta básicamente de 3 pinzas de presión, conectadas entre sí, de las cuales baja un conductor que se conecta a un electrodo mismo que va a tierra.</p>	<p>Para instalarlo primero se confirma la ausencia de voltaje, luego se coloca el electrodo a tierra enterrado firmemente, después se sujeta el carrete del conductor de cobre en el electrodo, finalmente se arma las pinzas con la pértiga y se llevan las pinzas a la red.</p> <p>Se deberá verificar el estado de las pinzas, el conductor y el electrodo de puesta a tierra antes de su utilización.</p>
<p>Detector de ausencia de voltaje</p> 	<p>Este equipo es muy usado en medio voltaje, para comprobar si la línea esta energizada, a través de una señal luminosa o sonora.</p> <p>Este equipo se acopla a las pértigas telescópicas para acercarse a la red.</p>	<p>Se deberá asegurar una correcta fijación a la pértiga antes de su utilización, así como comprobar el correcto estado de sus diferentes señales.</p>
<p>Estrobo</p> 	<p>Está diseñado para trabajos que requieran un posicionamiento, siendo ajustable e ideal para labores en postes eléctricos o son usados para amarrar y fijar a un punto.</p> <p>Cuenta con dos mosquetones forjados con un seguro en acero con cincado antioxidante y hebilla pasadora forjada, o es fabricado de material de sogá.</p>	<p>Antes de usarlo se debe verificar que no posea soldaduras, óxidos o partes deshiladas.</p> <p>Para posicionamiento del operador es utilizado con un cinturón liniero o con un arnés que cuente con argollas.</p> <p>Para fijar a un punto ya se para uso del teclé, debe verificarse el estado del material de sogá.</p>

4.5. Procedimiento llevado a cabo en el mantenimiento preventivo de alimentadores

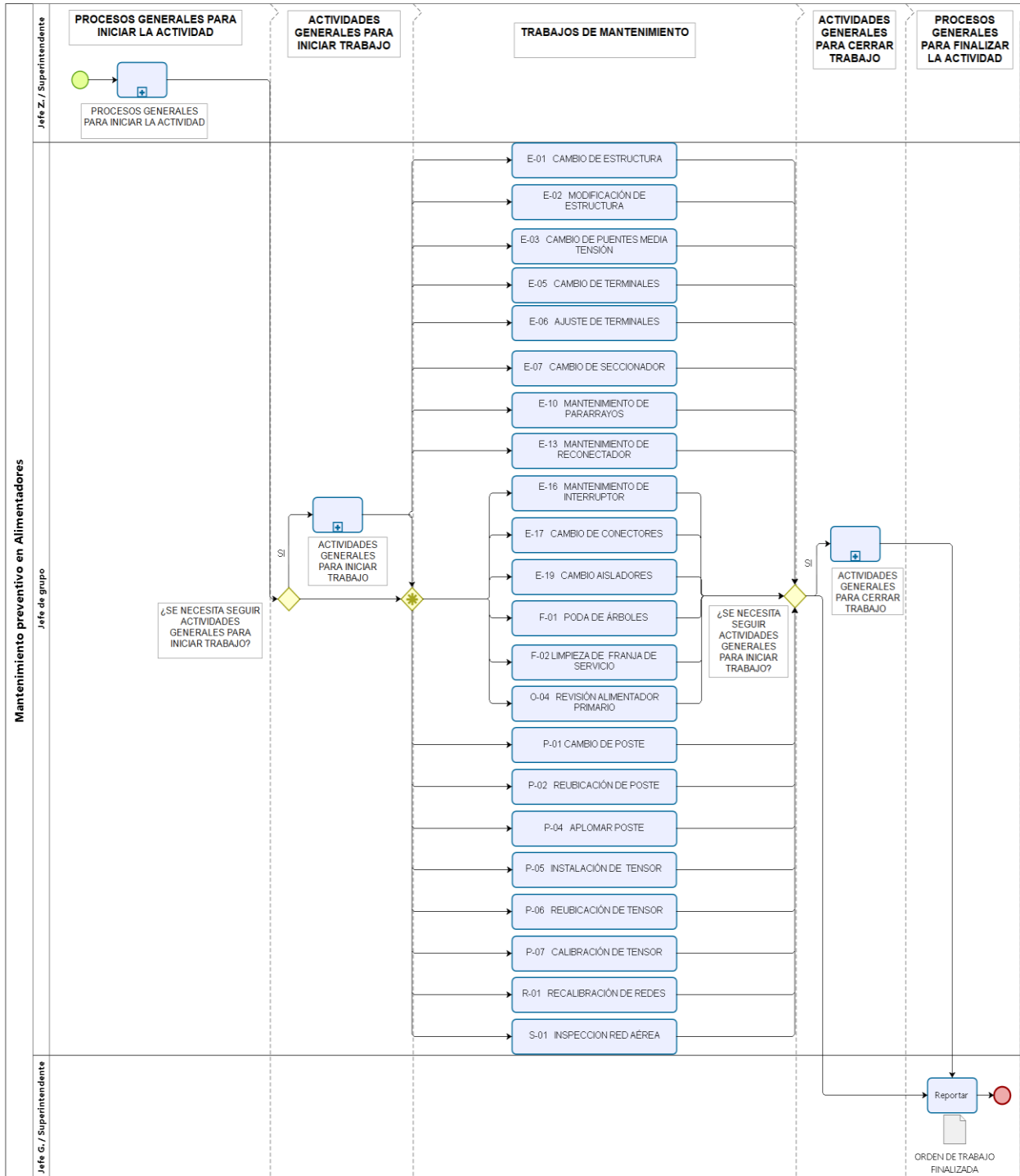


Figura 4.5. Procedimientos en el mantenimiento preventivo de alimentadores. [Autores]



4.5.1. Procesos y actividades generales para iniciar trabajos de mantenimiento

PROCESOS GENERALES PARA INICIAR LA ACTIVIDAD	
1.	Diagnosticar: A partir de la información del área de reclamos, grupo de trabajo o situación del sistema se realiza el ingreso, inspección y análisis del mantenimiento a realizar.
2.	Planificar: Se analiza si es posible realizar con o sin suspensión del servicio eléctrico la actividad, así como la logística necesaria para el trabajo.
3.	Ejecutar la actividad <ul style="list-style-type: none"> • El trabajador debe previo a realizar cualquier trabajo portar todo el equipo de protección personal adecuado para la actividad que va a realizar. • Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores. • No portar pulseras, teléfonos celulares, cadenas u otros elementos conductores. • Preparar y revisar materiales. • Contar con equipos y herramientas en buen estado para la actividad a realizar. • Realizar inspección a la unidad móvil antes de salir de la empresa.

ACTIVIDADES GENERALES PARA INICIAR TRABAJO SIN VOLTAJE	ACTIVIDADES GENERALES PARA INICIAR TRABAJO CON VOLTAJE
1. Llegar al sitio e inspeccionar visualmente la zona de trabajo, así como las condiciones climáticas, evitar trabajar con lluvia, llovizna o vientos fuertes. 2. Delimitar el área de trabajo y crear una zona segura (de ser el caso con apoyo de otras instituciones). 3. Planificar el trabajo en sitio, verificar el cumplimiento de la protección personal, dar charla de seguridad y notificar al Centro de Operaciones de Distribución (COD) el inicio de trabajo. 4. Ejecutar y coordinar el cumplimiento de las 5 reglas de oro. <ul style="list-style-type: none"> a. Corte visible o efectivo de fuentes. b. Enclavamiento, bloqueo y señalización. c. Comprobación de ausencia de voltaje. d. Puesta a tierra y en cortocircuito. e. Señalización de la zona de trabajo. 5. Seleccionar los equipos y herramientas adecuados para la actividad de mantenimiento. 6. Ubicarse en la zona a intervenir, se puede usar trepadoras, escalera o carro canasta, dependerá de la situación.	1. Llegar al sitio e inspeccionar visualmente la zona de trabajo, así como las condiciones climáticas, no trabajar con lluvia, llovizna o vientos fuertes. 2. Ubicar el carro canasta de forma adecuada, bajar los estabilizadores para nivelarlo e instalar la puesta a tierra al chasis. 3. Delimitar el área de trabajo y crear una zona segura (de ser el caso con apoyo de otras instituciones). 4. Planificar el trabajo en sitio, verificar el cumplimiento de la protección personal, dar charla de seguridad y notificar al Centro de Operaciones de Distribución (COD) el inicio de trabajo. 5. Seleccionar los equipos de aislamiento para trabajo en línea energizada, así como las herramientas adecuadas para la actividad de mantenimiento. 6. Mantener las manos siempre protegidas mediante guantes de algodón para evitar sudoración y sobre estos emplear los guantes aislados adecuados para el voltaje nominal de la instalación. 7. Ubicarse en la zona a intervenir mediante la canasta. Siempre subirán dos electricistas mientras que el jefe de grupo permanecerá en tierra para coordinar y verificar las actividades que se realizaran, así también ayudara preparando las herramientas y equipo según se vaya necesitando. El traslado de los elementos puede ser mediante el cabo de servicio o la canasta.



4.5.2. Procesos y actividades generales para cerrar el trabajo y finalizar actividades de mantenimiento

ACTIVIDADES GENERALES PARA CERRAR TRABAJO SIN VOLTAJE	ACTIVIDADES GENERALES PARA CERRAR TRABAJO CON VOLTAJE
<ol style="list-style-type: none">1. Descender del poste o retirarse del punto intervenido de forma segura.2. Retirar el corto circuito de las líneas y la puesta a tierra temporal.3. Retirar materiales, herramientas y equipos utilizados en el trabajo, ubicándolos en forma ordenada y en sus respectivos lugares.4. Desalojar adecuadamente los residuos.5. Notificar al Centro de Operaciones de Distribución (COD) la terminación del trabajo y coordinar la reposición del servicio.6. Verificar el servicio en el sector y retirar señalizaciones usadas.	<ol style="list-style-type: none">1. Descender del poste o retirarse del punto intervenido de forma segura.2. Retirar materiales, herramientas y equipos utilizados en el trabajo ubicándolos en forma ordenada y en sus respectivos lugares.3. Ascenso de estabilizadores del carro canasta.4. Desalojar adecuadamente los residuos.5. Notificar al Centro de Operaciones de Distribución (COD) la terminación del trabajo.6. Verificar el servicio en el sector y retirar señalizaciones usadas.

PROCESOS GENERALES PARA FINALIZAR LA ACTIVIDAD EN OFICINA
<ol style="list-style-type: none">1. Reporte.<ol style="list-style-type: none">a) Revisión de planos, reporte de materiales y mano de obra.b) Ingreso de los partes de trabajo en el sistema informático.



4.5.3. Cambio de estructura

EE01 CAMBIO DE ESTRUCTURA (Flujograma en ANEXO 1)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE01-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE(EE01-CV)
<p>En esta actividad se conserva el tipo de estructura inicial. Las estructuras pueden ser pasante o tangente, angular, retención o terminal y doble retención o doble terminal.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje. 4. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores. 5. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando. Esta actividad dependerá de la inspección previa al desarrollo del trabajo. 6. Desamarrar la cruceta del poste, para lo cual se retira las abrazaderas tipo U y las tuercas que aseguran los pies de amigo, bajar la estructura a ser cambiada con la ayuda del cabo de servicio o la canasta y se sube la nueva estructura armada previamente en el piso (se arma la estructura lo más que se pueda en piso para disminuir el esfuerzo de trabajo de los electricistas en el poste). 7. Fijar y terminar de armar la cruceta en el poste. Colocar los diferentes aisladores a la estructura según sea el caso. 8. Sujetar fase por fase las líneas a la estructura. 9. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje. 10. Procesos generales para finalizar la actividad. 11. Fin. 	<p>En esta actividad se conserva el tipo de estructura inicial. Las estructuras pueden ser pasante o tangente, angular, retención o terminal y doble retención o doble terminal.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje. 4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste de ser necesario. 5. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores, a continuación, proteger totalmente las líneas. 6. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando siempre verificando que se mantengan correctamente aisladas. Esta actividad dependerá de la inspección previa al desarrollo del trabajo. 7. Desarmar la cruceta del poste, para lo cual se retira las abrazaderas tipo U y las tuercas que aseguran los pies de amigo, bajar la estructura a ser cambiada con la ayuda del cabo de servicio o la canasta y subir la nueva estructura armada previamente en el piso (se arma la estructura lo más que se pueda en piso para disminuir el esfuerzo de trabajo de los electricistas en el poste). 8. Fijar y terminar de armar la cruceta en el poste. Colocar los diferentes aisladores a la estructura según sea el caso. 9. Colocar mantas partidas a los aisladores y mantas cerradas a la cruceta para proceder amarrar fase por fase las líneas a los aisladores de la nueva estructura. 10. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta. 11. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje. 12. Procesos generales para finalizar la actividad. 13. Fin.

4.5.4. Modificación de estructura

EE02 MODIFICACIÓN DE ESTRUCTURA (Flujograma en ANEXO 2)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE02-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE02-CV)
<p>En esta actividad se modifica de un tipo de estructura a otra. Las estructuras pueden ser pasante o tangente, angular, retención o terminal y doble retención o doble terminal.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores.5. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando. Esta actividad dependerá de la inspección previa al desarrollo del trabajo.6. Desamarrar la cruceta del poste, para lo cual se retira las abrazaderas tipo U y las tuercas que aseguran los pies de amigo, bajar la estructura con la ayuda del cabo de servicio o la canasta y subir el nuevo tipo de estructura armada previamente en el piso (se arma la estructura lo más que se pueda en piso para disminuir el esfuerzo de trabajo de los electricistas en el poste).7. Fijar y terminar de armar la cruceta en el poste. Colocar los diferentes aisladores según sea el caso.8. Sujetar fase por fase las líneas a la nueva estructura.9. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.	<p>En esta actividad se modifica de un tipo de estructura a otra. Las estructuras pueden ser pasante o tangente, angular, retención o terminal y doble retención o doble terminal.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste de ser necesario.5. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores, a continuación, proteger totalmente las líneas.6. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando siempre verificando que se mantengan correctamente aisladas. Esta actividad dependerá de la inspección previa al desarrollo del trabajo.7. Desarmar la cruceta del poste, para lo cual se retira las abrazaderas tipo U y las tuercas que aseguran los pies de amigo, bajar la estructura con la ayuda del cabo de servicio o la canasta y subir el nuevo tipo de estructura armada previamente en el piso (se arma la estructura lo más que se pueda en piso para disminuir el esfuerzo de trabajo de los electricistas en el poste).8. Fijar y terminar de armar la cruceta en el poste. Colocar los diferentes aisladores a la estructura según sea el caso.9. Colocar mantas partidas a los aisladores y mantas cerradas a la cruceta para proceder a sujetar fase por fase las líneas a la nueva estructura.10. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.11. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje12. Procesos generales para finalizar la actividad.13. Fin.



4.5.5. Cambio de puentes en medio voltaje

EE03 CAMBIO DE PUENTES EN MEDIO VOLTAJE (Flujograma en ANEXO 3)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE03-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE03-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Retirar el puente dañado y colocar el nuevo puente. Verificar el correcto ajuste del puente.5. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.6. Procesos generales para finalizar la actividad.7. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores y a las líneas.5. Colocar un puente aislado o bay-pas temporal de acuerdo a la capacidad de amperaje de la línea, siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.6. Retirar el puente dañado y colocar el nuevo puente, según la técnica a utilizar (a distancia o a contacto). Verificar el correcto ajuste del puente.7. Retira el puente auxiliar aislado o bay-pass siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.8. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.9. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.



4.5.6. Cambio de terminales

EE05 CAMBIO DE TERMINALES (Flujograma en ANEXO 4)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE05-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE05-CV)
<p>Esta actividad se puede realizar en todos los equipos que posean terminales como: bushing de reconectores, interruptores, pararrayos, etc. Se deberá realizar esta actividad cuando los terminales están deteriorados o sulfatados.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Cambiar el terminal dañado por uno nuevo. Verificar el correcto ajuste del terminal.5. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.6. Procesos generales para finalizar la actividad.7. Fin.	<p>Esta actividad se puede realizar en todos los equipos que posean terminales como: bushing de reconectores, interruptores, pararrayos, etc. Se deberá realizar esta actividad cuando los terminales están deteriorados o sulfatados. Cuando se inicie el trabajo en los bushing de reconectores se deberá habilitar la función hot line y cuando se finalice el trabajo se debe deshabilitar la función hot line.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores, líneas y equipos.5. Colocar un puente aislado o bay-pass temporal siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo. para no perder la operatividad del equipo.6. Cambiar el terminal dañado por uno nuevo. Verificar el correcto ajuste del terminal.7. Retirar el puente auxiliar aislado o bay-pass siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.8. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.9. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.



4.5.7. Ajuste de terminales

EE06 AJUSTE DE TERMINALES (Flujograma en ANEXO 5)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE06-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE06-CV)
<p>Esta actividad se puede realizar en todos los equipos que posean terminales como: bushing de reconectores, interruptores, pararrayos, etc.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Ajustar el terminal flojo y verificar el correcto agarre para evitar puntos calientes.5. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.6. Procesos generales para finalizar la actividad.7. Fin.	<p>Esta actividad se puede realizar en todos los equipos que posean terminales como: bushing de reconectores, interruptores, pararrayos, etc.</p> <p>Cuando se inicie el trabajo en los bushing de reconectores se deberá habilitar la función hot line y cuando se finalice el trabajo se debe deshabilitar la función hot line.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores, líneas y equipos.5. Colocar un puente aislado o bay-pass temporal siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.6. Ajustar el terminal flojo y verificar el correcto agarre para evitar puntos calientes.7. Retirar el puente auxiliar aislado o bay-pass siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.8. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.9. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.

4.5.8. Cambio de seccionador

EE07 CAMBIO DE SECCIONADOR (Flujograma en ANEXO 6)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE07-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE07-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Aflojar, desacoplar y retirar el seccionador deteriorado.5. Colocar el nuevo seccionador. Verificar el correcto ajuste, del apoyo del seccionador, terminales y puentes, así como que se respeten las distancias de seguridad tanto del seccionador como de sus puentes6. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.7. Procesos generales para finalizar la actividad.8. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores y a las líneas.5. Colocar un puente aislado o bay-pass temporal siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.6. Abrir el seccionador utilizando el rompecargas para proceder a cambiarlo, en el nuevo seccionador verificar el correcto ajuste, del apoyo del seccionador, terminales y puentes, así como que se respeten las distancias de seguridad tanto del seccionador como de sus puentes, posteriormente cerrar el seccionador empleando la pértiga.7. Retirar el puente auxiliar aislado o bay-pass siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.8. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.9. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.



4.5.9. Mantenimiento de pararrayos

EE10 AJUSTE DE PARARRAYOS (Flujograma en ANEXO 7)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE10-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE10-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Verificar el correcto apoyo del pararrayos. Revisar el cabezal del pararrayos, verificar ajuste de amarres y posible oxidación del mástil. Comprobar que la fijación de los diferentes componentes y las protecciones mecánicas estén en buen estado, además de verificar ajuste de amarres y conectores de la toma de tierra, así como en el cable conductor del pararrayos.5. Si es necesario el cambio de pararrayos, proceder a la instalación del pararrayos nuevo.6. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.7. Procesos generales para finalizar la actividad.8. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores y a las líneas, colocar una manta partida en el punto medio del pararrayos para proceder a su ajuste.5. Verificar el correcto ajuste del apoyo del pararrayos. Revisar el cabezal del pararrayos, verificar ajuste de amarres y posible oxidación del mástil. Comprobar que la fijación de los diferentes componentes y las protecciones mecánicas estén en buen estado, además de verificar ajuste de amarres y conectores de la toma de tierra, así como en el cable conductor del pararrayos.6. Si es necesario el cambio de pararrayos, proceder a la instalación de un pararrayos nuevo.7. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.8. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.9. Procesos generales para finalizar la actividad.10. Fin.

4.5.10. Mantenimiento de reconectador

EE13 AJUSTE DE RECONECTADOR (Flujograma en ANEXO 8)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE13-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE13-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Verificar el ajuste de los bushing, así como las piezas móviles mecánicas y limpiarlas de ser necesario. Examinar el indicador externo de apertura y cierre para asegurar que esté libre de obstrucciones mecánicas. Ajustar o cambiar los conectores del cable que va hacia el reconectador y verificar el correcto funcionamiento de la puesta a tierra y que su valor sea menor a 25Ω.5. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.6. Procesos generales para finalizar la actividad.7. Fin. <p><i>La programación de mantenimiento de los reconectores del sistema deberá ser anual.</i></p>	<p>Cuando se inicie el trabajo en los bushing de reconectores se deberá habilitar la función hot line y cuando se finalice el trabajo se debe deshabilitar la función hot line.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores y a las líneas, así como mantas partidas sobre los bushing del reconectador.5. Verificar el ajuste de los bushing, así como las piezas móviles mecánicas y limpiarlas de ser necesario. Examinar el indicador externo de apertura y cierre para asegurar que esté libre de obstrucciones mecánicas. Ajustar o cambiar los conectores del cable que va hacia el reconectador y verificar el correcto funcionamiento de la puesta a tierra y que su valor sea menor a 25Ω.6. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.7. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.8. Procesos generales para finalizar la actividad.9. Fin. <p><i>La programación de mantenimiento de los reconectores del sistema deberá ser anual.</i></p>



4.5.11. Mantenimiento de interruptor

EE16 AJUSTE DE INTERRUPTOR (Flujograma en ANEXO 9)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE16-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE16-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Verificar el ajuste de los terminales en interruptores y seccionadores, así como las piezas móviles mecánicas, en caso de ser necesario se deberán limpiar estas piezas, terminales y verificar el correcto funcionamiento de la puesta a tierra y que su valor sea menor a 25Ω.5. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.6. Procesos generales para finalizar la actividad.7. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores y a las líneas, así como mantas partidas sobre el interruptor y sus seccionadores asociados.5. Verificar el ajuste de los terminales en interruptores y seccionadores, así como las piezas móviles mecánicas, en caso de ser necesario se deberán limpiar estas piezas, terminales y verificar el correcto funcionamiento de la puesta a tierra y que su valor sea menor a 25Ω.6. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.7. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.8. Procesos generales para finalizar la actividad.9. Fin.



4.5.12. Cambio de conectores

EE17 CAMBIO DE CONECTORES (Flujograma en ANEXO 10)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE17-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE17-CV)
<p>Los conectores son elementos de acople entre dos líneas, por lo tanto, al momento de existir algún tipo de sulfatación, deterioro o pérdida de agarre deberán ser cambiados por unos nuevos.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Cambiar el conector dañado y verificar el correcto ajuste y agarre del nuevo conector para evitar posibles puntos calientes.5. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.6. Procesos generales para finalizar la actividad.7. Fin.	<p>Los conectores son elementos de acople entre dos líneas, por lo tanto, al momento de existir algún tipo de sulfatación, deterioro o pérdida de agarre deberán ser cambiados por unos nuevos.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a los aisladores y líneas.5. Colocar un puente aislado o bay-pass temporal siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo.6. Cambiar el conector dañado y verificar el correcto ajuste y agarre del nuevo conector para evitar posibles puntos calientes.7. Retirar el puente auxiliar aislado o bay-pass siempre utilizando la pértiga y no a contacto.8. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.9. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.

4.5.13. Cambio de aislador

Cambio de aislador tipo pin

EE19 CAMBIO DE AISLADOR TIPO PIN (Flujograma en ANEXO 11)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE19-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE19-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Retirar el amarre del aislador deteriorado.5. Desmontar y cambiar el aislador deteriorado por uno nuevo y sujeta la línea al nuevo aislador con cable de amarre.6. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.7. Procesos generales para finalizar la actividad.8. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Colocar cobertores en la red a cada lado del aislador. Colocar una manta partida en el punto medio del perno pin la cual deberá ser sujeta a la cruceta con pinzas para poder liberar la línea.5. Retirar el amarre del aislador deteriorado y unir los cobertores de línea en el punto de la fase desamarrada.6. Retirar el aislador deteriorado y cambiar el aislador por uno nuevo.7. Colocar el nuevo aislador con su perno pin verificando que quede el perno pin dentro de la ranura de la manta partida, luego colocar sobre el aislador pin el conductor protegido con el cobertor flexible de línea y liberar el cobertor para luego realizar el amarre de la línea con el aislador.8. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.9. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.



Cambio de aislador tipo suspensión

EE31 CAMBIO DE AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN (Flujograma en ANEXO 12)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (EE31-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (EE31-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Sujetar el tecle a la línea a través de la mordaza en un punto superior al alcance de la retención preformada y proceder a tensarlo hasta quedar flojo el aislador de suspensión y la retención preformada de manera de poder ser retirados.5. Desacoplar la retención preformada del cable, aflojar y retirar el aislador tipo suspensión para colocar el nuevo aislador con su retención preformada.6. Asegurar el preformado a la línea, aflojar el tecle hasta que el cable alcance su tensión nominal, luego retirar la mordaza y el tecle con sus accesorios de sujeción.7. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.8. Procesos generales para finalizar la actividad.9. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando cobertores de protección a las líneas y mantas al aislador deteriorado.5. Colocar un tecle aislado siempre utilizando una pértiga de enlace, la cual estará sujetando en un extremo el tecle y en el otro la eslinga colocada en la cruceta.6. Sujetar el tecle a la línea a través de la mordaza en un punto superior al alcance de la retención preformada y proceder a tensarlo hasta quedar flojo el aislador de suspensión y la retención preformada de manera de poder ser retirados.7. Desacoplar la retención preformada del cable, aflojar y retirar el aislador tipo suspensión para colocar el nuevo aislador con su retención preformada.8. Asegurar el preformado a la línea, aflojar el tecle hasta que el cable alcance su tensión nominal, luego retirar la mordaza y el tecle con sus accesorios de sujeción.9. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.10. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.11. Procesos generales para finalizar la actividad.12. Fin.

4.5.14. Poda de arboles

Poda de árboles con intervención de carro canasta

FF01 PODA DE ARBOLES (Flujograma en ANEXO 13)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (FF01-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (FF01-CV)
<p>Para esta actividad se debe conocer las técnicas de poda o corte en función del tipo de vegetación evitando de esta manera destruir el árbol.</p> <p>En esta actividad para cada corte trabajara en forma conjunta toda la cuadrilla a manera de evitar accidentes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje. 4. Cortar las ramas más próximas a las redes empleando las herramientas adecuadas, evitando el uso de machete, las ramas grandes deberán cortarse en pedazos, para aliviar progresivamente la tensión en el corte. Se debe tener presente en todo momento que el pedazo cortado nunca caiga sobre la línea. 5. Verificar que no queden ramas desgarradas, ni troncos cortados sobre los arboles intervenidos, que puedan causar accidente alguno al caerse. 6. Descender por medio de la polea de servicio la herramienta utilizada, así como los residuos sobrantes. 7. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje. 8. Procesos generales para finalizar la actividad. 9. Fin. 	<p>Para esta actividad se debe conocer las técnicas de poda o corte en función del tipo de vegetación evitando de esta manera destruir el árbol.</p> <p>En esta actividad para cada corte trabajara en forma conjunta toda la cuadrilla a manera de evitar accidentes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje. 4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste de ser necesario, así como también en posibles puntos de contacto. 5. Cortar las ramas más próximas a las redes empleando las herramientas adecuadas, evitando el uso de machete, buscando garantizar el libre pasó de la canasta, las ramas grandes deberán cortarse en pedazos, para aliviar progresivamente la tensión en el corte. Se debe tener presente en todo momento que el pedazo cortado nunca caiga sobre la línea. 6. Verificar que no queden ramas desgarradas, ni troncos cortados sobre los arboles intervenidos, que puedan causar accidente alguno al caer. 7. Descender por medio de la polea de servicio la herramienta utilizada, así como los residuos sobrantes. 8. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen. 9. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje. 10. Procesos generales para finalizar la actividad. 11. Fin.



Poda de árboles sin intervención de carro canasta

FF05 PODA DE ARBOLES (Flujograma en ANEXO 14)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (FF05-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (FF05-CV)
<p>Para esta actividad se debe conocer las técnicas de poda o corte en función del tipo de vegetación evitando de esta manera destruir el árbol.</p> <p>En esta actividad para cada corte trabajara en forma conjunta toda la cuadrilla a manera de evitar accidentes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje. 4. Analizar la estructura del árbol y sus ramas para poder establecer la secuencia de cortes y los apoyos que se deben poner en las ramas que tienen riesgo de caer o rozar en las líneas eléctricas. 5. Cortar las ramas más próximas a las redes empleando las herramientas adecuadas, evitando el uso de machete, las ramas grandes deberán cortarse en pedazos, para aliviar progresivamente la tensión en el corte. Se debe tener presente en todo momento que el pedazo cortado nunca caiga sobre la línea. 6. Verificar que no queden ramas desgarradas, ni troncos cortados sobre los arboles intervenidos, que puedan causar accidente alguno al caer. 7. Descender por medio de la polea de servicio la herramienta utilizada, así como los residuos sobrantes. 8. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje. 9. Procesos generales para finalizar la actividad. 10. Fin. 	<p>Para esta actividad se debe conocer las técnicas de poda o corte en función del tipo de vegetación evitando de esta manera destruir el árbol.</p> <p>En esta actividad para cada corte trabajara en forma conjunta toda la cuadrilla a manera de evitar accidentes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje. 4. Analizar la estructura del árbol y sus ramas para poder establecer la secuencia de cortes y los apoyos que se deben poner en las ramas que tienen riesgo de caer o rozar en las líneas eléctricas. 5. Respetar las distancias de seguridad para trabajos con voltaje a distancia. 6. Cuando el personal use cabos para controlar las ramas siempre deberán utilizar guantes de medio voltaje. 7. Cortar las ramas más próximas a las redes empleando las herramientas adecuadas, evitando el uso de machete, las ramas grandes deberán cortarse en pedazos, para aliviar progresivamente la tensión en el corte. Se debe tener presente en todo momento que el pedazo cortado nunca caiga sobre la línea. 8. Verificar que no queden ramas desgarradas, ni troncos cortados sobre los arboles intervenidos, que puedan causar accidente alguno al caer. 9. Descender por medio de la polea de servicio la herramienta utilizada, así como los residuos sobrantes. 10. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje. 11. Procesos generales para finalizar la actividad. 12. Fin.

4.5.15. Limpieza de franja de servicio tala

FF02 LIMPIEZA DE FRANJA DE SERVICIO (Flujograma en ANEXO 15)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (FF02-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (FF02-CV)
<p>Verificar condiciones del estado de la franja de servicio y factores que influyen en esta maniobra, malezas, arbustos y toda vegetación en general que afecte el área de servidumbre (para el caso de árbol se sigue el procedimiento de poda de árboles).</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Se deberá limpiar a ras de piso la maleza, arbustos y rastrojo utilizando machete u otras herramientas, en una zona de seis metros a lado y lado, del eje de las líneas eléctricas. No se trata de limpiar el ciento por ciento de la franja de servicio, sino que los trabajos se deben enfocar a la limpieza de aquellas zonas por las cuales no sea posible el desplazamiento a pie. Zonas como potreros y cultivos no deben limpiarse, a menos que haya árboles que representen riesgo para la confiabilidad del circuito.5. En todas las redes deberán eliminarse elementos extraños al circuito como son: nidos de pájaros, colmenas, hormigueros o basura adherida a los postes, crucetas, bajantes y conductores eléctricos.6. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.7. Procesos generales para finalizar la actividad.8. Fin.	<p>Verificar condiciones del estado de la franja de servicio y factores que influyen en esta maniobra, malezas, arbustos y toda vegetación en general que afecte el área de servidumbre (para el caso de árbol se sigue el procedimiento de poda de árboles).</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando mantas, cobertores y protectores de poste según se vea necesario.5. Se deberá limpiar a ras de piso la maleza, arbustos y rastrojo utilizando machete u otras herramientas, en una zona de seis metros a lado y lado, del eje de las líneas eléctricas. No se trata de limpiar el ciento por ciento de la franja de servicio, sino que los trabajos se deben enfocar a la limpieza de aquellas zonas por las cuales no sea posible el desplazamiento a pie. Zonas como potreros y cultivos no deben limpiarse, a menos que haya árboles que representen riesgo para la confiabilidad del circuito.6. En todas las redes deberán eliminarse elementos extraños al circuito como son: nidos de pájaros, colmenas, hormigueros o basuras que se encuentren adheridas a los postes, crucetas, bajantes y en los conductores eléctricos.7. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.8. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.9. Procesos generales para finalizar la actividad.10. Fin.



4.5.16. Revisión de alimentador primario

OR04 REVISIÓN DE ALIMENTADOR PRIMARIO (Flujograma en ANEXO 16)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (OR04-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Para esta actividad no es necesaria la desconexión del sistema.3. Fin.	<p>Durante el recorrido de las líneas del alimentador primario se debe respetar las distancias de seguridad. Al realizar la revisión se trata de cuidar al mismo tiempo la integridad del personal, por lo que mientras sea posible se coloca el carro de la empresa detrás de estos para su seguridad y se procede a realiza la actividad.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Revisar el estado general de todo el aislamiento, estado de componentes como seccionador, pararrayos, bajantes a tierra, así también la estructura completa de medio voltaje incluyendo los herrajes.5. La revisión en el poste se ejecuta desde abajo hacia arriba y luego en el conductor a toda su longitud.6. Cualquier anomalía que se detecte deberá ser registrada para su posterior mantenimiento.7. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.8. Procesos generales para finalizar la actividad.9. Fin.



4.5.17. Cambio de poste

PT01 CAMBIO DE POSTE (Flujograma en ANEXO 17)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT01-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT01-CV)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje 4. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores. 5. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando. Esta actividad dependerá de la inspección previa al desarrollo del trabajo. 6. Para retirar el poste, colocar el cable de acero de la grúa sobre el punto de gravedad del poste el cual esta aproximadamente 1m sobre la placa de datos técnicos del mismo. 7. El personal debe guardar una distancia prudente para que se retire el poste. En la maniobra se requiere la ayuda de uno o dos electricistas para guiar el movimiento 8. Retirar el poste a ser cambiado y colocar uno nuevo. Este paso puede variar dependiendo la situación, se podrá ubicar el poste nuevo en el mismo lugar del antiguo o en algunos casos se podrá ubicar el nuevo poste a pocos metros del poste a cambiar. Una vez parado el nuevo poste rellenar el hueco y retacarlo con piedra mediana y tierra para asegurarlo. 9. Vestir el poste con los nuevos herrajes o con los mismos que están en buen estado según el tipo de estructura que se considere a emplear, en caso de ser necesario se instalara uno o dos tensores para equilibrio de fuerzas. 10. Transferir o colocar fase por fase las líneas al poste cambiado. 11. Revisión visual del poste cambiado y de los postes adyacentes para verificar que las líneas queden bien amarradas y calibradas. 12. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje. 13. Procesos generales para finalizar la actividad. 14. Fin. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje. 4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste. 5. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores. 6. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando siempre verificando que se mantengan correctamente aisladas. Esta actividad dependerá de la inspección previa del trabajo. 7. Para retirar el poste, colocar el cable de acero de la grúa sobre el punto de gravedad del poste el cual esta aproximadamente 1m sobre la placa de datos técnicos del mismo. El poste debe estar siempre con los protectores de poste (al menos 4 metros protegido). 8. El personal debe guardar una distancia prudente para que se retire el poste. En la maniobra se requiere la ayuda de uno o dos electricistas para guiar el movimiento 9. Retirar el poste a ser cambiado y colocar uno nuevo. Se podrá ubicar el poste nuevo en el mismo lugar del antiguo o en algunos casos se podrá ubicar el nuevo poste a pocos metros del poste a cambiar. Una vez parado el nuevo poste rellenar el hueco y retacarlo con piedra mediana y tierra para asegurarlo. 10. Vestir el poste con los nuevos herrajes o con los mismos que están en buen estado según el tipo de estructura que se considere a emplear, en caso de ser necesario se instalara uno o dos tensores para equilibrio de fuerzas. 11. Transferir fase por fase las líneas al poste cambiado. 12. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen. 13. Revisión visual del poste cambiado y de los postes adyacentes para verificar que las líneas queden bien amarradas y calibradas. 14. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje. 15. Procesos generales para finalizar la actividad. 16. Fin.



4.5.18. Reubicación de poste

PT02 REUBICACIÓN DE POSTE (Flujograma en ANEXO 18)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT02-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT02-CV)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje. 4. Se realiza o verifica la excavación del hueco a donde se reubicará el poste. 5. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores. 6. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando. Esta actividad dependerá de la inspección previa al desarrollo del trabajo. 7. Colocar el cable de acero sobre el punto de gravedad del poste el cual esta aproximadamente 1m sobre la placa de datos técnicos del mismo. 8. El personal debe guardar una distancia prudente para que se retire el poste. En la maniobra se requiere la ayuda de uno o dos electricistas para guiar el movimiento. 9. Reubicar el poste, una vez parado rellenar el hueco retacándolo con piedra mediana y tierra para asegurarlo. 10. Vestir el poste con los nuevos herrajes o con los mismos que están en buen estado según el tipo de estructura que se considere a emplear, en caso de ser necesario se instalara uno o dos tensores para equilibrio de fuerzas. 11. Sujetar fase por fase las líneas al poste reubicado. 12. Revisión visual del poste reubicado y de los postes adyacentes para verificar que las líneas queden bien amarradas y calibradas. 13. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje. 14. Procesos generales para finalizar la actividad. 15. Fin. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje. 4. Se realiza o verifica la excavación del hueco en donde se reubicará el poste. 5. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste. 6. Desamarrar y liberar las líneas de sus aisladores. 7. En caso de contar con un segundo carro canasta, la canasta sostendrá las líneas anteriormente liberadas, caso contrario se las dejará colgando siempre verificando que se mantengan correctamente aisladas. Esta actividad dependerá de una inspección previa. 8. Para retirar el poste, colocar el cable de acero de la grúa sobre el punto de gravedad del poste el cual esta aproximadamente 1m sobre la placa de datos técnicos del mismo. El poste debe estar siempre con los protectores de poste (al menos 4 metros protegido). 9. El personal debe guardar una distancia prudente para que se retire el poste. En la maniobra se requiere la ayuda de uno o dos electricistas para guiar el movimiento. 10. Reubicar el poste, una vez parado rellenar el hueco retacándolo con piedra mediana y tierra para asegurarlo. 11. Vestir el poste con los nuevos herrajes o con los mismos que están en buen estado según el tipo de estructura que se considere a emplear, en caso de ser necesario se instalara uno o dos tensores para equilibrio de fuerzas. 12. Sujetar fase por fase las líneas al poste reubicado. 13. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen. 14. Revisión visual del poste reubicado y de los postes adyacentes para verificar que las líneas queden bien amarradas y calibradas. 15. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje. 16. Procesos generales para finalizar la actividad. 17. Fin.



4.5.19. Aplomado de poste

PT04 APLOMADO DE POSTE (Flujograma en ANEXO 19)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT04-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT04-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. Dependiendo la zona, se ancla la grúa y se procede a sostener el poste. El operador colocará el cable de acero sobre el punto del centro de gravedad del poste el cual esta aproximadamente 1m sobre la placa de datos técnicos del poste, o caso contrario sostenerlo con 3 vientos alrededor si se va hacer de manera manual.5. Aflojar el terreno circundante de la base del poste.6. Aplomar y alinear el poste, en el caso manual se instalan las poleas y tecele a un punto fijo para poder tensionar y poder dejar el poste perpendicular, en el caso de la grúa se toma con el gancho y se mantiene vertical para alinearlo hasta dejarlo perpendicular.7. Rellenar y apisonar para asegurar el poste.8. Revisión visual del poste aplomado y de los postes adyacentes para verificar que las líneas queden bien tensadas.9. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.10. Procesos generales para finalizar la actividad.11. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste de ser necesario.5. Dependiendo la zona, se ancla la grúa y se procede a sostener el poste. El operador colocará el cable de acero sobre el punto del centro de gravedad del poste el cual esta aproximadamente 1m sobre la placa de datos técnicos del poste, o caso contrario sostenerlo con 3 vientos alrededor si se va hacer de manera manual.6. Aflojar el terreno circundante de la base del poste.7. Aplomar y alinear el poste, en el caso manual se instalan las poleas y tecele a un punto fijo para poder tensionar y poder dejar el poste aplomado8. Rellenar y apisonar para asegurar el poste.9. Revisión visual del poste aplomado y de los postes adyacentes para verificar que las líneas queden bien tensadas.10. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.11. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.12. Procesos generales para finalizar la actividad.13. Fin.

4.5.20. Instalación de tensor

Instalación de tensor a tierra simple y doble

PT05 INSTALACIÓN DE TENSOR A TIERRA SIMPLE Y DOBLE (Flujograma en ANEXO 20)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT05-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT05-CV)
<p>1. Inicio.</p> <p>2. Procesos generales para iniciar la actividad.</p> <p>3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.</p> <p>4. Armar la varilla de anclaje con el bloque cónico y una vez realizada la apertura del hueco enterrar, la varilla debe colocarse oblicuamente y sobresalir máximo 25 a 30 cm de la superficie del suelo.</p> <p>5. Cortar aproximadamente 1.60 m de alambre galvanizado. Colocar una retención preformada en la perforación del aislador de retenida y entorchar al cable. Seguir el mismo procedimiento con el otro extremo de la perforación del aislador de retenida, con la diferencia que no se debe cortar el otro tramo del alambre hasta no tener la medida correspondiente (aislador de retenida tipo nuez-varilla de anclaje).</p> <p>6. Ubicarse en la parte superior del poste con el cable tensor (alambre galvanizado), realizar un dobléz alrededor del poste y entorcharlo.</p> <p>En el piso medir la distancia a cortar del cable, dejando un pedazo en exceso para hacer un remate del cable y amarrarlo a la varilla.</p> <p>7. Asegurar el teclé a la varilla y calibrar el cable tensor hasta que el poste se incline ligeramente en dirección de este. Con el tensor calibrado colocar la retención preformada en el interior del ojo de la varilla de anclaje y entorchar. Finalmente desacoplar el teclé y la mordaza y rematar el extremo del cable tensor.</p> <p>8. Para el caso de necesitar un tensor por la baja o el neutro (tensor a tierra doble), el electricista realiza un dobléz alrededor del poste a la altura de la red de bajo voltaje y empieza a entorchar el alambre galvanizado.</p> <p>En el piso medir la distancia a cortar del cable, dejando un pedazo en exceso para hacer un remate del cable y amarrarlo a la varilla.</p> <p>Para calibrar y colocar la retención preformada seguir el paso 7.</p> <p>9. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.</p> <p>10. Procesos generales para finalizar la actividad.</p> <p>11. Fin</p>	<p>1. Inicio.</p> <p>2. Procesos generales para iniciar la actividad.</p> <p>3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.</p> <p>4. Aislar red, colocar protectores de línea, poste y mantas.</p> <p>5. Armar la varilla de anclaje con el bloque cónico y una vez realizada la apertura del hueco enterrar, la varilla debe colocarse oblicuamente y sobresalir máximo 25 a 30 cm de la superficie del suelo.</p> <p>6. Cortar aproximadamente 1.60 m de alambre galvanizado. Colocar una retención preformada en la perforación del aislador de retenida y entorchar al cable. Seguir el mismo procedimiento con el otro extremo de la perforación del aislador de retenida, con la diferencia que no se debe cortar el otro tramo del alambre hasta no tener la medida correspondiente (aislador de retenida tipo nuez-varilla de anclaje).</p> <p>7. Ubicarse en la parte superior del poste con el cable tensor (alambre galvanizado), realizar un dobléz alrededor del poste y entorcharlo.</p> <p>En el piso medir la distancia a cortar del cable, dejando un pedazo en exceso para hacer un remate del cable y amarrarlo a la varilla.</p> <p>8. Asegurar el teclé a la varilla y calibrar el cable tensor hasta que el poste se incline ligeramente en dirección de este. Con el tensor calibrado colocar la retención preformada en el interior del ojo de la varilla de anclaje y entorchar. Finalmente desacoplar el teclé y la mordaza y rematar el extremo del cable tensor.</p> <p>9. Para el caso de necesitar un tensor por la baja o el neutro (tensor a tierra doble), el electricista realiza un dobléz alrededor del poste a la altura de la red de bajo voltaje y empieza a entorchar el alambre galvanizado.</p> <p>En el piso medir la distancia a cortar del cable, dejando un pedazo en exceso para hacer un remate del cable y amarrarlo a la varilla.</p> <p>Para calibrar y colocar la retención preformada seguir el paso 8.</p> <p>10. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.</p> <p>11. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.</p> <p>12. Procesos generales para finalizar la actividad.</p> <p>13. Fin.</p>



Instalación de tensor poste a poste simple y doble

PT09 INSTALACIÓN DE TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE Y DOBLE (Flujograma en ANEXO 21)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT09-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT09-CV)
<p>1. Inicio.</p> <p>2. Procesos generales para iniciar la actividad.</p> <p>3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.</p> <p>4. Plantar poste secundario y enterrar el bloque cónico con la varilla de anclaje quedando alineados los dos postes y la varilla, la misma que debe colocarse oblicuamente y sobresalir máximo de 25 a 30 cm de la superficie del suelo.</p> <p>5. Cortar aproximadamente 1.60 m de alambre galvanizado. Colocar una retención preformada en la perforación del aislador de retenida y entorchar al cable. Seguir el mismo procedimiento con el otro extremo de la perforación del aislador de retenida, con la diferencia que no se debe cortar el otro tramo del alambre hasta no tener la medida correspondiente (poste-poste).</p> <p>6. Un electricista se ubica en la parte superior del poste principal con el cable tensor y realiza un dobléz alrededor del poste para entorchar el alambre galvanizado.</p> <p>El electricista que se ubica en la parte superior del poste secundario fija el teclé a la misma altura del cable tensor que esta entorchado en el poste principal.</p> <p>Se sube el otro extremo del cable tensor y se sujeta con la mordaza y el teclé. Tensar y entorchar el cable tensor al poste secundario o se coloca una abrazadera con tuerca de ojo y preformado.</p> <p>7. Para el caso de necesitar un tensor por la baja o el neutro (tensor doble), el electricista realiza un dobléz alrededor del poste principal a la altura de la red de bajo voltaje y empieza a entorchar el alambre galvanizado.</p> <p>El electricista que se ubica en la parte superior del poste secundario fija el teclé a la misma altura del cable tensor que esta entorchado en el poste principal.</p> <p>Se sube el otro extremo del cable tensor y se sujeta con la mordaza y el teclé. Tensar y entorchar el cable tensor al poste secundario o se coloca una abrazadera con tuerca de ojo y preformado.</p> <p>8. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.</p> <p>9. Procesos generales para finalizar la actividad.</p> <p>10. Fin.</p>	<p>1. Inicio.</p> <p>2. Procesos generales para iniciar la actividad.</p> <p>3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.</p> <p>4. Aislar red, colocar protectores de línea, poste, mantas.</p> <p>5. Plantar poste secundario y enterrar el bloque cónico con la varilla de anclaje quedando alineados los dos postes y la varilla, la misma que debe colocarse oblicuamente y sobresalir máximo de 25 a 30 cm de la superficie del suelo.</p> <p>6. Cortar aproximadamente 1.60 m de alambre galvanizado. Colocar una retención preformada en la perforación del aislador de retenida y entorchar al cable. Seguir el mismo procedimiento con el otro extremo de la perforación del aislador de retenida, con la diferencia que no se debe cortar el otro tramo del alambre hasta no tener la medida correspondiente (poste-poste).</p> <p>7. Un electricista se ubica en la parte superior del poste principal con el cable tensor y realiza un dobléz alrededor del poste para entorchar el alambre galvanizado.</p> <p>El electricista que se ubica en la parte superior del poste secundario fija el teclé a la misma altura del cable tensor que esta entorchado en el poste principal.</p> <p>Se sube el otro extremo del cable tensor y se sujeta con la mordaza y el teclé. Tensar y entorchar el cable tensor al poste secundario o se coloca una abrazadera con tuerca de ojo y preformado.</p> <p>8. Para el caso de necesitar un tensor por la baja o el neutro (tensor doble), el electricista realiza un dobléz alrededor del poste principal a la altura de la red de bajo voltaje y empieza a entorchar el alambre galvanizado.</p> <p>El electricista que se ubica en la parte superior del poste secundario fija el teclé a la misma altura del cable tensor que esta entorchado en el poste principal.</p> <p>Se sube el otro extremo del cable tensor y se sujeta con la mordaza y el teclé. Tensar y entorchar el cable tensor al poste secundario o se coloca una abrazadera con tuerca de ojo y preformado.</p> <p>9. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.</p> <p>10. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.</p> <p>11. Procesos generales para finalizar la actividad.</p> <p>12. Fin.</p>

4.5.21. Reubicación de tensor

PT06 REUBICACIÓN DE TENSOR (Flujograma en ANEXO 22)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT06-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT06-CV)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje. 4. Armar la varilla de anclaje con el bloque cónico y una vez realizada la apertura del hueco enterrar, la varilla debe colocarse oblicuamente y sobresalir máximo 25 a 30 cm de la superficie del suelo. 5. Cortar aproximadamente 1.60 m de alambre galvanizado. Colocar una retención preformada en la perforación del aislador de retenida y entorchar al cable. Seguir el mismo procedimiento con el otro extremo de la perforación del aislador de retenida, con la diferencia que no se debe cortar el otro tramo del alambre hasta no tener la medida correspondiente (aislador de retenida tipo nuez-nueva varilla de anclaje). 6. Ubicarse en la parte superior del poste con el cable tensor (alambre galvanizado), realizar un dobléz alrededor del poste y entorcharlo. <p>En el piso medir la distancia a cortar del cable, dejando un pedazo en exceso para hacer un remate del cable y amarrarlo a la nueva varilla.</p> <p>Asegurar el teclé a la nueva varilla y calibrar el cable tensor hasta que el poste se incline ligeramente en dirección de este. Con el tensor calibrado colocar la retención preformada en el interior del ojo de la varilla de anclaje y entorchar. Finalmente desacoplar el teclé y la mordaza y rematar el extremo del cable tensor.</p> 7. Retirar el tensor antiguo, cortar el exceso sobresaliente de la varilla antigua y clavar con un combo evitando así dejar un obstáculo para los transeúntes. 8. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje. 9. Procesos generales para finalizar la actividad. 10. Fin. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio. 2. Procesos generales para iniciar la actividad. 3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje. 4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste de ser necesario. 5. Armar la varilla de anclaje con el bloque cónico y una vez realizada la apertura del hueco enterrar, la varilla debe colocarse oblicuamente y sobresalir máximo 25 a 30 cm de la superficie del suelo. 6. Cortar aproximadamente 1.60 m de alambre galvanizado. Colocar una retención preformada en la perforación del aislador de retenida y entorchar al cable. Seguir el mismo procedimiento con el otro extremo de la perforación del aislador de retenida, con la diferencia que no se debe cortar el otro tramo del alambre hasta no tener la medida correspondiente (aislador de retenida tipo nuez-nueva varilla de anclaje). 7. Ubicarse en la parte superior del poste con el cable tensor (alambre galvanizado), realizar un dobléz alrededor del poste y entorcharlo. <p>En el piso medir la distancia a cortar del cable, dejando un pedazo en exceso para hacer un remate del cable y amarrarlo a la nueva varilla.</p> <p>Asegurar el teclé a la nueva varilla y calibrar el cable tensor hasta que el poste se incline ligeramente en dirección de este. Con el tensor calibrado colocar la retención preformada en el interior del ojo de la varilla de anclaje y entorchar. Finalmente desacoplar el teclé y la mordaza y rematar el extremo del cable tensor.</p> 8. Retirar el tensor antiguo, cortar el exceso sobresaliente de la varilla antigua y clavar con un combo evitando así dejar un obstáculo para los transeúntes. 9. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen. 10. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje. 11. Procesos generales para finalizar la actividad. 12. Fin.

4.5.22. Calibración de tensor

Calibración de tensor a tierra simple y doble

PT07 CALIBRACIÓN DE TENSOR A TIERRA SIMPLE Y DOBLE (Flujograma en ANEXO 23)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT07-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT07-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. En el piso sujetar la mordaza al tensor, con la parte superior del tecele enganchar la mordaza y en la inferior estirar la cadena hasta enganchar al ojo de la varilla de anclaje, quedando preparado para calibrar el tensor.5. Calibrar el tensor con el tecele hasta que el poste se incline ligeramente en dirección de este. Desacoplar la retención preformada del cable de acero6. Con el tensor calibrado colocar una nueva retención preformada en el interior del ojo de la varilla de anclaje y entorchar el cable tensor. Finalmente desacoplar el tecele y la mordaza y rematar el extremo del cable tensor.7. Para el caso de tener tensor a tierra doble por la baja o el neutro (tensor a tierra doble), el electricista sigue el mismo procedimiento de calibración que el tensor a tierra simple, seguir los pasos 4, 5 y 6.8. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.9. Procesos generales para finalizar la actividad.10. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste de ser necesario5. En el piso sujetar la mordaza al tensor, con la parte superior del tecele enganchar la mordaza y en la inferior estirar la cadena hasta enganchar al ojo de la varilla de anclaje, quedando preparado para calibrar el tensor.6. Calibrar el tensor con el tecele hasta que el poste se incline ligeramente en dirección de este. Desacoplar la retención preformada del cable de acero7. Con el tensor calibrado colocar una nueva retención preformada en el interior del ojo de la varilla de anclaje y entorchar el cable tensor. Finalmente desacoplar el tecele y la mordaza y rematar el extremo del cable tensor.8. Para el caso de tener tensor a tierra doble por la baja o el neutro (tensor a tierra doble), el electricista sigue el mismo procedimiento de calibración que el tensor a tierra simple, seguir los pasos 5, 6 y 7.9. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.10. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.11. Procesos generales para finalizar la actividad.12. Fin



Calibración de tensor poste a poste simple y doble

PT10 CALIBRACIÓN DE TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE Y DOBLE (Flujograma en ANEXO 24)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (PT10-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (PT10-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo sin voltaje.4. En la parte superior del poste secundario, fijar el teclé a través del estrobo al poste de tal manera que permanezca a la misma altura del cable tensor que esta entorchado en el poste principal.5. Colocar la mordaza al tensor poste a poste y enganchar al teclé, calibrar el tensor y desacoplar la retención preformada o el cable entorchado.6. Con el tensor calibrado un liniero empieza a entorchar el cable tensor al poste secundario o se debe colocar un preformado. Una vez finalizado se desacopla el teclé y la mordaza.7. Para el caso de tener tensor poste a poste doble por la baja o el neutro (tensor a tierra doble) el electricista sigue el mismo procedimiento de calibración que el tensor poste a poste simple, seguir los pasos 4, 5 y 6.8. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.9. Procesos generales para finalizar la actividad.10. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Aislar la red colocando mantas y cobertores en las líneas del circuito, en aisladores y en el poste de ser necesario.5. En la parte superior del poste secundario, fijar el teclé a través del estrobo al poste de tal manera que permanezca a la misma altura del cable tensor que esta entorchado en el poste principal.6. Colocar la mordaza al tensor poste a poste y enganchar al teclé, calibrar el tensor y desacoplar la retención preformada o el cable entorchado.7. Con el tensor calibrado un liniero empieza a entorchar el cable tensor al poste secundario o se debe colocar un preformado. Una vez finalizado se desacopla el teclé y la mordaza.8. Para el caso de tener tensor poste a poste doble por la baja o el neutro (tensor a tierra doble) el electricista sigue el mismo procedimiento de calibración que el tensor poste a poste simple, seguir los pasos 5, 6 y 7.9. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen.10. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.11. Procesos generales para finalizar la actividad.12. Fin.



4.5.23. Recalibración de redes

RD01 RECALIBRACIÓN DE REDES TERMINAL (Flujograma en ANEXO 25)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (RD01-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (RD01-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Colocar un teclé el cual estará sujetando en un extremo el teclé y en el otro a un punto firme de la cruceta.5. Sujetar el teclé a la línea a través de la mordaza en un punto superior al alcance de la retención preformada y proceder al flechado correspondiente. Calibrar la línea hasta un punto óptimo. Retirar la retención preformada antigua del cable y aislador y colocar una nueva.6. Finalizada la actividad desacoplar y retirar el teclé.7. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.8. Procesos generales para finalizar la actividad.9. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Colocar cobertores de línea en cada una de las fases, mantas cortadas en los aisladores y mantas cerradas en las crucetas.5. Colocar un teclé aislado siempre utilizando una pértiga de enlace, la cual estará sujetando en un extremo el teclé y en el otro la eslinga colocada en la cruceta.6. Sujetar el teclé a la línea a través de la mordaza en un punto superior al alcance de la retención preformada y proceder al flechado correspondiente. Calibrar la línea hasta un punto óptimo. Retirar la retención preformada antigua del cable y aislador y colocar una nueva.7. Finalizada la actividad desacoplar y retirar el teclé, así como la protección de aislamiento instalada.8. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.9. Procesos generales para finalizar la actividad.10. Fin.



RD07 RECALIBRACIÓN DE REDES DOBLE TERMINAL (Flujograma en ANEXO 26)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE (RD07-SV)	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (RD07-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. En caso de existir puente, desacoplar para empezar la recalibración.5. Sujetar el tecle a la línea a través de la mordaza en un punto superior al alcance de la retención preformada y proceder al flechado correspondiente. Calibrar la línea hasta un punto óptimo. Retirar la retención preformada antigua del cable y aislador y colocar una nueva.6. De ser necesario el flechado a los dos lados del poste, se deberá colocar un segundo tecle aislado siguiendo el paso 5 y se procederá al flechado simultáneo de las redes.7. Asegurar el preformado a la línea o líneas, aflojar el tecle hasta que el cable alcance su tensión nominal, luego retirar la mordaza y el tecle con sus accesorios de sujeción.8. Colocar un nuevo puente ya con la red calibrada.9. Finalizada la actividad desacoplar y retirar el tecle.10. Actividades generales para cerrar trabajo sin voltaje.11. Procesos generales para finalizar la actividad.12. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Procesos generales para iniciar la actividad.3. Actividades generales para iniciar trabajo con voltaje.4. Colocar cobertores de línea en cada una de las fases y mantas cerradas en las crucetas. Colocar una manta partida en el punto medio del perno pin la cual deberá ser sujeta a la cruceta con pinzas.5. Colocar un puente aislado o bay-pass temporal siempre utilizando la pértiga y no a contacto directo. Desacoplar el puente existente para empezar la recalibración.6. Colocar un tecle aislado siempre utilizando una pértiga de enlace, la cual estará sujetando en un extremo el tecle y en el otro la eslinga colocada en la cruceta.7. Sujetar el tecle a la línea a través de la mordaza en un punto superior al alcance de la retención preformada y proceder al flechado correspondiente. Calibrar la línea hasta un punto óptimo. Retirar la retención preformada antigua del cable y aislador y colocar una nueva.8. De ser necesario el flechado a los dos lados del poste, se deberá colocar un segundo tecle aislado siguiendo el paso 6 y se procederá al flechado simultáneo siguiendo el paso 7.9. Asegurar el preformado a la línea o líneas, aflojar el tecle hasta que el cable alcance su tensión nominal, luego retirar la mordaza y el tecle con sus accesorios de sujeción.10. Colocar un nuevo puente ya con la red calibrada.11. Retirar el puente auxiliar aislado o bay-pass siempre utilizando la pértiga y no a contacto.12. Retirar con cuidado mantas y cobertores poniéndolas a buen recaudo evitando lanzarlas al piso y acomodándolas de manera que no se dañen al bajarlas en la canasta.13. Actividades generales para cerrar trabajo con voltaje.14. Procesos generales para finalizar la actividad.15. Fin.



4.5.24. Inspección de red aérea

SS01 INSPECCIÓN DE RED AÉREA (Flujograma en ANEXO 27)	
PROCEDIMIENTO SIN VOLTAJE	PROCEDIMIENTO CON VOLTAJE (SS01-CV)
<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Para esta actividad no es necesaria la desconexión del sistema.3. Fin.	<ol style="list-style-type: none">1. Inicio.2. Llegada al sitio.3. Inspección visual de la zona de trabajo y condiciones climáticas.4. Verificación de cumplimiento de la protección personal y charla de seguridad.5. Durante la actividad se deberá dar un cuidado adicional al personal de inspección, debido a que su atención estará sobre las líneas de distribución y los diferentes elementos que esta posee. Mientras sea posible la unidad móvil se deberá situar a espaldas del personal creando una zona segura para el desarrollo de la actividad.6. En caso de realizar la actividad en el carro, este deberá siempre ir con una baliza y luces intermitentes7. En la inspección identificar las estructuras de acuerdo a la tipificación existente y contrastar los planos con lo observado en campo.8. Se deberá observar: estado de estructuras, elementos y equipos, reformas no indicadas en los planos, modificación en la ubicación de apoyos o cambios de ruta del circuito, chequeo del estado de los vanos, elementos extraños enredados en las líneas etc. Así también se deberá observar el estado de árboles y vegetación aledaña a las redes para evitar futuros riesgos.9. Identificar y cuantificar las cantidades de obra a ejecutar en cada actividad y los peligros latentes.10. Elaborar el reporte de la actividad.11. Fin.

CAPÍTULO 5

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE INDICADORES

5.1. Finalidad

Poseer un indicador visual trae consigo una mejora en el flujo de información relevante y la comprensión más eficaz de los datos generados.

Con la ayuda de Excel se ha generado un visualizador de indicadores amigable a cualquier persona, incluso aquellas ajenas al tema, teniendo presente que una buena gestión visual debe informar de manera clara, inmediata y exacta sin la necesidad de estudiar señales.

La finalidad del visualizador diseñado es mostrar de manera clara el estado de la empresa frente a regulaciones emitidas para calidad de energía, así como a metas trazadas año tras año para los diferentes indicadores que maneja CENTROSUR.

Se buscó tener en una sola interfaz los diferentes indicadores de productividad generados por los departamentos de la empresa a la par con tres nuevos indicadores propuestos en el capítulo 3 de este documento, logrando homologar actividades y mantener informados a todos los involucrados de avances o actualizaciones que pueden existir.

5.2. Alcance

Para garantizar el correcto funcionamiento de la empresa y a su vez brindar un mejor servicio a la ciudadanía, conocer la eficiencia y eficacia de un servicio es fundamental. CENTROSUR genera diferentes indicadores de productividad mismos que año a año actualizan sus objetivos o metas con el afán de ser un referente a nivel de Latinoamérica suministrando el servicio de energía eléctrica a la sociedad.

La interfaz generada con ayuda de Excel presenta 19 indicadores con lo cual se tiene una idea inmediata del estado real de la empresa en diferentes departamentos sin la necesidad de profundizar en alguna búsqueda.

A la par de estos 19 indicadores de productividad se presenta un indicador de árboles a plantar debido a la actividad de poda de árboles, y dos visualizadores que presentan la frecuencia y el costo de las diferentes actividades de mantenimiento preventivo que se han realizado.

Los indicadores empleados están divididos en 4 grupos, un primer grupo a nivel institucional, un segundo grupo a nivel de dirección, un tercer grupo a nivel de departamentos y un cuarto grupo a nivel de actividades de mantenimiento preventivo. [24]

Los siguientes diagramas muestran la clasificación de los indicadores de acuerdo a su grupo.

Clasificación de los Indicadores de Productividad

- Nivel Institucional

		Indicador	Descripción
Indicadores a nivel Institucional	Globales	FMIK	Frecuencia media de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.
		TTIK	Tiempo total de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.
		PÉRDIDAS	Mide la eficiencia en los procesos de distribución y comercialización de la energía eléctrica hasta llegar al cliente final.

Figura 5.1. Indicadores a nivel Institucional. [Autores]

- Nivel de Dirección

		Indicador	Descripción
		Indicadores a nivel de Dirección	Global
TTIK	Tiempo total de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.		
Cabecera	FAL		Frecuencia media de Interrupción de la red de medio voltaje a nivel de cabecera de alimentador, expresado en horas por kVA.
	TAL		Tiempo total de Interrupción, acumulado mensualmente a nivel de cabecera de alimentador, expresado en horas por kVA.
	ITMARM		Índice que mide el resultado de la gestión para reducir los tiempos medios de atención de reclamos.

Figura 5.2. Indicadores a nivel de Dirección. [Autores]

- Nivel de Departamentos

		Indicador	Descripcion
		Indicadores a nivel de departamentos	Zona 1-2-3
SIGADE	<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">IAC</div>		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Determina el grado de actualización de los clientes en el Sistema de Información Geográfico.</div>
Subestaciones	<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">IFL</div>		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Índice de fallas acumuladas de líneas de subtransmisión a 69 Y 22 kV en la Matriz.</div>
Alumbrado	<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">TF</div> <div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">TRAPu</div> <div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">TRAPr</div>		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Tasa de falla es la cantidad de luminarias en falla reportadas como apagada en relación al tiempo que estuvo programada para permanecer prendida.</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Tiempo Medio acumulado de Atención de Reclamos de Alumbrado Público del alimentador urbano.</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Tiempo acumulado de Atención de Reclamos de Alumbrado Público del alimentador rural.</div>

Figura 5.3. Indicadores a nivel de Departamentos. [Autores]

- Nivel de Actividades de Mantenimiento Preventivo

		Indicador	Descripción
Indicadores a nivel de actividades de mantenimiento preventivo	Zona 1-2-3	Costo total por actividad	El indicador muestra el costo de la actividad de mantenimiento realizada en un determinado periodo de tiempo.
		Frecuencia de ocurrencia	Este indicador permite conocer el número de veces que se ha llevado a cabo la actividad de mantenimiento en un determinado periodo de tiempo por zona.
		Indicador de árboles a plantar	Este indicador permite conocer el numero de árboles a plantar para mitigar actividades como la poda de árboles y limpieza de la franja de servicio.

Figura 5.4. Indicadores a nivel de actividades de mantenimiento preventivo. [Autores]

5.3. Descripción de la interfaz

El visualizador permite monitorear el desempeño actual de la empresa mostrando los diferentes indicadores que genera CENTROSUR, para lo cual se empleó un gráfico tipo velocímetro que ayuda a interpretar correctamente la información y de forma inmediata saber cómo se encuentra el sistema o departamento con respecto a una meta u objetivo trazado.

Inicialmente el usuario se encontrará con una pantalla de menú, en la cual deberá elegir la categoría del indicador que busca de entre las cuatro categorías disponibles.



Figura 5.5. Pantalla inicial del tablero de indicadores. [Autores]

Una vez seleccionada la categoría se dirigirá a su correspondiente página en la cual se deberá seleccionar el año y mes que se desea conocer.

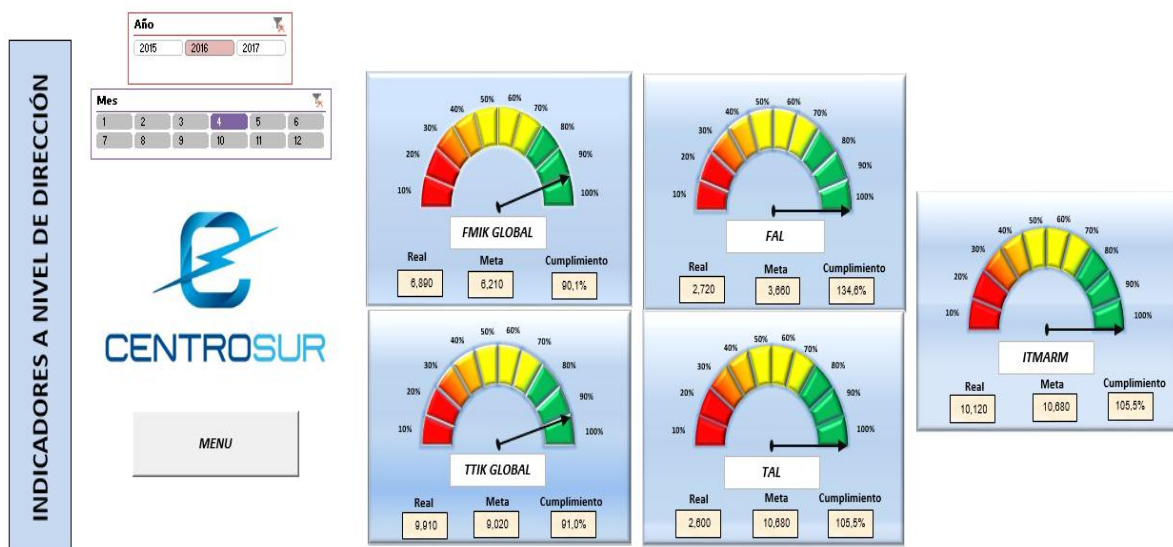


Figura 5.6. Tablero de indicadores a nivel de Dirección. [Autores]

Cada gráfico compara dos valores, una primera magnitud hace referencia al objetivo o meta por alcanzar y la segunda al valor realmente conseguido por la empresa.

Por su parte en la categoría de “Indicadores a nivel de actividades de mantenimiento” se presenta un cuadro comparativo de los árboles a plantar y las diferentes actividades de mantenimiento preventivo con su respectivo costo y frecuencia de ocurrencia en un tiempo determinado por el usuario.

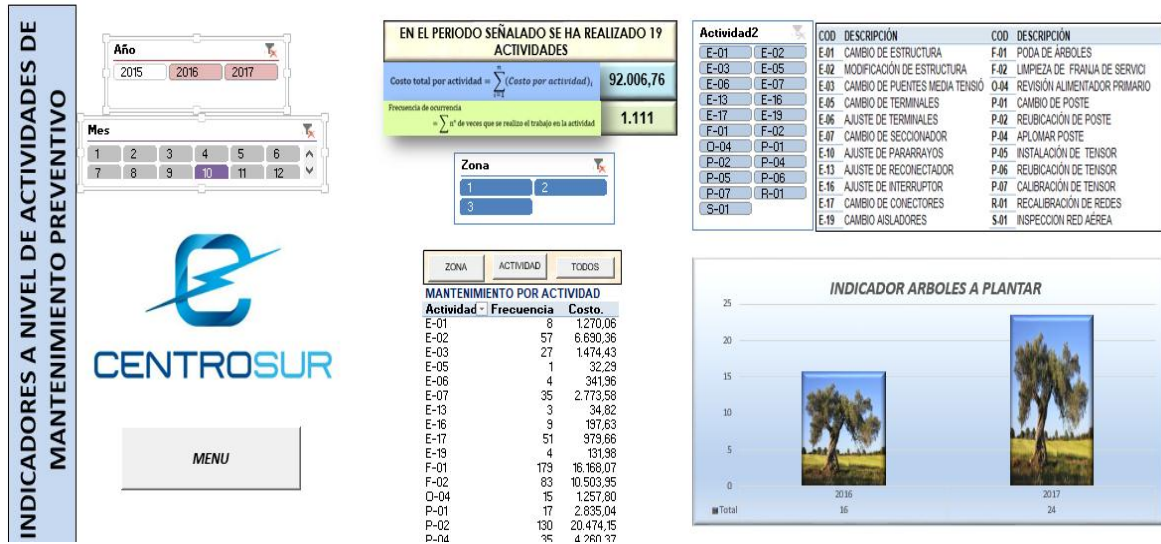


Figura 5.7. Tablero de indicadores a nivel de actividades de mantenimiento preventivo.
[Autores]



CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Con las actividades de mantenimiento preventivo en medio voltaje levantadas se ha dado un primer paso para documentar y homologar los trabajos y acciones del mantenimiento dentro de CENTROSUR, sabiendo que ante todo está la seguridad del personal y recordando que por más que se haya realizado una actividad de manera repetitiva, siempre se deberán tomar todas las medidas de seguridad tanto del personal como en la zona o equipo a intervenir. El proceso de mantenimiento no puede considerarse como un proceso aislado y ser de responsabilidad únicamente del área técnica sino debe ser parte de la gestión técnica, administrativa y económica de toda la compañía.
- CENTROSUR tiene la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los consumidores dentro de su zona de concesión con niveles de calidad establecidos, de acuerdo a lo que señale la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y las regulaciones correspondientes. Teniendo en cuenta que la falta de suministro eléctrico por deficiencias o falta de mantenimiento, significa que el usuario o cliente sea afectado en sus actividades productivas o directamente en sus bienes personales, teniendo presente que el cliente es cada vez más dependiente y exigente.
- El presente trabajo de titulación pretende contribuir a la gestión empresarial de CENTROSUR y del sector eléctrico, para alcanzar los objetivos planteados en su planeación estratégica en lo referente a la prestación de servicio eléctrico con elevados estándares de calidad a sus clientes, recopilando y estandarizando las mejores prácticas relativas al mantenimiento preventivo de equipos y redes de distribución primaria, permitiendo de esta manera mejorar la confiabilidad, continuidad y vida útil de las instalaciones. Realizar un 85% de mantenimiento preventivo del 100% del mantenimiento realizado es la meta a corto plazo, de esta manera CENTROSUR garantizará una gestión de recursos óptima ya que el



suministro de energía eléctrica además de atender a los procesos productivos industriales y comerciales de los clientes, tiene una alta incidencia en el aspecto social, debido a que entre los clientes tiene hospitales, clínicas, centros educativos, aeropuerto y muchos más.

- Con las actividades de mantenimiento preventivo en medio voltaje levantadas se pretende dotar a todo interesado en el tema de un primer vistazo al trabajo de mantenimiento a realizar, recordando que no siempre se podrá llevar a cabo al pie de la letra cada actividad debido a la incurrencia de factores propios del lugar que se vaya a intervenir, por lo cual una planificación de la actividad a la par con la revisión de los procesos y gestiones a realizar se convierten en requisitos necesarios y obligatorios previos a realizar el mantenimiento.
- Las exigencias son cada vez mayores tanto en continuidad, calidad y confiabilidad del servicio de electricidad, por lo que es necesario manejar la información obtenida adecuadamente. Con la utilización de indicadores se puede tener una representación visual actual del estado de la empresa respecto a metas tanto a nivel de departamentos como general, siendo una herramienta potente para proceder con un primer vistazo del estado real de la empresa y a la toma de decisiones más acertadas.
- Los tres indicadores propuestos en este documento y los utilizados en CENTROSUR pretenden ser una herramienta que ayude al objetivo de consecución de la mejora continua dentro del proceso de mantenimiento, además de ser de fácil interpretación para los usuarios involucrados en esta actividad, son medibles y confiables.
- El uso de una guía de procedimientos durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo tanto en trabajos con y sin voltaje además del manejo, control y evaluación de indicadores, garantizará la ejecución de las labores satisfactoriamente, cuidando de la seguridad de los trabajadores y personas en general, brindando así un servicio de calidad a los clientes, constituyendo un aporte importante para alcanzar los índices y metas establecidos por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

6.2. Recomendaciones

- CENTROSUR cuenta con grupos de mantenimiento siempre dispuestos a trabajar para brindar un servicio óptimo a la ciudadanía y por el hecho de llevar un trabajo constante, las herramientas y equipos de protección personal de cada electricista deben estar siempre en las mejores condiciones, se debe recordar que es obligatoria una inspección visual previo a la ejecución de cualquier trabajo, así como al finalizarlo.
- El propósito de levantar los procedimientos llevados a cabo en los trabajos de mantenimiento preventivo, es brindar una guía para estandarizar y homologar los trabajos y actividades de mantenimiento, identificando, evaluando, corrigiendo y evitando posibles inconvenientes que se puedan generar debido a falta de capacitación o destrezas por lo que se recomienda realizar una actualización periódica de los procesos para brindar una mayor seguridad al personal involucrado así como para reducir tiempos de trabajo.
- Se debe impulsar las tareas de mantenimiento preventivo en los grupos de trabajo disminuyendo el número de tareas correctivas realizadas, generando una difusión de los métodos y procedimientos utilizados en el desarrollo de las actividades del mantenimiento, tanto al personal de la Empresa, como al personal externo vinculado, proponiendo su aplicación y cumplimiento.
- Dentro de los planes de mantenimiento se deberá continuar con un programa de capacitación al personal relacionado con el medio ambiente y manejo de residuos, a fin de mitigar el impacto que pueden ocasionar actividades de mantenimiento como la poda de árboles o limpieza de la franja de servidumbre. Es importante implementar un plan de educación continua con el personal involucrado en los trabajos de mantenimiento, no solo orientado al cumplimiento de lo planificado, sino mejorando las destrezas y mostrando el correcto uso de las herramientas y equipos.
- Finalmente, con el desarrollo de este documento se pretende motivar a las distintas empresas eléctricas del Ecuador a homologar procedimientos similares para poder en un futuro cercano comparar y establecer los mejores modelos de mantenimiento preventivo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. García Garrido, Ingeniería de mantenimiento Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial, Madrid: renovetec, 2012.
- [2] S. Duffuaa, J. Dixon Campbell y A. Raouf, Sistemas de mantenimiento Planeacion y control, Mexico: Limusa Wiley, 2000.
- [3] B. Jafary, V. Nagaraju y L. Fiondella, «Impact of Correlated Component Failure on Preventive Maintenance Policies,» *IEEE*, vol. I, nº 2, p. 12, 2017.
- [4] C. Delgado Garzón y I. Piedra Martínez, PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A., Cuenca : Universidad del Azuay, 2009.
- [5] S. García Garrido, Organización y gestión integral de mantenimeto, Madrid: Díaz de Santos S.A., 2003.
- [6] M. Armijo, Manual de Planificación Estratégica e Indicadores de Desempeño en el Sector Público, Santiago: ILPES/CEPAL , 2009.
- [7] D. d. S. G. d. R. d. T. Sistema de administración de seguridad y salud en el trabajo, Quito: IESS, 2005.
- [8] C. Nacional, Ley N°37/1999 De Gestion Ambiental, Quito: Congreso Nacional, 1999.
- [9] Asamblea Nacional, «Ley Organica del Servicio Publico de Enegia Electrica,» Asamblea Nacional, Quito, 2015.
- [10] CONELEC, «Regulacion N° CONELEC-004/01 Calidad del Servicio Electrico de Distribucion,» CONELEC, Quito, 2001.
- [11] J. Knezevic, Mantenibilidad, Madrid: Isdefe, 1996.
- [12] T. Milano, Planificación y Gestión de mantenimiento Industrial, Caracas: Panapo, 2005.
- [13] F. Saldaña, GESTION DE MANTENIMIENTO DE REDES ELECTRICAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION APLICADO EN EL AREA DE SERVICIO DE LA AGENCIA GUALACEO DE LA EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A., Cuenca: Universidad de Cuenca , 2008.
- [14] N. Orozco Alzate, Conceptos basicos sobre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, Medellin: Universidad Nacional de Colombia, 1981.
- [15] «Página web de CENTROSUR,» [En línea]. Available: <http://www.centrosur.gob.ec/>.
- [16] CENTROSUR, «centrosur,» [En línea]. Available: <http://www.centrosur.gob.ec/sites/default/files/PLAN%20ESTRATEGICO%20INS TITUCIONAL%202014-2017.pdf>.
- [17] CENTROSUR, «INFORME SUPERINTENDENCIA DE INFORMACIÓN

- GEOGRÁFICA,» centrosur, Cuenca, 2017.
- [18] J. D. Juárez Cervantes, Sistemas de distribución de energía eléctrica, Mexico D.F.: Sans Serif Editores, 1995.
- [19] S. Ramírez Castaño, REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA, Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2004.
- [20] Red Tecnológica MID, «sistemamid,» 23 09 2014. [En línea]. Available: http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-09-23_12-52-48110589.pdf. [Último acceso: 30 08 2017].
- [21] J. G. Trasancos, Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión, Madrid: Parainfo, 2016.
- [22] Viakon, «viakon,» [En línea]. Available: <http://www.viakon.com/manuales/Manual%20Electrico%20Viakon%20-%20Capitulo%204.pdf>. [Último acceso: 30 08 2017].
- [23] P. M. Vasquez Granda, Parametrización, control, determinación, y reducción de pérdidas de energía en base a la optimización en el montaje de estaciones de transformación en la provincia de Morona Santiago, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2013.
- [24] CENTROSUR, «Programa Parte Diario de Trabajos,» Cuenca, 2017.
- [25] L. Purcell, «Purdue,» 01 07 2015. [En línea]. Available: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-506-S-W.pdf>. [Último acceso: 21 09 2017].
- [26] Arboliza, «Arboliza,» [En línea]. Available: <http://arboliza.es/compensar-co2/listado-arboles-por-capacidad-absorcion-co2.html>. [Último acceso: 20 09 2017].
- [27] F. L. BERMEO BALLESTEROS, MODELO DE ORGANIZACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA TRABAJOS EN LÍNEAS ENERGIZADAS DE 69kV, Quito: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2010.
- [28] I. D. Pepe, «Distancias de seguridad vs tension limite convencional de contacto,» *Editores SRL*, p. 1, Junio 2012.
- [29] «Sector Electricidad,» [En línea]. Available: <http://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>. [Último acceso: 06 07 2016].
- [30] INEN, «documentslide.org,» 05 2013. [En línea]. Available: <https://documentslide.org/norma-inen-146-2013-cascos-de-seguridad-para-uso-industrial-requisitos-e-inspeccion>. [Último acceso: 31 12 2017].
- [31] INFRA, «infra,» [En línea]. Available: http://www.infra.com.mx/wp-content/uploads/2014/01/proteccion_industrial.pdf. [Último acceso: 31 12 2017].
- [32] REGELTEX, «ecuasir,» [En línea]. Available: http://www.ecuasir.com/lanotattachments/download/file/id/185/store/1/regeltex_pdf.pdf. [Último acceso: 12 31 2017].

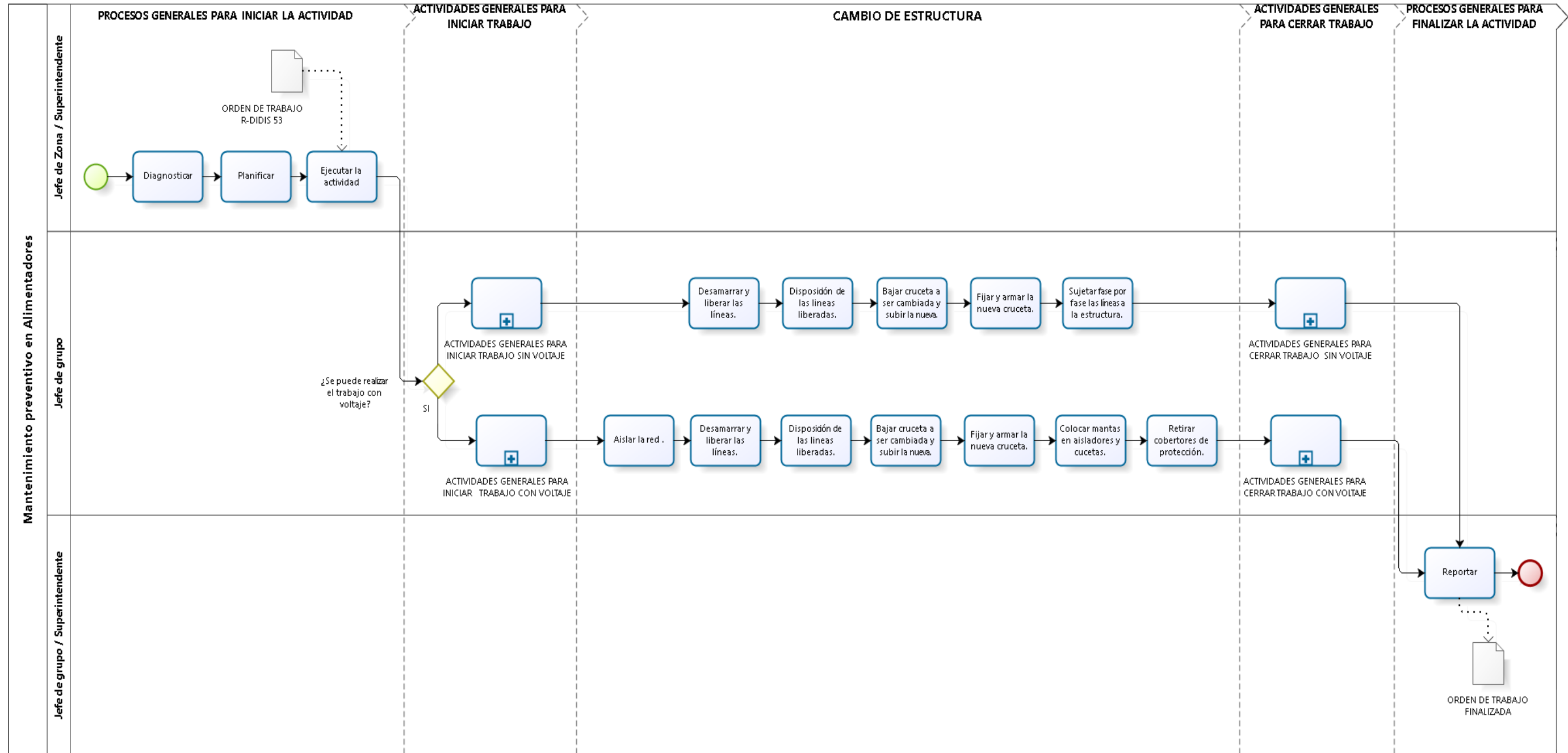


- [33] Luz del Sur, «Reglamento interno de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.,» Seguridad y salud ocupacional, Lima, 2015.
- [34] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, «Catálogo Digital: Redes de distribución de Energía Eléctrica,» [En línea]. Available: <http://www.unidadesdepropiedad.com/>. [Último acceso: 30 08 2017].

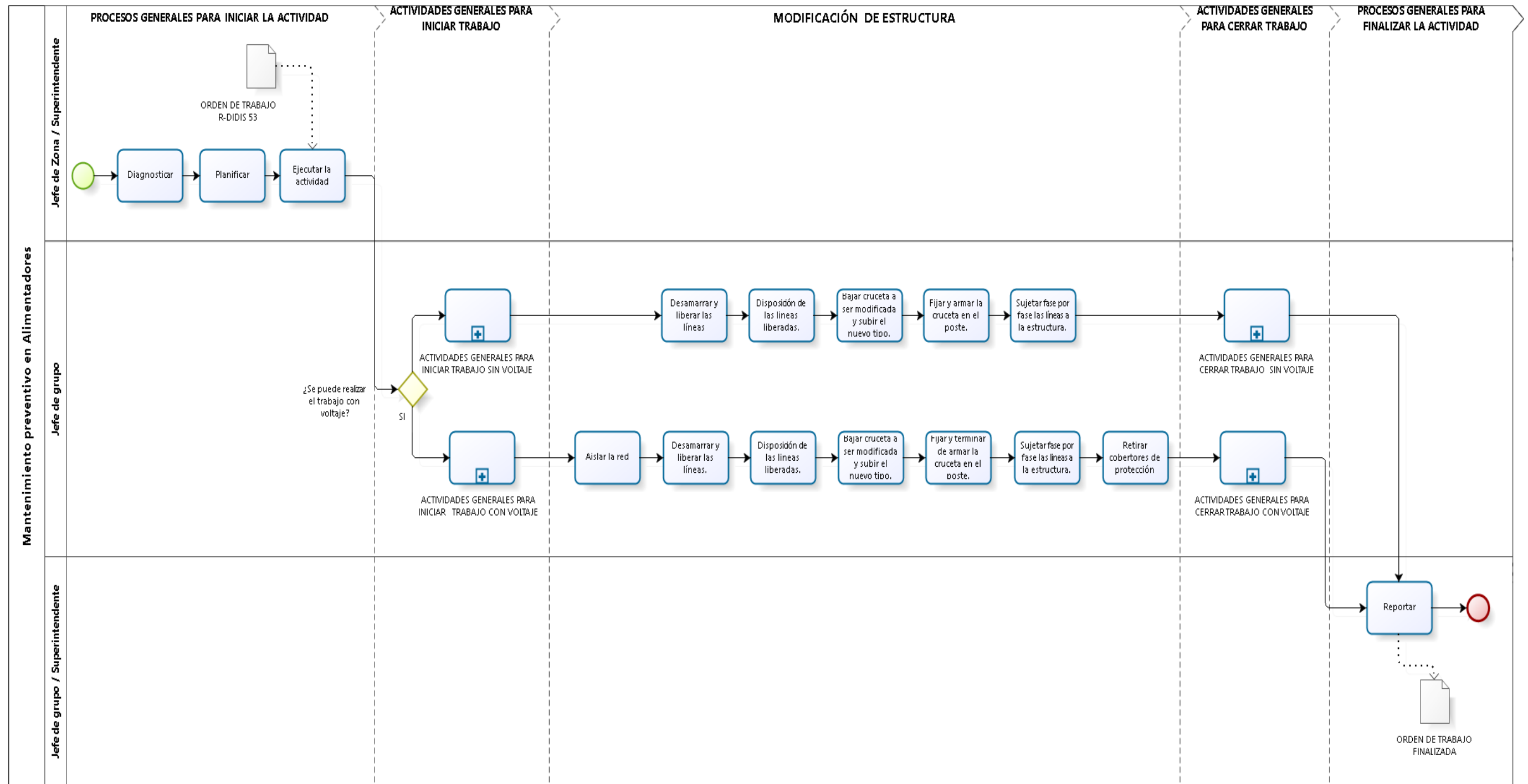


ANEXOS

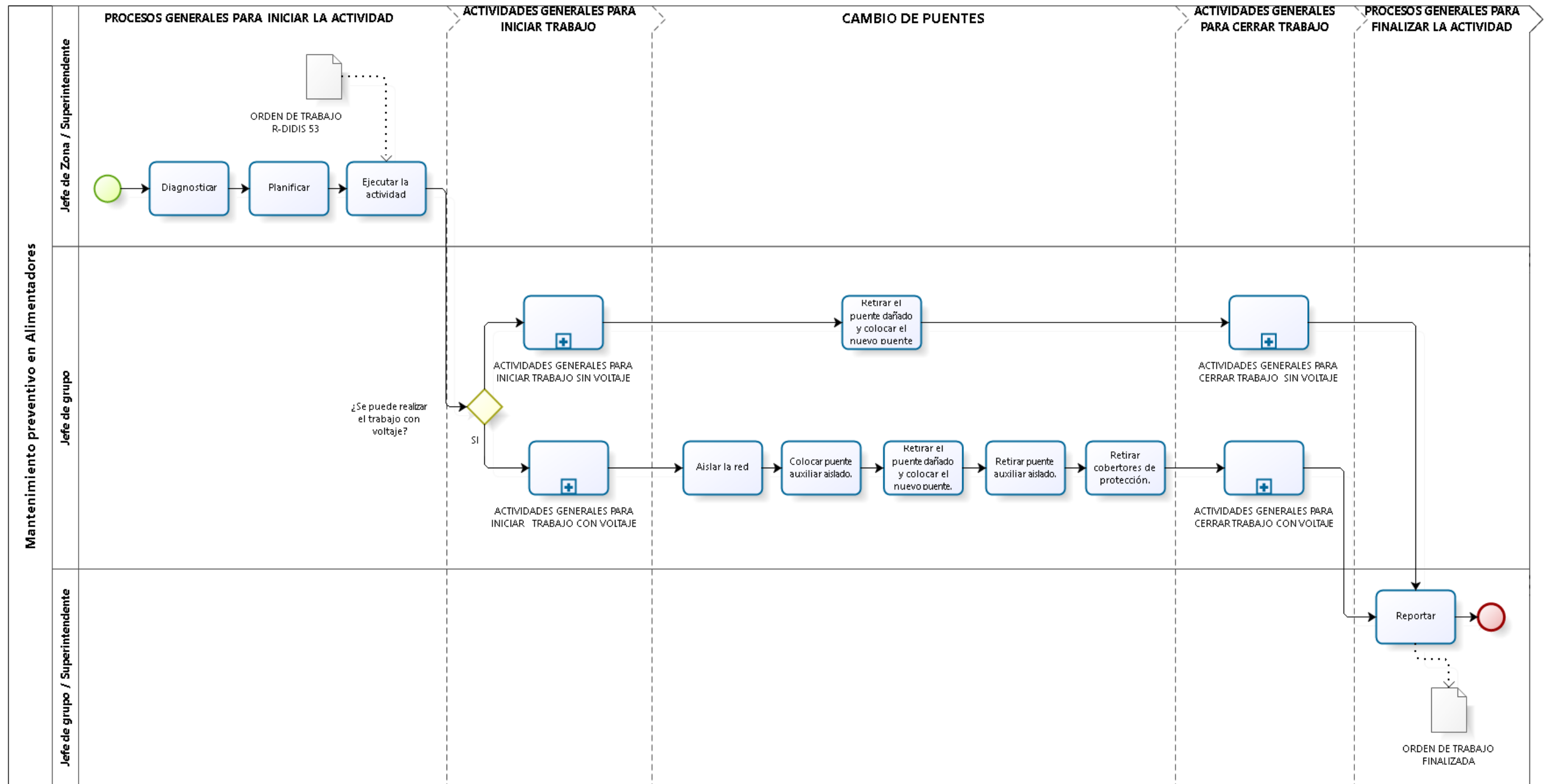
ANEXO 1: Flujograma para “Cambio de estructura”



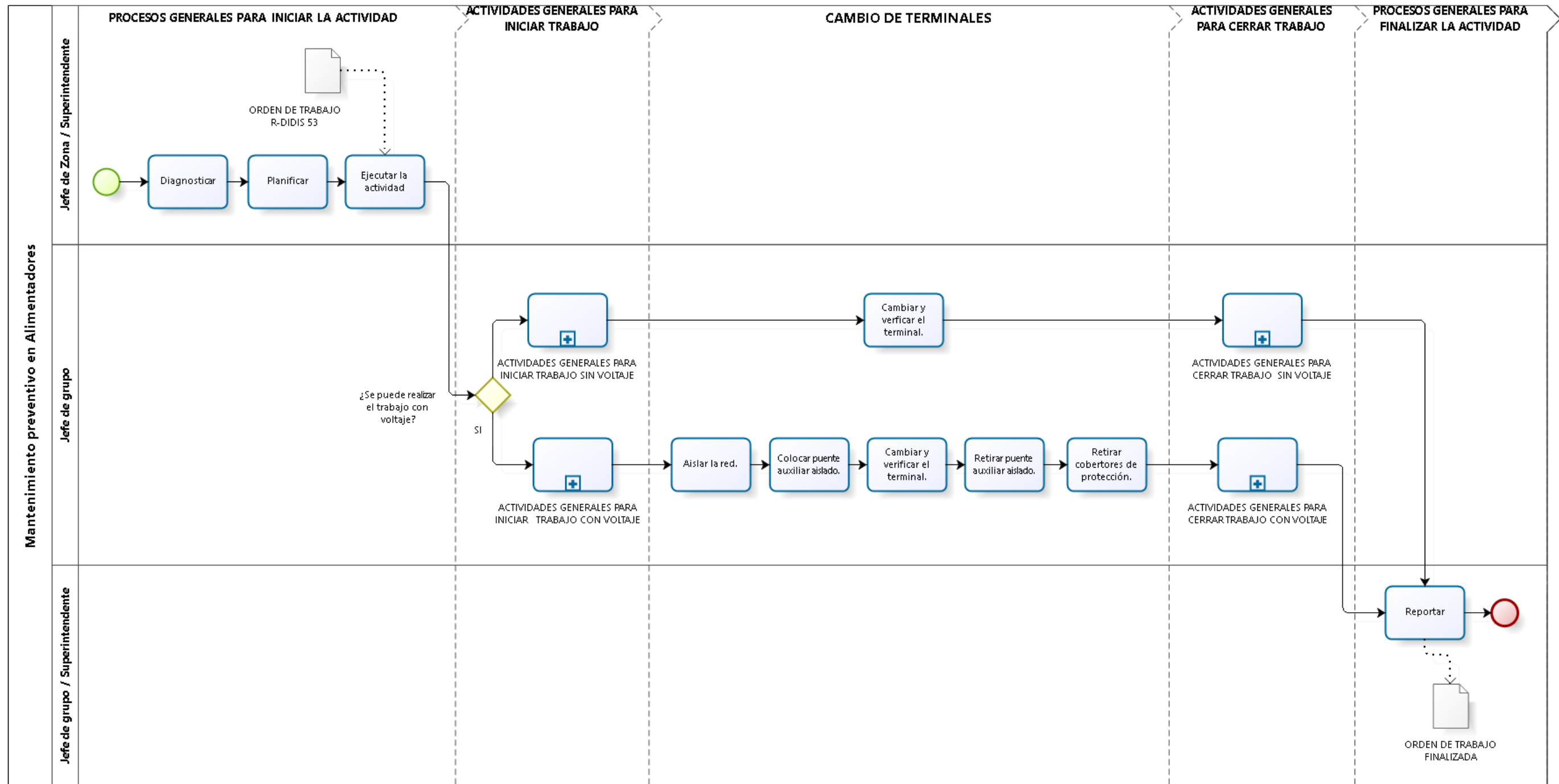
ANEXO 2: Flujograma para “Modificación de estructura”



ANEXO 3: Flujograma para “Cambio de puentes en medio voltaje”

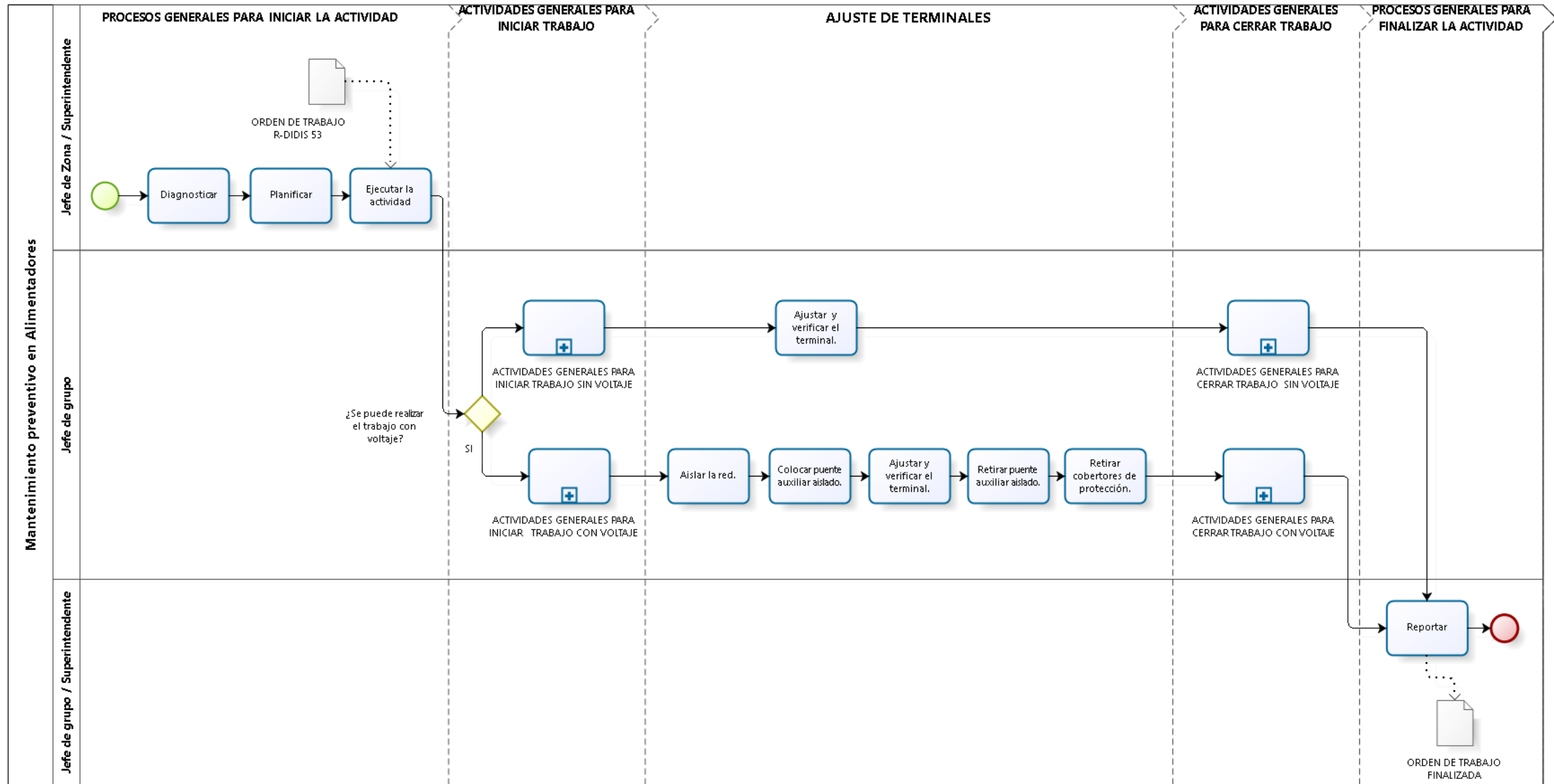


ANEXO 4: Flujograma para “Cambio de terminales”

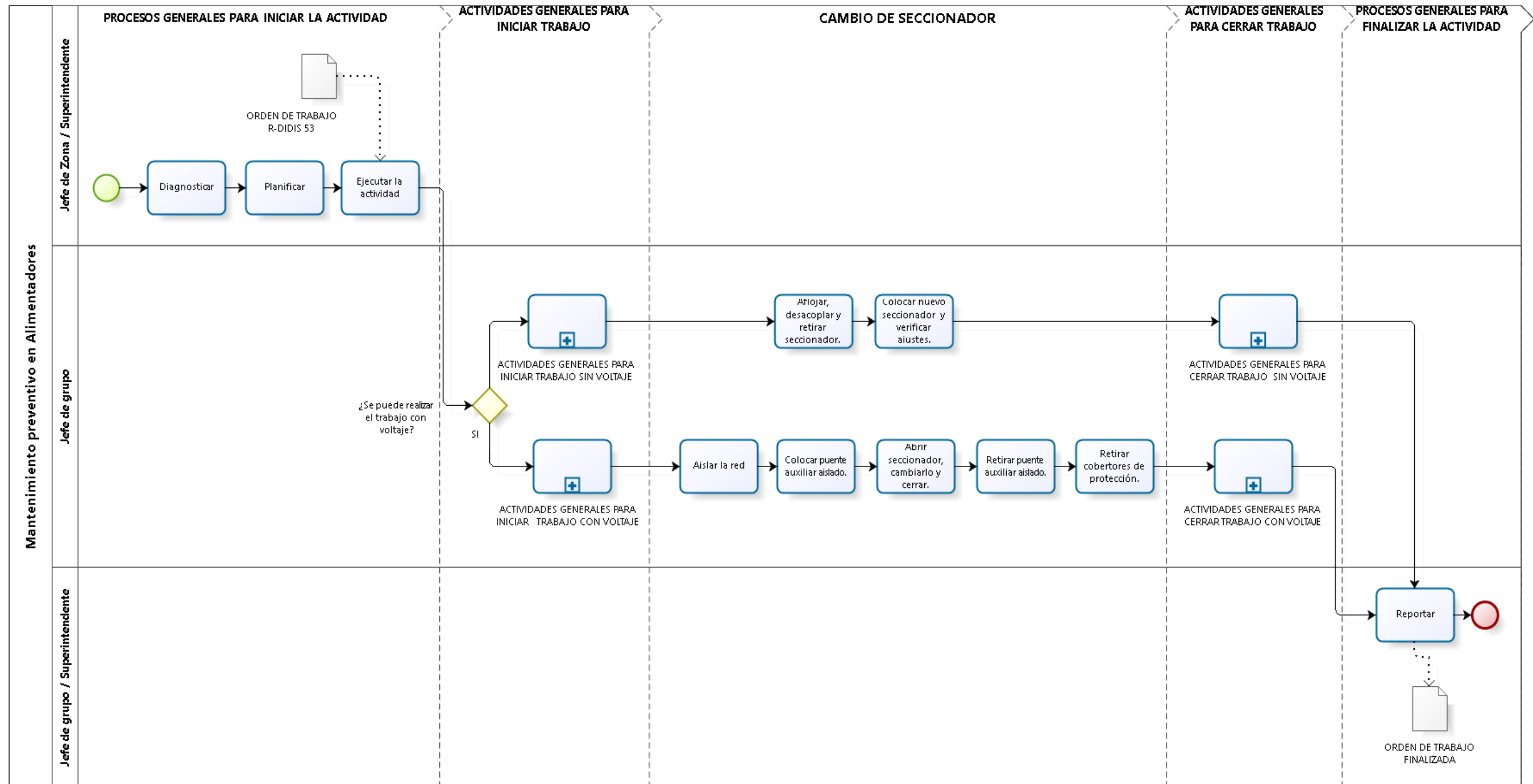




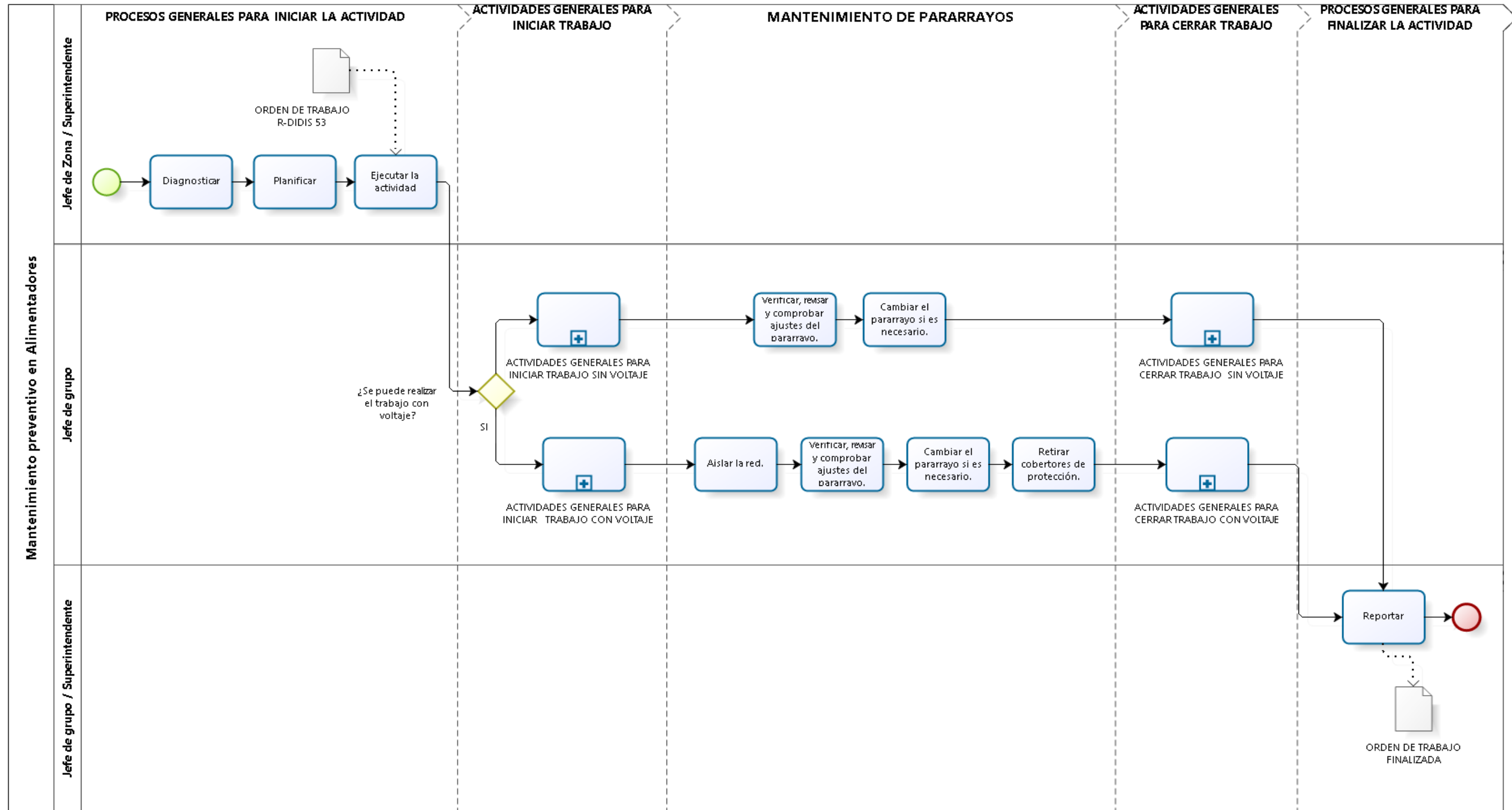
ANEXO 5: Flujograma para "Ajuste de terminales"



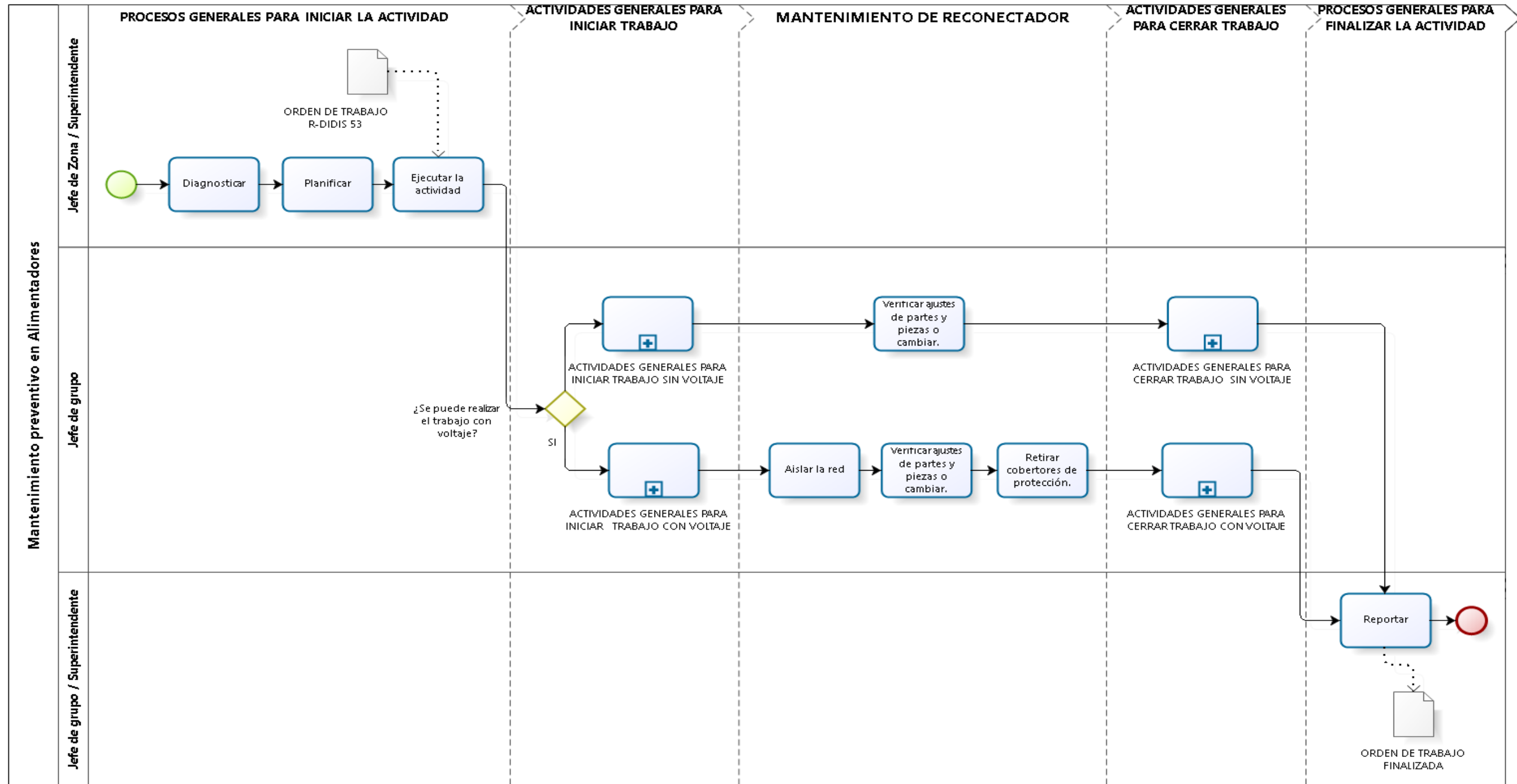
ANEXO 6: Flujograma para “Cambio de seccionador”



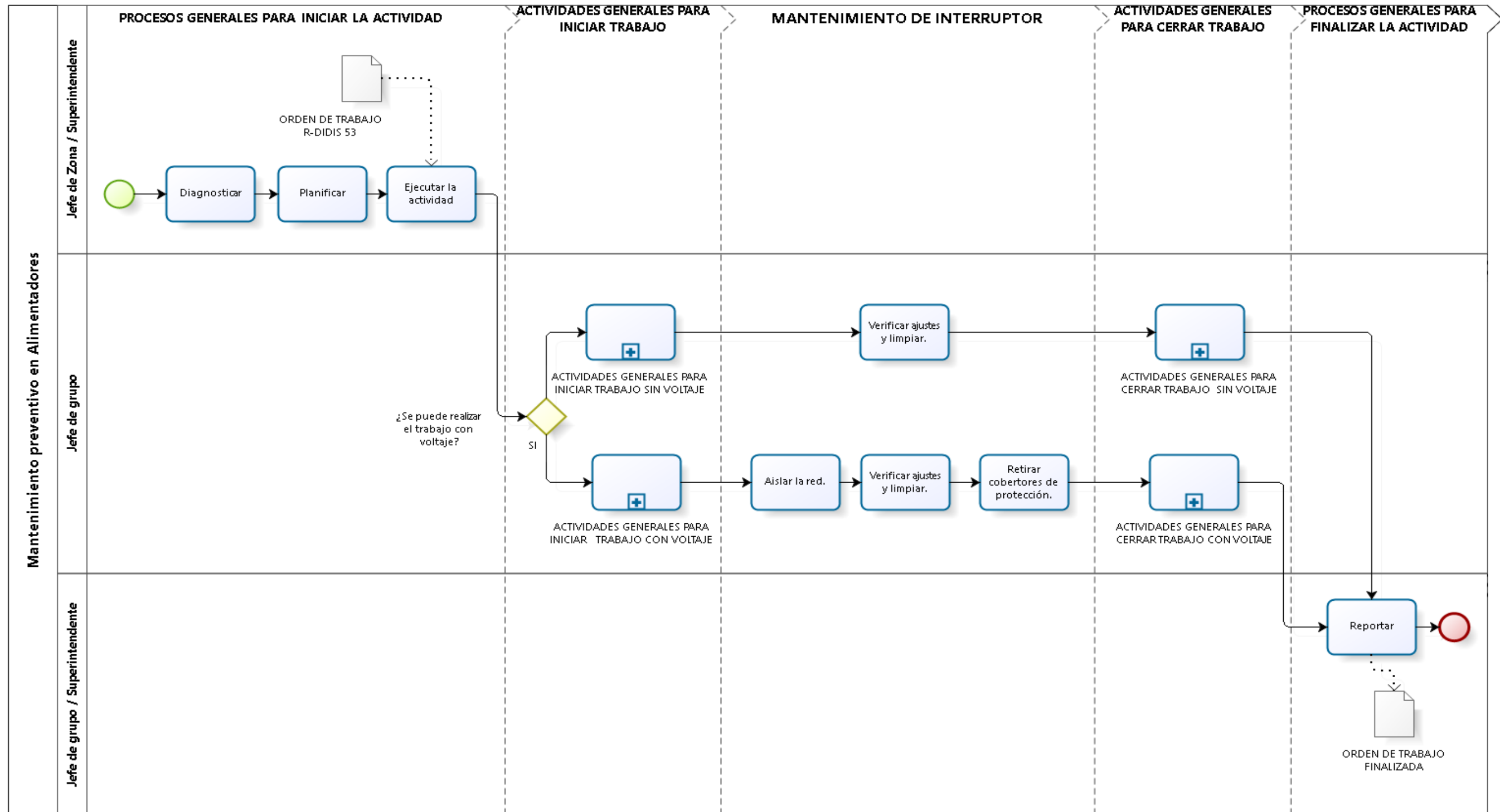
ANEXO 7: Flujograma para “Mantenimiento de pararrayos”



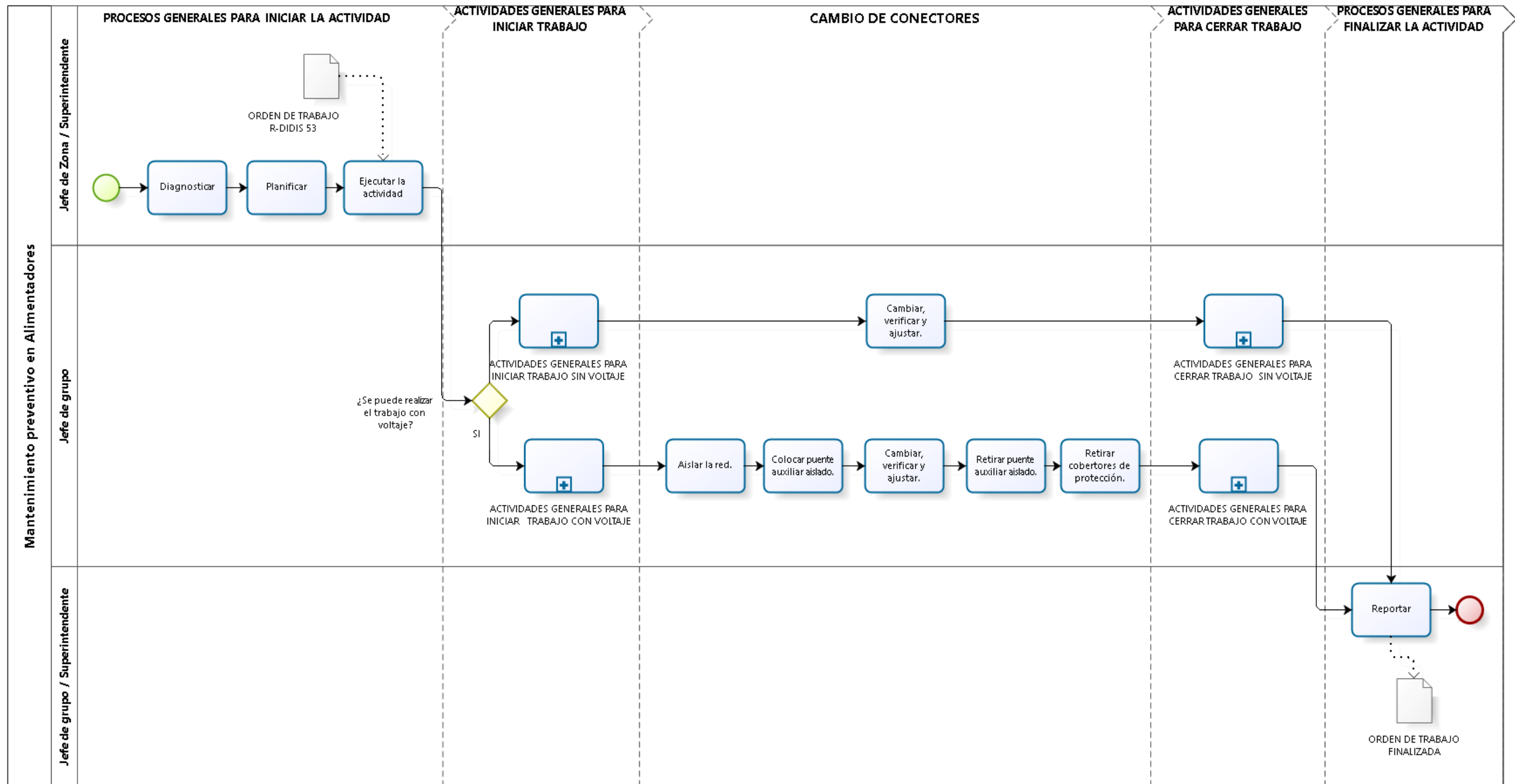
ANEXO 8: Flujograma para “Mantenimiento de reconectador”



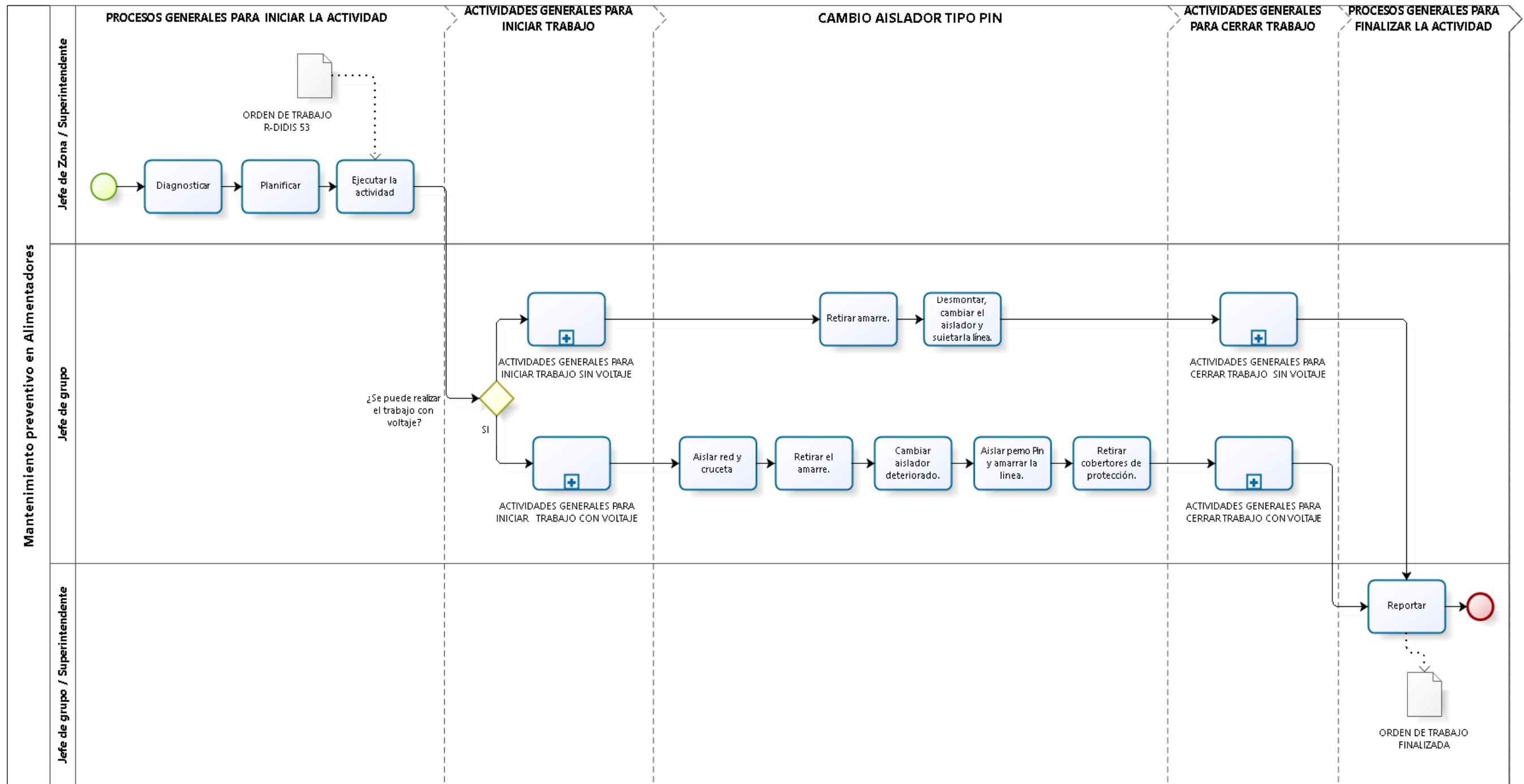
ANEXO 9: Flujograma para “Mantenimiento de interruptor”



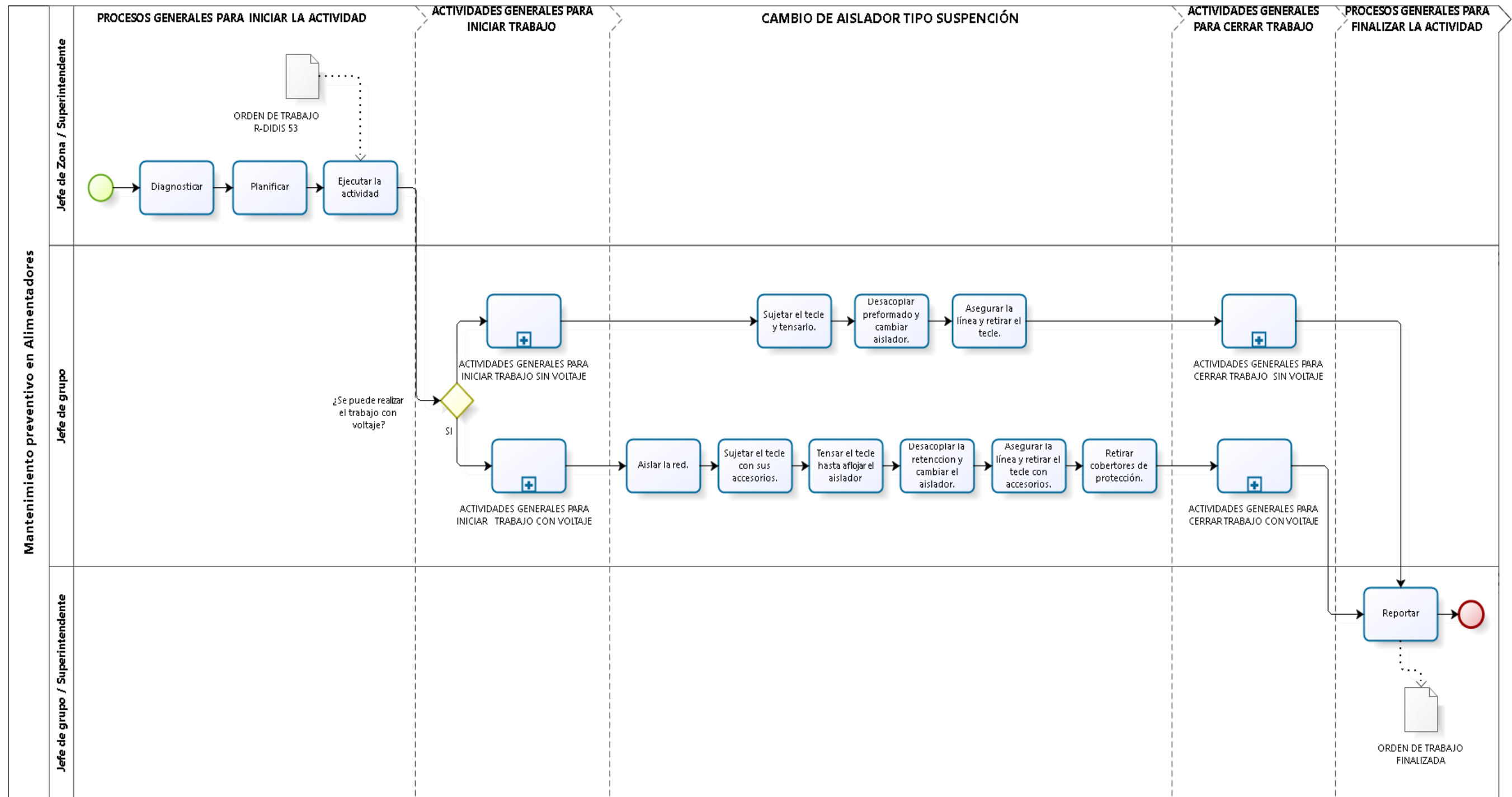
ANEXO 10: Flujograma para “Cambio de conectores”



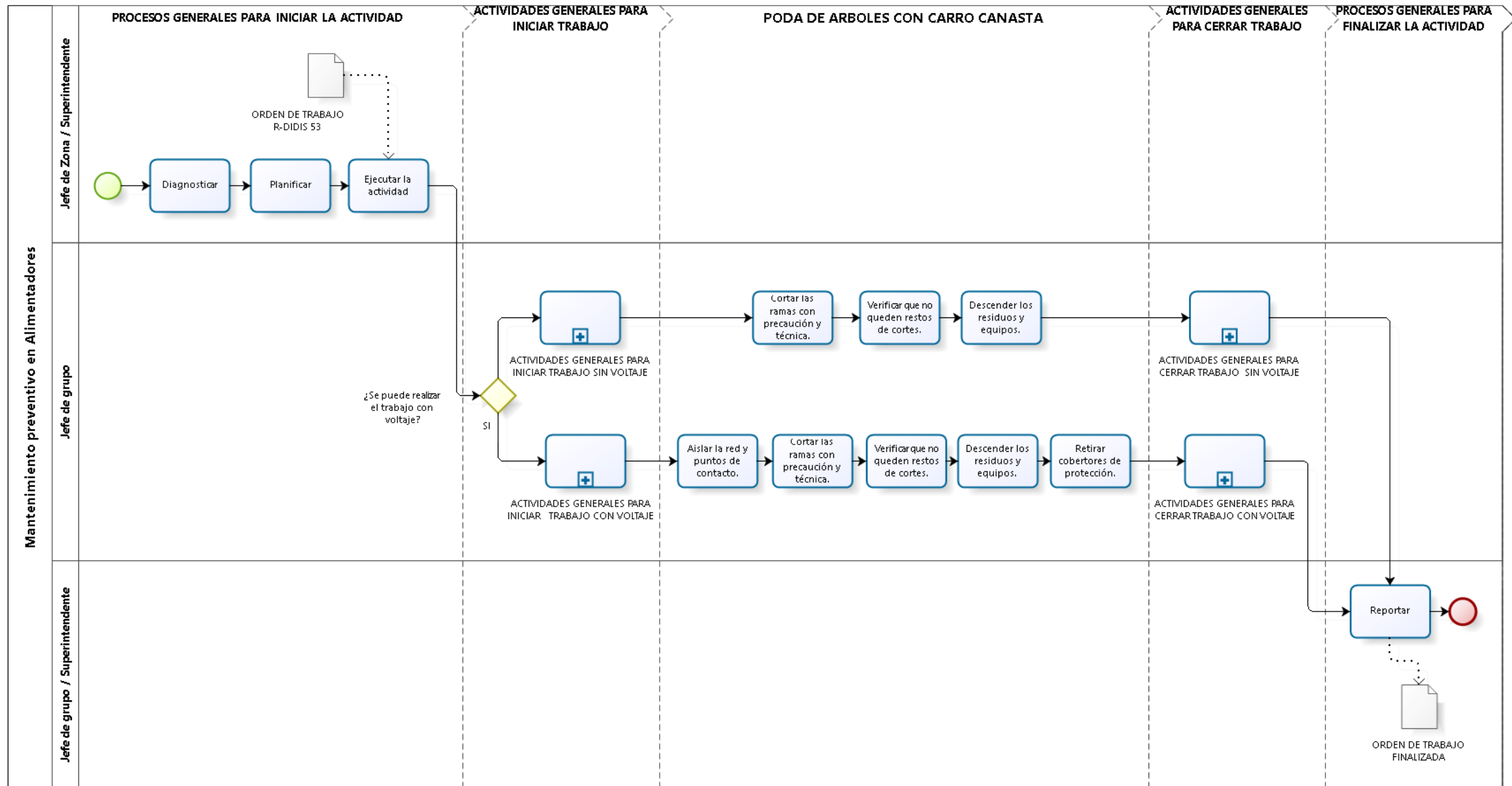
ANEXO 11: Flujograma para “Cambio de aislador tipo pin”



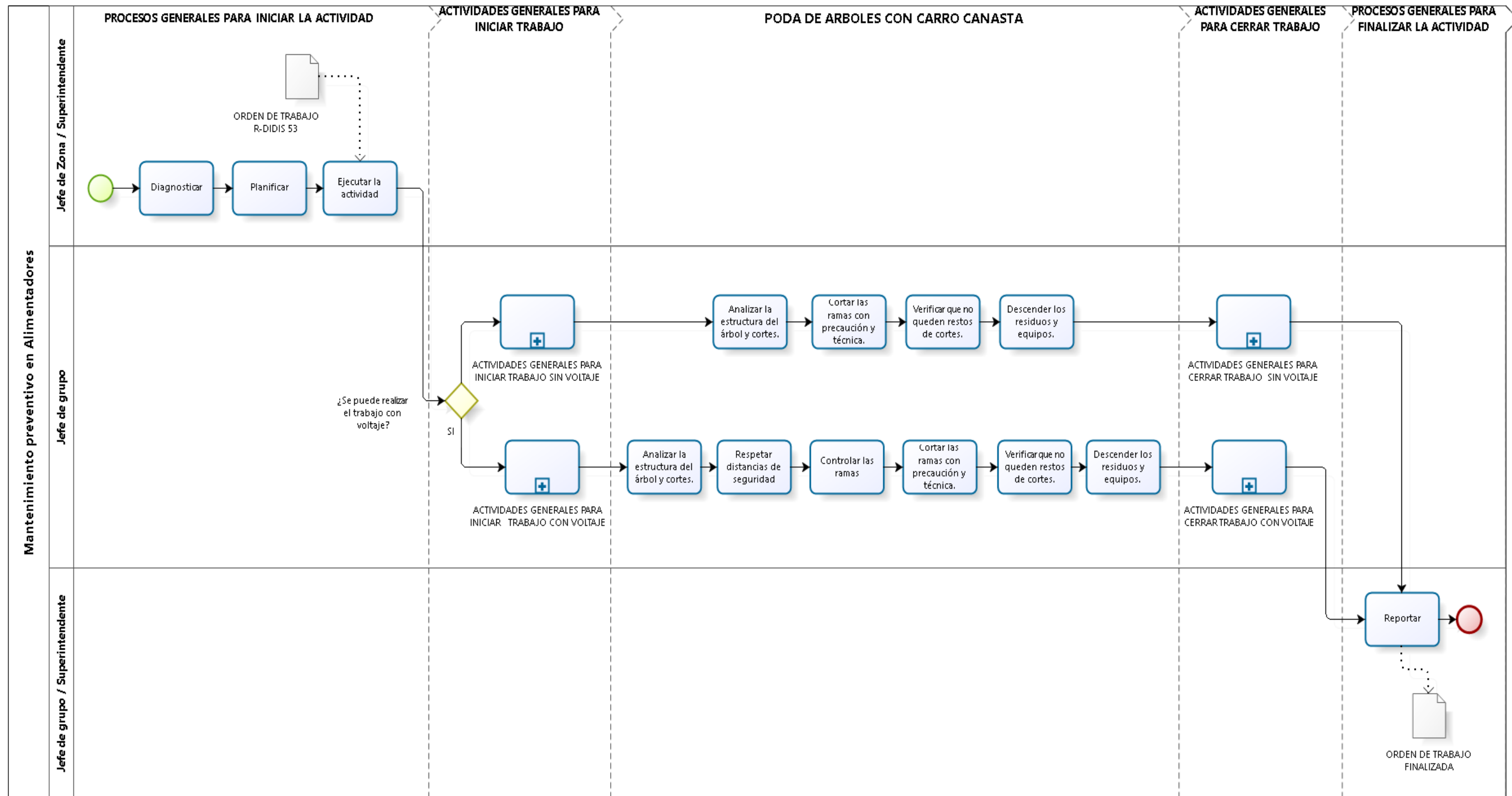
ANEXO 12: Flujograma para “Cambio de aislador tipo suspensión”



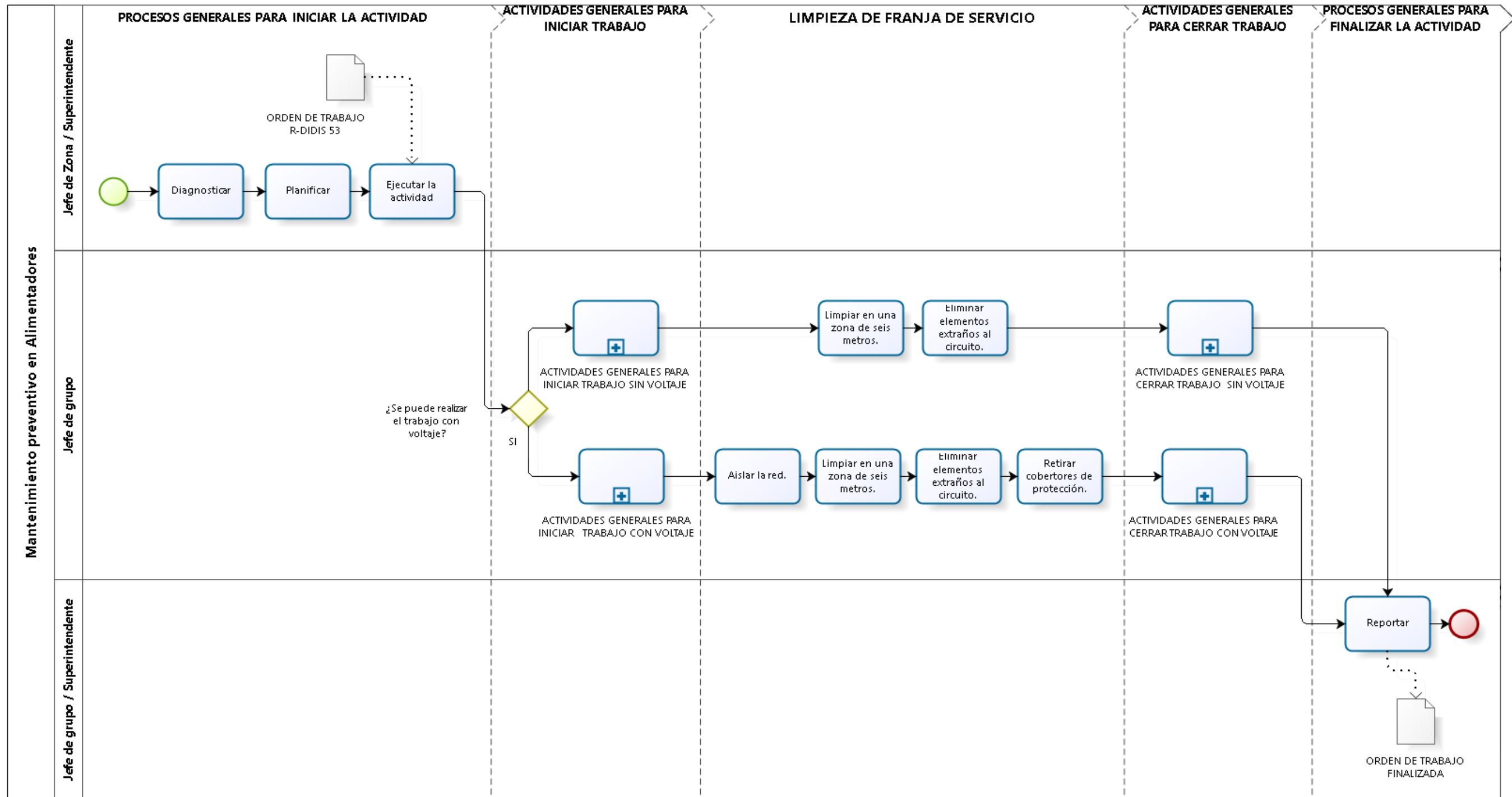
ANEXO 13: Flujograma para “Poda de árboles con carro canasta”



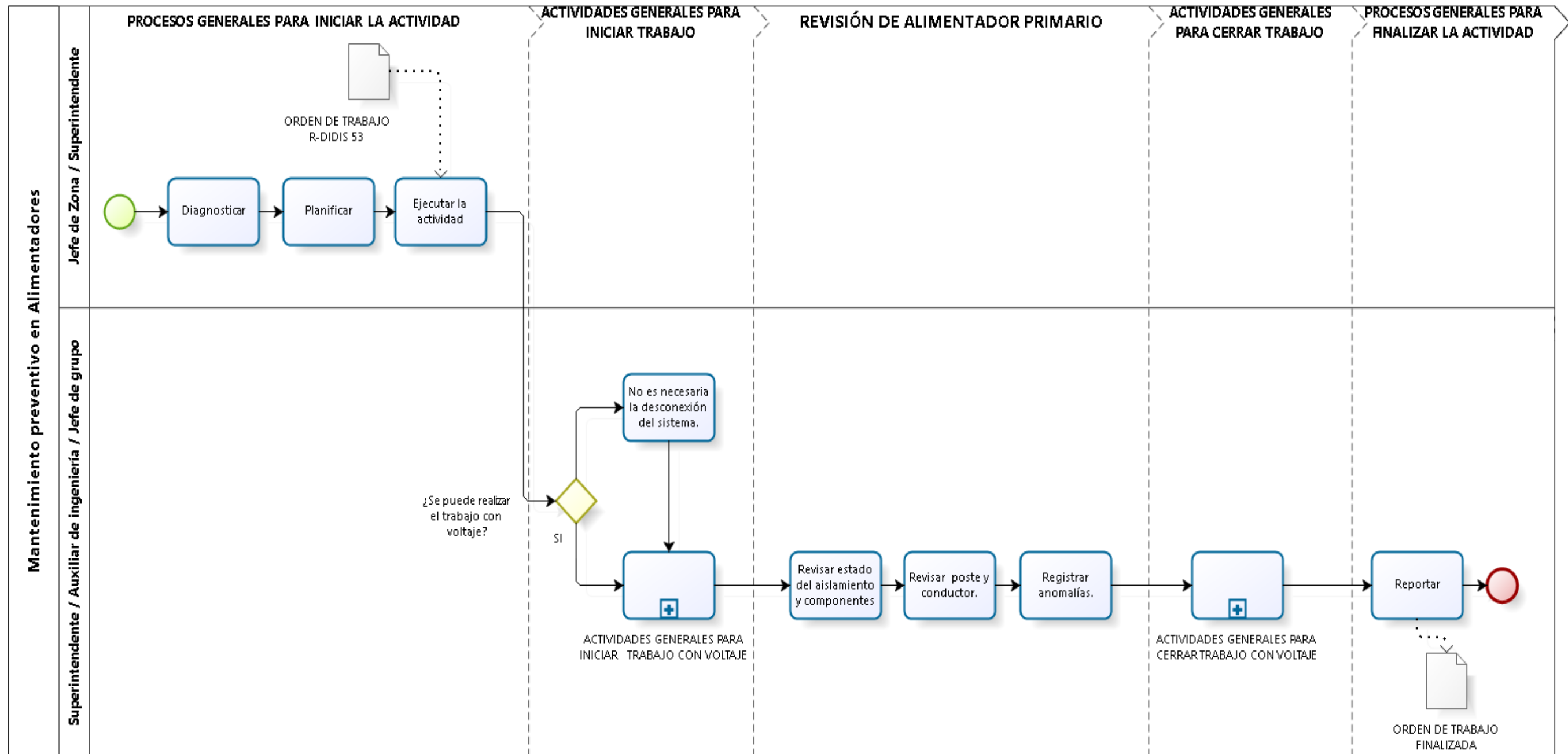
ANEXO 14: Flujograma para “Poda de árboles sin carro canasta”



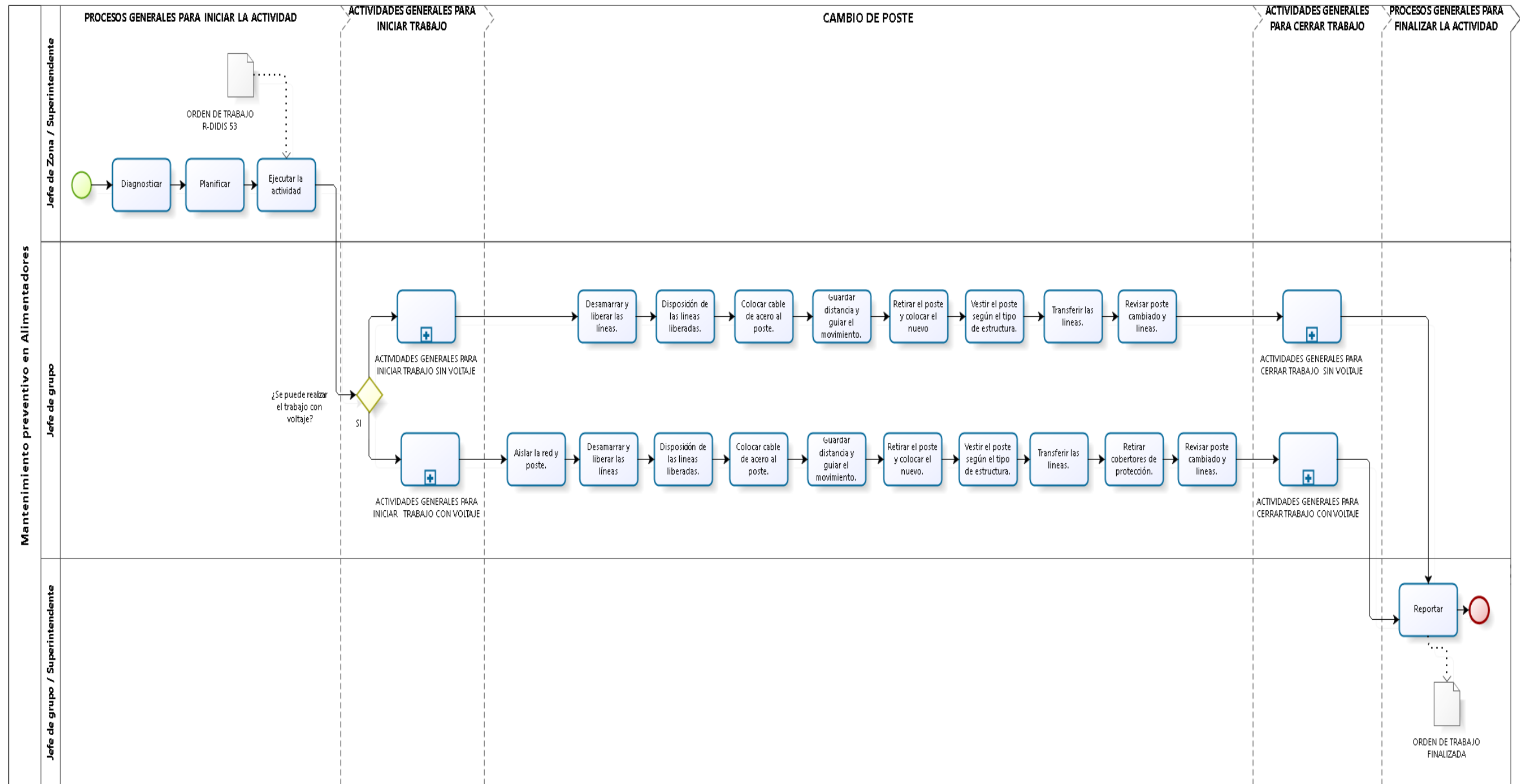
ANEXO 15: Flujograma para “Limpieza de franja de servicio”



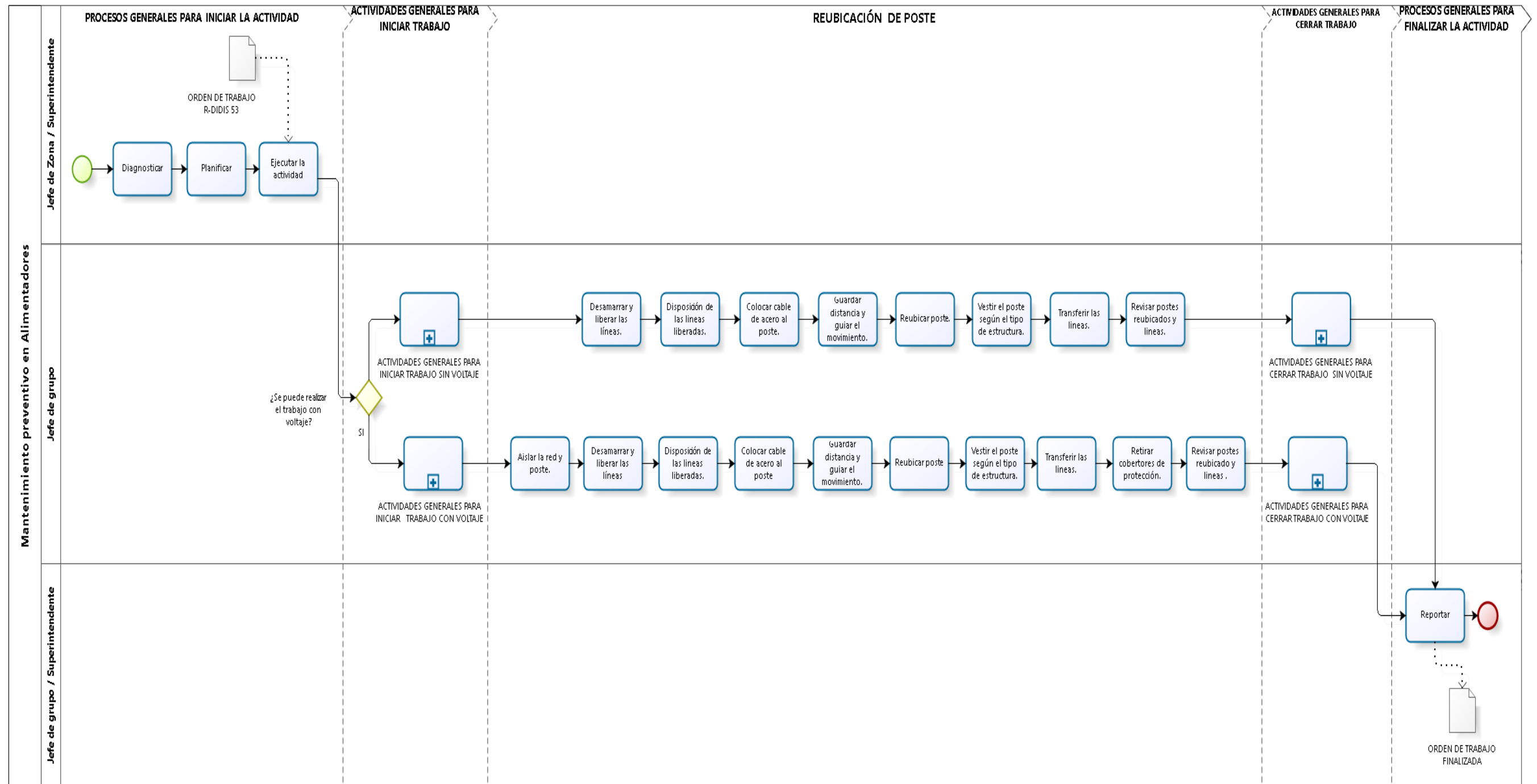
ANEXO 16: Flujograma para “Revisión de alimentador primario”



ANEXO 17: Flujograma para “Cambio de poste”

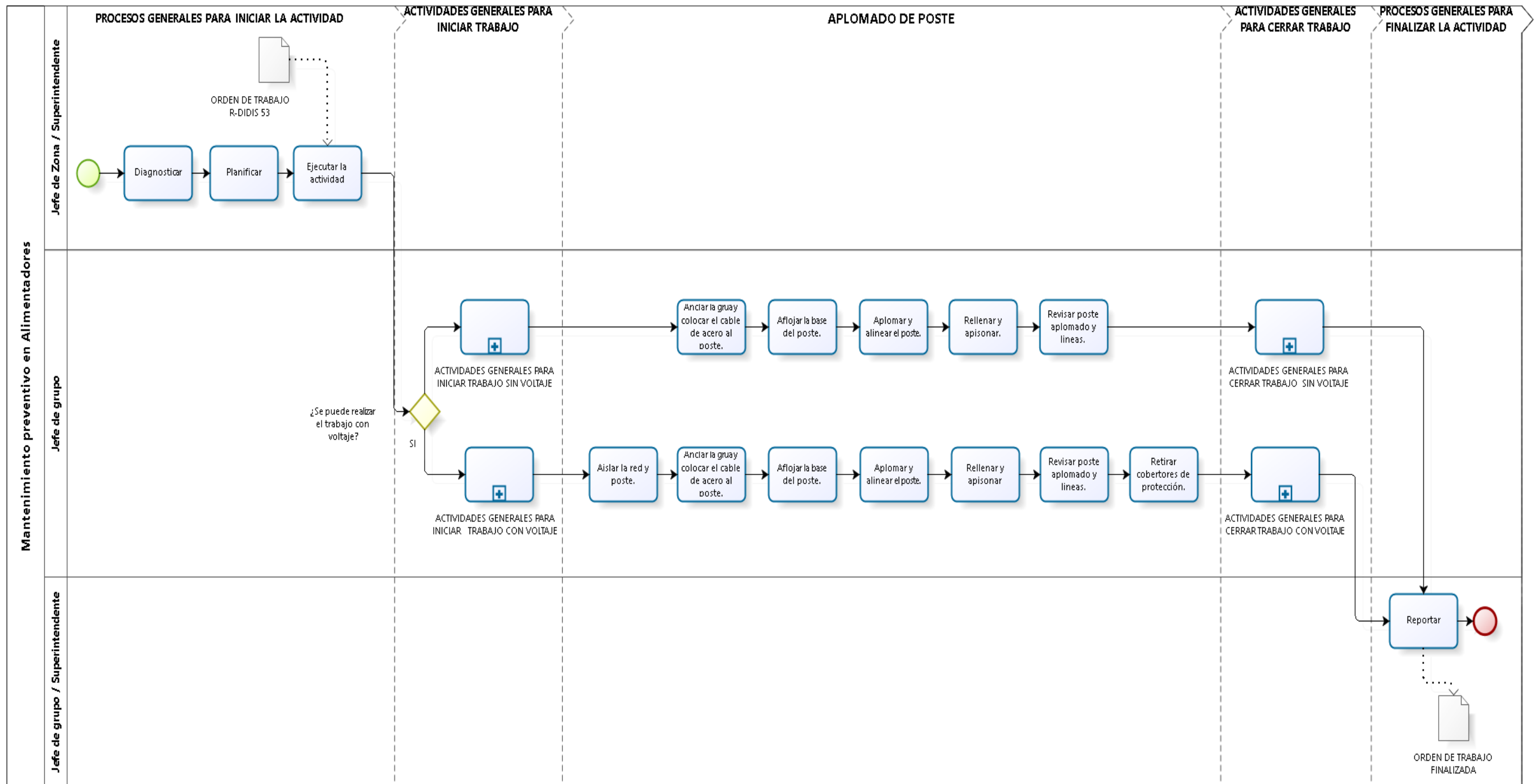


ANEXO 18: Flujograma para “Reubicación de poste”

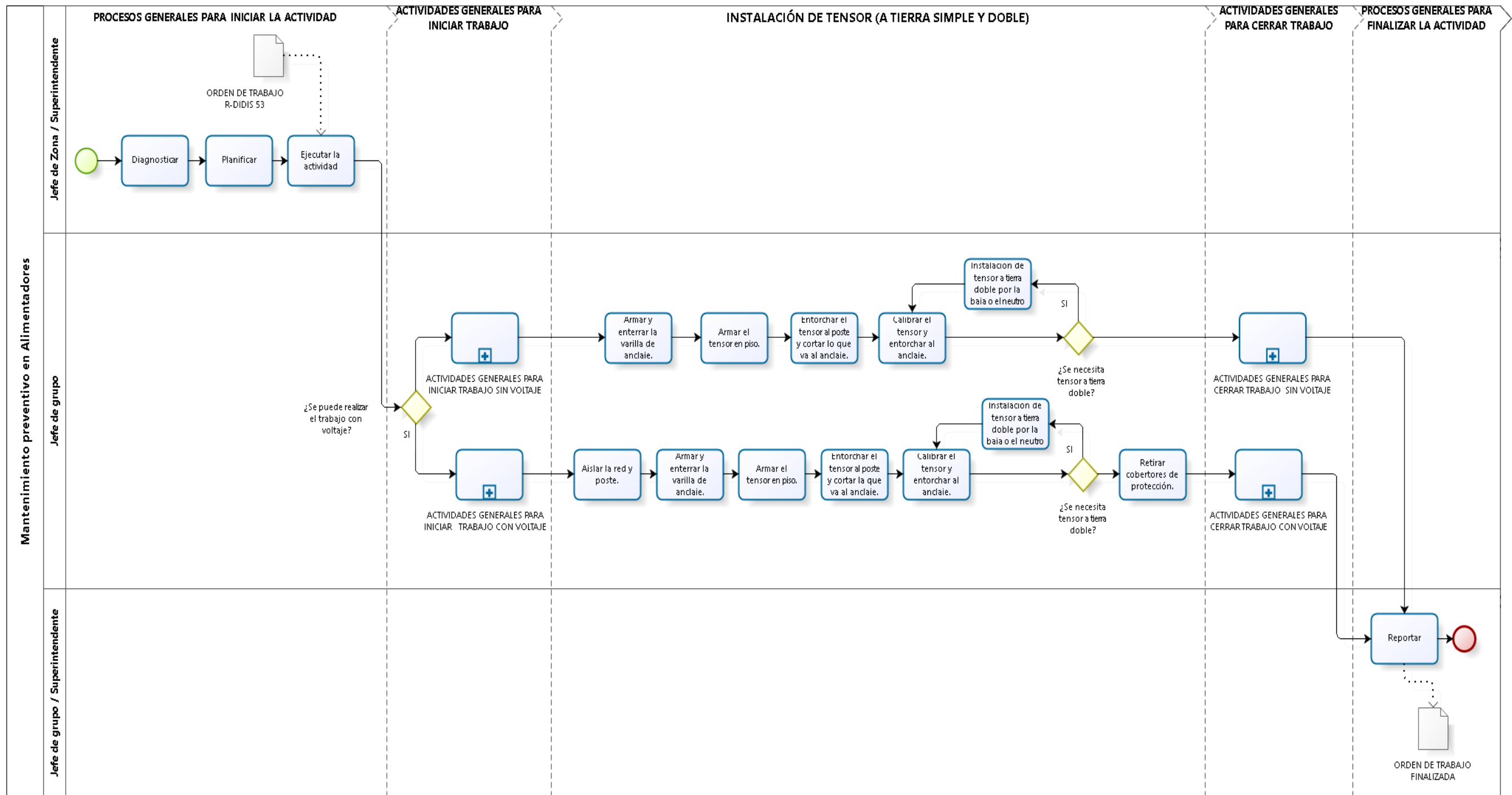




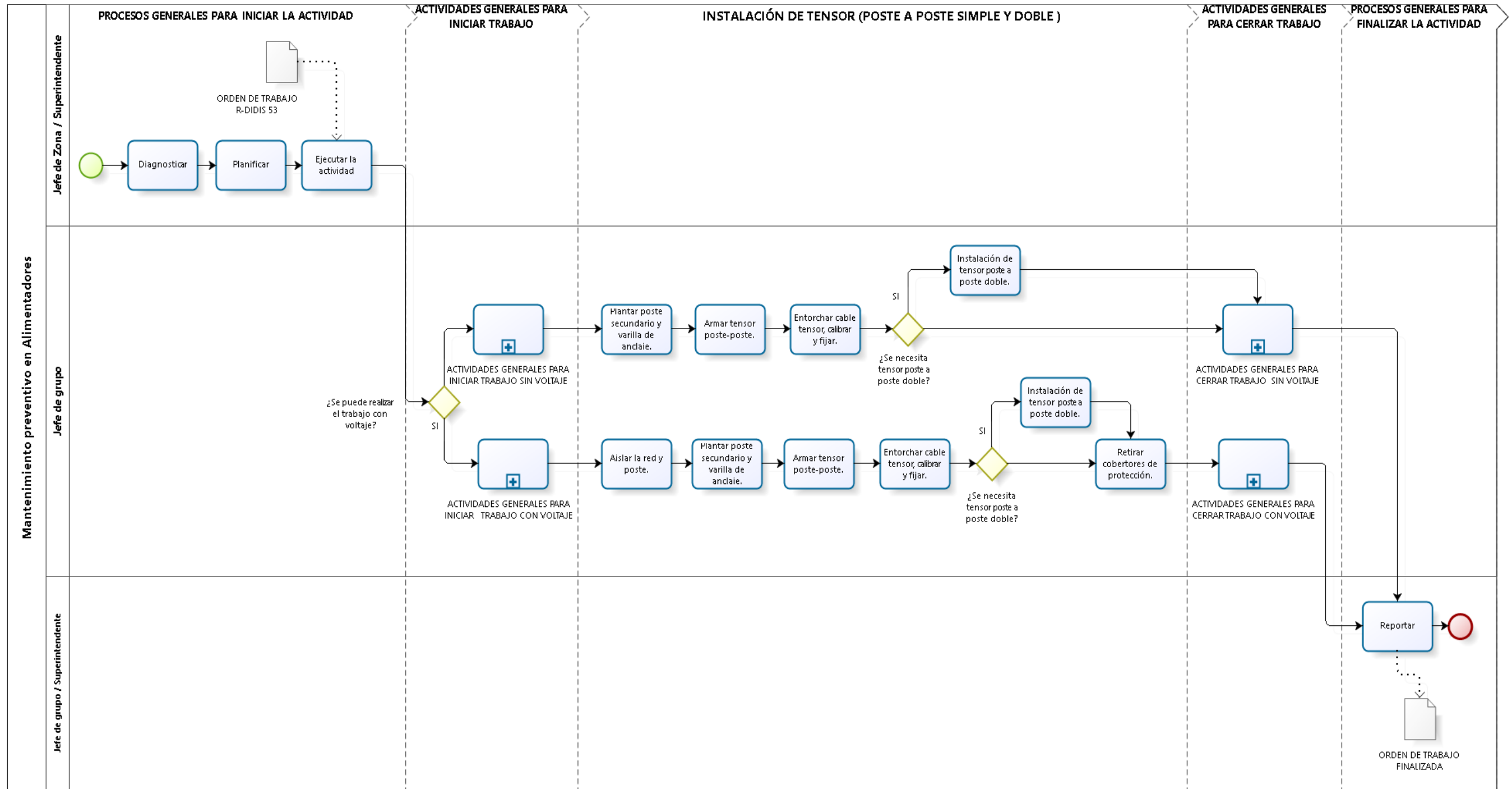
ANEXO 19: Flujograma para “Aplomado de poste”



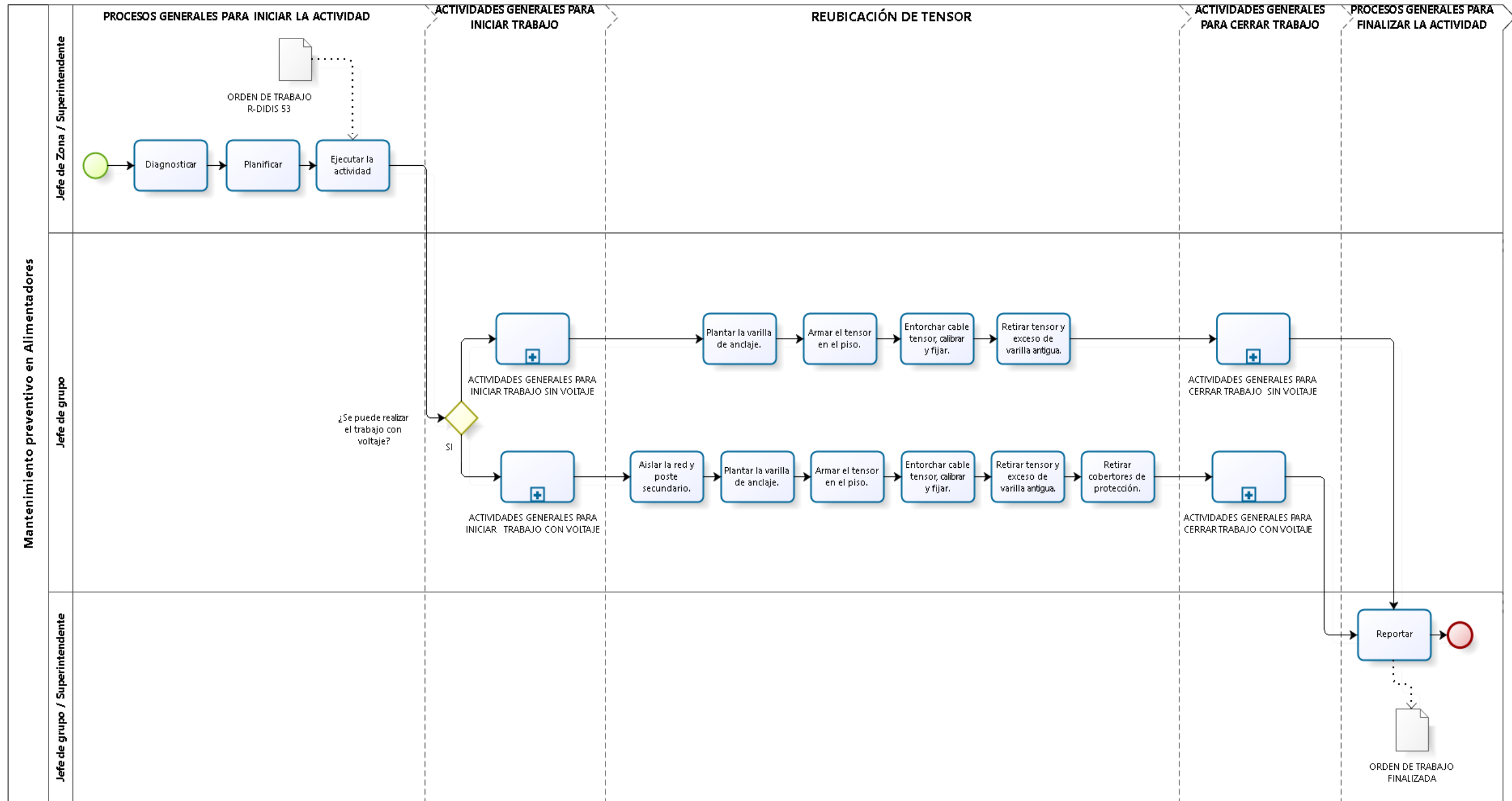
ANEXO 20: Flujograma para “Instalación de tensor a tierra simple y doble”



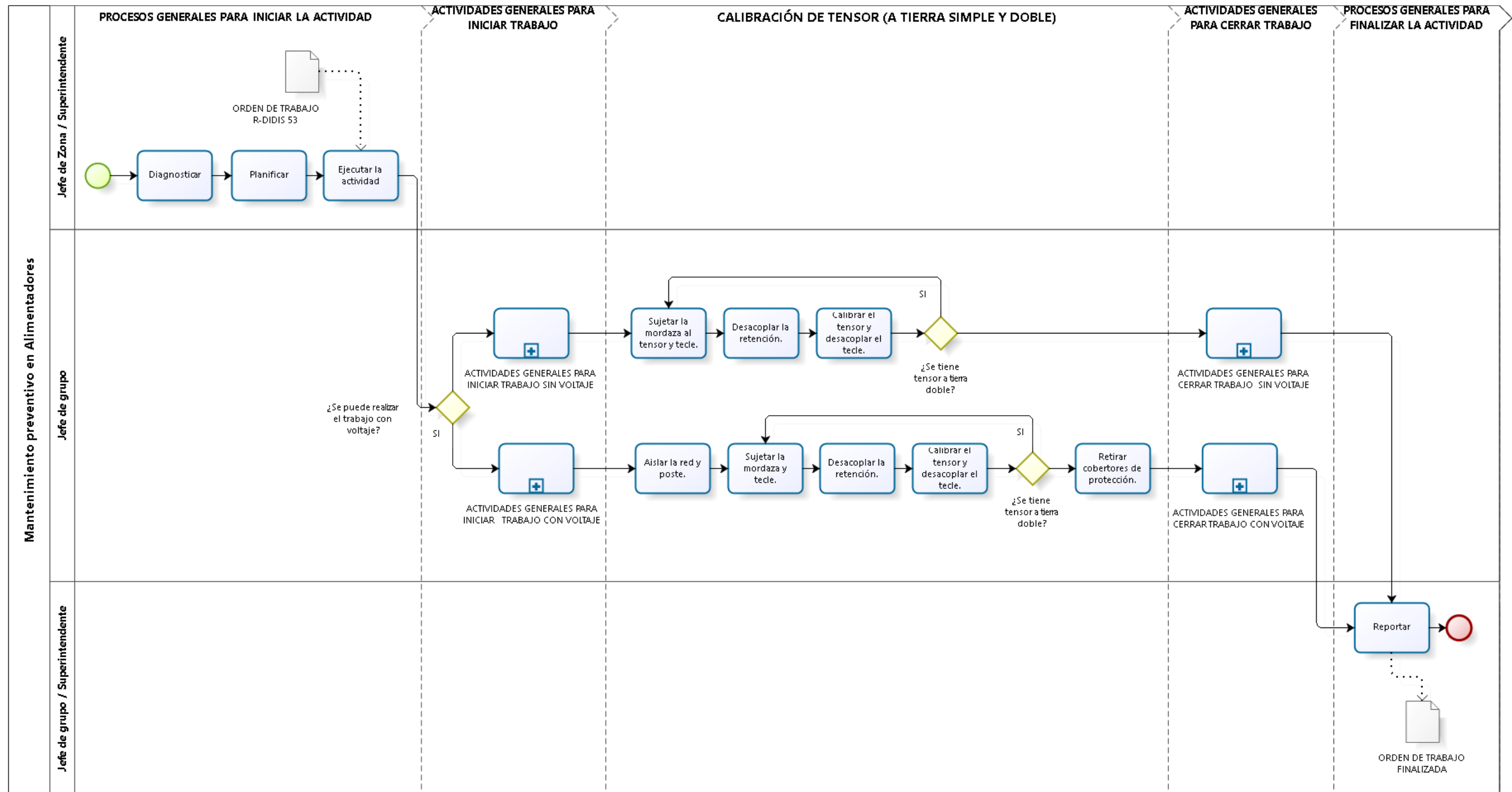
ANEXO 21: Flujograma para “Instalación de tensor poste a poste simple y doble”



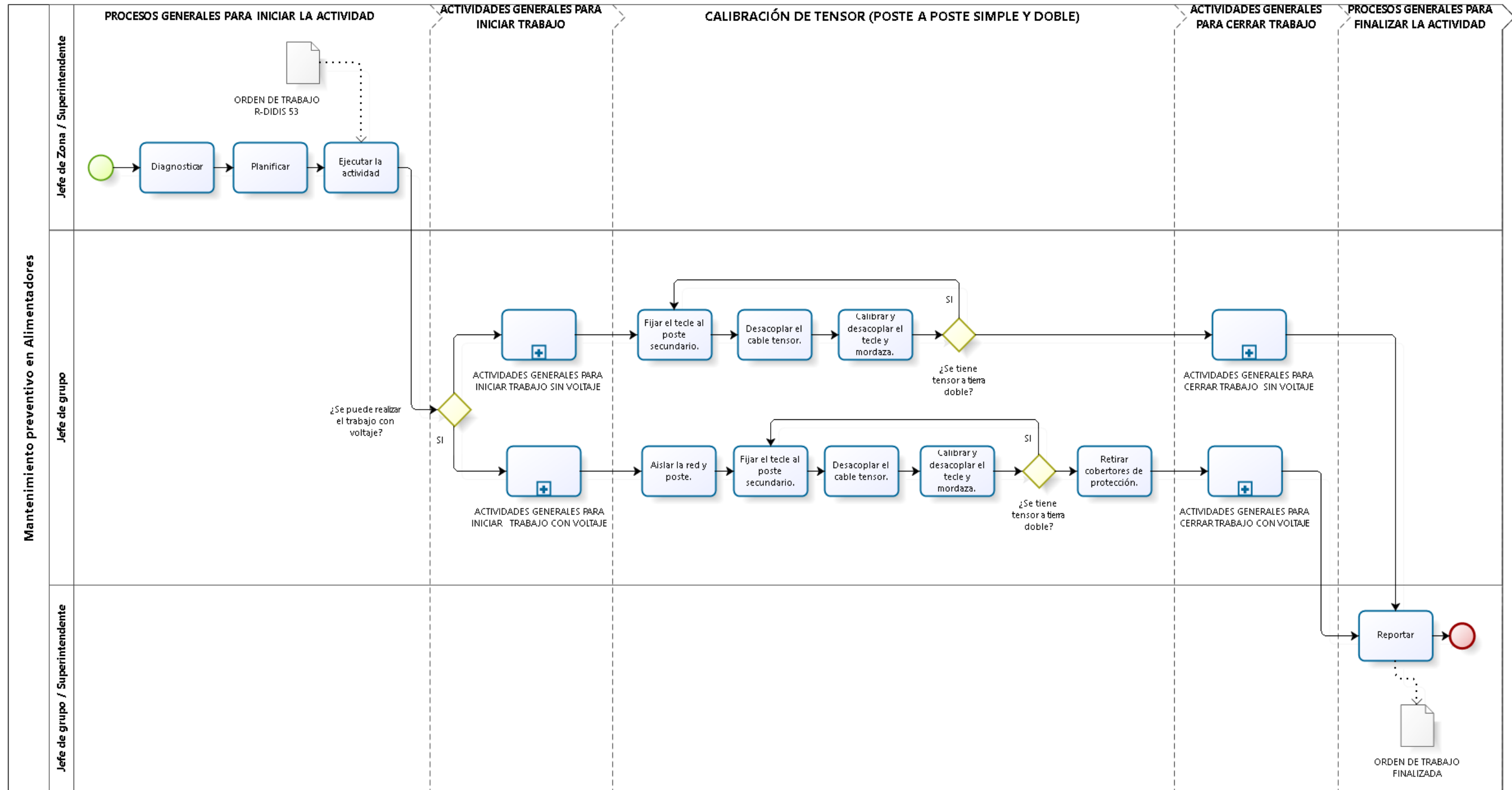
ANEXO 22: Flujograma para “Reubicación de tensor a tierra simple y doble”



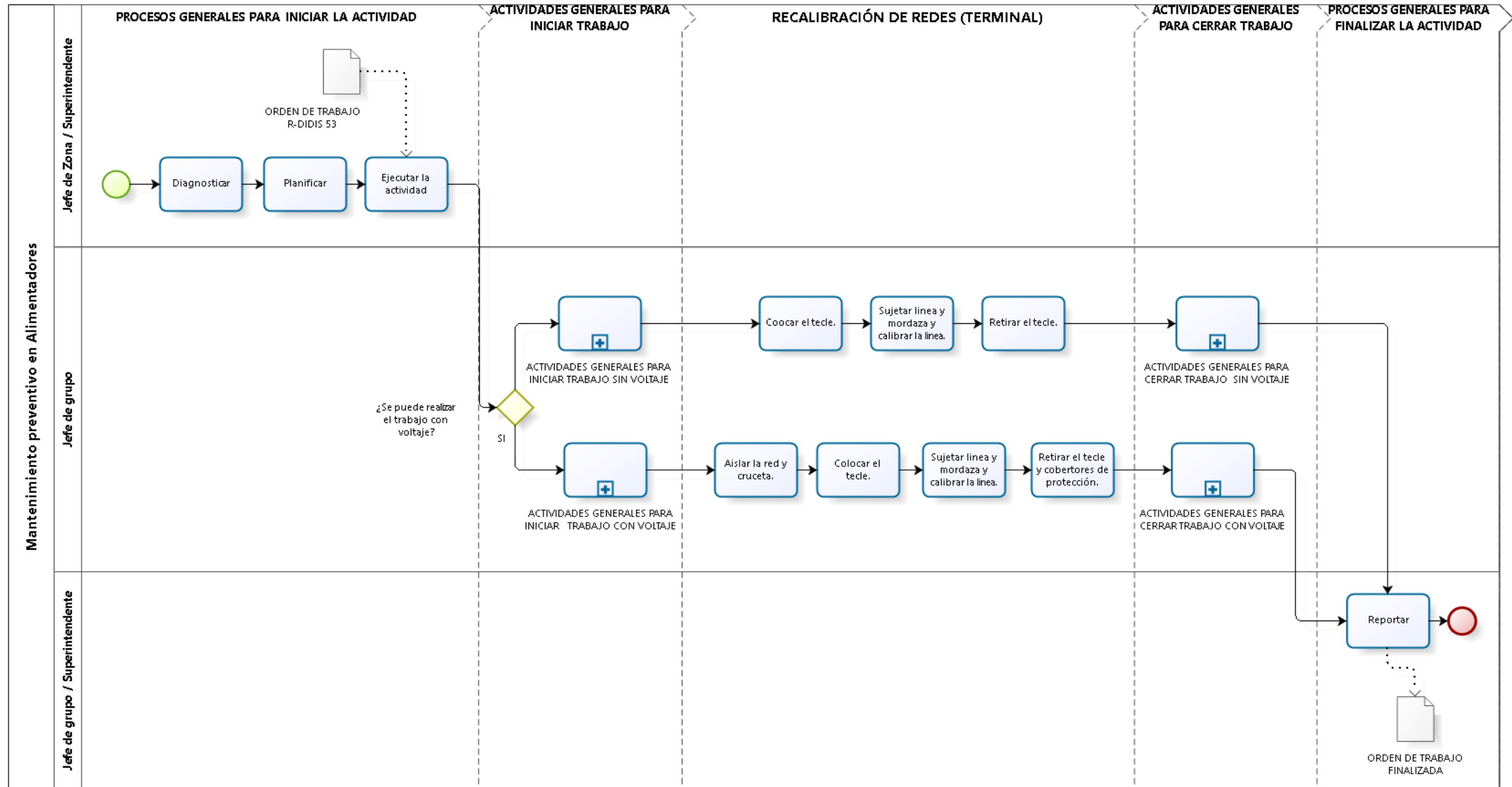
ANEXO 23: Flujograma para “Calibración de tensor a tierra simple y doble”



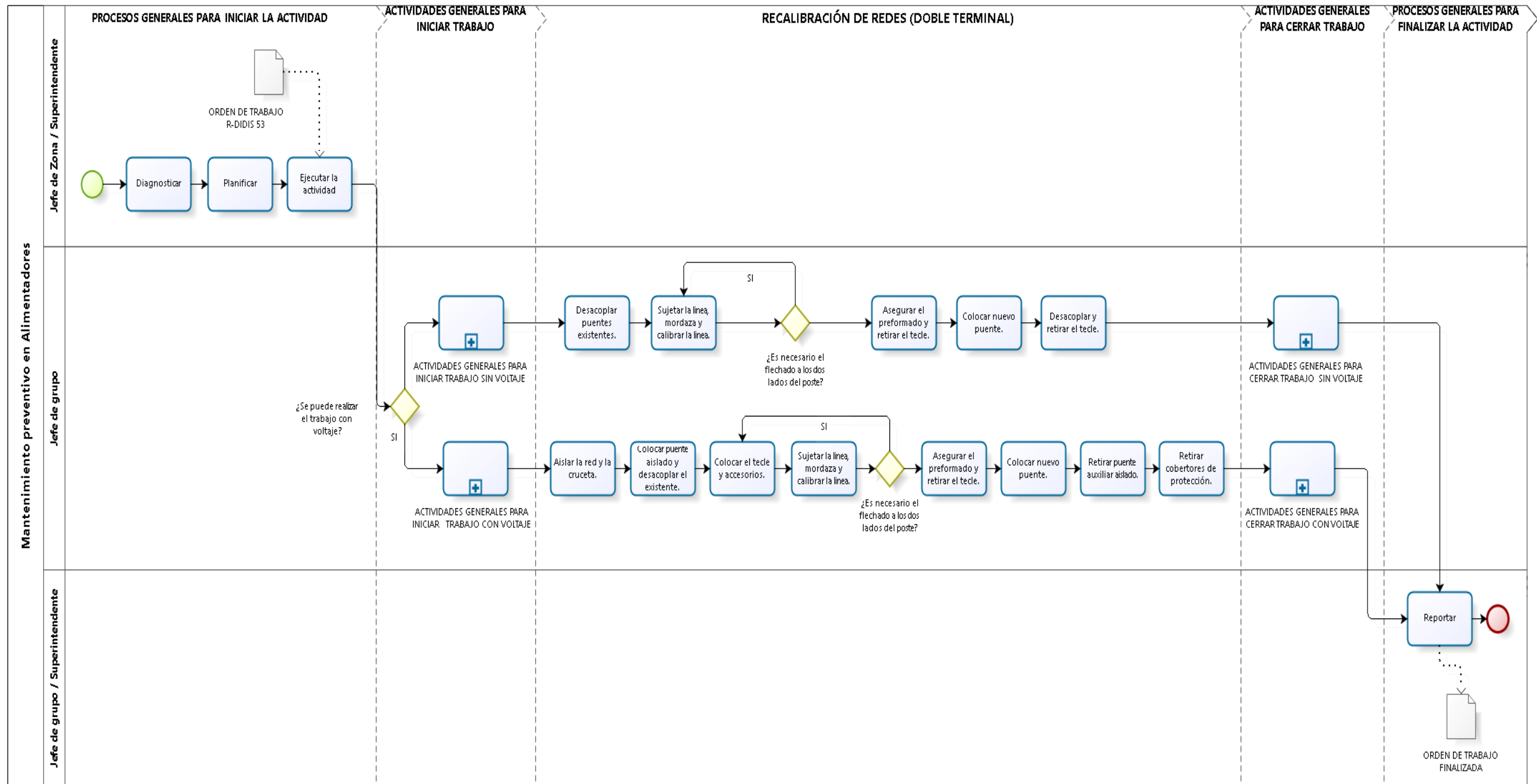
ANEXO 24: Flujograma para “Calibración de tensor poste a poste simple y doble”



ANEXO 25: Flujograma para “Recalibración de redes terminal”



ANEXO 26: Flujograma para “Recalibración de redes doble terminal”



ANEXO 27: Flujograma para “Inspección de red aérea”

