

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero/a Industrial.

Título del Proyecto:

**“DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA TÉCNICO Y OPERATIVO PARA
LOS DEPARTAMENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA TOPO”**

AUTOR:

Isabel Anahí Alvarado Macas

TUTOR:

Ing. Luis López. Mg.

Riobamba – Ecuador

2022

REVISIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación titulado:
DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA TÉCNICO Y OPERATIVO DE LOS DEPARTAMENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TOPO, presentado por la Srta. Isabel Anahí Alvarado Macas con CI: 1650116401, dirigida por el Ing. Luis López.

Una vez realizado el informe final del proyecto de investigación escrito con fines de graduación, en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remitimos la presente para su uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

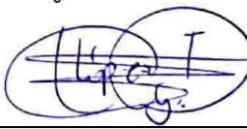
Ing. Carlos Bejarano Naula, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firma

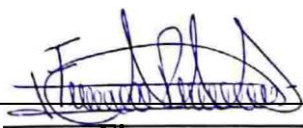
Ing. Luis López, Mg.

TUTOR DEL PROYECTO



Firma

Ing. María Fernanda Romero, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

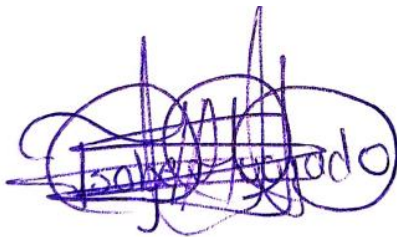


Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Lo criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación titulado:

“DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA TÉCNICO Y OPERATIVO DE LOS DEPARTAMENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TOPO ”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona Isabel Anahí Alvarado Macas con CI: 1650116401, estudiante de la Facultad de Ingeniería como autora y del Ing. Luis López, Mg. como tutor del proyecto, y el patrimonio intelectual de la misma le pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Isabel Anahí Alvarado Macas

1650116401

DECLARACIÓN DE TUTORÍAS DEL PROYECTO DE GRADO

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y miembros del tribunal de Grado para la evaluación del trabajo investigación “**DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA TÉCNICO Y OPERATIVO PARA LOS DEPARTAMENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TOPO**”, presentado por Isabel Anahí Alvarado Macas, con cedula de identidad numero 165011640-1, certificamos que recomendamos la aprobación de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha del 22 de noviembre del 2022.

Para constancia de lo expuesto firman:


Ing. Carlos Bejarano Naula, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firma Firma


Ing. Luis López, Mg.

TUTOR DEL PROYECTO



Firma

Ing. María Fernanda Romero, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firma

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo está dedicado a Dios por guiarme en este camino que no ha sido fácil, pero que con su bendición lo he culminado.

A mi madre Teresa Macas por su apoyo incondicional, por las palabras de aliento para que no desista y continúe con mi sueño, porque ella es mi motivo y fuerza para continuar y cumplir mis metas, le agradezco por formarme como la persona que soy en la actualidad, esta meta es por ella y para ella.

A mi Padre Segundo Alvarado que desde el cielo me bendice y me cuida cada momento, él es mi inspiración para continuar porque sé, que está muy orgulloso de mí y me acompaña en cada paso que doy.

A cada uno de mis hermanos: Roberto, Marco, María, Maribel y Pablo que con su apoyo y sus consejos me alentaban a continuar y no darme por vencida, cada palabra fue mi motivo para continuar con la construcción de mi vida profesional, ellos son la base de mi responsabilidad y deseos de superación, gracias a ustedes por confiar siempre en mí.

A mi tío-abuelo Genaro Cuesta por ser como un padre para mí, por regalarme su cariño y apoyo que fueron fundamentales para lograrlo.

También se lo dedico a mis sobrinos que ellos son mi motivación y hacen mi camino más claro.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento es a Dios quien me ha dado la fuerza para continuar con mis metas y ayudarme a vencer todos los obstáculos que se me han presentado.

A mi familia por apoyarme y siempre estar pendientes de mi en cada paso que doy, por sus consejos y sus palabras de aliento para continuar y culminar mis estudios.

Agradezco a mi tutor de tesis Ing. Luis López por aceptar realizar este proyecto de grado, por su confianza para culminar con éxito mi trabajo. Además, a Ing. Fernanda Romero y Carlos Bejarano por apoyarme y guiarme para terminar mi proyecto de investigación.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO por llenarme de conocimiento durante este tiempo de estudio y darme la oportunidad de ser un profesional.

También un eterno agradecimiento a la empresa ECUAGESA S.A. por darme la oportunidad de realizar mi proyecto de grado en su prestigiosa empresa, a todo su personal por brindarme el apoyo y aportar con su conocimiento, es una experiencia muy grande y satisfactoria para mí, me ayudaron a crecer como profesional y como persona.

Para finalizar, agradezco a todos mis amigos por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles, en especial a ti Edwin Ocampo que has estado conmigo en todo momento a pesar de las dificultades que se nos han presentado.

ÍNDICE GENERAL

REVISIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	III
DECLARACIÓN DE TUTORÍAS DEL PROYECTO DE GRADO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
LISTA DE ANEXOS	XI
LISTA DE TABLAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO I:	20
1. Planteamiento del Problema	20
1.1. Descripción del Problema.....	20
1.2. Justificación.....	21
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1. Objetivo General	22
1.3.2. Objetivos Específicos.....	23

CAPÍTULO II:	24
2. Marco Teórico.....	24
2.1. Antecedentes de la Investigación	24
2.2. Fundamentación Teórica	25
2.2.1. Central Hidroeléctrica	25
2.2.2. Elementos de la obra civil que conforman una central hidroeléctrica:	26
2.2.3. Elementos electromecánicos principales que conforman la central hidroeléctrica. 27	
2.2.4. Sistema Auxiliares.....	28
2.2.5. OSINERGMIN N° 264-2012-OS/CD.....	29
2.2.6. Gestión de Riesgos Operativos u Operacionales.....	30
2.2.7. Contingencia.....	30
2.2.8. Plan de Contingencia Operativa.....	30
2.2.9. Riesgos Operativos.....	30
2.2.10. Ishikawa (causa efecto)	30
2.2.11. Método de elaboración e implementación de planes de emergencia para empresas (MEIPPE).....	31
2.2.12. Análisis de criticidad integral de activos físicos	33
2.2.13. Matriz de riesgos	36

2.2.14. Elementos críticos	39
2.2.15. Situaciones críticas.....	39
2.2.16. Plan de acción.....	39
CAPÍTULO III.....	40
3. Metodología	40
3.1. Tipo de Investigación	40
3.1.1. Investigación Descriptiva.....	40
3.2. Diseño de la Investigación.....	40
3.2.1. Investigación no Experimental.....	40
3.3. Población de estudio.....	41
3.4. Técnicas de Recolección de Datos	41
3.5. Técnicas De Análisis E Interpretación De La Información.....	41
CAPÍTULO IV.....	42
4. Resultado y Discusión.....	42
4.1. Identificación de los Procesos de Estudio	42
4.1.1. Diagrama de los Procesos Operativos.....	43
4.2. Proceso para la Elaboración del Plan de Contingencia Técnico Operativo	44
4.3. Descripción de los Procesos de Estudio	44
4.3.1. Obras de Captación	44

4.3.2.	Obras de Conducción Hídrica	46
4.3.3.	Casa de Máquinas.....	49
4.3.4.	Subestación.....	54
4.3.5.	Línea de Transmisión.....	55
4.4.	Identificación de peligros	55
4.4.1.	Personal	56
4.4.2.	Ambiente	57
4.4.3.	Sistemas de generación	58
4.4.4.	Material	59
4.5.	Identificación y evaluación de amenazas para los procesos operativos con la metodología MEIPPE.	59
4.5.1.	Calificación y coeficiente de vulnerabilidad para las amenazas identificadas.....	60
4.5.2.	Calificación y coeficiente de probabilidad para las amenazas identificadas	70
4.12.	Declaración y ejecución de contingencia	107
4.14.2.	Unidades de transporte	117
CAPÍTULO V		121
5.1.	Conclusiones.....	121
5.2.	Recomendaciones	122

Referencias.....	124
ANEXOS	130

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario para entrevista al personal de mantenimiento.....	130
Anexo 2. Cuestionario para entrevista al personal de operaciones.....	131
Anexo 3. Cuestionario para entrevista al personal de mantenimiento Civil.....	132
Anexo 4. Mapa geológico de la central hidroeléctrica Topo.....	133
Anexo 5. Mapa de vías de acceso de las obras civiles de captación.....	134
Anexo 6. Mapa de vías de acceso de las obras civiles de conducción.....	135
Anexo 7. Mapa de vías de acceso a casa de máquinas	136
Anexo 8. Eventos de erupción volcánica en la parroquia Río Negro	137
Anexo 9. Mapa de inundaciones en la parroquia Río Negro	138
Anexo 10. Mapa de intensidad sísmica en la parroquia Río Negro.....	139
Anexo 11. Mapa de movimiento en masa de la parroquia Río Negro	140
Anexo 12. Cambio climático en la parroquia Río Negro.....	141
Anexo 13. Metodología MEIPEE para el análisis de amenazas	142
Anexo 14. Fallos en los últimos años de generación de energía	156
Anexo 15. Manual de operaciones de la central hidroeléctrica Topo.....	159
Anexo 16. Evaluación de riesgos operativos en captación y conducción.....	160
Anexo 17. Evaluación de riesgos operativos generación.....	172
Anexo 18. Evaluación de riesgos operativos de transformación y transmisión	181

Anexo 19. Formato Plan de contingencia técnico y operativo de la central	185
Anexo 20. Certificado de culminación de plan de contingencia técnico y operativo emitido por la empresa	1
Anexo 21. Socialización del plan de contingencia t a los colaboradores	2

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	32
Tabla 2	32
Tabla 3	33
Tabla 4	34
Tabla 5	34
Tabla 6	36
Tabla 7	37
Tabla 8	37
Tabla 9	38
Tabla 10	45
Tabla 11	46
Tabla 12	47
Tabla 13	47
Tabla 14	48
Tabla 15	49
Tabla 16	49
Tabla 17	50

Tabla 18	50
Tabla 19	51
Tabla 20	51
Tabla 21	52
Tabla 22	52
Tabla 23	53
Tabla 24	53
Tabla 25	54
Tabla 26	54
Tabla 27	55
Tabla 28	59
Tabla 29	60
Tabla 30	60
Tabla 31	61
Tabla 32	62
Tabla 33	62
Tabla 34	63
Tabla 35	63
Tabla 36	64
Tabla 37	65
Tabla 38	65
Tabla 39	67
Tabla 40	67

Tabla 41.	68
Tabla 42	68
Tabla 43	69
Tabla 44	69
Tabla 45	70
Tabla 46	71
Tabla 47	71
Tabla 48	72
Tabla 49	73
Tabla 50	74
Tabla 51	75
Tabla 52	76
Tabla 53	76
Tabla 54	77
Tabla 55	78
Tabla 56	78
Tabla 57	81
Tabla 58	85
Tabla 59	86
Tabla 60	87
Tabla 61	88
Tabla 62	90
Tabla 63	92

Tabla 64	94
Tabla 65	96
Tabla 66	98
Tabla 67	100
Tabla 68	101
Tabla 69	116
Tabla 70	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	42
Figura 2	43
Figura 3	44
Figura 4	56
Figura 5	106
Figura 6	107
Figura 7	112

RESUMEN

ECUAGESA S.A. es una empresa dedicada al funcionamiento de la central hidroeléctrica Topo, central de paso, es decir capta parte del caudal del río Topo para conducirla a través de sus estructuras principales.

En el presente proyecto investigativo se realizó la descripción de las instalaciones de estudio con la información que cuenta la empresa, para luego identificar los peligros para que se de los riesgos operativos, esto con ayuda de la herramienta Ishikawa con los siguientes parámetros; error humano, sistemas de generación, ambiente y material. Posteriormente mediante la construcción de una matriz de riesgos operativos siendo una guía la metodología INSST y tomando en cuenta para su valoración análisis de criticidad y metodología MEIPEE, las amenazas que afectan directamente a los procesos de producción, para levantar los planes de acción necesarios para cada uno de ellos, con el fin de reducir el tiempo de repuesta ante las posibles contingencias.

Además, se analizó la infraestructura, los recursos, repuestos, equipos y sistemas logísticos de la central, para de esta manera conformar la administración de apoyo, en el cual se describirán las funciones que tendrá cada uno de los miembros que integran este grupo.

El diseño del plan de contingencia desarrollado servirá como una herramienta capaz de anticipar, solventar y reducir tiempos de respuesta ante la presencia de los diversos factores de riesgos operativos, que son las causas para detener la producción de energía.

Palabras claves: problemas operativos, Ishikawa, plan de contingencia técnico y operativo, y planes de acción.

ABSTRACT

ECUAGESA S.A. is a company dedicated to the operation of the Topo hydroelectric plant, this hydroelectric plant is a pass-through plant, so, it captures part of the flow of the Topo River to conduct it through its main structures.

In this researching project, the description of the study facilities was made with the information that the company has, to then identify the dangers so that the operational risks are identified, this with the help of the Ishikawa tool with the following parameters; human error, generation systems, environment and material. Subsequently, through the construction of an operational risk matrix, the INSHT methodology being a guide and taking into account criticality analysis and MEIPEE methodology for its assessment, the critical situations and elements that directly affect the production processes were established, to raise the plans. of action necessary for each of them, in order to reduce the response time to possible contingencies.

In addition, the infrastructure, resources, spare parts, equipment and logistics systems of the plant were analyzed, in order to form the support administration, in which the functions that each of the members that make up this group will have will be described.

The design of the developed contingency plan will serve as a tool capable of anticipating, solving and reducing response times in the presence of the various operational risk factors, which are the causes for stopping energy production.

Keywords: Operational risks, Ishikawa, technical and operational contingency plan, critical situations, critical elements and action plans.

Reviewed by:



Firmado electrónicamente por:
**ANDREA
CRISTINA
RIVERA PUGLLA**

Lic. Andrea Rivera
ENGLISH PROFESSOR
C.C 0604464008

INTRODUCCIÓN

Proyectos Energéticos ECUAGESA S.A. es una empresa privada que se dedica a producir energía eléctrica mediante la operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Topo.

La central hidroeléctrica Topo está ubicada en la Provincia de Tungurahua, en el cantón Baños de Agua Santa, al norte de la Parroquia Río Negro, en la colonia Azuay, que usa cierta cantidad de agua del río Topo para la producción de energía limpia, este proceso garantiza la protección del medio ambiente ya que el agua utilizada es devuelta al caudal del río, considerándose una central de paso, además cabe mencionar que la construcción de esta central desde su inicio ha generado fuentes de trabajo fortaleciendo el desarrollo económico y social del área de influencia.

El presente proyecto de investigación se enfoca en diseñar un plan de contingencia técnico y operativo de los departamentos de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Topo, que se encuentra distribuida de la siguiente manera:

El departamento de operación tiene los siguientes procesos;

- Captación y conducción hídrica
- Generación
- Transformación y transmisión

Y el departamento de mantenimiento consta de las siguientes áreas;

- Eléctrica
- Mecánica
- Obra civil

Este plan de contingencia describe las acciones que debe seguir el personal de la empresa, en caso de que se presente un riesgo operativo, a los cuales está expuesta la planta. Estos riesgos suceden por diversos eventos imprevistos, como es el desgaste de equipos, averías, falta y retraso en los mantenimientos, mal manejo operacional, vida útil de las unidades de generación, stock de los repuestos y la calidad de sus componentes, entre otros.

Para contrarrestar las posibles amenazas en los procesos se analizó varios factores que fueron necesarios para crear el plan de acción. Es importante la identificación y evaluación de estos riesgos para actuar sobre el problema de una manera eficiente y tomando decisiones para detener el efecto o consecuencia de dicho riesgo, utilizando todos los recursos a nuestro alcance, con un procedimiento oportuno para proteger la integridad física del personal, aplicando fuentes alternativas para entregar energía temporal hasta lograr combatir la contingencia, con el objetivo de responder la continuidad del servicio eléctrico.

Ante lo expuesto anteriormente el desarrollo del diseño del plan de contingencia técnico y operativo es una necesidad que tiene la central hidroeléctrica Topo, el mismo tiene su estructura basada en OSINERGMIN N° 264-2012-OS/CD de Perú, que es el procedimiento para la supervisión de los planes de contingencia operativo con la resolución de Consejo Directivo (OSINERGMIN, 2012), OSINERGMIN es un ente regulador y de control para los sectores eléctricos de la comunidad andina. Esta norma será una guía para el levantamiento del diseño del plan de contingencia técnico y operativo requerido por la aseguradora NOVASEGUROS, empresa asesora para Ecuador, Colombia y Perú, adaptando los lineamientos necesarios para desarrollar el plan de acción en base a las necesidades de la central hidroeléctrica Topo.

CAPÍTULO I:

1. Planteamiento del Problema

1.1.Descripción del Problema

La energía eléctrica es la principal fuente para el desarrollo de las industrias, por lo que es importante mejorar la productividad y saber actuar en caso de presentarse una contingencia para así asegurar su operación normal.

Todas las industrias energéticas están expuestas a eventos que son difíciles de prever y podrían afectar la infraestructura en la obra civil y equipamiento electromecánico de los procesos para la producción de energía. Existen un sinnúmero de causas que alteran todos los procesos operativos de la planta, por lo que, el estudio de los mismo es primordial para mitigar o reducir los daños en las instalaciones.

En las centrales hidroeléctricas el problema más significativo es la pérdida económica por la ausencia de generación eléctrica, que es el resultado de las fallas y averías de los activos, producidas por diferentes causas y también el tiempo de reparación que se extiende por la escasez de repuestos y herramientas especiales que son necesarias para solucionar el daño.

La central hidroeléctrica Topo cuenta con dos unidades de generación eléctrica, cada una conformada por: un generador, una turbina tipo Francis y un transformador principal. También con sistemas auxiliares como: agua de enfriamiento, drenaje, aire comprimido y sistema de regulación de velocidad. Además, con procesos de obra civil para la conducción hídrica; rejillas, desarenadores, canal de conducción, túnel de conducción, tanque de carga y tubería de presión.

Esta empresa a pesar de contar con metodologías y herramientas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, no queda exenta de sufrir una emergencia operativa que lleve tiempo en solucionarla. El 04 febrero del 2021 la planta sufrió una contingencia que llevo meses en ser solucionada debido a que el repuesto necesario no existía en stock por el excesivo costo del mismo, además que debía ser importado, proceso que demora tres meses por que involucra: hacer el pedido, fabricar y transporta. Otro factor para la demora del mantenimiento correctivo emergente fue que, la empresa no contaba con las herramientas necesarias, por lo que se contrató una empresa externa. Todos estos inconvenientes provocaron una pérdida económica notoria para la empresa, de un valor aproximado de dos millones de dólares, monto que corresponde a los cuatro meses fuera de operación la unidad afectada y treientos mil dólares aproximadamente que se utilizó para el mantenimiento correctivo.

Con estas pérdidas económicas la empresa Proyectos energéticos ECUAGESA S.A., se ve en la necesidad de contar con un plan de contingencia técnico y operativo para la central hidroeléctrica Topo. A más de que este plan es un requisito para obtener la póliza de seguro que debe otorgar la aseguradora NOVASEGUROS.

1.2.Justificación

La empresa ECUAGESA S.A. se ve en la necesidad de diseñar un plan de contingencia técnico y operativo para la central hidroeléctrica Topo, documento capaz de anticipar, solventar y reducir tiempos de respuesta ante la presencia de los diversos factores de riesgos operativos, que son las causas para detener la producción de energía.

Todas las áreas involucradas en los procesos productivos deben contar con una gestión de riesgos operativos para actuar de manera rápida ante la posible presencia de una emergencia

operacional y reducir repercusiones negativas en los procesos por diferentes eventos, siendo necesaria la recopilación de información histórica de fallas en las unidades y sistemas auxiliares, información que servirá para realizar la identificación y evaluación de riesgos operativos con el fin de precisar las medidas de control y planes de acción ante estos eventos emergentes operativos.

Es necesario crear conciencia sobre la prevención de eventos negativos que pueden suscitarse y no esperar a que suceda para aplicar las medidas de corrección, para salvaguardar al personal de posibles daños físicos y también daños en la infraestructura y equipamiento electromecánico de los procesos.

Estos eventos imprevistos son de alta criticidad para la central ya que su presencia generaría grandes pérdidas económicas a la empresa, por lo que para mitigar estos posibles daños se debería establecer medidas que eviten estos acontecimientos, y del caso de suceder el evento actuar de manera rápida y eficiente para así solventar la contingencia.

La empresa con la finalidad de actuar de manera proactiva ante estos eventos imprevisto, diseñara un plan de contingencia técnico y operativo que describa las áreas geográficas donde se puedan presentar estos eventos, identificando y evaluando los riesgos operativos en los procesos operativos, para determinar los elementos y situaciones críticas de la central para de esta manera realizar medidas contingentes, de forma provisional y/o definitiva.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un plan de contingencia técnico y operativo de los departamentos de operaciones y mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Topo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los peligros en los departamentos de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica.
- Evaluar los riesgos operativos de los departamentos de operación y mantenimiento en la central hidroeléctrica.
- Elaborar planes de acción en base a la evaluación de riesgos específicamente para los elementos y situaciones críticas identificadas.
- Analizar la infraestructura, recursos y sistema logístico para posibles contingencias de la central hidroeléctrica.

CAPÍTULO II:

2. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

En el documento titulado “**PLAN DE CONTINGENCIA OPERATIVO 2019-2020 SERVICIOS ELÉCTRICOS RIOJA S.A.**”, se puede evidenciar que la empresa tiene la necesidad de realizar un plan de contingencia para cumplir la normativa peruana vigente, “OSINERGMIN N° 264-2012-OS/CD”.

“El objetivo general de la investigación es prever la reacción oportuna y adecuada ante contingencias imprevistas que provoquen interrupciones, con el fin de garantizar la continuidad del servicio eléctrico” (SERSA, 2019).

Para realizar el plan de acción se debe realizar una identificación y evaluación de riesgos operacionales y no operacionales que se originan por fenómenos naturales, cambios bruscos del clima, deterioro de los equipos, errores humanos y descuidos en el mantenimiento, para lograr estimular los mayores inconvenientes que son capaces de afectar los procesos en los departamentos que integran la central de la empresa RIOJA S.A. para actuar sobre la contingencia de manera rápida y eficiente.

Revisando el documento desarrollado por la empresa RIOJA S.A. el plan de contingencia operativo es realizado con el fin de responder la continuidad eléctrica, logrando su propósito mediante la identificación de riesgos utilizando la herramienta causa- efecto y su respectiva matriz de riesgo, para así definir todos los elementos críticos y situaciones críticas, para obtener el plan de acción, toda esta información será útil para la investigación de mi presente proyecto,

ya que el documento ira adaptándose a los lineamientos de la estructura de la norma utilizada en el plan de contingencia operativo analizado.

Proyectos Energéticos ECUAGESA S.A., el 04 febrero del año 2021 sufrió una contingencia operativa que obligo a detener una de las unidades generadoras aproximadamente cuatro meses que genero grandes pérdidas económicas para la empresa, este imprevisto se dio por la fatiga del material y el tiempo de funcionamiento del mismo, que ocasionó el colapso de los pernos de la turbina que se acopla con el eje principal.

A pesar de contar con las herramientas de mantenimiento necesario, este evento no pudo controlarse y, al no contar la empresa con un plan de contingencia técnico y operativo se perdió tiempo para poner en servicio la unidad afectada y seguir brindado el servicio, por lo que la empresa sufrió grandes pérdidas económicas, ya que las empresas ecuatorianas para poder cobrar la póliza de seguro necesitan contar con un plan de contingencia que permita dar un sistema de fuentes alternativas para suministrar energía temporal con un nivel aceptable de calidad y evitar la repetición de contingencias similares.

2.2.Fundamentación Teórica

2.2.1. Central Hidroeléctrica

Las centrales hidroeléctricas son un conjunto de obras que permiten la transformación de la energía del agua en energía mecánica y luego en eléctrica a través de un grupo turbogenerador el aprovechamiento más frecuente de la energía hidráulica en la producción de electricidad constituye el uso de las alturas disponibles en la naturales o creadas artificialmente en los embalses ente la sección de captación o represamiento en un rio y cas de máquinas. (Galarza, 2015)

2.2.2. Elementos de la obra civil que conforman una central hidroeléctrica:

Rejillas o Bocatomas. “La función principal de las rejas, es evitar el paso de los cuerpos sólidos en las conducciones, deben cumplir con espaciamientos mínimos que dependen de la ubicación y del tipo de salto” (Gina Tituaña, 2018).

Azud. “El azud es una estructura de derivación que sirve para elevar el nivel de las aguas, a la vez cumple la función de captar y dejar escapar el agua excedente que no debe o ingresar al sistema” (Quintero, 2009).

Desarenadores. “Sedimentar partículas de tierra y arena que son arrastrados a lo largo del canal y evitar su ingreso a la tubería de presión” (Eduardo Briceño, 2008).

Vertederos. “Con esta obra se vierte el caudal de exceso que se presentan en la bocatoma y en el tanque de carga, y regresa al cauce del aprovechamiento” (Ortiz, 2011)

Canal de Conducción. “El canal es una estructura hidráulica de forma, comúnmente, rectangular y artificialmente construida, que en razón de su pendiente puede conducir agua de un lugar a otro” (Quintero, 2009).

Tanque de Carga. En esta obra la velocidad del agua es prácticamente cero, empalma con la tubería de presión, sus dimensiones deben garantizar que no ingresen burbujas de aire en la tubería de presión, permitir el fácil arranque del grupo turbina- generador y amortiguar el golpe de ariete. (Ortiz, 2011)

Tubería de presión. “Son tuberías que transportan agua bajo presión hasta la turbina, conectan con el tanque de carga, para que desde allí empiece el sistema de conducción de alta presión” (Quintero, 2009).

Casa de máquinas. “Es una estructura civil que tiene la mayor parte del equipo electromecánico, donde se transforma la energía hidráulica del agua en energía mecánica y posteriormente en eléctrica”. (Angel Betún, 2013)

Canal de Descarga. El canal de desagüe recoge el agua a la salida de la turbina para devolverle nuevamente al río en el lugar adecuado, en saltos bajos el canal de desagüe es corto, en saltos de gran altura el canal de desagüe en cambio debe ser de mayor longitud. (INEN059, 2012)

Subestación o Patio de Maniobras. “Lugar en el que se obtienen niveles de voltajes distintos a los enviados desde los centros de generación, aunque también pueden existir subestaciones carentes de equipos de transformación, cuya función es simplemente la de conexión” (Gomez, 2010).

Línea de Transmisión. “Estructura utilizada para el transporte de energía eléctrica, perteneciente al transmisor o generador” (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables , 2021)

2.2.3. Elementos electromecánicos principales que conforman la central hidroeléctrica.

Compuertas. Son necesarios para extraer el agua del embalse, especialmente cuando se realiza operaciones de mantenimiento a la represa. El agua extraída puede descargarse río abajo, puede llevarse los sedimentos acumulados. Regulan además la entrada del agua hacia el túnel de carga. Se encuentran a la altura del nivel mínimo del embalse. (Hurtado, 2006)

Generadores. Según, (Alejandro Valencia, 2013) menciona que un generador “Es un equipo rotativo que recibe la energía mecánica de la turbina para transformarla en energía eléctrica. Está compuesto por un estator fijo y un rotor unido al eje de la turbina.”

Turbina Hidráulica. “Son máquinas que transforman la energía cinética del agua en energía mecánica de rotación. Estas turbinas utilizan el agua que está a una altura superior, a esta altura le llamamos caída o salto” (Eduardo Briceño, 2008).

Válvulas 2600 para Tubería de Presión. “Las válvulas son las encargadas de controlar el paso del agua por la tubería, al restringir completamente el paso del agua en una sección de la tubería al cerrar la válvula se puede hacer el mantenimiento de la misma” (Gina Tituaña, 2018).

Válvula 1400 DN tipo Mariposa. “La válvula de mariposa es una extensión de la tubería donde se coloca un disco en forma de lente montado en un eje central, es de fácil utilización porque el disco iguala las presiones y esto hace que el manejo de esta válvula sea más fácil para cerrar y abrir. Para no producir golpe de ariete en la tubería de presión, es necesario cerrar la válvula lentamente.” (Gina Tituaña, 2018)

Transformador. “El transformador de salida, normalmente ubicado en el interior o exterior de la casa de máquinas, se encarga de elevar el voltaje. El transformador de llegada, ubicado en el centro de carga, se encarga de reducir el voltaje a las condiciones nominales de trabajo para el usuario final.” (Eduardo Briceño, 2008)

2.2.4. Sistema Auxiliares

Regulador de Velocidad. “Para mantener constante la frecuencia de la unidad que debe ser igual a la del sistema la velocidad debe mantenerse constante, para cualquier carga solicitada

dentro de su rango de operación, la velocidad se regula mediante la apertura o cierre de los inyectores y deflectores, esto debe darse de forma automática”. (Choque Apaza, 2011)

Sistema de Agua de Enfriamiento. “La finalidad de un sistema de enfriamiento es reducir de manera considerable la temperatura de distintos equipos y máquinas sometidas a variaciones constantes, la manera de disminuir la temperatura puede ser de manera directa o indirecta, directa cuando el medio y el equipo entran en contacto mientras que indirecta cuando no lo existe. Por lo general el principal medio de refrigeración es a través de agua y/o aire.” (Hurtado, 2006)

Sistema de Drenaje y Desagüe. “El sistema tiene por objetivo drenar por gravedad las infiltraciones provenientes de: casa de máquinas, edificio de control, área de montaje y túnel de acceso principal hacia el pozo de drenaje” (García Bermeo, 2017).

Sistema de Aire Comprimido. Se denomina aire comprimido a la aplicación técnica la cual utiliza aire a presión atmosférica que al pasar a través de un compresor se eleva la presión de aire a una presión de trabajo para sus futuros fines de aplicación dentro de las industrias. (Manuel de Jesus, 2011)

2.2.5. OSINERGMIN N° 264-2012-OS/CD.

“Procedimiento para la supervisión de los planes de contingencia operativos en el sector eléctrico” (Resolución de Consejo Directivo N° 264-2012-OS/CD, 2012).

2.2.6. Gestión de Riesgos Operativos u Operacionales

“Son todas aquellas acciones coordinadas para dirigir y controlar los riesgos a los que puedan estar abocadas las organizaciones. En este segundo apartado, el objetivo es trazar un marco de acción para saber qué aspectos gestionar y cómo hacerlo” (ISO 31000, 2018).

2.2.7. Contingencia

“Es una situación causada por falla interna, fenómeno natural o provocado externamente que afecta cualquiera de las partes del sistema eléctrico” (Ortiz Ibáñez, 2009).

2.2.8. Plan de Contingencia Operativa

Documento normativo que describe en forma clara, concisa y completa los riesgos en los sistemas eléctricos, establece la infraestructura para enfrentar las contingencias, las acciones para minimizar los efectos negativos de las contingencias, así como, la organización y responsables que intervienen en la solución de las contingencias. (Ortiz Ibáñez, 2009)

2.2.9. Riesgos Operativos

“Es el riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos en los procesos, personal y sistemas internos o bien por causa de eventos externos” (Jaya, 2016, pág. 5).

2.2.10. Ishikawa (causa efecto)

El Diagrama Causa – Efecto también es conocido como Diagrama de Espina de Pescado, por su similitud al esqueleto de un pez, o Diagrama Ishikawa en honor al Profesor Kaoru Ishikawa, quien lo desarrolló en 1943. Esta herramienta se utiliza para identificar las causas potenciales de un problema específico del proceso. Se deben incluir las causas y la pregunta sobre el porqué de ellas. Estas causas se representan de más general a más particular en las “espinas del pescado” de manera de organizar y mostrar gráficamente todas las causas del

problema en particular, hasta encontrar la causa raíz del problema que es la que se debe solucionar. (UNDA, 2009, pág. 38)

Parámetros utilizados para la herramienta Ishikawa:

Mano de obra o personal: conocimiento, entrenamiento, habilidad, capacidad, motivación del trabajador. (Apaza & Marisela Rosa, 2017)

Medio ambiente: En los procesos de operación, se consideran tanto las influencias ambientales controlables como las imprevisibles. El clima y otros fenómenos naturales entran en esta categoría. Facilita la toma de decisiones para afrontar los factores medioambientales que son manejables y cómo manejar aquellos que no lo son. (Apaza & Marisela Rosa, 2017)

Máquinas o sistemas de generación: capacidad necesaria de las máquinas, condiciones adecuadas de operación, ajustes adecuados de las herramientas, programas de mantenimiento. (Apaza & Marisela Rosa, 2017)

Material o logística: variabilidad de los materiales, cambio de materiales, influencia de los proveedores, tipos de materiales. (Apaza & Marisela Rosa, 2017)

2.2.11. Método de elaboración e implementación de planes de emergencia para empresas (MEIPPE).

El método de Elaboración e Implementación de Planes de Emergencias para Empresas (MEIPEE), únicamente se utiliza para la identificación y evaluación de factores de riesgos mayores o de desastres, que ocasionen incidentes y emergencias en una organización. (LEÓN, 2017, pág. 16)

Se toma en cuenta las consideraciones siguientes, de acuerdo a los peligros

identificados:

Tabla 1

Niveles de probabilidad y coeficiente

Ítem	Calificación	Total	Coeficiente para la formula
1	AP= Altamente probable	5 a 4	4
2	MP= Muy probable	3	3
3	P=Probable	2	2
4	PP= Poco probable	0 a 1	1

Nota. Obtenido de (Ninabanda, 2020). Se muestra los diferentes niveles de probabilidad que serán utilizados en la formula.

Tabla 2

Niveles de vulnerabilidad y coeficiente

Ítem	Rango	Coeficiente	Calificación
1	0,0 a 1.00	3	Vulnerabilidad Alta
2	1.01 a 2.00	2	Vulnerabilidad Media
3	2.01 a 3.00	1	Vulnerabilidad Baja

Nota. Obtenido de (Ninabanda, 2020). Se muestra los diferentes niveles de probabilidad que serán utilizados en la formula.

Formula:

$$R = A * V$$

Donde;

A= Coeficiente de probabilidad

V= Coeficiente de nivel de vulnerabilidad

R= Nivel de riesgo

Tabla 3

Nivel de riesgo según la MEIPPE

Nivel de riesgo	Categoría	Descripción
12 a 8	Riesgo Alto	Es una amenaza que casi puede ser seguro de aparecer, se debe aplicar acciones imprescindibles para gestionar el riesgo.
7 a 4	Riesgo Medio	Probablemente puede suceder el riesgo, se debe tomar decisiones para aumentar las medidas para la gestión del riesgo y prevenir inconvenientes
3 a 1	Riesgo Bajo	Riesgo que tal vez no suceda, no requieren planes ni acciones, ya que no es una amenaza.

Nota. Obtenido de (Ninabanda, 2020). Se muestra los diferentes niveles de riesgos que serán utilizados después de aplicar la fórmula.

2.2.12. Análisis de criticidad integral de activos físicos

El análisis de criticidad integral de activos físicos, permite establecer jerarquías o prioridades en instalaciones industriales, sistemas, equipos y dispositivos, considerando la contribución del riesgo total asociado al proceso o negocio. La metodología genera una estructura que facilita tomar decisiones, direccionar acciones y recursos; hacia las áreas operacionales, considerando distintas situaciones desde la perspectiva del impacto en el negocio. (Santos, Gutiérrez, Strefezza, & Agüero, 2013)

El análisis de peso que se da la criticidad esta dado por la formula

Criticidad = Frecuencia de falla x Impacto

Frecuencia de fallo: número de fallos existentes en un periodo de tiempo

Tabla 4

Criterios para probabilidad a partir de un análisis de criticidad

Ítem	Puntuación	Probabilidad
1	Bajo	De 0 a 1 falla en un año o en los últimos años de producción
2	Medio	2 fallas en un año o en los últimos años de producción
3	Alto	De >3 fallas en un año o en los últimos años de producción

Nota. Elaborado por el autor. Se realizo una relación de las frecuencias de fallas con los registros de los últimos 6 años que han generado perdidas a la empresa.

Impacto: se da por diversos factores, como son: impacto operacional, contexto operacional, disponibilidad de repuestos, flexibilidad operacional, tiempo de restablecimiento, costo de mantenimiento e impacto de seguridad y medio ambiente

Tabla 5

Criterios para la secuencia a partir de un análisis de criticidad

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS		
	Pérdidas de producción < 10%	1
Impacto Operacional (IO)	Pérdidas de producción 10% -25%	2
	Pérdidas de producción 25% -50%	3

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS		
	Pérdidas de producción > 50%	4
Flexibilidad operacional (FO)	Existe opción de respaldo	1
	Opción de respaldo compartido	2
	No existe opción de respaldo	3
	Adquisición de repuestos a corto tiempo	1
Disponibilidad de repuestos (DR)	Adquisición de repuestos en un tiempo considerable	2
	Adquisición de repuestos en un tiempo extenso	3
	Adquisición de repuestos de difícil adquisición	4
	Equivalente al costo del sistema 1 -10 %	1
Costo del mantenimiento (CM)	Equivalente al costo del sistema 11% - 34%	2
	Equivalente al costo del sistema 35% - 60%	3
	Equivalente al costo del sistema > 61%	4
	No provoca daños a personas, instalaciones o ambiente	0
Impacto de seguridad y medio ambiente (ISA)	Provoca impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
	Provoca daños menores - accidentes e incidentes	2
	Afecta las instalaciones causando daños severos	4
	Afecta al medio ambiente produciendo daños reversibles	6

Nota. Obtenido de (Santos, Gutiérrez, Strefezza, & Agüero, 2013). Criterios del análisis de criticidad utilizados para aplicar en la fórmula.

2.2.13. Matriz de riesgos

“El Comité de Basilea define como riesgo operativo “la posibilidad de ocurrencia de pérdidas financieras por deficiencias o fallas en los procesos internos, en la tecnología de información, en las personas o por ocurrencia de eventos externos adversos.” (Peña T., Rodríguez C., Solana P & Portela G., 2013).

Tabla 6

Especificaciones de la matriz según la INSST

		Impacto		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Frecuencia	Baja B	Riesgo Trivial T	Riesgo Tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo Tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo Importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo Intolerable IN

Nota. Fuente: (INSST, 2018). Especificaciones simples para estimar los niveles de riesgos operativos de acuerdo al impacto y frecuencia estimada.

Frecuencia.” Es la probabilidad de que el riesgo se materialice, suponiendo que no estén establecidos los controles o la mitigación.” (Muñoz, 2016)

Tabla 7*Puntuación de viabilidad para la evaluación de riesgos operativos*

Puntuación	Viabilidad	Ejemplo de frecuencia del evento de pérdida
Baja	Podría ocurrir alguna vez	Una vez en 1 año
Media	Debería ocurrir alguna vez	Dos veces en 1 año
Alta	Ocurrirá en muchas circunstancias	De 3 a 4 veces en 1 año

Nota. Fuente: (Muñoz, 2016) Ejemplo de frecuencia sobre un evento para establecer la puntuación en la evaluación de riesgos.

Impacto.” Es la consecuencia potencial del suceso, es decir de consolidarse el riesgo cual es la huella en términos monetarios, o bien el efecto directo o indirecto sobre los accionistas o acciones de una empresa (Muñoz, 2016)

Tabla 8*Puntuación de impacto para la evaluación de riesgos operativos*

Puntuación	Impacto
Ligeramente dañino	Las consecuencias se manejan con procedimientos de rutina. Interrupciones/pérdidas limitadas, en una sola unidad o proceso
Dañino	Las consecuencias no amenazan a la compañía, pero podrían implicar una revisión o un cambio importante en las operaciones del área o áreas afectadas, con recursos significativos. Existe daño importante a datos o servicios. Interrupciones/ pérdidas moderadas en hasta dos unidades de negocio o procesos.

Extremadamente dañino	Las consecuencias amenazan la continuidad de las operaciones de la compañía en todas las unidades de negocio o procesos. Interrupción de servicios prolongada o permanente. Daño a las relaciones comerciales de la compañía
--------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota. Fuente: COSO ERM. Se muestra el impacto de los riesgos operativos con su respectiva puntuación para la evaluación.

Valoración de riesgos. Los niveles de riesgos indicados en el cuadro anterior, forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones. En la siguiente tabla se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo. (INSST, 2018)

Tabla 9

Valoración de riesgos operativos

Riesgo	Acción
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado este asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Nota. Fuente: (INSST, 2018). Niveles indicados que nos indican si requieren mejorar los controles ya existentes o implementar unos nuevos.

2.2.14. Elementos críticos

“Elemento del sistema eléctrico, cuya falla puede producir una contingencia.”

(OSINERGMIN, 2012)

2.2.15. Situaciones críticas

“Es una situación natural o accidental cuya ocurrencia puede producir una contingencia.”

(OSINERGMIN, 2012)

2.2.16. Plan de acción

“Relación de actividades que la Empresa prevé ejecutar para superar, en forma provisional o definitiva, una contingencia.” (OSINERGMIN, 2012)

CAPÍTULO III

3. Metodología

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. *Investigación Descriptiva*

El tipo de investigación es descriptiva ya que se establece las características del proceso, los activos más importantes y cuales están propensos a sufrir daños, describiendo su realidad y obteniendo datos directamente del lugar de estudio, para conocer como es el proceso operativo de la central hidroeléctrica topo, las actividades, maquinaria, equipos y personal encargado del proceso de generación, con el objetivo de establecer el procedimiento a seguir en caso de contingencias dentro de los procesos en los departamentos de operación y mantenimiento.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. *Investigación no Experimental*

El diseño de la presente investigación es no experimental donde no se manipula y no se controla variables, esta investigación solo observa los hechos tal y como se presentan en el ambiente sin necesidad de alterarlos para luego ser analizados y proceder a diseñar el plan de contingencia técnico y operativo de la central.

El enfoque que tiene la presente investigación es cualitativo que busca conocer, comprender e interpretar los fenómenos de la problemática de estudio, donde a partir de circunstancias pasadas desde el punto de vista de los participantes se realizara un análisis sin necesidad de que intervenga el investigador para alterar la información.

3.3.Población de estudio

Entre el personal operativo que conforma la central hidroeléctrica Topo está de la siguiente manera; en el proceso de operación cuenta con cuatro operadores de consola, cuatro de campo, cuatro de compuertas y un supervisor. Y el personal de mantenimiento esta dé organizado de la siguiente manera; un supervisor eléctrico, un supervisor mecánico, técnico mecánico, asiste de mecánica, un instrumentista eléctrico y un técnico eléctrico. El personal de obra civil contamos con dos personas; un supervisor y un asistente

La población total es de 21 para la central hidroeléctrica Topo en los departamentos de operación y mantenimiento.

3.4.Técnicas de Recolección de Datos

Se recolectará información para identificar mediante entrevista a expertos y datos históricos con la herramienta Ishikawa para determinar los peligros y establecer los riesgos a los que está expuesta la central y proceder a la evaluación mediante una matriz de riesgos operativos de las mismas, para conocer el grado de criticidad de los sistemas se aplicó un análisis de criticidad.

3.5.Técnicas De Análisis E Interpretación De La Información

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Microsoft Visio

CAPÍTULO IV

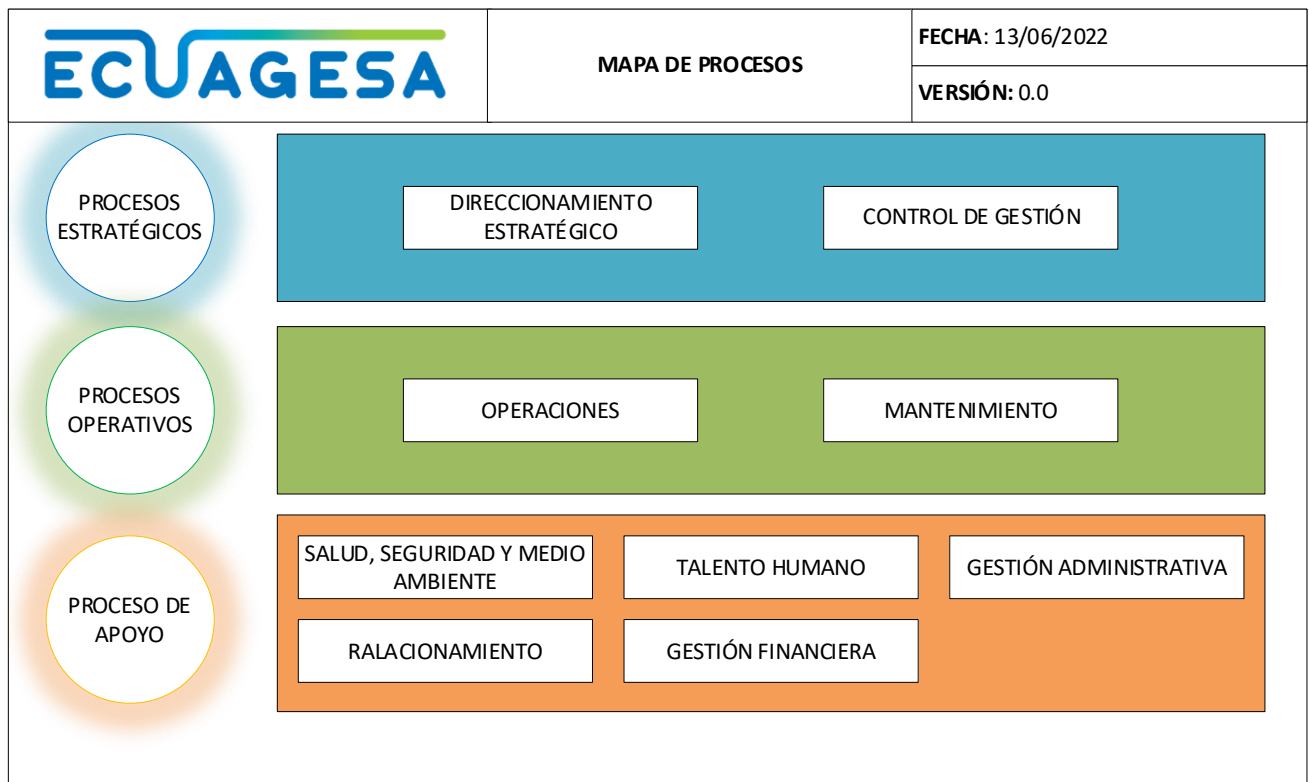
4. Resultado y Discusión

4.1. Identificación de los Procesos de Estudio

Para la presente investigación, el motivo de nuestro estudio son los procesos operativos; donde interviene los departamentos de operación y mantenimiento que la conforma la Central Hidroeléctrica Topo.

Figura 1

Mapa de procesos de proyectos Energéticos ECUAGESA S.A.



Nota. Elaborado por el autor. Se muestra el mapa de procesos para la identificación de los procesos operativos que son el motivo de nuestro estudio.

4.1.1. Diagrama de los Procesos Operativos.

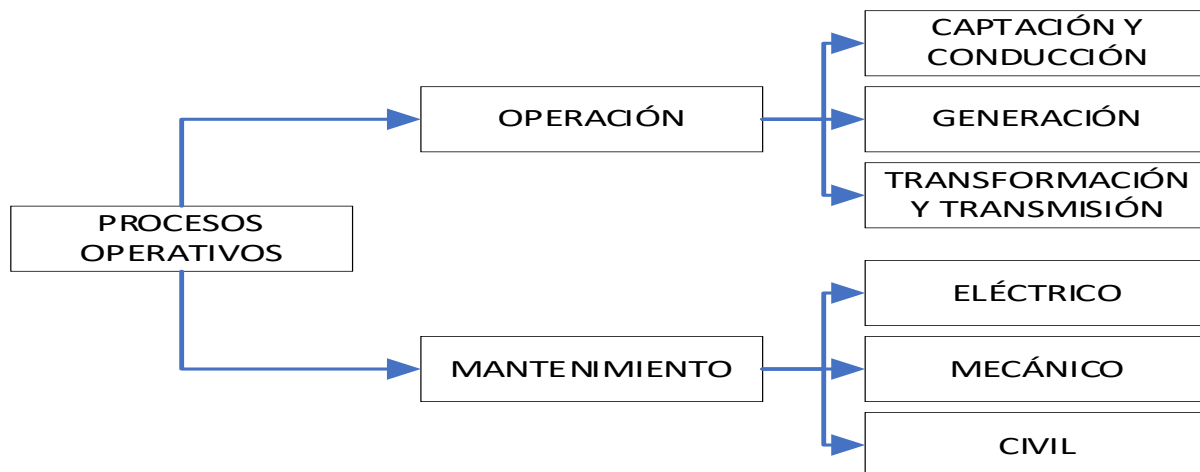
Se describe los subprocesos de los departamentos de operación y mantenimiento, los cuales tenemos que:

El departamento de operación consta de tres subprocesos para la producción de energía limpia, los cuales son: captación, conducción hídrica, generación y transformación.

El departamento de mantenimiento esta conformado por los siguientes subprocesos: eléctrico, mecánico y civil.

Figura 2

Procesos operativos de la central hidroeléctrica Topo

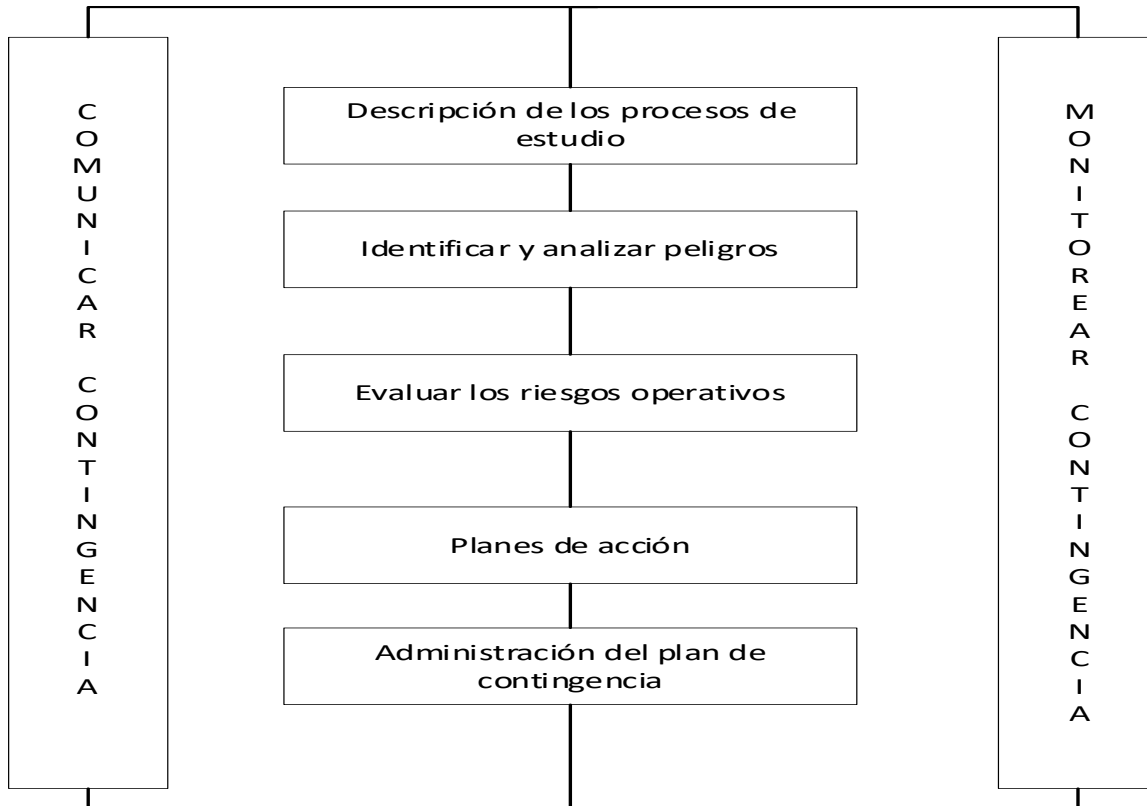


Nota. Elaborado por el autor. Clasificación de los procesos operativos de los departamentos de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Topo.

4.2. Proceso para la Elaboración del Plan de Contingencia Técnico Operativo

Figura 3

Elaboración del plan de contingencia



Nota. Elaborado por el autor. Procesos a seguir para la elaboración del plan de contingencia.

4.3. Descripción de los Procesos de Estudio

4.3.1. Obras de Captación

Con nivel de operación normal fijada a la cota 1.529,5 m.s.n.m para un caudal de 20 m³/s, está conformada por dos tipos de cierre con un azud –vertedero de flujo libre y un vertedero con dos compuertas radiales; ambas estructuras con una capacidad de descarga de 776 m³/s; también dispone de una compuerta de fondo para el lavado de sedimentos de 2m x 2m.

Las principales estructuras de las Obras de Captación, se describen a continuación:

Descarga a través del azud. El azud con una longitud de 40, 25 m tiene como objetivo elevar el nivel del caudal y que las aguas que se desvían a las rejillas para la casa de máquinas vayan de una manera tranquila.

Rejillas (Bocatoma). Diseñada para un caudal de 20 m³/s, está ubicada junto al vertedero 1 que está conformada por las rejillas que conduce al canal de ensamble con el desarenador y un vertedero de excesos 2.

Compuertas y Stop-logs. Tiene una mínima fuga de agua que es normal por el tamaño en las compuertas radiales de 12m x 3m cada una.

Desarenador. Está constituido por dos cámaras con una longitud de 43,00m, ancho de 6,80m y profundidad de 3,50m que permiten sedimentar partículas de diámetro superior a 0,50 mm. Contiene vanos para eliminar exceso de agua y evitar turbulencias.

Tabla 10

Especificaciones Técnicas de la Obra de Captación

Captación	
Captación	Toma Lateral
Tipo de cierre	Azud y vertederos
Longitud del azud	40, 25 m
Desarenador	Dos cámaras
Longitud	43, 00 m
Ancho	6,80 m

Captación	
Profundidad	6,50 m
Diámetro partícula sedimentada	0,50 mm

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas de los elementos que intervienen en el área de captación.

4.3.2. Obras de Conducción Hídrica

Esta constituidas por una canal de conducción que embalsa la transición de salida de las cámaras del desarenador y el vertedero de excesos; entre el vertedero de excesos y el túnel de conducción.

Canal de conducción. Este canal está constituido por una tubería de fibra de vidrio (GRP) de 2,8m de diámetro y una longitud de 55, 31 m, que trabaja a flujo libre.

Tabla 11

Especificaciones técnicas del canal de conducción

Canal de conducción	
Tipo	Tubería fibra de vidrio (GRP)
Diámetro	2.800 mm
Longitud	55,31 m

Nota. Elaborado por el autor Especificaciones técnicas del canal de conducción.

Vertedero Lateral. Entre la tubería de conducción y el túnel falso hay un canal de rectangular de longitud en la parte recta de 35, 4m y parte curva de 21, 85 m. Su ancho de 3 m y profundidad de 3,6 m. cuando el caudal sobre pasa el nivel permitido, se rechaza la carga y es descargado con normalidad, esto por el golpe de ariete.

Tabla 12*Especificaciones técnicas del vertedero lateral*

Vertedero Lateral	
Longitud recta	Parte recta: 35,44m; Parte curva 21,85
Ancho	3,00 m
Profundidad	3,60 m
Cota	1.526,85 m

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones del vertedero lateral

Túnel de conducción. Es del tipo baúl con un ancho de 3,3m y una altura de 3,6m; pero la sección hidráulica tiene un calado 3,3m, longitud de 512,40 m con pendiente de 0,0144%.

Tabla 13*Especificaciones técnicas del túnel de conducción*

Túnel de conducción	
Tipo	Baúl
Longitud	512, 40 m
Ancho	3,30 m
Profundidad	3,60 m
Calado	3,30 m
Pendiente	0,01%

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del túnel de conducción.

Tanque de carga. El caudal captado que llega desde el túnel de conducción a un tanque con un volumen irregular de 1.000 m³, para ser conducido por medio de la tubería de presión

hacia las unidades generadoras. El nivel normal del espejo de agua está en la cota 1.525,47 msnm; y los niveles máximos y mínimos del espejo de agua están en las cotas 1.526,85 msnm y 1.524,18 msnm respectivamente.

Tabla 14

Especificaciones técnicas del tanque de carga

Tanque de carga	
Volumen	1.000m ³
Dimensiones	Variable, forma irregular
Cota nominal	1.525,47 m.s.n.m.
Cota mínima	1.524, 18 m.s.n.m.
Cota máxima	1.526,85 m.s.n.m.

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del tanque de carga.

Tubería de presión. La tubería de acero, constituida por una tubería de fibra de vidrio tipo GRP con una longitud de 376,7m y espesor variable; y una tubería de acero de 15,52m de longitud y espesor de 22 mm.

Esta tubería tiene un diámetro interno de 2,6 m y una longitud desde su bocatoma hasta el bifurcador de 392,22m aproximadamente. Al inicio de la tubería de presión está instalada una válvula de guardia el tipo mariposa con un diámetro de 2.600mm. Al final de cada ramal que se conecta a las unidades generadoras, se proveyó de válvulas individuales del tipo mariposa con un diámetro de 1.400mm.

Tabla 15*Especificaciones técnicas de la tubería de presión*

Tubería de presión	
Tipo	Superficial, GRP y acero
Diámetro	2.600 mm
Longitud	392,92 m
Espesor	Variable (33,76mm; 33,76 ;22 mm)

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas de la tubería de presión.

4.3.3. Casa de Máquinas

Es de tipo superficial. La casa de máquinas tiene cinco niveles donde se ubican las diferentes estructuras que la conforman. La casa de máquinas se instaló un puente grúa con una capacidad para izar una carga de 70t; equivalente al peso del rotor de cada generador. Las dimensiones de la casa de máquinas son de 66m x 27 m de ancho, donde se ubican las dos unidades generadoras de 14,55 MW cada una y sus equipos auxiliares.

Tabla 16*Especificaciones técnicas de casa de máquinas*

Casa de máquinas	
Tipo	Superficial
Longitud	31,90 m
Ancho	14,45 m
Altura	16,70 m
Cota principal	1.367,00 msnm
Cota de eje de turbina	1.359,50 msnm
Cota de descarga	1.362, 21 msnm

Puente grúa	70 t
-------------	------

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones en casa de máquinas.

Válvula DN 2600. En la tabla 17, se muestra las especificaciones del sistema:

Tabla 17

Especificaciones técnicas del sistema

Válvula principal (DN 2600)	
Presión de aceite HPU	5 - 012 MPa
Volumen de tanque de aceite	122 L
Volumen de acumuladores	1,6 L
Tipo de aceite	ISO VG46
Temperatura de aceite	20 °C m ³ /h

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas de la válvula DN 2600.

Válvula DN 1400. En la tabla 18, se muestra las especificaciones del sistema:

Tabla 18

Especificaciones técnicas del sistema

Válvula principal (DN 1400)	
Presión de aceite HPU	5 - 012 MPa
Volumen de tanque de aceite	122 L
Volumen de acumuladores	1,6 L
Tipo de aceite	ISO VG46
Temperatura de aceite	20 °C m ³ /h

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas de la válvula DN 1400.

Turbina tipo Francis. Datos de la turbina Francis diseñada por las condiciones de caudal, los datos garantizados son los siguientes:

Tabla 19

Datos de turbina

Turbina	Francis
Potencia nominal	14,55 MW
Eficiencia nominal	94,29%
Descarga nominal	9,82%
Altura nominal	161 m
Velocidad de rotación nominal	600 rpm
Potencia mínima	5,82 MW

Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas de la turbina tipo Francis.

Generador para turbina tipo Francis. Se parámetros de los generadores sincrónicos diseñado por las condiciones de la turbina Francis, los datos garantizados son los siguientes:

Tabla 20

Datos del generador de turbina Francis

Potencia nominal	16,5 MW
Factor de potencia	0,85 (atraso)
Velocidad nominal	600 rpm
Voltaje y frecuencia nominal	13.8 KV + 7,55%
Eficiencia	97,53%
Velocidad nominal	600M

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del generador

Sistema de agua de enfriamiento. El sistema cuenta con los siguientes datos;

Tabla 21

Especificaciones técnicas del sistema de agua de enfriamiento

Sistema de agua de enfriamiento	
Presión de trabajo	0,3 - 0,5 MPa
Caudal requerido	210 m ³ /h
Cojinete superior	53 m ³ /h
Cojinete inferior	12 m ³ /h
Cojinete de la turbina	3,45 m ³ /h
Radiadores	140 m ³ /h

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del sistema de agua de enfriamiento.

Sistema de aire comprimido. Se indican los datos técnicos del sistema de aire comprimido:

Tabla 22

Especificaciones técnicas del sistema de aire comprimido

Sistema de aire comprimido	
Presión de aire	0,7 - 0,4 MPa
Flujo de aire requerido	2L/s
# de actuadores	4

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del sistema aire comprimido

Sistema de drenaje. El sistema de drenaje y desagüe cuenta con los siguientes datos técnicos a continuación:

Tabla 23*Especificaciones técnicas del sistema de drenaje*

Sistema de drenaje	
Bomba	SHANGHAI
Modelo	100 WQ 80-24-11
Capacidad	80 m ³ /h
Velocidad	2900 RPM

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del sistema de drenaje

Sistema de regulación de velocidad. A continuación, se muestra las especificaciones técnicas del sistema de regulación de velocidad:

Tabla 24*Especificaciones técnicas del sistema de regulación*

Sistema de Regulación de velocidad	
Presión de aceite	16MPa
Tipo de aceite	ISO VG46
Capacidad de servomotor	500 Nm
Volumen del servomotor	2,25 L
Volumen del tanque de aceite	1,2 m ³
Volumen de acumuladores	3,160 L
Temperatura de aceite	10°C - 50°C
Carrera de servomotores	112 mm

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del sistema de regulación de velocidad.

4.3.4. Subestación

En la subestación se ubican el transformador de potencia de 35 MVA que eleva el voltaje de generación desde 13,8kV al voltaje de transmisión a 138kV. También se ubican los equipos de maniobras tales como el interruptor y seccionadores; y los equipos de protección, transformadores de instrumentos y el pórtico para la conexión con la línea de transmisión.

Tabla 25

Especificaciones técnicas de la subestación

Subestación	
Tipo	Aérea
Transformadores	3 fases, 35 MVA 13,8/138 KV

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas de la subestación.

Transformador principal. En la **tabla 26** se detallan la modelación del transformador:

Tabla 26

Datos del transformador

Tipo	Trifásico
Enfriamiento	ONAN
Potencia nominal	35.000 kVA
Relación de transformación	13,8 a 138 kV
Frecuencia	60 Z

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas del transformador principal

4.3.5. Línea de Transmisión

La línea de transmisión que conecta a la central hidroeléctrica con la red eléctrica ecuatoriana es del tipo aérea, con conductor de aluminio del tipo ACAR y calibre 300 MCM. La longitud aproximada de la línea es de 6,67 km y la capacidad de transmisión de potencia es de 110MVA.

Tabla 27

Especificaciones técnicas de la línea de transmisión

Línea de transmisión	
Tipo y voltaje	Aéreo circuito simple a138 KV
Longitud	6,67 km
Límite térmico	109,71 MVA
Tipo de conductor	ACAR, 300 MCM

Nota. Elaborado por el autor. Especificaciones técnicas de la línea de transmisión.

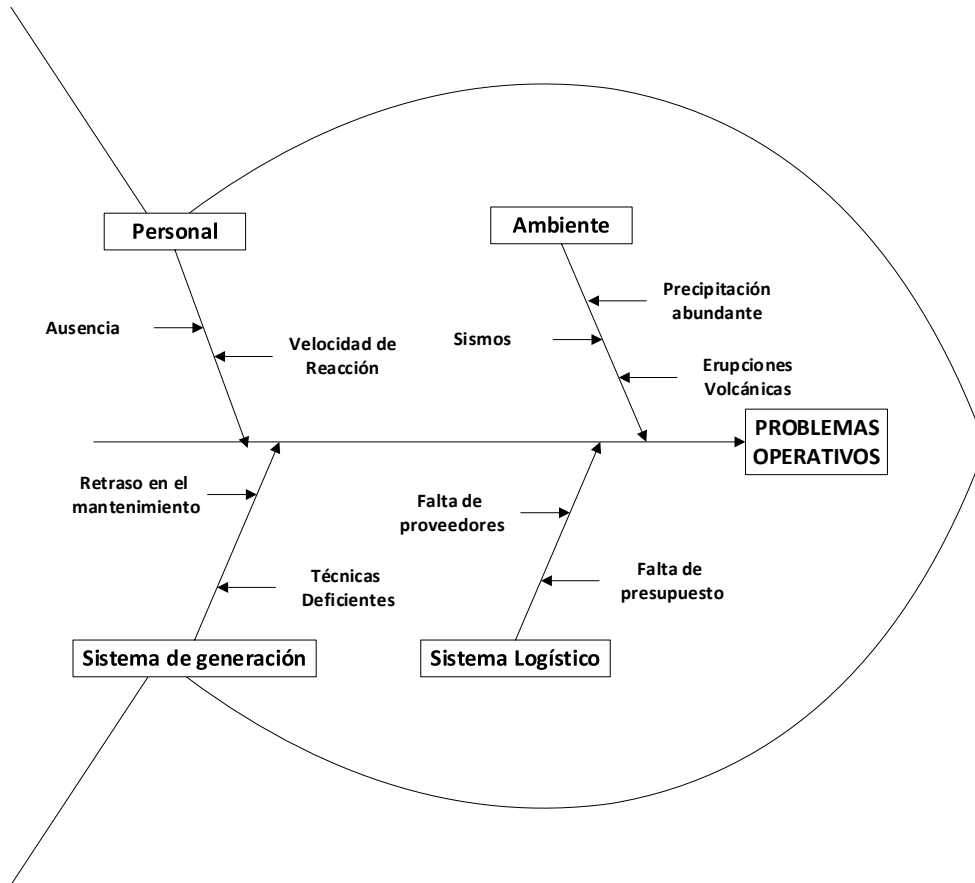
4.4. Identificación de peligros

El primero paso para un buen análisis de riesgos operativos es la identificación de peligros que debe ser detallada de manera cautelosa, este paso es importante para la investigación.

Para la identificación de peligros se utilizó la herramienta causa-efecto (también conocida como espina de pescado), la misma nos permite precisar los factores que originan riesgos operativos en el proceso de captación, conducción, generación, transformación y transmisión tanto por eventos internos y externos.

Figura 4.

Identificación de peligros con el método Ishikawa



Nota. Elaborado por el autor. Se establece las causas que afectan a la operación de la central.

A continuación, se detalla los factores identificados:

4.4.1. Personal

Es una amenaza importante que se debe tomar en cuenta, ya que el personal de mantenimiento y de operación a pesar de ser capacitados constantemente y contar con una gran experiencia en su campo, es necesario que sepan actuar de manera rápida y oportuna ante un evento imprevisto, se tomó en cuenta los siguientes factores:

Velocidad de respuesta. La respuesta ante la presencia de estos eventos debe ser rápida, antes de que ocasione efectos irreversibles en las instalaciones. El estado conductual, como el estrés, exceso de confianza, desmotivación, discusión, apuros, contenidos de trabajo, carga excesiva de trabajo, relaciones personales, etc., de los operadores, técnicos y supervisores de las diferentes áreas para la toma de decisiones en sus actividades hacen que realicen un procedimiento inadecuado provocando fallas a las máquinas y reduciendo su vida útil, es decir a mayor capacitación y experiencia menor será el tiempo empleado en solventar los diferentes problemas operativos.

Ausencia. La falta de personal técnico y operativo de las diferentes áreas se dan por diferentes circunstancias ya sea por salud, por días de descanso, entre otros. Es un factor que puede ocasionar retraso en el mantenimiento correctivo emergente. Este factor se verá reflejado en el tiempo empleado en las diferentes actividades de mantenimiento, además de mantenimientos incorrectos o erróneos, que podrían producir paradas emergentes a futuro o daños en las unidades de generación y sistemas auxiliares.

4.4.2. Ambiente

Los fenómenos naturales en los procesos de operación son eventos externos impredecibles que afectan la producción, aunque la probabilidad de ocurrencia es baja, no hay que dejar de lado su importancia en este estudio. Para este factor se tomó en cuenta las siguientes condiciones que debido a la zona geográfica donde se encuentra ubicado la central, se cataloga de la siguiente manera:

Sismos. “El 96,12% se encuentra en zona de alta intensidad, por lo que río negro es una zona rodeada de grandes pendientes y fallas geológicas, por lo que es considerada un riesgo alto.” (Lopez, 2019)

Erupciones volcánicas. Cabe mencionar que según la actualización del plan de orden Territorial 2015, indica que la parroquia Río Negro la afectación por actividad volcánica es de riesgo bajo, por lo que para la central hidroeléctrica Topo que se encuentra ubicada en esta zona no tiene riesgos a situaciones volcánicas. (Lopez, 2019)

Precipitaciones abundantes: En esta zona muestra una vulnerabilidad media en cuestiones de cambio climáticos, considerando que en su mayoría las fuertes lluvias que pueden ocasionar diluvio son en los meses de junio, julio y agosto. El invierno es considerado en febrero, marzo abril mayo y junio. Y el verano es en enero octubre, noviembre y diciembre. (Lopez, 2019)

4.4.3. Sistemas de generación

Este factor se refiere a los equipos, máquinas, herramientas y las instalaciones que forman parte del proceso, si están en buenas condiciones de operatividad, si ofrecen un rendimiento eficiente, si cuenta con el mantenimiento oportuno y si están siendo usadas de manera correcta, para este factor se analizó las siguientes causas:

Retraso en los mantenimientos. Por la mala de planificación, así como también los problemas en la logística y administración de los repuestos pueden provocar retrasos en los diferentes tipos de mantenimiento, debido a la falta o carencia de los mismos.

Técnicas deficientes: Al aplicar métodos y herramientas que no son específicamente para ese fin, estas técnicas hacen que la vida útil de los activos no sea la esperada.

4.4.4. *Material*

El sistema logístico, como busca de proveedores certificados locales, que nos ayuden abastecer el área de bodega para mantener un stock adecuado.

Falta de presupuesto. Falta de presupuesto por el excesivo costo de los repuestos considerados críticos que no se pueden almacenar en bodega.

Falta de proveedores. La ausencia de proveedores locales es una causa para que no esté almacenado los repuestos necesarios para los distintos tipos de mantenimiento.

4.5. **Identificación y evaluación de amenazas para los procesos operativos con la metodología MEIPPE.**

Tabla 28

Identificación de amenazas

IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS	
Origen	Tipo
Ambiente	Sismos
	Erupciones Volcánicas
	Precipitaciones abundantes
Sistemas de generación/ Maquinaria	Retraso en el mantenimiento
	Técnicas deficientes
Personal	Velocidad de respuesta
	Ausencia
Sistema logístico/ Material	Falta de presupuesto

IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS	
Origen	Tipo
	Falta de proveedores

Nota. Elaborado por el autor. Identificación de amenazas que se pueden presentar y afectar a los procesos operativos.

4.5.1. Calificación y coeficiente de vulnerabilidad para las amenazas identificadas

Tabla 29

Niveles de vulnerabilidad

Ítem	Coeficiente	Calificación
1	3	Vulnerabilidad alta
2	2	Vulnerabilidad media
3	1	Vulnerabilidad baja

Nota. Obtenido de (Ninabanda, 2020). Se muestra los diferentes niveles de probabilidad que serán utilizados en la formula.

Tabla 30

Nivel de vulnerabilidad para las amenazas identificadas

No.	LISTADO DE AMENAZAS	NIVEL DE VULNERABILIDAD	COEFICIENTE PARA LA FÓRMULA
1	Sismos	Medio	2
2	Erupciones Volcánicas	Bajo	1
3	Precipitaciones abundantes	Alto	3

4	Retraso	Bajo	1
5	Técnicas deficientes	Bajo	1
6	Velocidad de respuesta	Bajo	1
7	Ausencia	Bajo	1
8	Falta de presupuesto	Medio	2
9	Falta de proveedores	Medio	2

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad y coeficiente para formula.

Para el dar un el nivel de vulnerabilidad se tomó en cuenta lo siguiente criterios, véase en

Anexo 13:

Tabla 31

Nivel de vulnerabilidad para la amenaza ambiente

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD	Amenaza Natural					
	Sismos		Erupciones volcánicas		Precipitaciones abundantes	
1. Gestión Organizacional	0,57	REGULAR	0,86	BUENO	0,43	REGULAR
2. Capacitación y Entrenamiento	0,58	REGULAR	1,00	BUENO	0,25	MALO
3. Características de Acciones ante emergencias operativas	0,67	REGULAR	0,92	BUENO	0,17	MALO
RESULTADOS	1,82	MEDIA	2,77	BAJA	0,85	ALTA

Nota. Elaborador por el autor. Nivel de vulnerabilidad para sismos, erupciones volcánicas y precipitaciones abundantes.

Tabla 32*Nivel de vulnerabilidad para la amenaza Sistema de generación*

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD	Amenaza Sistema de Generación			
	Retraso en el mantenimiento		Técnicas deficientes	
1. Gestión Organizacional	0,64	REGULAR	0,79	BUENO
2. Capacitación y Entrenamiento	0,75	BUENO	0,75	BUENO
3. Características de Acciones ante emergencias operativas	1,00	BUENO	1,00	BUENO
RESULTADOS	2,39	BAJA	2,54	BAJA

Nota. Elaborador por el autor. Nivel de vulnerabilidad para retraso en el mantenimiento y técnicas deficientes.

Tabla 33*Nivel de vulnerabilidad para la amenaza Sistema logístico*

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD	Amenaza Sistema Logístico			
	Falta de proveedores		Falta de presupuesto	
1. Gestión Organizacional	0,79	BUENO	0,79	BUENO
2. Capacitación y Entrenamiento	0,58	REGULAR	0,58	REGULAR
3. Características de Acciones ante emergencias operativas	1,00	BUENO	1,00	BUENO
RESULTADOS	2,37	BAJA	2,37	BAJA

Nota. Elaborador por el autor. Nivel de vulnerabilidad para falta de proveedores y proveedores.

Tabla 34*Nivel de vulnerabilidad para la amenaza Personal*

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD	Amenaza Personal			
		Ausencia		Velocidad de respuesta
1. Gestión Organizacional	0,79	BUENO	0,79	BUENO
2. Capacitación y Entrenamiento	0,58	REGULAR	0,58	REGULAR
3. Características de Acciones ante emergencias operativas	1,00	BUENO	1,00	BUENO
RESULTADOS	2,37	BAJA	2,37	BAJA

Nota. Elaborador por el autor. Nivel de vulnerabilidad para ausencia y velocidad de respuesta para la amenaza del personal.

Se tomo los siguientes criterios para la evaluación, además que se describe datos históricos en la empresa:

Tabla 35*Criterios de vulnerabilidad*

Nivel vulnerabilidad	Resultado
Alto	0.0 -1.0
Medio	1.1 -2.0
Bajo	2.1 – 3.0

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central.

Situación de ambiente en la central hidroeléctrica Topo. Se ha considerado el nivel de vulnerabilidad para los peligros identificados, datos obtenidos del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Río Negro del año 2015 para los factores ambientales, con referencia a los datos históricos suscitados en la central hidroeléctrica Topo, que indica lo siguiente:

Situaciones de Sismos

Tabla 36

Nivel de vulnerabilidad para eventos sísmicos.

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
Existe la alta probabilidad de ocurrencia de un sismo de un 96,12% ya que el Ecuador está dentro del cinturón de fuego lo que la convierte a la parroquia en vulnerable.	Ninguno
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
El 26 de mayo del 2019 se interrumpió la producción de energía normal por el incremento de vibraciones debido a la presencia de un sismo con una magnitud de 4° a 5° Richter que fue sentido en el país y su epicentro se generó en Perú con una escala de 8° Richter.	Perdida de producción, sin causar daños a los elementos de operación.
Vulnerabilidad	Media

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Río Negro, 2015. Nivel de vulnerabilidad para las situaciones de sismos

Situaciones Volcánicas

Tabla 37

Nivel de vulnerabilidad de eventos volcánicos

Eventos en la parroquia Río Negro	Efectos
Para la parroquia Río Negro la afectación por actividad volcánica del Tungurahua es de riesgo bajo.	Ninguno
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
Mediante los datos históricos no se ha presentado ningún riesgo	Ninguno
Vulnerabilidad	Bajo

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Río Negro, 2015. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central para las situaciones volcánicas.

Situaciones de precipitaciones abundantes

Tabla 38

Nivel de vulnerabilidad para cambios climáticos

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
En esta zona muestra una vulnerabilidad media en cuestiones de cambio climáticos debido a que se encuentra en la región amazónica con un clima tropical donde las lluvias se hacen presente la mayoría del año, pero considerando que los	Deslizamientos de pendientes en la vía principal.

meses de junio, julio y agosto son en donde se intensifican las mismas lo que podrían ocasionar crecidas de ríos, quebradas derrumbes, deslaves etc.

Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
<p>Se considera un riesgo debido a que existe la mayoría del año fuertes lluvias que ocasionan crecida del rio Topo con arrastre de sedimentos, fuente principal para la generación de energía. Se evidencia en los registros de los datos históricos que el 20 de junio del 2017 ocurrió un deslizamiento de material pétreo y lodoso suscitado por el incremento del caudal en uno de los cuerpos hídricos pequeño (quebrada), cercano a la casa de máquinas; el arrastre de estos sedimentos transportados por el agua de escorrentía superficial inundó las facilidades de la misma, producto de la inundación fue afectado el funcionamiento normal de las unidades generadoras</p>	<p>Perdida de producción. Disminución de vida útil de los elementos electromecánicos.</p> <p>Fallas en los sistemas auxiliares.</p>
Vulnerabilidad	Alta

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Rio Negro, 2015. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central para precipitaciones abundantes.

Situación en los sistemas de generación.

Tabla 39

Situaciones de retraso en el mantenimiento

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
No aplica.	Ninguna
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
Mediante el análisis de datos históricos, la central hidroeléctrica no ha sufrido ningún riesgo operativo por causa de retraso de mantenimiento	Ninguna
Vulnerabilidad	Baja

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central para retraso en el mantenimiento.

Tabla 40.

Situaciones de técnicas deficientes

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
No aplica.	Ninguna
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
No ha existido ninguna novedad	Ninguna
Vulnerabilidad	Baja

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad para técnicas deficientes.

Situación del personal de operación y mantenimiento

Tabla 41.

Situaciones velocidad de respuesta

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
No aplica.	Ninguna
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
La central hidroeléctrica no ha sufrido ningún riesgo operativo por causa del personal.	Ninguna
Vulnerabilidad	Baja

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central para factores psicosociales.

Tabla 42

Nivel de vulnerabilidad para ausencia

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
No aplica.	Ninguna
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
No ha existido ningún inconveniente en la empresa.	Ninguna
Vulnerabilidad	Baja

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central para ausencia del personal.

Situación del sistema logístico.

Tabla 43

Nivel de vulnerabilidad de falta de presupuesto

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
No aplica.	Ninguna
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos
Tomando en cuenta que los repuestos básicos se encuentran almacenados en bodega, además la empresa cuenta con proveedores que faciliten la adquisición de los mismos. Cabe mencionar que los repuestos considerado críticos no se tiene en bodega, por motivo de costo.	Pérdida de producción Retraso en mantenimientos correctivos emergentes.
Vulnerabilidad	Media

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central escasez de repuestos, herramientas y equipos por falta de presupuesto.

Tabla 44

Nivel de vulnerabilidad de Falta de proveedores

Eventos en parroquia Río Negro	Efectos
No aplica.	Ninguna
Eventos en la central hidroeléctrica Topo	Efectos

Tomando en cuenta que los repuestos básicos se encuentran almacenados en bodega, además la empresa cuenta con proveedores que faciliten la adquisición de los mismos. Cabe mencionar que los repuestos considerado críticos no se tiene en bodega, por motivo de costo.	Pérdida de producción Retraso en mantenimientos correctivos emergentes.
Vulnerabilidad	Media

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de vulnerabilidad con relación a los datos históricos de la central de la falta de proveedores locales.

4.5.2. Calificación y coeficiente de probabilidad para las amenazas identificadas

Tabla 45

Niveles de probabilidad

Ítem	Calificación	Puntuación	Coeficiente para la fórmula
1	AP=Altamente probable	5 a 4	4
2	MP=Muy probable	3	3
3	P=Probable	2	2
4	PP=Poco probable	1 o 0	1

Nota. Obtenido de (MFRA, 2015). Se muestra los niveles de probabilidad para el coeficiente para la fórmula.

Resultado del nivel de probabilidad

Tabla 46

Nivel de Probabilidad para las amenazas identificadas

No.	LISTADO DE AMENAZAS	NIVEL DE PROBABILIDAD	COEFICIENTE PARA LA FÓRMULA
1	Sismos	MP	3
2	Erupciones Volcánicas	PP	1
3	Precipitaciones abundantes	AP	4
4	Retraso	PP	1
5	Técnicas deficientes	PP	1
6	Velocidad de respuesta	PP	1
7	Ausencia	PP	1
8	Falta de presupuesto	P	2
9	Falta de proveedores	P	2

Nota. Elaborado por el autor. Nivel de probabilidad y coeficiente para formula

A continuación, se da la valoración de la probabilidad con los datos históricos que se han presentado en la central.

Tabla 47

Probabilidad de ocurrencia de la amenaza

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA AMENAZA							
No.	TIPOS DE AMENAZAS	CRITERIOS (cada criterio vale 1 punto)					NIVEL DE PROBABILIDAD
		Antecedentes	Estadísticas	Estudios científicos	Nivel de recurrencia	Total, de puntuación	
1	Sismos	1	0	1	1	3	MP
2	Erupciones Volcánicas	0	0	0	0	0	PP
3	Precipitaciones abundantes	1	1	1	1	4	AP

4	Retraso	0	0	1	0	1	PP
5	Técnicas deficientes	0	0	1	0	1	PP
6	Velocidad de respuesta	0	0	1	0	1	PP
7	Ausencia	0	0	1	0	1	PP
8	Falta de presupuesto	1	0	1	0	2	P
9	Falta de proveedores	1	0	1	0	2	P

Nota. Elaborado por el autor. De acuerdo a las estadísticas se ha dado las siguientes valoraciones para obtener el valor de probabilidad.

Tomando en cuenta que:

- **Antecedentes:** Sucesos que se han presentado en la empresa con respecto a daños a los elementos que interviene en el proceso.
- **Estadísticas:** Se ha presentado en empresas cercanas a la central de estudio.
- **Estudios científicos:** Son aquellos que emiten una institución técnica competente y que validan la probabilidad de ocurrencia de una amenaza.
- **Nivel de recurrencia:** Periodicidad que se repite el evento afectando a la central hidroeléctrica Topo.

Tabla 48

Calificación y coeficiente para el nivel de probabilidad

CALIFICACIÓN	COEFICIENTE
SI	1
NO	0

Nota. Elaborado por el autor. Valores para la calificación de acuerdo a los criterios mencionados.

Una vez calculado el nivel de probabilidad y vulnerabilidad de las amenazas se procede a aplicar la fórmula para conocer el nivel de riesgos, que se encuentra de la siguiente manera:

Formula y nivel de riesgo para las amenazas identificadas

Fórmula.

$$R=P*V$$

Donde:

P = Coeficiente de probabilidad

V = Coeficiente de nivel de vulnerabilidad

R = Nivel de riesgo

Tabla 49

Resultado de la evaluación de amenazas para el proceso operativo

Ítem	Tipo de Amenaza	Probabilidad	Vulnerabilidad	Resultado	Nivel de Riesgo
1	Sismos	3	1	3	Medio
2	Erupciones Volcánicas	1	1	1	Bajo
3	Precipitaciones abundantes	3	3	12	Alto
4	Retraso	1	1	1	Bajo
5	Técnicas deficientes	1	1	1	Bajo
6	Velocidad de respuesta	1	1	1	Bajo
7	Ausencia	1	1	1	Bajo
8	Falta de presupuesto	2	2	4	Medio
9	Falta de proveedores	2	2	4	Medio

Nota. Obtenido por el autor. Evaluación de la amenaza y resultado del nivel de riesgo.

Análisis

Mediante la evaluación de amenazas con la metodología MEIPEE aplicada para los peligros identificados, con un nivel de riesgo alto tenemos las precipitaciones abundantes. Nivel medio tenemos los sismos, falta de presupuesto y proveedores. Y para un nivel bajo las erupciones volcánicas, retraso en mantenimiento, técnicas deficientes, velocidad de repuestas y ausencia, siendo amenazas que han afectado a la producción de energía.

4.6. Criterios para la evaluación de riesgos operativos.

Una vez ya se han identificado los riesgos, se realizó un análisis de criticidad para proceder a su respectiva evaluación, tomando en cuenta los criterios fundamentales; impacto operacional, flexibilidad de operación, disponibilidad de repuestos, costo de mantenimiento e impacto de seguridad y medio ambiente, los cuales se detallan a continuación:

Resultados de frecuencia en fallos

Tabla 50

Fallos en los años de producción de los elementos electromecánicos

Sistemas	# Fallos	Probabilidad
Compuerta Radial	1	Baja
Válvula DN 2600	0	Baja
Válvula DN 1400	0	Baja
Sistema de regulación de velocidad	1	Baja
Turbina	2	Medio
Generador	2	Medio

Sistema de drenaje	2	Media
Sistema de aire comprimido	0	Baja
Sistema de Agua de enfriamiento	2	Medio
Transformador	1	Baja
Línea de transmisión	1	Baja

Nota. Obtenido del autor. Numero de fallos en los 6 años de los elementos electromecánicos del central obtenido de los datos históricos del SCADA

Tabla 51

Fallos en los años de producción de los elementos de obra civil

Instalaciones	# Fallos	Probabilidad
Rejillas	3	Alta
Desarenadores	0	Baja
Canal de conducción	0	Baja
Vertedero Lateral	0	Baja
Túnel de conducción	0	Baja
Tanque de carga	0	Baja
Tubería de presión	0	Baja

Nota. Obtenido del autor. Numero de fallos en los 6 años de los elementos obra civil de la central, obtenido de los datos históricos del SCADA.

Para dar valor de frecuencia en fallo (Probabilidad) se tomó en cuenta la **Tabla 52**, y el total de fallas encontradas en los datos históricos de la empresa, véase el **Anexo 14**.

Tabla 52*Interpretación de la probabilidad.*

Puntuación	Probabilidad
Bajo	De 0 a 1 falla
Medio	2 fallas
Alto	De >3 fallas

Nota. Elaborado por el autor. Se realizo una relación de las frecuencias de fallas con los registros de los últimos 6 años que han generado perdidas a la empresa

Para el cálculo del impacto (Probabilidad) se tomó en cuenta los criterios del análisis de criticidad, que mostramos a continuación:

Tabla 53*Criterios para la evaluación de riesgos*

Elementos electromecánicos	IO	FO	DR	CM	ISA	Impacto	Interpretación
Compuerta Radial	3	1	1	2	0	7	LD
Válvula DN 2600	4	4	2	2	0	12	D
Válvula DN 1400	4	4	2	2	0	12	D
Sistema de regulación de velocidad	3	1	1	2	0	7	LD
Turbina	4	3	3	3	4	17	ED
Generador	4	3	3	3	4	17	ED

Sistema de drenaje	4	3	3	3	4	17	ED
Sistema de aire comprimido	1	3	2	1	1	7	LD
Sistema de Agua de enfriamiento	2	3	2	1	1	10	D
Sistema de excitación	4	3	3	3	1	19	ED
Transformador principal	1	4	3	4	10	21	ED
Pararrayo	1	1	1	2	10	15	D
Transformador de corriente	2	3	3	4	10	23	ED
Transformador de potencia	2	3	3	4	10	23	ED
Línea de transmisión	2	3	3	4	10	23	ED

Nota. Obtenido del autor. Impacto de los 6 años de los elementos electromecánicos, mediante la evaluación de criticidad.

Tabla 54

Criterios para la evaluación de riesgos

Elementos de obra civil	IO	FO	DR	CM	ISA	Impacto	Interpretación
Rejillas	4	3	1	1	4	13	D
Desarenadores	4	1	1	4	0	10	D
Canal de conducción	4	3	3	4	0	14	D
Vertedero Lateral	4	3	3	4	4	18	ED
Túnel de conducción	4	3	3	4	0	14	D
Tanque de carga	4	3	3	4	0	14	D
Tubería de presión	4	3	3	4	4	18	ED
Canal de descarga	4	3	3	4	4	18	ED

Nota. Obtenido del autor. Impacto de los años de producción de los elementos de obra civil, mediante la evaluación de criticidad.

Interpretación:

Tabla 55

Interpretación del impacto.

Puntuación	Impacto
Ligeramente dañino	0-5
Dañino	6-15
Extremadamente dañino	16-30

Nota. Obtenido del autor. Interpretación de los resultados obtenidos del impacto de cada elemento, mediante la evaluación de criticidad.

4.7. Evaluación de riesgos operativos

4.7.1. Evaluación de riesgos operativos

Tabla 56

Resultado de la evaluación de riesgos operativos del área de captación y conducción

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
Rejillas	Precipitaciones abundantes en zonas altas las cuales ocasionan el incremento de caudal en el río Topo	Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc.	Obstrucción de rejillas de entrada. Pérdida de producción	RIESGO IMPORTANTE	Requiere plan de acción

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
Compuertas Radiales	Precipitaciones abundantes Falta de proveedores	Desborde de cuerpos sólidos por las compuertas	Falla en el accionamiento hidráulico. Pérdida de producción.	RIESGO TRIVIAL	Si
	Precipitaciones abundantes en zonas altas	Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc.	Erosión de umbrales.	RIESGO TRIVIAL	Si
Desarenador	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos, además diluvios en las quebradas Cisneros y Brava Miche.	Daño en la infraestructura	RIESGO MODERADO	Si
	Precipitaciones abundantes	Arrastre de sedimentos que sobrepasan las rejillas de entrada	Pérdida de eficiencia en cámara de carga, pérdida de producción.	RIESGO TOLERABLE	Si
Canal de conducción	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos, además aluvión en las quebradas Cisneros y Brava Miche.	Daño en la infraestructura	RIESGO TOLERABLE	Si

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
Vertedero Lateral	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos	Daño en la infraestructura	RIESGO MODERADO	Si
Túnel de conducción	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos, además aluvión en las quebradas Cisneros y Brava Miche.	Colapso de estructura de embaulado	RIESGO TOLERABLE	Si
Tanque de carga	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos	Colmatación de material	RIESGO TOLERABLE	Si
Tubería de presión (GRP)	Sismos y precipitaciones abundantes	Desprendimiento de taludes de hormigón, asentamientos y desplazamientos de suelo por saturación de agua superficial y subterránea	Desplome de estructura	RIESGO MODERADO	Si
Válvula DN 2600	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de	Baja presión	Central inoperativa y cierre de válvula por daño en la unidad hidráulica	RIESGO TOLERABLE	Si

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
	proveedores y presupuesto				

Nota. Elaborado por el autor. Resultados de la evaluación de riesgos operativos del área de captación y conducción de la central hidroeléctrica Topo.

Tabla 57

Evaluación de riesgos operativos del área de generación

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
Casa de máquinas	Precipitaciones abundantes que incremento del caudal en los afluentes del río Topo	Inundación	Central inoperativa	RIESGO MODERADO	Requiere plan de acción
Válvula DN 1400	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Baja presión	Central inoperativa y cierre de válvula por daño en la unidad hidráulica	RIESGO TOLERABLE	Si

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
Turbina	Precipitaciones abundantes donde los sedimentos que sobrepasan las rejillas de entrada y salida. Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Ausencia y velocidad de respuesta del personal.	Cavitación y erosión	Pérdida de eficiencia de la unidad por desgaste y fisuras de rodete, álabes directrices, placas de desgaste superior e inferior, anillos de laberinto superior e inferior y sellos de mantenimiento	RIESGO IMPORTANTE	Requiere plan de acción
	Sismos Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes en el mantenimiento. Ausencia y velocidad de respuesta del personal	Vibraciones	Perdida de producción por desalineamiento de cojinete y componentes de turbina	RIESGO IMPORTANTE	Si
Generador	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Sobre corriente y sobre voltaje	Central inoperativa por degradación del aislamiento de devanados del estator y rotor	RIESGO MODERADO	Si
	Sismos Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes en el mantenimiento. Ausencia y velocidad de respuesta del personal.	Vibraciones	Pérdida de producción por desalineamiento de cojinete superior e inferior	RIESGO MODERADO	Requiere plan de acción

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
	Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes mantenimiento.	Incremento de temperatura.	Pérdida de producción por falla en los radiadores	RIESGO MODERADO	Si
	Sismos Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes en el mantenimiento. Ausencia y velocidad de respuesta del personal	Falla en el sistema eléctrico y de control del sistema de excitación	Falla en el sistema eléctrico y de control del sistema de excitación	RIESGO IMPORTANTE	Requiere plan de acción
Regulador de velocidad	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Baja presión	Pérdida de producción por rotura de sellos en tubería, falla en motores eléctricos, switch de presión, instrumentación, etc.	RIESGO TOLERABLE	Si
Canal de descarga	Sismo y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de coluviales de casa de máquinas	Obstrucción de canal de descarga	RIESGO MODERADO	Si

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipo de riesgo	Medida de control
Aire comprimido	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Baja presión	Pérdida de producción por falla en los radiadores en los compresores en bandas, motores eléctricos, filtros y partes mecánicas. Cañerías perforadas Daños en el motor eléctrico, filtros e instrumentación.	RIESGO TRIVIAL	Si
Drenaje	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Inundación	Central inoperativa por daño en las bombas sumergibles y switch de flujo	RIESGO IMPORTANTE	Requiere plan de acción
Agua de enfriamiento	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes de mantenimiento. Cambio de clima que trae sedimentos hasta las instalaciones	Baja presión	Central inoperativa por daños en bombas centrífugas y filtros de retro lavado debido al agua turbia que produce obstrucciones o desgaste	RIESGO TOLERABLE	Si

Nota. Elaborado por el autor. Resultados de la evaluación de riesgos operativos del área de generación de la central hidroeléctrica Topo.

Tabla 58

Resultado de la evaluación de riesgos operativos del área de transformación y transmisión.

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipos de riesgo	Medidas de control
Subestación	Incremento del caudal en los afluentes del río Topo	Inundación	Central inoperativa	RIESGO IMPORTANTE	Requiere plan de acción
Transformador principal	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Incendio	Central inoperativa por falla en los aislamientos de bobinados	RIESGO MODERADO	Requiere plan de acción
Pararrayo	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de taludes de hormigón y aluviones de riachuelos	Central inoperativa por daño de transformador por descargas atmosféricas	RIESGO TRIVIAL	Si
Transformador de corriente	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Sobre corriente y sobrevoltaje	Central inoperativa	RIESGO MODERADO	Si

Sistema	Peligro	Riesgo	Consecuencia	Tipos de riesgo	Medidas de control
Transformador de potencia	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Sobre corriente y sobrevoltaje	Central inoperativa	RIESGO MODERADO	Si
Estructuras y obra civil de La línea de transmisión	Sismos, retraso y técnicas deficientes en los mantenimientos	Asentamientos de la base de las torres de transmisión	Central inoperativa por rotura de cables de la línea de transmisión y falla en el equipamiento de protección eléctricas	RIESGO MODERADO	Requiere plan de acción

Nota. Elaborado por el autor. Resultados de la evaluación de riesgos operativos del área de transformación y transmisión de la central hidroeléctrica Topo.

4.8. Identificación de elementos y situaciones críticas

4.8.1. Situaciones críticas identificadas con la evaluación de riesgos

Tabla 59

Situaciones críticas identificadas

Situación crítica	Contingencia	Consecuencia
Rejillas	Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc.	Obstrucción de rejillas de entrada. (Pérdida de producción)

Situación crítica	Contingencia	Consecuencia
Casa de máquinas y subestación	Inundación en el piso de turbina, generador, válvulas y subestación	Central inoperativa

Nota. Elaborado por el autor. Situaciones críticas identificadas a partir de la evaluación de riesgos operativos que requieren plan de acción.

4.8.2. Elementos críticos identificados con la evaluación

Tabla 60

Elementos Críticos identificadas

Elemento crítico	Contingencia	Consecuencia
Turbina	Cavitación y erosión	Pérdida de eficiencia de la unidad por desgaste y fisuras de rodete, álabes directrices, placas de desgaste superior e inferior, anillos de laberinto superior e inferior y sellos de mantenimiento.
	Vibraciones	Perdida de producción por desalineamiento de cojinete y componentes de turbina
Generador	Vibraciones	Pérdida de producción por aflojamiento de los pernos de sujeción de ejes con turbina, núcleo magnético del estator y demás partes o componentes.
	Falla en el sistema eléctrico y de control.	Pérdida de producción y desgaste de escobillas, fallas en los lazos de control y fallas eléctricas como el transformador, puente rectificador de tiristores
Drenaje	Inundación	Central inoperativa por daño en bombas sumergibles por desgaste o por sus características Daño en la instrumentación

Elemento crítico	Contingencia	Consecuencia
Transformador principal	Incendio	Central inoperativa por falla en los aislamientos de bobinados
Estructuras y obra civil de La línea de transmisión	Asentamientos de la base de las torres de transmisión	Central inoperativa por rotura de cables de la línea de transmisión y falla en el equipamiento de protección eléctricas

Nota. Elaborado por el autor. Situaciones críticas identificadas a partir de la evaluación de riesgos operativos que requieren plan de acción.

4.9. Planes de acción para los elementos y situaciones críticas identificadas

4.9.1. Situaciones críticas

Tabla 61

Plan de acción para el arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc.

Contingencia	Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc.
Causa	Precipitaciones abundantes en zonas altas las cuales ocasionan el incremento de caudal en el río Topo
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio
1	El operador de compuerta en turno que presencie el evento informa a su superior la presencia de cuerpos sólidos y sedimentos en el área de captación producidas por eventos naturales.
2	El operador de consola realizara las maniobras de incremento y decremento de carga con la coordinación del operador de compuerta, mientras que el operador de compuerta con el limpia rejillas retira sedimentos para mantener el nivel de caudal en el tanque de carga en las condiciones adecuadas de operación.

-
- 3** En caso de continuar el evento, el supervisor de operaciones coordina acciones pertinentes con su personal a cargo (Operador de consola, campo y de compuertas) e informa de manera verbal a los departamentos involucrados (Supervisor de seguridad, salud y ambiente, supervisores de los departamentos técnicos, administrador de campo y Gerente de planta), para que estén atentos si es de ser necesaria su intervención.
 - 4** El operador de compuerta realiza la limpieza de las rejillas de entrada con ayuda mecánica (limpia rejilla) para permitir el ingreso normal del caudal, el supervisor civil delega al personal de servicios generales para brindar el apoyo en la limpieza de las rejillas de salida, mientras que el administrador de campo coordina la movilización del personal, el personal de servicios generales realiza la limpieza mediante herramientas manuales, cuando estas maniobras de limpieza ya no sean suficientes para mantener el nivel de caudal necesario, el operador de compuerta nuevamente se comunica con el operador de consola para coordinar la apertura de compuertas radiales y compuerta de fondo.
 - 5** Se procede a la apertura de compuertas radiales y de fondo para permitir que los cuerpos sólidos y sedimentos sigan el cauce del río para así evitar la acumulación en las rejillas de entrada. Esta maniobra se la debe realizar en un tiempo aproximado de 5 minutos ya que, si existe una disminución drástica de caudal hacia el tanque de carga ocasionaría la parada de las unidades.
 - 6** Si la maniobra mencionada no logra desalojar los sedimentos y cuerpos flotantes de las rejillas de entrada, el operador de compuerta informa al operador de consola.
 - 7** El operador de consola informa a gerencia de planta para proceder a la parada de emergencia de las unidades por la saturación de las rejillas de entrada.
-

8	Posteriormente el operador de consola informa al CENACE mediante una llamada telefónica, la causa y la hora de salida de servicio de las unidades.
9	Una vez las condiciones climáticas mejoren y las rejillas permanezcan sin obstrucción, se cierran las compuertas radiales y la de fondo para generar el almacenamiento de agua necesario.
10	Los supervisores de las áreas junto con su personal de apoyo realizan una evaluación técnica de los sistemas, para verificar si no existe alguna falla en los equipos por exceso de sedimentos.
11	Una vez descartadas las fallas en los equipos se procede a solicitar al CENACE el permiso para poner en servicio las unidades.
12	Una vez aceptada la autorización, entran en servicio las unidades siguiendo el procedimiento establecido por el departamento de operaciones.
13	Se envía informes de falla explicando la hora de salida y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones.

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para el arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc precipitaciones abundantes en zonas altas del río Topo, con el fin de superar la contingencia.

Tabla 62

Plan de acción para inundaciones en casa de máquina

Contingencia		Inundación
Causa	Precipitaciones abundantes que incrementa el caudal en los afluentes del río Topo	
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio	

-
- 1** La persona que evidencia el evento informa a su inmediato superior, en este caso gerente de planta.
 - 2** Gerente de planta da la orden de evacuar al personal con su debido protocolo de seguridad hacia los puntos de encuentro más cercano.
 - 3** Gerente de planta junto con el operador de campo y de consola coordinan las maniobras a realizarse para afrontar la contingencia, primero proceden a verificar si el arrastre de agua y sedimentos están ingresando al área operativa por el acceso que está diseñado para ingreso y salida del personal, si se verifica que el agua y sedimento ingresa se procede a cerrar de manera manual el acceso a casa de máquinas, siempre y cuando sea seguro.
 - 4** El operador de consola se comunica con el operador de compuerta para realizar la apertura de compuertas radiales y de fondo con el objetivo de disminuir el ingreso de agua y evitar el golpe de ariete en el vertedero 3 y así continuar con las maniobras de parada de emergencia de las unidades.
 - 5** Se declara la indisponibilidad de la central y se coordina con ayuda externa en Quito las instrucciones a seguir, posteriormente se informa al CENACE sobre las causas de parada de las unidades.
 - 6** Una vez que el evento haya concluido y sea seguro para el personal, el gerente de planta conforma el equipo de trabajo para realizar la evaluación de daños en las instalaciones.
 - 7** Se prohíbe el ingreso a terceros y se delimita las áreas afectadas.
 - 8** Se establecen las acciones para recuperar el proceso de generación, mediante la evaluación de los daños de las instalaciones mencionadas anteriormente.
 - 9** Los supervisores y técnicos de áreas se encargarán de realizar las acciones para recuperar el proceso, en caso de no contar con los equipos o repuestos necesarios, el administrador de campo, procede a contactar a las empresas locales especializadas para la adquisición de
-

repuestos o servicios, en caso de no poder solventar la contingencia se contrata empresas Internacionales.

- 10** Se declara la disponibilidad de las instalaciones, y se procede a poner en servicio las unidades.
- 11** Se solicita al CENACE la autorización de servicios de las unidades y una vez aceptada, se procede a poner en servicio las unidades.
- 12** Se envía informes detallando la hora de parada y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones.

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para inundación en casa de máquinas por precipitaciones abundantes, con el fin de superar la contingencia.

Tabla 63

Plan de acción para inundación en la subestación

Contingencia	Inundación
Causa	Incremento del caudal en los afluentes del río Topo
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio
1	La persona que evidencia el evento informa a su inmediato superior, en este caso al Gerente de Planta.
2	El operador de campo se comunica con el operador de consola para coordinar las maniobras a realizarse junto con el gerente de planta
3	El operador de consola se comunica con el operador de compuerta para la apertura de compuertas radiales y de fondo para proceder a la parada de emergencia de las unidades y finalmente abrir el disyuntor 52-102 y seccionador para desconectarse de la línea de distribución del SNI.

-
- 4 El personal evacua de manera ordenada hacia el punto de encuentro, por las rutas de evacuación establecidas en el plan de emergencias.
 - 5 Se declara la indisponibilidad de la central y se coordina los procedimientos a seguir con ayuda externa en Quito, posteriormente se informa al CENACE sobre las causas de la parada de las unidades.
 - 6 Una vez que el evento haya concluido y sea seguro para el personal, el gerente de planta conforma los equipos de trabajo para realizar la limpieza por parte del personal de servicios generales, posterior a la limpieza se realiza la evaluación de daños en las instalaciones de la subestación mediante pruebas eléctricas y pruebas geológicas, por parte del departamento eléctrico y civil.
 - 7 Se prohíbe el ingreso a terceros y se delimita las áreas afectadas.
 - 8 Los supervisores y técnicos eléctricos mediante su evaluación determinan si los daños pueden ser reparados por el personal de la empresa o si necesitan que intervengan empresas externas locales o internacionales según sea el caso, para solventar la contingencia.
 - 9 Una vez que se repare el daño luego del mantenimiento correctivo y las pruebas respectivas, se procede a solicitar al CENACE la autorización de la puesta en marcha de las unidades.
 - 10 Aceptada la autorización por parte del CENACE, se procede a poner en servicio las unidades.
 - 11 Se envía informes detallando la hora de parada y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para inundación en subestación por precipitaciones abundantes, con el fin de superar la contingencia

4.9.2. Elementos críticos

Tabla 64

Plan de acción para contingencias de las turbinas

Contingencia	Cavitación, erosión y vibraciones
Causa	Sismos
	Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes en el mantenimiento.
	Ausencia y velocidad de respuesta del personal
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio
1	Al existir una anomalía en la turbina las alarmas de emergencia se activan por la presencia de fuertes vibraciones, altas temperaturas, sonidos anómalos, derrame de aceite, sobre velocidad, etc., en caso de superar los valores normales de operación, se produce el disparo de la unidad.
2	El operador de campo y consola en turno procede a evaluar la falla, y de ser posible corregirla se procederá al arranque de la unidad, caso contrario se informará a las líneas de supervisión y gerente de planta.
3	Los supervisores y técnicos de mantenimiento mecánico y eléctrico evalúan la falla mediante la revisión de históricos, tendencias y alarmas, para de esta manera identificar el grado de criticidad de las misma.
4	Dependiendo del análisis anterior, se informa al CENACE sobre la indisponibilidad de la unidad afectada.
5	Los supervisores y gerente de planta realizan una planificación y cronograma de trabajo (Tiempo total de corrección de fallas, stock de repuestos, equipos y herramientas, personal técnico externo, etc.)

-
- 6 Se procede a realizar la consignación de mantenimiento en el sistema SAMWEB del CENACE, además se procede a registrar el evento en el sistema BOSNINET.
 - 7 Una vez aprobada la consignación por parte del CENACE, se procede a realizar los mantenimientos para la corrección de fallas.
 - 8 El departamento de operaciones coloca el kit de bloqueo y etiquetado respectivos para garantizar la seguridad del personal técnico durante el mantenimiento.
 - 9 El departamento de mantenimiento inicia con los trabajos de corrección de falla en la turbina.
 - 10 Una vez concluido los trabajos de mantenimiento se realiza pruebas de funcionamiento, si los resultados son favorables se informará al departamento de operaciones el retiro del kit de bloqueo y etiquetado, para posterior proceder a la normalización de los sistemas auxiliares y proceder al arranque, caso contrario al no tener los resultados esperados se procederá al desmontaje de la unidad o unidades y corrección de la falla.
 - 11 El departamento de operaciones realiza un arranque en vacío.
 - 12 Durante el tiempo de funcionamiento en vacío se revisa tendencias, para comprobar su correcto funcionamiento.
 - 13 Se informa al CENACE que se finalizó los trabajos de mantenimiento correctivo emergente, se cierra la consignación y se pone en línea la unidad.
 - 14 Se envía informes detallando la hora de parada y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones.

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para recuperar el servicio al presentarse una contingencia en la turbina.

Tabla 65*Plan de acción para contingencias en el generador*

Contingencia	Vibraciones
	Falla en el sistema eléctrico y de control
Causa	Sismos
	Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes en el mantenimiento.
	Ausencia y velocidad de respuesta del personal
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio
1	Al existir una anomalía en el generador las alarmas de emergencia se activan por la presencia de fuertes vibraciones, altas temperaturas, sonidos anómalos, falla del sistema de excitación, derrame de aceite, etc., en caso de superar los valores normales de operación, se produce el disparo de la unidad.
2	El operador de campo y consola en turno procede a evaluar la falla, y de ser posible corregirla se procederá al arranque de la unidad, caso contrario se informará a las líneas de supervisión y gerente de planta.
3	Los supervisores y técnicos de mantenimiento eléctrico evalúan la falla mediante la revisión de históricos, tendencias y alarmas, para de esta manera identificar el grado de criticidad de la misma.
4	Dependiendo del análisis anterior, se informa al CENACE sobre la indisponibilidad de la unidad.
5	El supervisor eléctrico y gerente de planta realizan una planificación y cronograma de trabajo (Tiempo total de corrección de fallas, stock de repuestos, equipos y herramientas, personal técnico externo, etc.)

-
- 6 Se procede a realizar la consignación de mantenimiento en el sistema SAMWEB del CENACE, además se procede a registrar el evento en el sistema BOSNINET.
 - 7 Una vez aprobada la consignación por parte del CENACE, se procede a realizar el mantenimiento correctivo de fallas.
 - 8 El departamento de operaciones coloca el kit de bloqueo y etiquetado respectivos para garantizar la seguridad del personal técnico durante el mantenimiento
 - 9 El departamento de mantenimiento inicia con los trabajos de corrección de falla en el generador.
 - 10 Una vez concluido los trabajos de mantenimiento se realiza pruebas de funcionamiento, si los resultados son favorables se informará al departamento de operaciones el retiro del kit de bloqueo y etiquetado, para posterior proceder a la normalización de los sistemas auxiliares y proceder al arranque, caso contrario al no tener los resultados esperados se procederá al desmontaje de la unidad o unidades y corrección de la falla.
 - 11 El departamento de operaciones realiza un arranque en vacío.
 - 12 Durante el tiempo de funcionamiento en vacío se revisa tendencias, para comprobar su correcto funcionamiento.
 - 13 Se informa al CENACE que se finalizó los trabajos de mantenimiento correctivo emergente, se cierra la consignación y se pone en línea la unidad.
 - 14 Se envía informes detallando la hora de parada y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones.

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para recuperar el servicio al presentarse una contingencia en generador.

Tabla 66*Plan de acción para contingencia en el transformador principal*

Contingencia	Incendio
	Ausencia y velocidad de respuesta del personal.
Causa	Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes de mantenimiento.
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio
1	Al existir una anomalía en el transformador principal las alarmas de emergencia se activan por la presencia de altas temperaturas en devanados y aceite, sonidos anómalos, sobre corriente, sobre voltaje, ángulo de fase, diferencial de corriente y voltaje, derrame de aceite, atmosféricos, etc., en caso de superar los valores normales de operación, se produce la desconexión del Sistema Nacional Interconectado mediante el disyuntor 52-102 por lo que provoca el disparo de unidades.
2	El operador de campo y consola en turno evalúa la falla, y de ser posible corregirla se procederá a la conexión del transformador y arranque de unidades, caso contrario se informará a las líneas de supervisión y gerente de planta, además se realiza el arranque de generador de emergencia para el suministro de energía eléctrica en la planta.
3	Los supervisores y técnicos de mantenimiento eléctrico evalúan la falla mediante la revisión de históricos, tendencias y alarmas, para de esta manera identificar el grado de criticidad de la misma.
4	Dependiendo del análisis antes mencionado, se informa al CENACE sobre la indisponibilidad de la central.
5	El supervisor eléctrico con su equipo de trabajo y gerente de planta realizan una planificación y cronograma de trabajo (Tiempo total de corrección de fallas, stock de repuestos, equipos y herramientas especializadas, personal técnico externo si es de ser necesario, etc.)

-
- 6 Se procede a realizar la consignación de mantenimiento en el sistema SAMWEB del CENACE, además se procede a registrar el evento en el sistema BOSNINET.
 - 7 Una vez aprobada la consignación por parte del CENACE, se procede a realizar el mantenimiento correctivo de la falla
 - 8 El departamento de operaciones coloca los Kit de bloqueos y etiquetados eléctricos para garantizar la seguridad del personal técnico durante el mantenimiento.
 - 9 El departamento de mantenimiento inicia con los trabajos de corrección de falla del transformador principal.
 - 10 Una vez finalizado el mantenimiento se realiza pruebas eléctricas de funcionamiento, si los resultados son favorables se informará al departamento de operaciones, para el retiro del kit de bloqueo y etiquetado, y arrancar la central. Caso contrario, al no contar con los recursos necesarios para solventar la contingencia, se ve la necesidad de contratar servicios o repuestos de proveedores externos, esto a cargo del departamento de administración.
 - 11 Ya solucionada la falla y con las pruebas necesarias sale de servicio el generador de emergencia e ingresa el transformador al Sistema Nacional Interconectado.
 - 12 Se alimenta los sistemas auxiliares y se procede al arranque de las unidades.
 - 13 Se informa al CENACE que se finalizó los trabajos de mantenimiento, se cierra la consignación y se pone en línea la central
 - 14 Se envía informes detallando la hora de parada y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones.

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para recuperar el servicio al presentarse una contingencia en el transformador principal.

Tabla 67*Plan de acción para contingencias en el sistema de drenaje*

Contingencia	Inundación
Causa	<p>Ausencia y velocidad de respuesta del personal.</p> <p>Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes de mantenimiento.</p> <p>Falta de proveedores y presupuesto</p>
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio
1	<p>Al existir una anomalía en el sistema de drenaje las alarmas de emergencia se activan por fallas en bombas electro sumergibles y sistema de control eléctrico, en caso de superar los valores normales de operación, se disparan las dos unidades.</p>
2	<p>El operador de campo y consola en turno evalúan la falla en el sistema de drenaje, y de ser posible corregirla se procederá al arranque de las unidades, caso contrario se informa a las líneas de supervisión y gerente de planta.</p>
3	<p>Los supervisores y técnicos de mantenimiento eléctrico evalúan la falla mediante la revisión de históricos, tendencias y alarmas, para de esta manera identificar el grado de criticidad de la misma.</p>
4	<p>Dependiendo del análisis anterior, se informa al CENACE sobre la indisponibilidad de la central.</p>
5	<p>Los supervisores de las diferentes áreas y gerente de planta realizan una planificación y cronograma de trabajo (Tiempo total de corrección de fallas, stock de repuestos, equipos y herramientas especializadas, personal técnico externo si es de ser necesario, etc.)</p>
6	<p>Se realiza la consignación de mantenimiento en el sistema SAMWEB del CENACE, además se registra el evento en el sistema BOSNINET.</p>
7	<p>Una vez aprobada la consignación por parte del CENACE, se realiza los mantenimientos para corrección de fallas</p>

-
- 8 El departamento de operaciones coloca el kit de bloqueo y etiquetado respectivo para garantizar la seguridad del personal técnico durante el mantenimiento eléctrico o mecánico.
 - 9 El departamento de mantenimiento inicia con los trabajos de corrección de falla en el sistema de drenaje.
 - 10 Una vez terminado los trabajos de mantenimiento se realiza pruebas de funcionamiento, si los resultados son favorables se informa al departamento de operaciones el retiro del kit de bloqueo para el arranque de las unidades. Caso contrario, al no contar con los recursos necesarios para solventar la contingencia, se ve la necesidad de contratar servicios o repuestos de proveedores externos, esto a cargo del departamento de administración.
 - 11 Se normaliza los sistemas auxiliares y se realiza un arranque en vacío
 - 12 Durante el tiempo de funcionamiento en vacío se revisa tendencias, para comprobar su correcto funcionamiento.
 - 13 Se informa al CENACE que se finalizó los trabajos de mantenimiento, se cierra la consignación y se pone en línea la central
 - 14 Se envía informes detallando la hora de parada y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones.
-

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para recuperar el servicio al presentarse una contingencia en el sistema de drenaje.

Tabla 68

Plan de acción para contingencias en las estructuras y obra civil de la línea de transmisión

Contingencia	Asentamientos de la base de las torres de transmisión
Causa	Sismos
	Retraso y técnicas deficientes en los mantenimientos
Ítem	Procedimiento para recuperar el servicio

-
- 1 Ante la presencia de un evento natural que llegue a comprometer la estructura y conexión de la línea de transmisión se activaran las protecciones eléctricas mismas que provocaran el disparo de la central.
 - 2 Se comunica con TRANSELÉCTRIC (S/E Topo) y CENACE para verificar el estado de conexión del Sistema Nacional Interconectado, si no existe alguna anomalía en dicho sistema el operador de consola se comunicará con el departamento eléctrico para solicitar una verificación de las líneas de transmisión.
 - 3 Dependiendo del análisis anterior, se informa al CENACE sobre la indisponibilidad de la central.
 - 4 El personal de mantenimiento mecánico, eléctrico y civil realizan la inspección y evaluación de posibles daños en el sistema.
 - 5 En el caso de encontrarse daños significativos en el sistema, el supervisor eléctrico, mecánico, civil y gerente de planta realizan una planificación y cronograma de trabajo, explicando el tiempo total de corrección de falla, stock de repuestos necesarios, equipos y herramientas especiales, personal técnico externo si es de ser necesario, etc.
 - 6 Se procede a realizar la consignación de mantenimiento en el sistema SAMWEB del CENACE, además se procede a registrar el evento en el sistema BOSNINET.
 - 7 Una vez aprobada la consignación por parte del CENACE, se procede a realizar los mantenimientos para corrección de fallas
 - 8 El departamento de operaciones coloca el kit de bloqueos y etiquetados para garantizar la seguridad del personal técnico durante el mantenimiento eléctrico, mecánico o civil, además se proceder al arranque de generador de emergencia para el suministro de energía eléctrica en la planta.
 - 9 El departamento de mantenimiento y civil inician con los trabajos de corrección de falla en el sistema.
-

-
- | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Una vez terminado los trabajos de mantenimiento se realiza pruebas de funcionamiento, si los resultados son favorables se informa al departamento de operaciones el retiro del kit de bloqueo para el arranque de las unidades. Caso contrario, al no contar con los recursos necesarios para solventar la contingencia, se ve la necesidad de contratar servicios o repuestos de proveedores externos, esto a cargo del departamento de administración. |
| 11 | Se normaliza los sistemas auxiliares y se realiza un arranque en vacío |
| 12 | Se informa al CENACE que se finalizó los trabajos de mantenimiento, se cierra la consignación y se pone en línea la central |
| 13 | Se envía informes detallando la hora de parada y de ingreso de las unidades, las causas, tendencias y efectos de la contingencia al CENACE Y ECUAGESA S.A., esto a cargo del supervisor de operaciones. |
-

Nota. Elaborado por el autor. Plan de acción para recuperar el servicio al presentarse una contingencia en la línea de transmisión.

4.10. Administración del plan de contingencia técnico y operativo

4.10.1. Descripción de funciones básicas

Directorio general de empresa (Quito).

El personal con mayor rango ejecutivo son los que encargados de coordinar las actividades hasta superar la contingencia.

Este grupo está conformado por:

Gerente General, administración, finanzas y recursos humanos.

Funciones del directorio general de empresa:

- Se encargan de establecer estrategias antes, durante y después de presentarse la contingencia.

- Conformar los grupos de trabajo de operaciones en coordinación con el director de emergencia.
- Coordinar los apoyos logísticos y humanos para controlar la contingencia
- Gestión de ayuda interna y externa de ser necesario
- Dirigir las actividades de operación en coordinación con el director de emergencia.
- En cargo de confirmar la contingencia
- Encargado de finalizar la contingencia

Director de emergencia

Dirige las actividades de manera rápida para superar la contingencia, este cargo es ejercido por Gerente de planta, en caso de ausencia lo realiza los supervisores que se encuentren de reemplazo.

Funciones del director de emergencia:

- Es el encargado de supervisar y generar el control de emergencia
- Asume el control total y organiza las actividades con los supervisores de las diferentes áreas
- Solicita ayuda externa en caso de ser necesario, en este caso al director general de la empresa.
- Informa al gerente general sobre el control de la contingencia

Jefes de brigada

El encargado de evacuar al personal en caso de un evento natural, garantizando la seguridad total del personal y las instalaciones, cumpliendo los planes de emergencia de la central. Este grupo está conformado por: Supervisor de seguridad, salud y ambiente y su grupo de apoyo.

Realiza sus actividades con el grupo de apoyo de brigadas que deben ser entrenados y capacitados continuamente para actuar en la prevención en caso de un fenómeno natural.

Funciones de jefes de brigadas

- Primeros auxilios en caso de ser necesario
- Evacuación de las áreas

Coordinador de mantenimiento

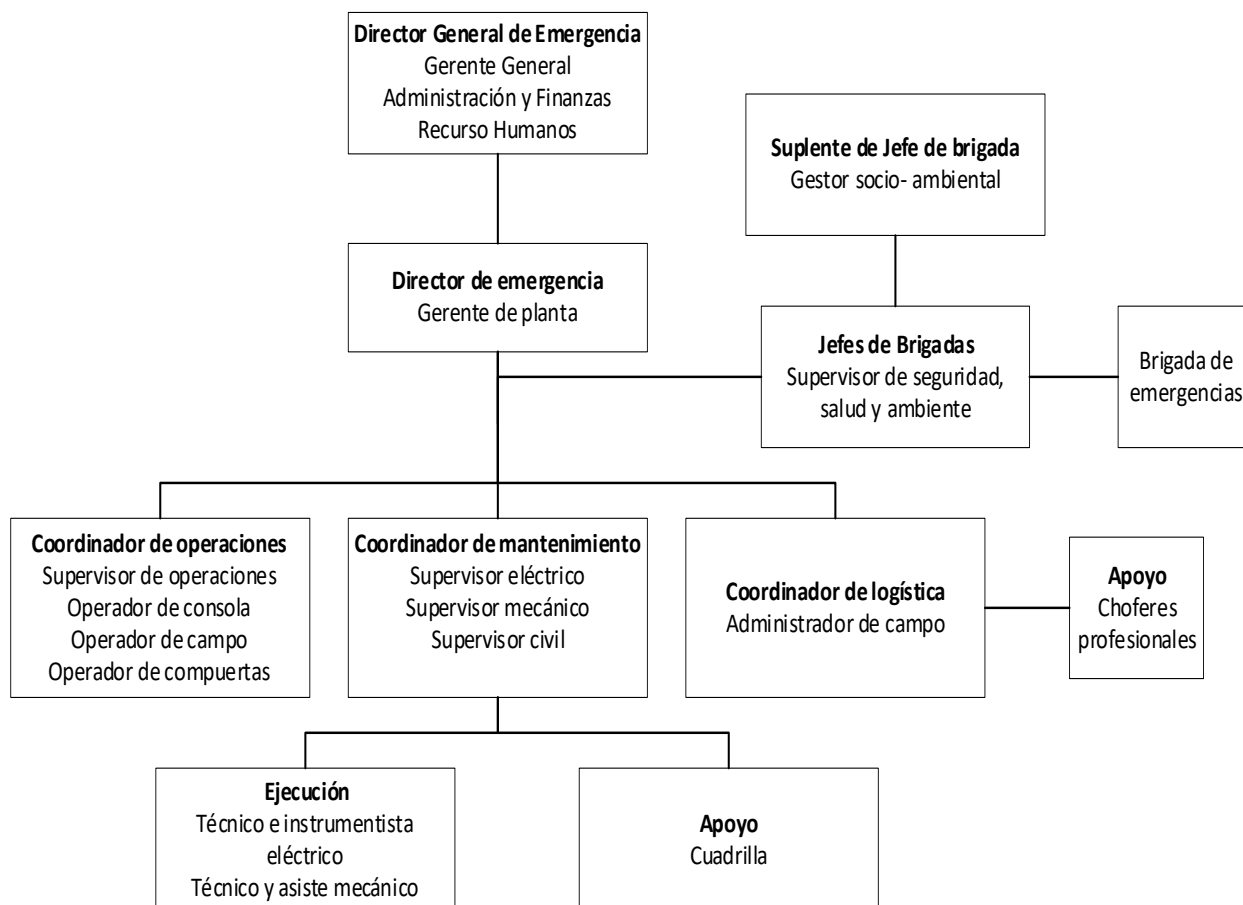
Encargado de los mantenimientos de equipos y solventar técnicamente la contingencia, deben coordinar con su grupo de apoyo las acciones que van a realizar, deben informar a gerente de planta.

Coordinador de logística

Encargado de proveer todos los elementos necesarios (Recurso materiales, humanos, herramientas, transporte, etc.). Además, coordina con las empresas contratista en caso de necesitar apoyo externo

Figura 5

Administración para combatir contingencias



Nota. Elaborado por el autor. Mapa de distribución del personal para combatir contingencias.

4.11. Notificación a CENACE en caso de contingencias

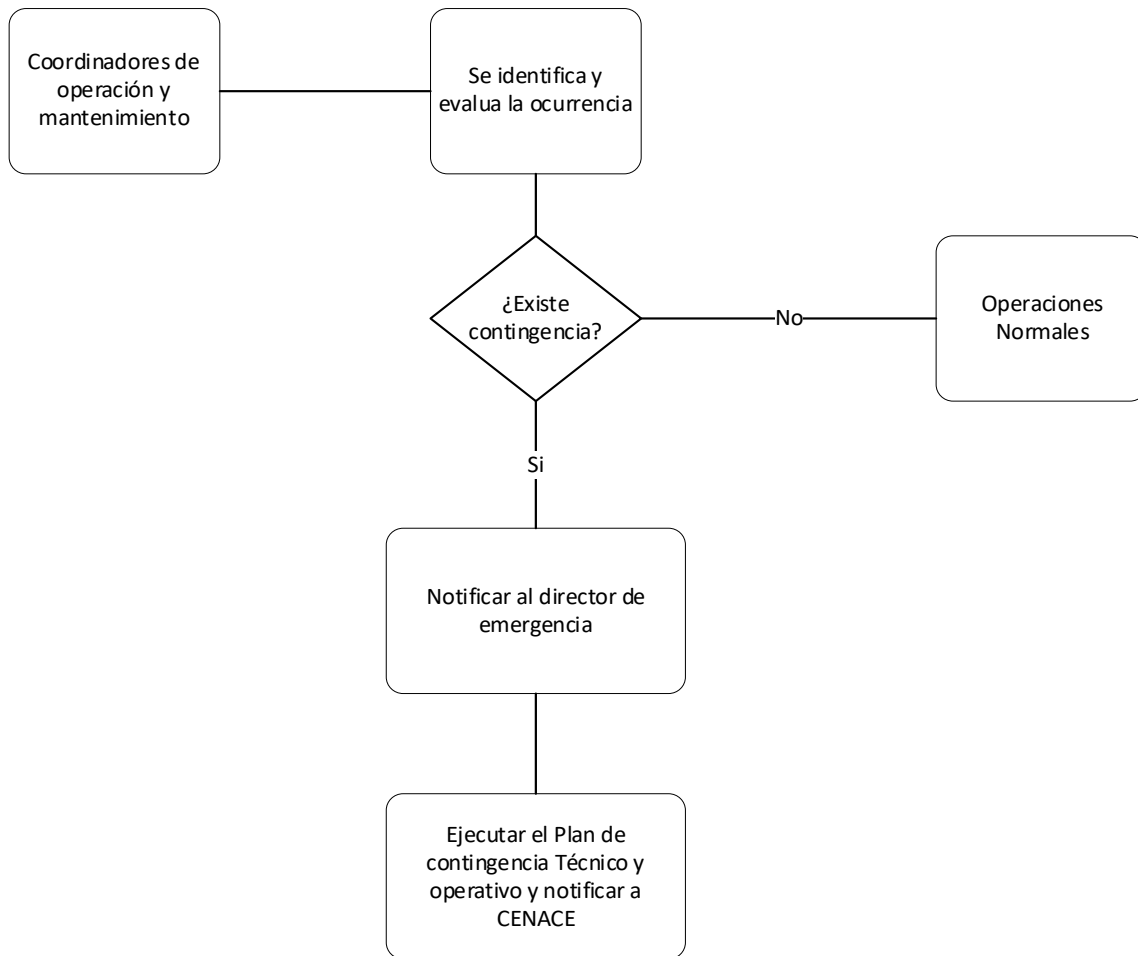
Luego de ser declarada una contingencia operativa los operadores de consola en turno son el único personal encargado de comunicar a CENACE sobre las eventualidades que se están suscitando.

En caso de presentarse una contingencia operacional o no operacional el operador debe informar a CENACE las causas por las que se dispararon las unidades mediante una llamada telefónica.

4.12. Declaración y ejecución de contingencia

Figura 6

Flujograma para declaración y ejecución de emergencia



Nota. Elaborado por el autor. Flujograma para la confirmación de contingencia.

Centro de operación CENACE:

- Número telefónico1: 022992013-022992014
- Número celular: 0999731974
- Correo electrónico: ugeo@cenace.org.ec

Inmediatamente una vez se haya detenido las unidades para salvaguardar los equipos de posibles averías, se sube a BITACORASWEB el evento y tendencias del sistema SCADA.

Una vez superada la contingencia se envía informes a CENACE sobre las fallas, la hora de salida y entrada de servicio de las unidades.

4.13. Infraestructura y recursos

4.13.1. Procedimiento para reponer los equipos y repuestos

Es importante reposicionar en el área de bodega las herramientas, equipos y repuestos que ya fueron utilizados, debido a que existe la probabilidad de que fallen nuevamente, por tal motivo tener en bodega todos los repuestos considerados de alta criticidad, además repuestos básicos, y a su vez mantener el stock de los que ya fueron utilizados es esencial. Todos los repuestos adquiridos de los proveedores calificados por ECUAGESA S.A. son inventariados en bodega, siendo el único encargado de recibir cada uno de los repuestos sin excepción alguna, el responsable de esta área es el bodeguero que con la ayuda de un técnico especializado revisa los repuestos solicitados y con aprobación previa procede a ingresar al inventario y almacenado, además de verificar con la guía de remisión si cumple con la cantidad y características solicitadas.

La logística de adquisición de equipos, herramientas y repuestos están a cargo del administrador de campo, gerente de planta, bodeguero, supervisores y técnicos de área, que cumplen con sus diferentes funciones dentro de este procedimiento para así vigilar la existencia de repuestos, con el fin de evitar carencias de los mismos.

En cuanto a herramientas y equipos ya existentes, el encargado de bodega conjuntamente con los supervisores y técnicos de cada área tendrán la responsabilidad de mantener el cuidado, mantenimiento y almacenamiento correcto de los mismos.

Los repuestos básicos para trabajos menores, como mantenimientos rutinarios, trimestrales y cuatrimestrales se encuentran almacenados e inventariados en el área de bodega, mientras que los repuestos de alta criticidad para el mantenimiento anual o para solventar contingencias, no se puede tener en stock en su totalidad ya que estos representan grandes costos por lo que no es rentable tenerlos almacenados y se los adquieren en el momento que son necesarios.

En caso de no existir repuestos y herramientas especiales en bodega para ejecutar un determinado mantenimiento o reparación emergente, proyectos energéticos ECUAGESA S.A. realiza el procedimiento de adquisición a mercados nacionales, y para el caso de equipos y/o repuestos que son especiales por diseño o ingeniería propia, se deben fabricar con un determinado tiempo o lo adquieren a mercados internacionales.

4.13.2. Ubicación de repuestos

La central hidroeléctrica Topo se ubica en el cantón Baños, al norte de la parroquia Río Negro en la colonia Azuay. Las coordenadas geográficas de captación (9.849.200N, 810.400E) y de la casa de máquinas (9.848.200N, 810.000E).

Los equipos y herramientas que no necesitan climatización están ubicados en el taller mecánico y eléctrico de casa de máquinas.

Los repuestos que son identificados como recurrentes o críticos, se encuentran ubicados en el área de bodega de casa de máquinas.

El área de bodegas que está distribuida de la siguiente manera;

- Oficina Administrativa
- Planta alta, bodega de materiales consumibles mantenimiento eléctrico y mecánico
- Planta alta, bodega de materiales de Administración y SSA
- Planta baja, bodega de químicos, combustibles y aceites
- Patio principal planta baja, equipos y herramientas que no requieran ambiente controlado.
- Contenedor climatizado, bodega para repuestos de inventario, sensibles al ambiente y electrónicos.
- Campamento, bodega de sobrantes de construcción, equipos y materiales dados de baja.

4.13.3. Facilidad o dificultades de traslado de herramientas y repuestos.

El traslado de herramientas y repuestos que están inventariados y almacenados en el área de bodega, es controlado por el personal de administración para entregarlos al punto de contingencia que se debe atender.

Al suceder un evento fortuito que detenga la producción de energía, las vías de acceso a las instalaciones están normalmente habilitadas, no existe ningún inconveniente que impida el traslado de los repuestos y herramientas necesarias para combatir la contingencia, ya que las vías

de acceso principales y secundarias están periódicamente en mantenimiento para la libre circulación del personal encargado y la movilización si es necesaria.

En caso de que exista una contingencia, que se necesite adquirir un elemento crítico que no esté almacenado en bodega, ECUAGESA S.A., cuenta con convenios tanto en empresas nacionales e internacionales que son colaboradoras para facilitar el repuesto o servicio que sea necesario, tomando en cuenta que, este procedimiento lleva tiempo para afrontar el evento imprevisto.

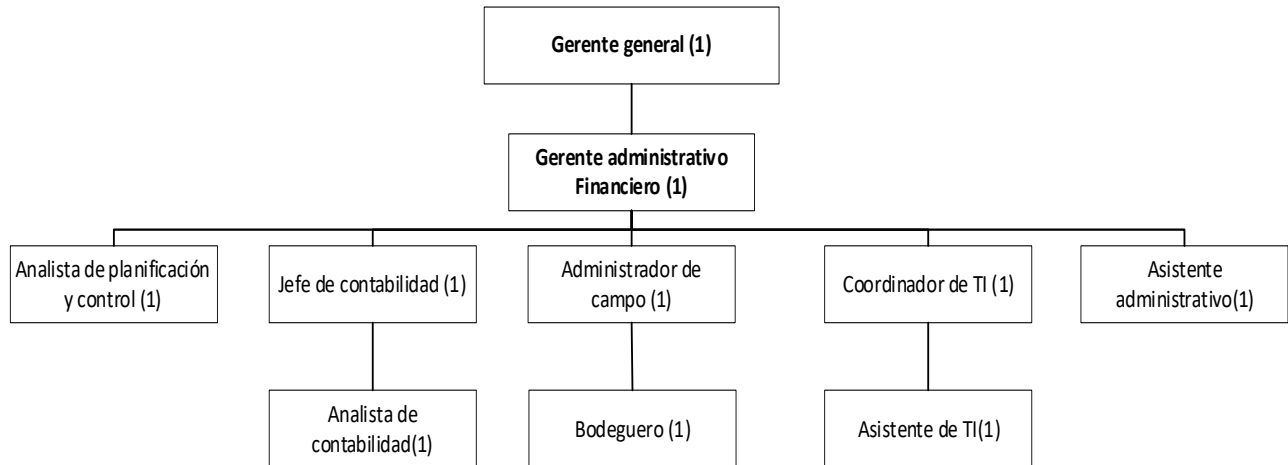
La única dificultad que se podría presentar para el traslado de los repuestos y herramientas hacia el punto de contingencia ya sea desde bodega o las que son adquiridas de empresas contratistas, es por situaciones críticas, como eventos geológicos o climáticos, siendo la principal el deslizamientos de coluviales por fuertes lluvias que ocasionan la obstrucción de las vías principales, pero para resolver este inconveniente la empresa cuenta con personal capacitado para solventar cualquier tipo de imprevistos de esta índole.

4.13.4. Capacidad operativa de los grupos humanos

Proyectos energéticos ECUAGESA S.A para atender las contingencias en los procesos operativos de operación y de mantenimiento de la central hidroeléctrica Topo cuenta con el siguiente personal: Tanto en la parte operativa y administrativa para combatir eventos imprevistos que afecta la producción de energía.

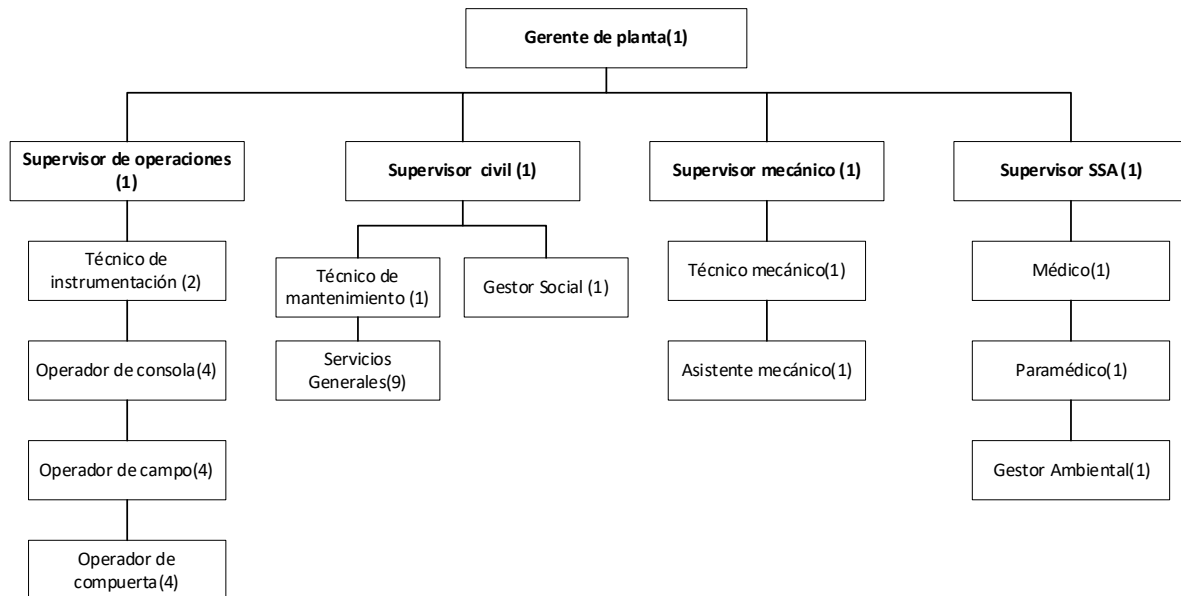
Figura 7

Organigrama Estructural del área administrativa financiera.



Nota. Elaborado por el autor. Organigrama estructural de la administración financiera localizada en Quito.

Organigrama Estructural de la central hidroeléctrica Topo.



Nota. Elaborado por el autor. Organigrama estructural de la empresa, el cual cuenta con el número de colaboradores en las diferentes áreas.

4.13.5. Personal capacitado para combatir contingencias y su ubicación

Cargo	Especialidad	Ubicación	Experiencia en la empresa
Supervisor Eléctrico	Ingeniero eléctrico	Casa de máquinas (Nivel 4)	6
Supervisor Mecánico	Mg. Administración de empresas	Casa de máquinas (Nivel 4)	6
Supervisor de Operaciones	Ingeniero eléctrico	Casa de máquinas (Nivel 4)	2
Supervisor Civil	Ingeniero en geología	Casa de máquinas (Nivel 4)	6
Administrador de campo	Técnico en administración especialización de comercio internacional	Casa de máquinas (Nivel 4)	6
Operario de captación	Bachillerato	Oficinas de Captación	6
Operario de consola	Ingeniera Electrónica	Casa de máquinas (Nivel 4)	6
	Mg. Gestión de energías		6
	Ingeniero Electrónico		6
	Ingeniero Mecánico		6
Operario de campo	Tecnólogo	Casa de máquinas Nivel 4	6
	Electromecánico		6
	Ingeniero Electrónico		6
	Bachiller		6
	Ingeniero Electrónico		6
Técnico eléctrico	Ingeniero Eléctrico	Casa de máquinas (Nivel 3)	6
Técnico mecánico	Ingeniero Mecánico	Casa de máquinas (Nivel 3)	6
Técnico de instrumentación	Ingeniero Electromecánico	Casa de máquinas (Nivel 3)	6

Cargo	Especialidad	Ubicación	Experiencia en la empresa
Asistente mecánico	Bachillerato	Casa de máquinas (Nivel 3)	6
Asistente de servicio General	Ingeniero en minas y petróleo	Casa de máquinas (Nivel 4)	1
Supervisor de SSA	Ingeniero en recurso renovables	Casa de máquinas Nivel 4(Oficinas)	2
Socioambiental	Ingeniera Ambiental	Casa de máquinas Nivel 4(Oficinas)	6
Relaciones comunitarias	Ingeniera Ambiental	Casa de máquinas Nivel 4(Oficinas)	6
Cuadrilla	Bachillerato	Lugares que se requieran	6
Movilización	Chofer profesional	Estacionamiento en casa de máquinas	6
Bodeguero	Bachillerato	Bodega de casa de máquinas	6

Nota. Elaborado por el autor. Personal con su respectiva ubicación y años de experiencia en la empresa.

4.13.6. Protección personal para combatir contingencias

Proyectos energéticos ECUAGESA S.A. entrega a sus colaboradores todo el equipo de protección personal que establece el decreto 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente”, este EPP estandarizado es necesario para prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en las diferentes áreas a las que fueron contratadas, las cuales se detallan a continuación:

- **Ropa de trabajo**

Dependiendo de las actividades que se vaya a realizar y de acuerdo a la naturaleza de riesgos, la ropa de trabajo tendrá las características según sean requeridas.

- **Protección de cráneo (Casco de seguridad)**

Serán utilizados para trabajos con diferentes riesgos a los que esté sometido el trabajador, para evitar el enganche de cabello o proyección violenta de objetos sobre la cabeza.

- **Protección de cara y ojos (Gafas de protección)**

Para los trabajos que existe impacto de partículas, polvos y humos. Salpicaduras de líquidos, sustancias, radiaciones peligrosas irritantes y deslumbramientos.

- **Protección auditiva**

Cuando el nivel de ruido permisibles sobrepase el puesto de trabajo o área de trabajo.

- **Protección de vías respiratorias**

Para trabajos con ambientes contaminados

- **Protección a las extremidades superiores**

Dediles, guantes, mitones manoplas y magas de distintos materiales según sea el trabajo que se vaya a realizar.

- **Protección a las extremidades inferiores**

Zapatos punta de acero y botas de caucho

- **Cinturón de seguridad**

- **Otros elementos de protección**

Elementos que se encuentran en bodega como redes almohadillas, petos, chalecos, fajas, así como otro medio para prevenir.

- **Beneficio de ley público y privado**

4.14. Sistema Logístico

4.14.1. Procedimiento para la adquisición de repuestos, herramientas y equipos

Tabla 69

Procedimiento y adquisición de repuestos, herramientas y equipos

#	Responsable o encargado	Actividad	Nombre de la actividad
1	Colaborador (Solicitante)	Generar el requerimiento de compra/ contratación mediante una orden de Requisición. Esta Orden de Requisición debe ser aprobada por la Línea de Supervisión del Solicitante (Gerente de Área). Toda compra estratégica será notificada al Centro Corporativo al que pertenece la organización mediante la Comunicación de Compra Estratégica	Generar el requerimiento de compra/contratación
2	Analista administrativo/administrados de campo	Solicitar al menos 3 cotizaciones del requerimiento de compra/contratación (perfectamente con proveedores calificados)	Solicitar cotizaciones
3	Analista administrativo/administrados de campo	Generar el Formulario Comparativo de Cotizaciones y remitir al solicitante para la selección de la mejor opción de compra/contratación.	Generar el formulario comparativo de cotizaciones.
4	Colaborador (Solicitante)	Seleccionar la mejor opción compra/contratación y gestionar aprobación de su Línea de Supervisión	Seleccionar la mejor opción de compra/contratación

#	Responsable o encargado	Actividad	Nombre de la actividad
5	Analista administrativo/administrados de campo	Evaluar si el proveedor seleccionado como la mejor opción de compra/contratación se encuentra calificado de acuerdo al tipo y monto de producto/servicio según el procedimiento de calificación de Proveedores. Ejecutar la compra/contratación tomando en cuenta las políticas 5 y 6 donde se determina si es necesario realizar un Contrato o una Orden de Proceder	Ejecutar compra/contratación
6	Analista administrativo/administrados de campo	Generar el Acta de Entrega - Recepción donde el Analista Administrativo/ Administrador de Campo entrega al solicitante el producto/servicio requerido. La adquisición es destinada a bodega, son registrados por el bodeguero en el ingreso a bodega de las adquisiciones	Realizar la entrega-recepción del producto/servicio

Nota. Obtenido de Proyectos Energéticos ECUAGESA S.A. Procedimiento para el abastecimiento de repuestos necesarios para los mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos.

4.14.2. Unidades de transporte

Para la movilización del personal, así como también para temas de logística, la empresa cuenta con cinco vehículos, de los cuales tres camionetas son de propiedad de la empresa y los dos restantes son vehículos alquilados.

Tabla 70

Vehículos de la empresa propios y alquilados de Proyectos energéticos ECUAGESA S.A.

#	Tipo de vehículo	Propietario
1	Camioneta Mazda Gris BT 50 PDL4886	ECUAGESA
2	Camioneta Mazda Blanca BT 50 PDL4329	ECUAGESA
3	Camioneta Amarok PBC2274	ECUAGESA
4	Camioneta Chevrolet Dmax 2022	Rentado
5	Buseta Hyundai 17 pasajeros HBB7834	Rentado

Nota. Elaborado por el autor. Vehículos disponibles para combatir contingencias.

4.14.3. Vías de acceso y restricciones

Para dirigirse a la central hidroeléctrica Topo la vía principal que se debe tomar es la Baños-Puyo, luego se encamina por la vía secundaria a la altura de la parroquia Rio Negro que guía a la comunidad Topo y posteriormente a la colonia Azuay, estas vías son asfaltadas y en buenas condiciones. A partir de la colonia Azuay para ingresar a las áreas de casa de máquinas y captación, son carreteras lastradas y privadas.

Para el ingreso a casa de máquinas existe una vía de acceso, y para captación que se encuentra a 2 km aproximadamente de casa de máquinas se cuenta con una vía principal y una alterna. Por la vía alterna tenemos el acceso a tanque de carga, vertedero 3 y canal de conducción.

Estas vías de acceso periódicamente están en mantenimiento y perfectamente señalizadas para impedir restricciones de movilización, por lo que siempre permanecen habilitadas, al único riesgo a las que están sometidas son a eventos naturales.

En la vía casa de máquinas y en parte inferior de la descarga del agua de turbina, se encuentra un deslizamiento activo que presenta una velocidad lenta, pero que no se descarta que por la presencia de sismos podría acelerarse.

La vía de acceso a casa de máquinas tiene un riesgo alto, ya que existen pendientes fuertes, que por condiciones climáticas o fenómenos geológicos podría ocasionar deslizamientos.

Vía a tanque de carga, a mano izquierda existe un deslizamiento activo de gran magnitud que impediría el uso y que se puede agravar por las condiciones climáticas.

4.14.4. Medios de comunicación durante contingencia

ECUAGESA S.A. cuenta también con los siguientes medios de comunicación:

- Teléfono fijo y satelital
- Internet
- Luces estroboscópicas, sirenas audibles y señales luminosas
- Radios

4.15. Discusión

De acuerdo a los análisis obtenidos en esta investigación se hace necesario el diseño de un plan de contingencia técnico y operativo para los departamentos de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Topo que opera Proyectos energéticos ECUAGESA S.A., basada en los lineamientos de la norma OSINERGMIN N° 264-2012-OS/CD, que se adaptó a las necesidades y requerimientos de la empresa, el cual tendrá el siguiente contenido;

Glosario, objetivos, alcance, diagnóstico del sistema; características técnicas de las unidades de generación y sistemas auxiliares, programas de mantenimiento, mantenimientos

ejecutados en el último año, fallas principales de la central en el último año, como otro punto la infraestructura y recursos; inventario de equipos y repuestos para contingencias, procedimientos para reponer los equipos y repuestos, ubicación de repuestos, facilidad o dificultad de traslado de herramientas y repuestos, capacidad operativa de los grupos humanos, organización personal, personal capacitado para combatir contingencias y su ubicación, protección personal para combatir contingencias, también contamos con el sistema logístico que contiene los procedimientos para adquisición de repuestos, herramientas y equipos, el egreso a bodega, las unidades de transporte, las vías de acceso y restricciones, medios de comunicación durante la contingencia, tenemos también la identificación y evaluación de riesgos operacionales y no operacionales, elementos y situaciones críticas, planes de acción para recuperar el servicio, administración del plan de contingencia técnico y operativo, descripción de funciones básicas, notificación a CENACE, declaración y ejecución de contingencia, conclusiones y por ultimo anexos.

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

- La identificación de peligros se realizó con ayuda de la herramienta Ishikawa con los siguientes orígenes; personal, sistemas de generación/máquinas, ambiente y sistema logístico/material. Con la herramienta se pudo precisar eficientemente todos los posibles riesgos (Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc., desborde de cuerpos sólidos por las compuertas, deslizamientos de depósitos coluviales cercanos , además diluvios en las quebradas, deslizamientos y asentamientos de depósitos coluviales cercanos , además aluvión en las quebradas Cisneros y Brava Miche, Desprendimiento de taludes de hormigón, asentamientos y desplazamientos de suelo por saturación de agua superficial y subterránea, baja presión, inundación, cavitación, erosión, vibraciones , sobre corriente y sobre voltaje, incremento de temperatura, Falla en el sistema eléctrico y de control del sistema de excitación, incendio y asentamientos de la base de las torres de transmisión) que ocasionan los problemas operativos que pueden afectar el funcionamiento de la central, para aplicar la metodología y poder determinar los peligros (causas) se realizó entrevistas personalizadas a cada uno de los técnicos operativos, entre las cuales tenemos los siguientes tipos; sismos, erupciones volcánicas, precipitaciones abundantes, ausencia y velocidad de respuesta, el retraso en los mantenimientos, aplicación de técnicas deficientes, falta de proveedores y presupuesto.
- Para una mejor evaluación, se aplicó un método para conocer el nivel de riesgo de las amenazas que fueron identificadas, siendo así que con ayuda de la herramienta MEIPEE, se estableció la probabilidad de los peligros: precipitaciones abundantes con un nivel alto, sismos, falta de proveedores y presupuesto con un nivel medio y finalmente con un nivel bajo

tenemos erupciones volcánicas, retraso y técnicas deficientes, velocidad de respuesta y ausencia del personal. Posterior a esta estimación se realizó la evaluación de los riesgos mediante un diseño de la matriz de riesgos operativos acoplada a los requerimientos de la empresa y siguiendo parámetros de la metodología INSST. Para esta valoración se aplicó un análisis de criticidad utilizando la metodología análisis de criticidad integral de activos físicos, para dar la calificación más acertada. Producto de la evaluación se obtuvieron los siguientes resultados: riesgos importantes (Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc., inundación en casa de máquinas y subestación, falla en el sistema eléctrico y de control del sistema de excitación, inundación en el sistema de drenaje) y un riesgo moderado (Asentamientos de la base de las torres de transmisión) que requieren plan de acción inmediato para el generador, turbina, transformador, línea de transmisión, el sistema de drenaje, arrastre de sedimentos, e inundaciones en casa de máquinas y sub estación.

- De los resultados obtenidos de la evaluación de riesgos se procede a la elaboración de los planes de acción para cada uno de los riesgos importantes e intolerables a más de establecer las medidas de control para minimizar el riesgo, es necesario complementar con un procedimiento para recuperar el servicio cuando estas amenazas se presenten, para así lograr que el personal que este a cargo de la operación, tenga iniciativa de cómo actuar de manera rápida y oportuna ante estos eventos negativos, siguiendo una secuencia prudente para no generar pérdidas económicas y humanas para la empresa.
- Luego de realizar un análisis de la administración para afrontar emergencias operativas se demostró que la empresa cuenta con personal calificado, el transporte necesario, las instalaciones requeridas, ropa de trabajo certificada para diferentes actividades, presupuesto

necesario para imprevistos, de tal manera se evidencia que la central puede ser atendida para las diferentes emergencias siguiendo correctamente los procedimientos antes indicados.

5.2.Recomendaciones

- Realizar un análisis de criticidad profundo para obtener una lista jerarquizada que indique donde se debe realizar más inspecciones, para reducir riesgos operativos y a su vez evitar pérdidas económicas en la empresa.
- Implementar los planes de acción recomendados para prevenir paros en la producción, que sea utilizado como una herramienta para reducir o eliminar los los riesgos en los procesos.
- Se debe socializar a los colaboradores que conforman la administración en caso de contingencia (Gerente General, Gerente de planta, Administrador de campo, Supervisores de mantenimiento, operaciones, salud, seguridad y medio ambiente y todo su personal de apoyo), para que conozcan los procedimientos a seguir. Además, gestionar un inventario de repuestos donde exista control de los mismos mediante mínimos y máximos.
- Se recomienda realizar simulacros para la administración del plan de contingencia para mejorar el tiempo de reacción ante riesgos operativos.

Referencias

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables . (2021).

Glosario de Definiciones y Acrónimos contenidos en la Normativa del Sector Eléctrico

Ecuadoriano. Obtenido de Control de Recursos y Energía :

[https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/09/A_D_ARC_R6-1.pdf)

[content/uploads/downloads/2021/09/A_D_ARC_R6-1.pdf](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/09/A_D_ARC_R6-1.pdf)

Alejandro Valencia, R. C. (2013). *CRITERIOS DE DISEÑO Y MONTAJE PARA UNA*

CENTRAL HIDROELECTRICA CON CAPACIDAD DE GENERACION DE 20 MW .

Obtenido de Universidad Autónoma de Occidente :

https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20Me

[c%20E1nica/2.pdf](https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20Me)

Angel Betún, M. P. (2013). *Estudio de Factibilidad Técnica Económica de la Central*

Hidroeléctrica ULPA. Obtenido de Escuela Politecnica de Chimborazo:

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2957/1/15T00542.pdf>

Apaza, M., & Marisela Rosa. (2017). *El servicio de consulta en la sala del usuario de la*

biblioteca Nacional del Peru, aplicando el diagrama de ishikawa. Obtenido de

Universidad Nacional Mayor de San Marcos:

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7350>

Choque Apaza, E. R. (2011). *Mantenimiento y Operación Centrales Hidroeléctricas Corani-*

Santa Isabel. Obtenido de Universidad Mayor de San Ander:

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15100/P-1077->

[Choque%20Apaza,%20Edwin%20Rolando.pdf?sequence=1](https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15100/P-1077-)

Eduardo Briceño, R. E. (2008). *“Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales hidráulicas .* Obtenido de funsepa:

<http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/Mjg1.pdf>

Galarza, J. (2015). *METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE TURBINAS EN PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS CON CAPACIDAD MENOR A 10 MW- CON EJEMPLO DE APLICACIÓN .* Obtenido de Escuela Politécnica Nacional:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9138/1/CD-6092.pdf>

García Bermeo, W. J. (2017). *Sistema de control y monitoreo para bombas de drenaje y vaciado de la Central Hidroeléctrica San Francisco.* Obtenido de Universidad Técnica de Ambato:

https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25696/1/Tesis_t1245ec.pdf

Gina Tituaña, E. T. (2018). *DISEÑO DE TUBERÍA DE PRESIÓN EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES ACERO Y POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.*

Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador:

<https://core.ac.uk/download/pdf/199177589.pdf>

Gomez, V. (2010). *Diseño Electrico de la Micro Central Hidroelectrica Pucuno, Red de Transmisión y Distribución para la Poblacion de Wuamani.* Obtenido de Universidad

Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5972/1/UPS->

[KT00337.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5972/1/UPS-KT00337.pdf)

Hurtado, F. (2006). *Manual de Operaciones del Sistema de Enfriamiento en la Central*

Hidroeléctrica Agoya. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/346/1/t195id.pdf>

INEN059. (2012). *Guía de Práctica para el desarrollo de estudios de inventario, prefactibilidad,*

factibilidad y diseño definitivo de proyectos de generación hidroeléctrica. Obtenido de

Instituto Ecuatoriano de Normalización:

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/GPE-59.pdf>

INSST. (2018). *Evaluación de Riesgos Laborales*. Obtenido de Ministerio de trabajo y asuntos sociales :

[https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-](https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d)

[48c0-880b-611f6f380c1d](https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d)

ISO 31000. (2018). *Gestión de Riesgos Directrices*. Obtenido de Online Browsing Platform:

<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>

Jaya, D. d. (2016). *El riesgo operativo y la rentabilidad en la Cooperativa de Ahorro y Crédito*.

Obtenido de Universidad Técnica de Ambato:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22908/1/T3617M.pdf>

LEÓN, D. F. (2017). *GESTIÓN DE RIESGOS MAYORES EN LA UNIDAD*. Obtenido de

Universidad Nacional de Chimborazo:

[http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3559/1/UNACH-EC-ING-IND-2017-](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3559/1/UNACH-EC-ING-IND-2017-0020.pdf#page=29&zoom=100,148,550)

[0020.pdf#page=29&zoom=100,148,550](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3559/1/UNACH-EC-ING-IND-2017-0020.pdf#page=29&zoom=100,148,550)

Lopez, C. F. (2019). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE RIO NEGRO*. Obtenido de GADRIONEGRO:
<https://gadrionegro.gob.ec/attachments/article/114/PDOT-RN%202020.pdf>

Manuel de Jesus, B. (2011). *Optimización del Sistema de Aire Comprimido*. Obtenido de Tecnológico Nacional de México:
<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/1455>

MFRA. (Abril de 2015). MEIPEE. *Método de Elaboración e Implementación de Planes de Emergencia y Contingencias para Empresas*.

Muñoz, R. M. (2016). *Metodología para la implementación de principios de control interno, evaluación y auditoria al proceso de Abastecimiento y Distribución de combustibles para el sector automotriz en una empresa comercializadora de combustibles*. Obtenido de Universidad Andina Simon Bolivar:
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5402/1/T2119-MFGR-Valencia-Metodologia.pdf>

Ninabanda, A. (2020). *GESTIÓN DE RIESGOS MAYORES EN LAS INSTALACIONES DEL SERVICIO NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y EMERGENCIAS EN EL CANTÓN RIOBAMBA: PROPUESTA PLAN DE CONTINGENCIA*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO:
http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8411/3/Informe%20Final%20del%20Proyecto%20de%20Investigaci%3bn%20_%20Ninabanda%20Guam%3a1n%20Daysi%20Adriana.pdf

Ortiz Ibáñez, J. (2009). *SUPERVISIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA OPERATIVO DE UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA*. Obtenido de Universidad Nacional de Ingeniería : <https://1library.co/document/yr39m5jy-supervision-plan-contingencia-operativo-empresa-distribucion-electrica.html>

Ortiz, R. (2011). *Pequeñas Centrales Hidroelécticas*. Obtenido de Ediciones de la U: <https://books.google.es/books?id=HSejDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

OSINERGMIN. (2012). *PROCEDIMIENTO PARA LA SUPERVISIÓN DE LOS PLANES DE CONTINGENCIAS OPERATIVOS EN EL SECTOR ELÉCTRICO* . Obtenido de RCD N° 264 -2012-OS/CD: <https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/Paginas/IVCongresoGFE/archivos/4.%20Procedimientos/7.%20POST%20PRIVATIZACION%20CONSOLIDADO.pdf>

Quintero, K. (2009). *METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS EN ESTUDIOS DE PRE FACTIBILIDAD DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/2910/1017128278.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Resolución de Consejo Directivo N° 264-2012-OS/CD. (2012). *Procedimiento para la Supervisión de los Planes de Contingencias Operativos en el Sector Eléctrico*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/869527/Osinergmin-264-2012-OS-CD-PROC.pdf>

Santos, J., Gutiérrez, E., Strefezza, M., & Agüero, M. (2013). Análisis de criticidad integral de activos físicos. *Revista Investigaciones Científicas UNERMB (NE)*, 15.

SERSA. (2019). *Plan de Contingencias Operativo*. Obtenido de Servicios Eléctricos Rioja S.A.: <https://www.sersa.pe/assets/img/seguridadocupacional/PLAN%20DE%20CONTINGENCIA%20OPERATIVO%20SERSA%202019-2020.pdf>

UNDA, K. S. (2009). *MEJORAMIENTO DEL PROCESO DEL AREA COMERCIAL MUJER*. Obtenido de Universidad de Chile: https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/cf-neira_ku/pdfAmont/cf-neira_ku.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario para entrevista al personal de mantenimiento eléctrico y mecánico

	ENTREVISTA	Fecha: 12/04/2022
		Código: NA
		Version: 0.0

1. DATOS PERSONALES

Nombre del entrevistado: -----

Cargo del entrevistado: -----

2. PREGUNTAS:

1. ¿Qué tipos de mantenimientos realiza en la central hidroeléctrica?
2. ¿Con que frecuencia realizan los mantenimientos?
3. ¿Cuenta con todos los equipos y herramientas necesarias para los mantenimientos programados?
4. ¿Cuenta con los repuestos más críticos para los mantenimientos?
5. ¿Cuenta con el personal especializado para realizar los mantenimientos necesarios?
6. ¿Se ha presentado alguna falla en las unidades de generación y/o sistemas auxiliares en el último año? SI____ NO____
¿Cuál fue?
¿Cuál fue la causa?
¿Qué tiempo llevo en solucionarlo?
7. ¿Se ha presentado alguna falla en las unidades de generación y/o sistemas auxiliares por eventos naturales? SI____ NO____
¿Cuál fue?
¿Cuál fue la causa?
¿Qué tiempo llevo en solucionarlo?

3. Nombre del entrevistador:

Firma del entrevistador

Anexo 2. Cuestionario para entrevista al personal de operaciones

	ENTREVISTA	Fecha: 12/04/2022
		Código: NA
		Version: 0.0

1. DATOS PERSONALES

Nombre del entrevistado: -----

Cargo del entrevistado: -----

2. PREGUNTAS:

1. ¿Manejan algún sistema para el registro de datos de operaciones en campo, cada que tiempo?
2. ¿Mediante el sistema de datos se ha registrado algún comportamiento anómalo en algún sistema?
3. ¿El sistema SCADA, les permite revisar datos históricos que ayuden a localizar las fallas en las unidades y/o sistemas auxiliares?
4. ¿El sistema SCADA tiene un registro de alarmas para detectar comportamientos fuera de lo normal de la central?
5. ¿Para un mejor análisis de falla se recurre a la verificación de históricos en el sistema SCADA?
6. ¿ECUAGESA S.A. cuenta con un ente de control que los localiza?
7. ¿Cuándo se presenta algún disparo de la planta cual es el procedimiento a seguir para informar de dicha contingencia a las líneas de supervisión y ente de control?

3. Nombre del entrevistador:

Firma del entrevistador

Anexo 3. Cuestionario para entrevista al personal de mantenimiento Civil

	ENTREVISTA	Fecha: 12/04/2022
		Código: NA
		Versión: 0.0

1. DATOS PERSONALES

Nombre del entrevistado: -----

Cargo del entrevistado: -----

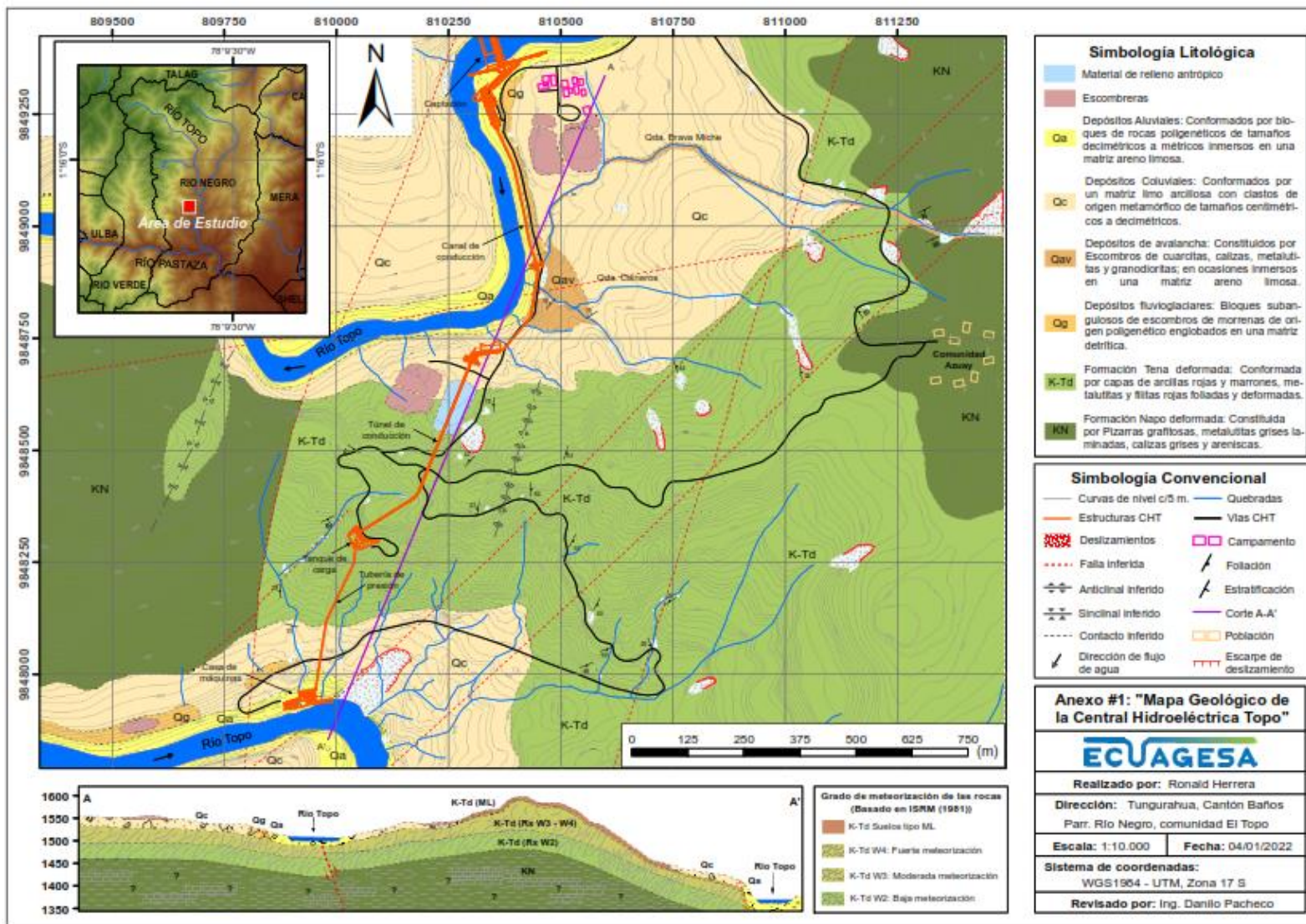
2. PREGUNTAS:

1. ¿Qué tipos de mantenimientos realiza en la obra civil de la central hidroeléctrica?
2. ¿Con que frecuencia realizan las inspecciones o mantenimientos en la obra civil?
3. ¿Cuenta con todos los equipos y herramientas necesarias para los mantenimientos y monitoreos?
4. ¿Cuenta con el personal especializado para realizar los mantenimientos necesarios?
5. ¿A qué tipo de riesgos geológicos más probables de tener incidencia en la central hidroeléctrica?
6. ¿Cuál fue el accionar del departamento civil en la presencia de un evento de carácter geológico?
7. ¿Cuál sería la estructura civil que es más propensa a requerir un plan contingencia? ¿Por qué?
8. ¿Se ha presentado alguna falla en alguna estructura civil en el último año? SI ____ NO ____
¿Cuál fue?
¿Cuál fue la causa?
¿Qué tiempo llevo en solucionarlo?

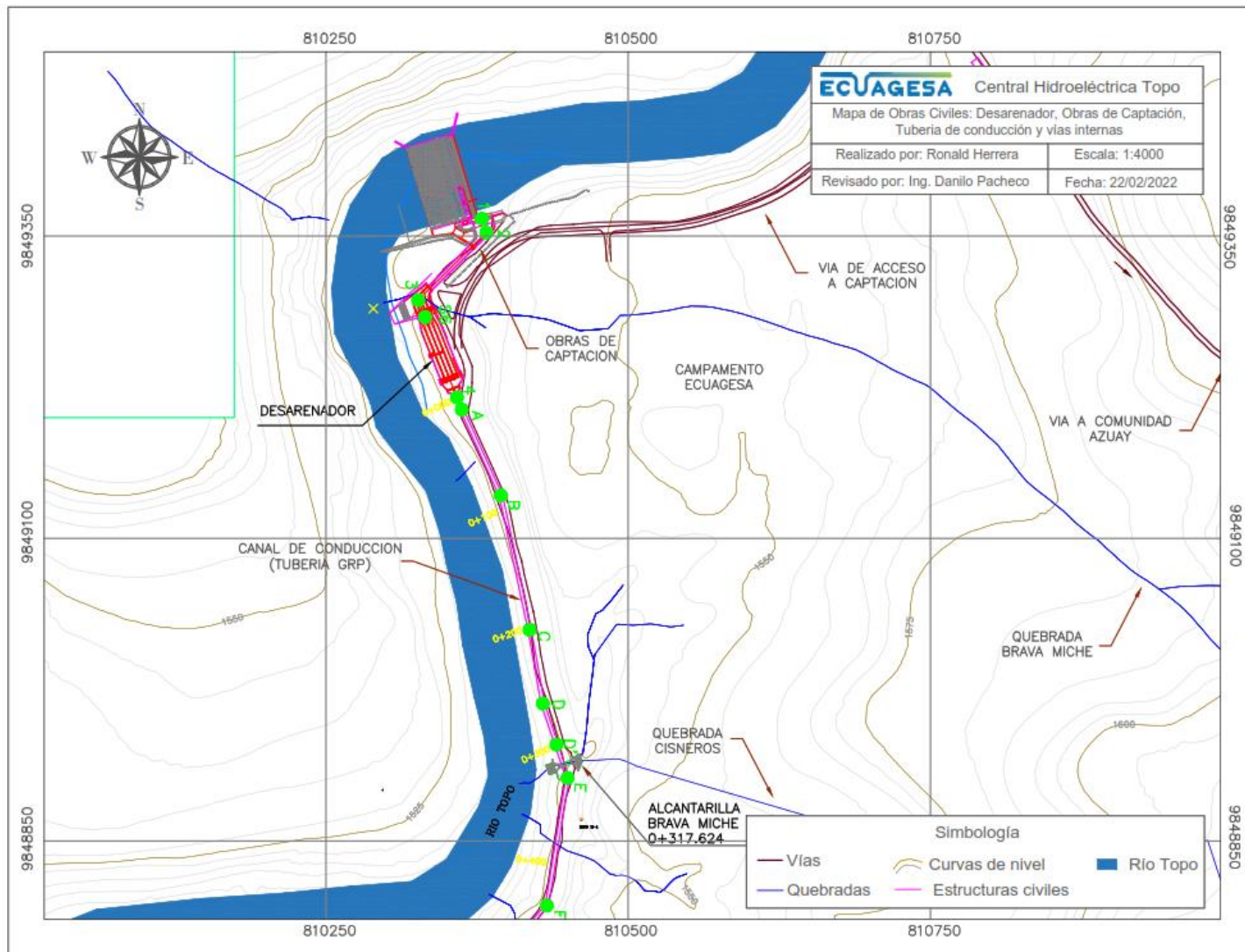
3. Nombre del entrevistador:

Firma del entrevistador

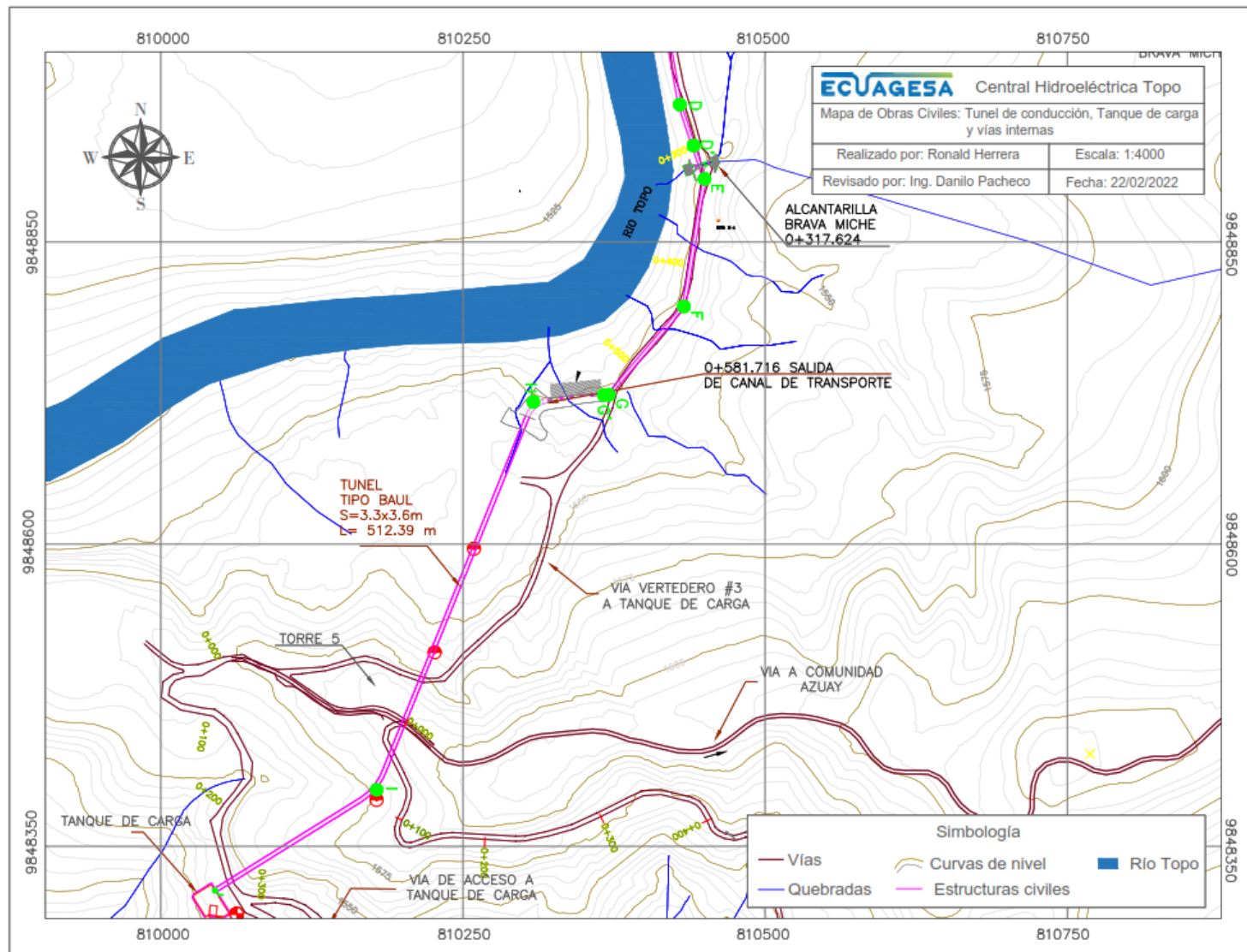
Anexo 4. Mapa geológico de la central hidroeléctrica Topo



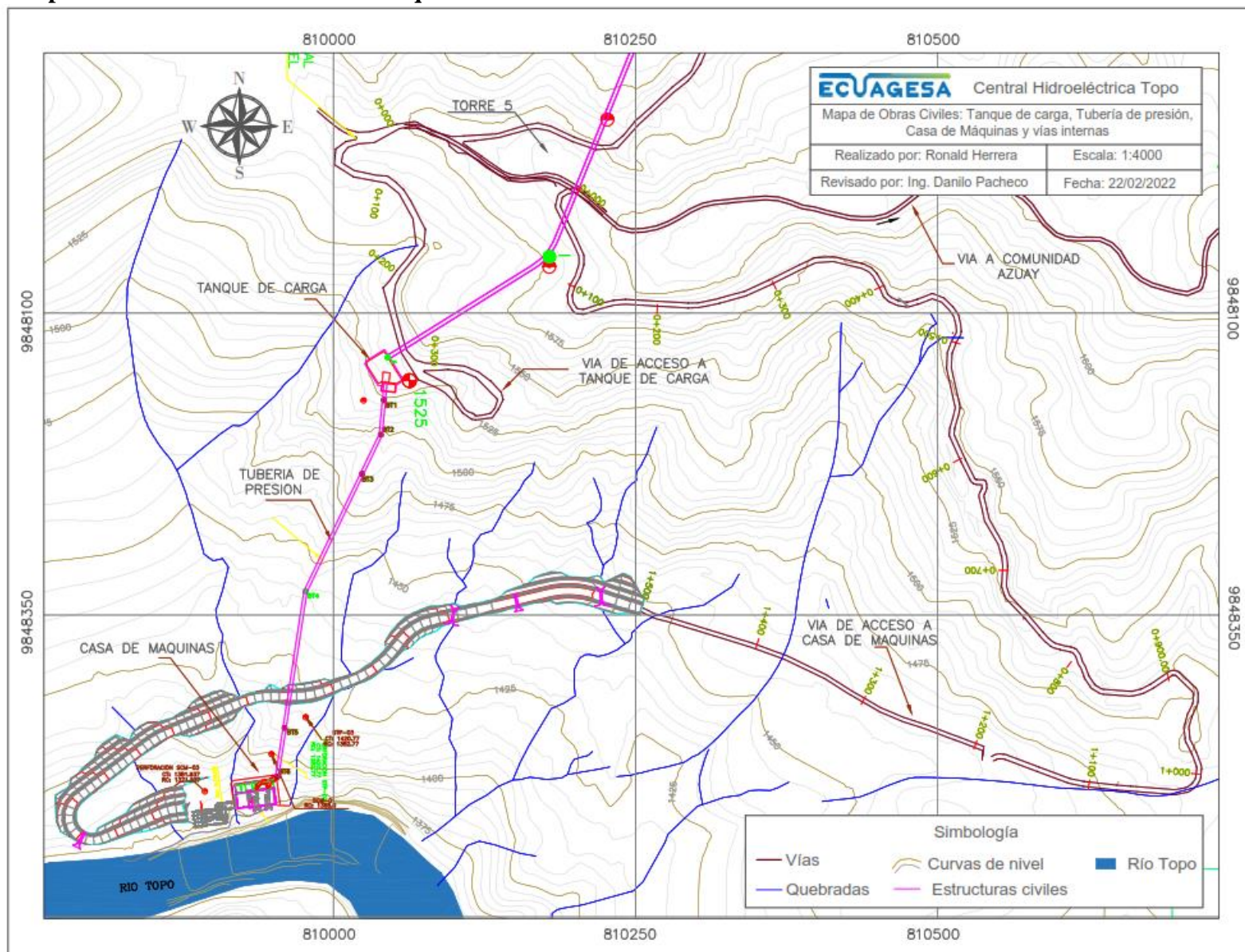
Anexo 5. Mapa de vías de acceso de las obras civiles de captación



Anexo 6. Mapa de vías de acceso de las obras civiles de conducción



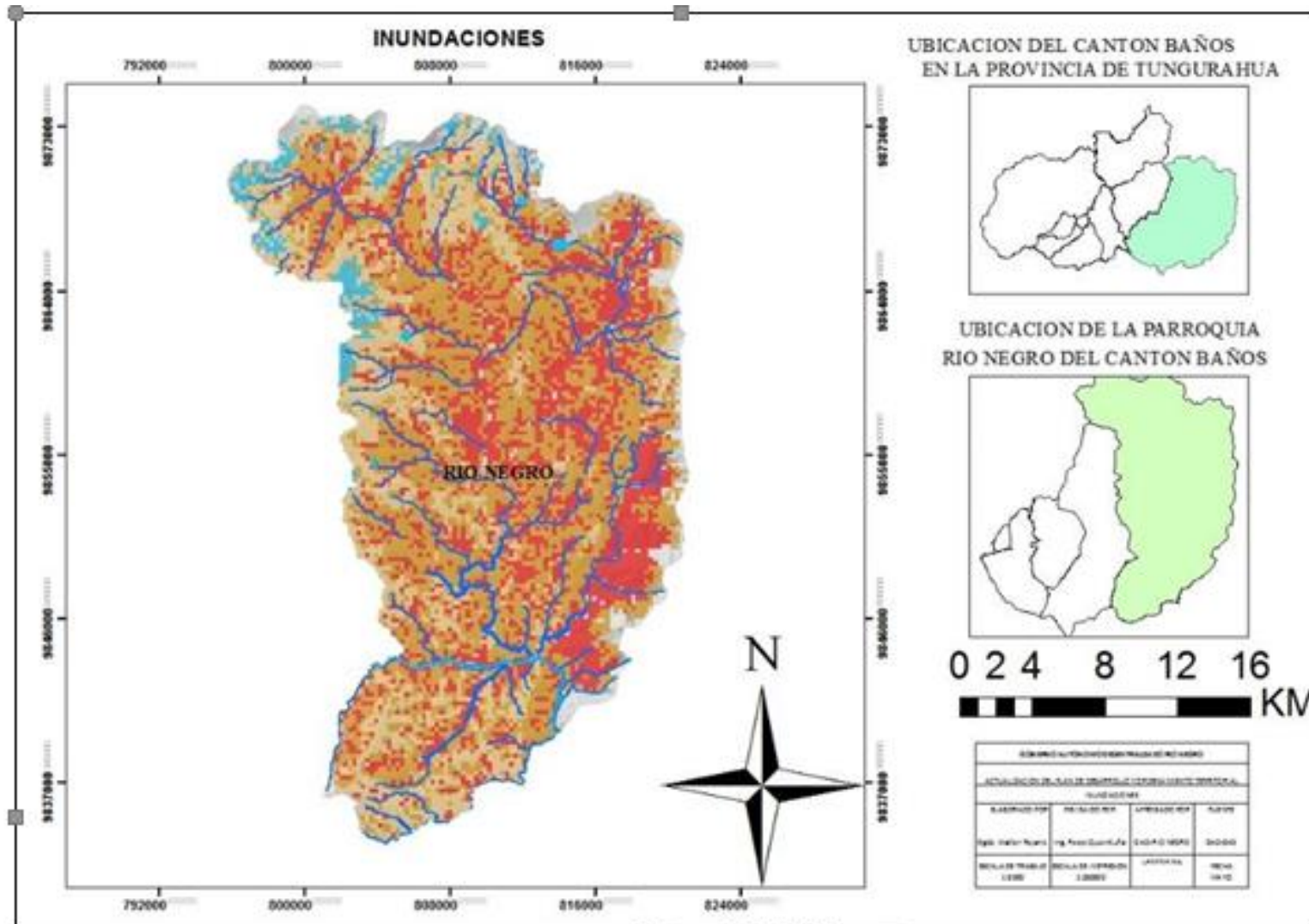
Anexo 7. Mapa de vías de acceso a casa de máquinas



Anexo 8. Eventos de erupción volcánica en la parroquia Río Negro

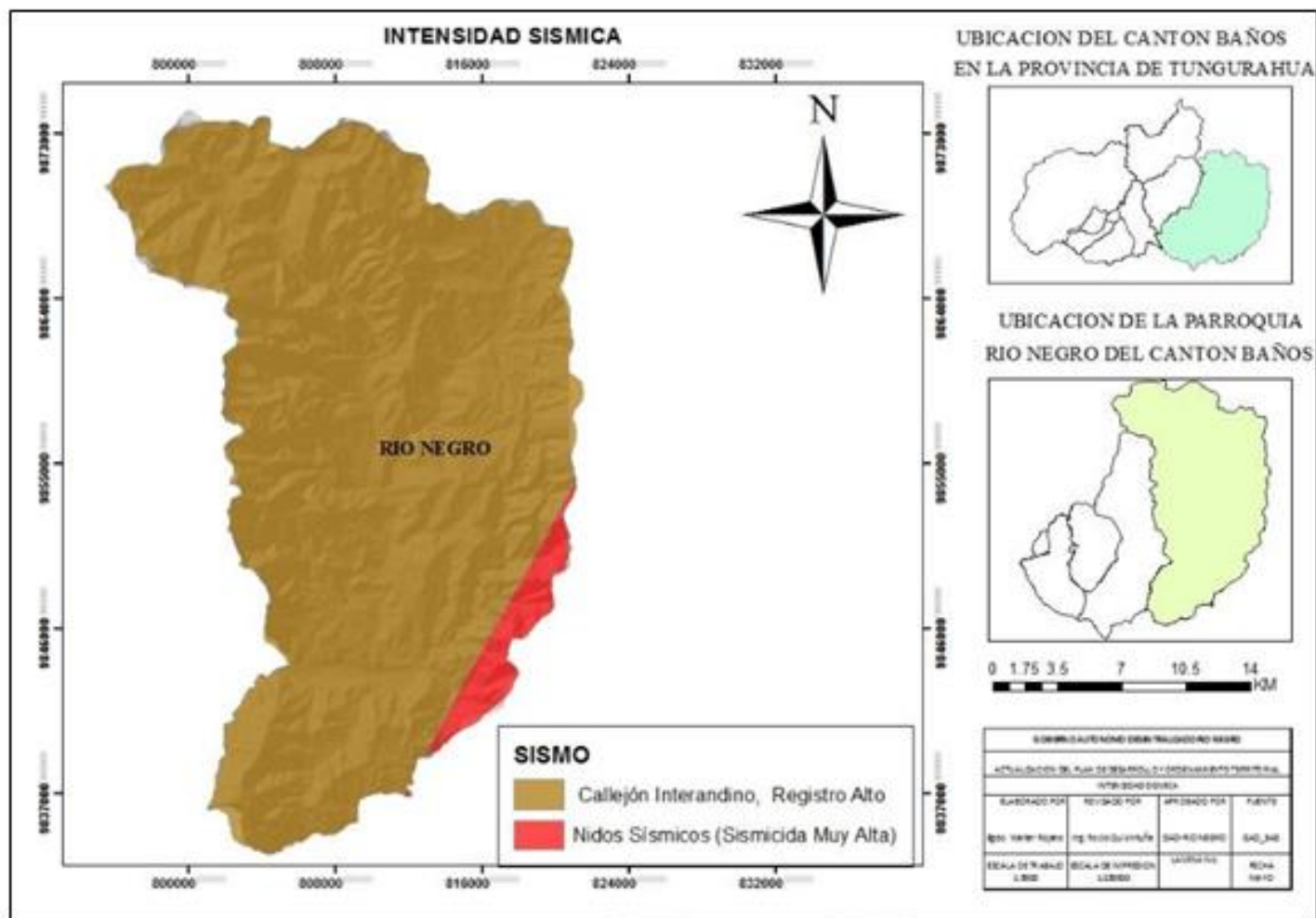
Año	Eventos Eruptivos
1640	Destrucción total de asentamientos humanos en su mayoría dentro del casco urbano del cantón Baños.
1773	Presencia de gran cantidad de flujo piro clástico afectando en mayor magnitud a la zona urbana.
1886	El cono del volcán Tungurahua cambia de forma.
1916	Grave erupción, fuertes caídas de cenizas y material piro clástico.
1999	Reinicia la actividad volcánica, evacuación obligatoria del cantón Baños, casco Urbano (16 de octubre).
2000	Retorno de la población (5 de enero)
2006	Gran manifestación de lahares que cubren en su totalidad el sector de la Pampacantón Baños, mientras que en la parroquia Río Negro hubo presencia de ceniza volcánica.
2010	Reactivación del volcán y posibles escenarios de erupción.
2014	Continúa la actividad volcánica

Anexo 9. Mapa de inundaciones en la parroquia Río Negro



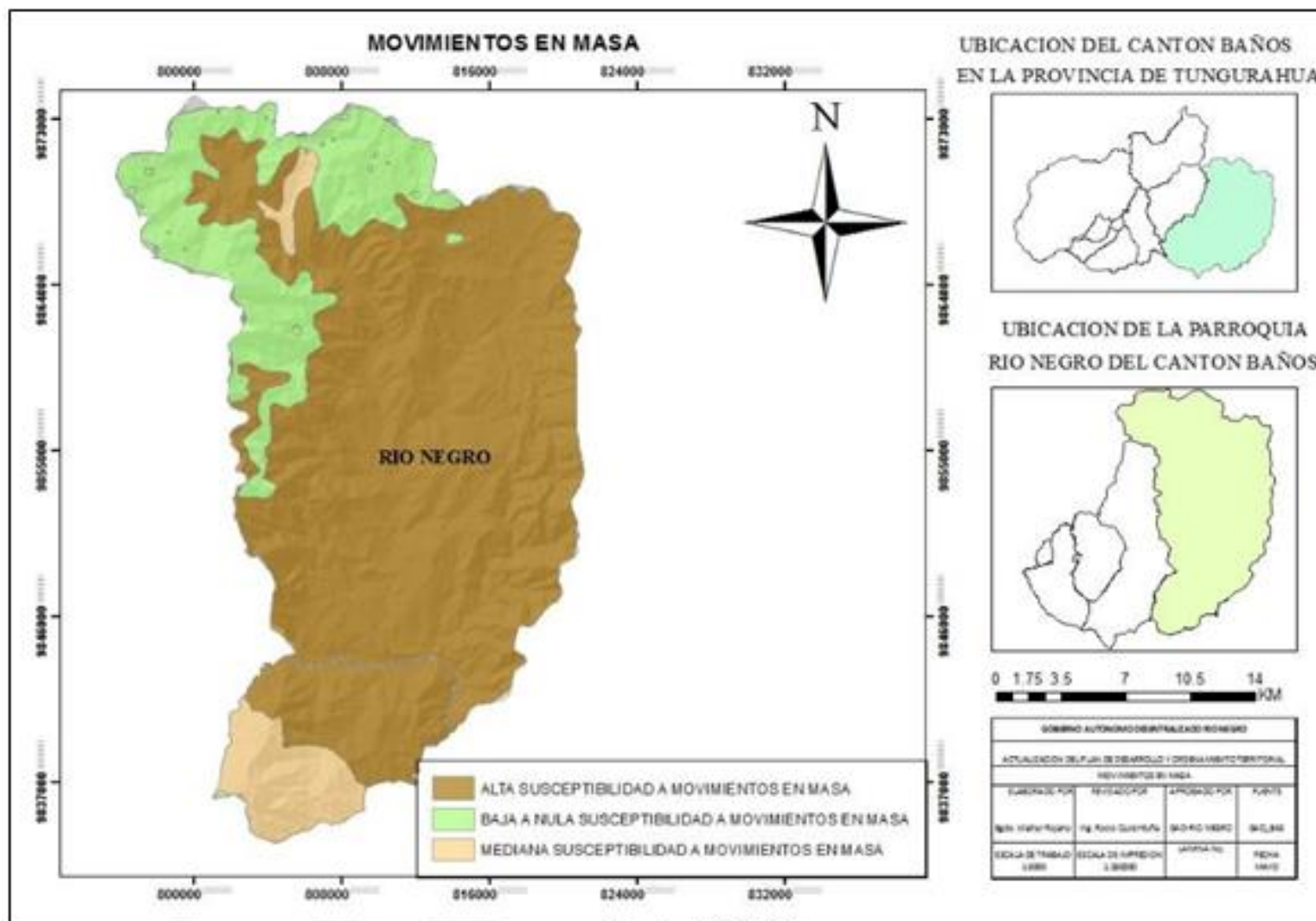
Fuente: SNI 2015

Anexo 10. Mapa de intensidad sísmica en la parroquia Rio Negro



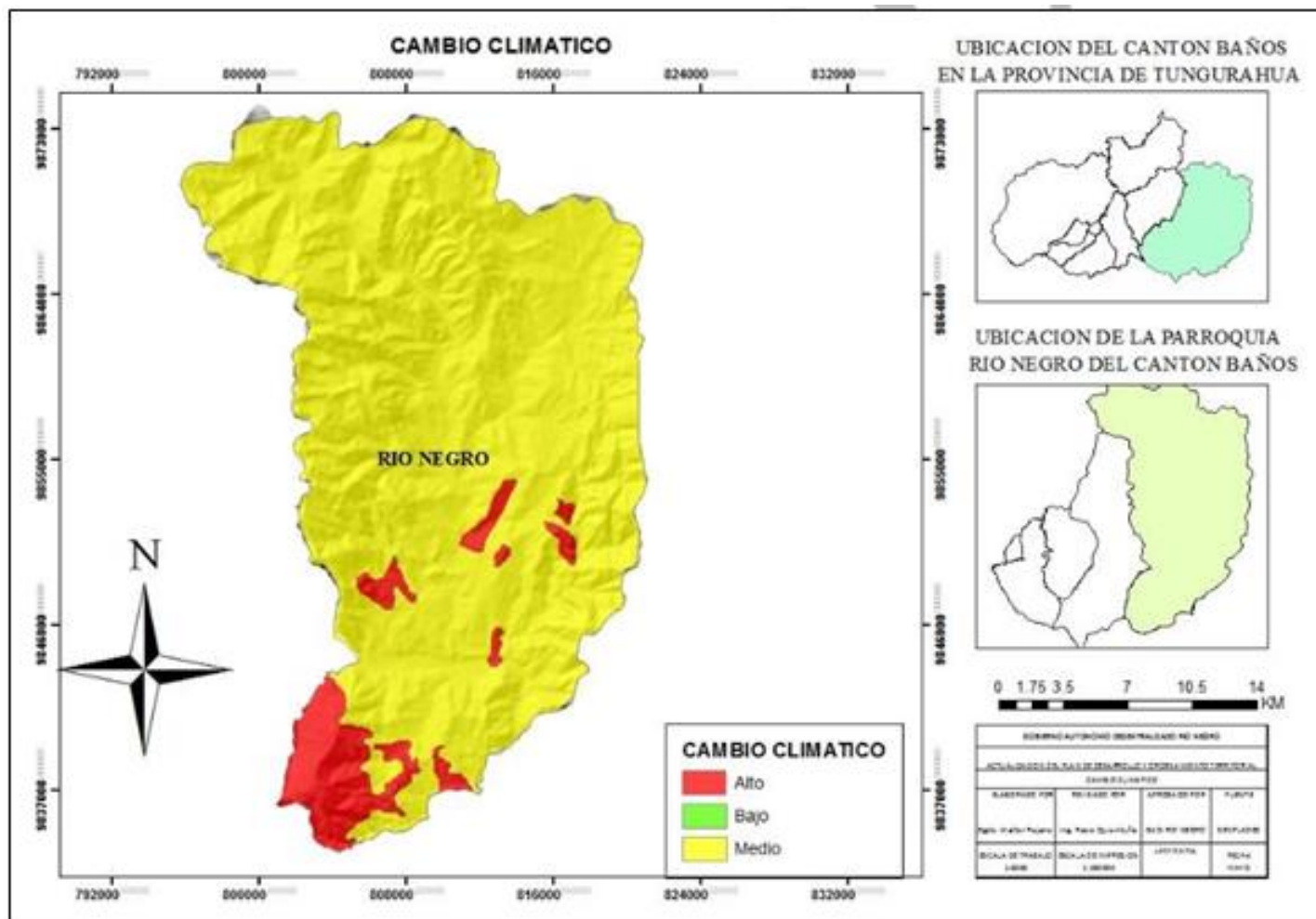
Fuente: SNI 2015

Anexo 11. Mapa de movimiento en masa de la parroquia Rio Negro



Fuente: SIN, 2015

Anexo 12. Cambio climático en la parroquia Rio Negro



Fuente: SIN-GADBAS 2015

Anexo 13. Metodología MEIPEE para el análisis de amenazas

N°	PUNTO A EVALUAR	Amenaza Ambiente					
		Sismos		Erupciones Volcánicas		Precipitaciones Abundantes	
1	Gestión Organizacional	Rta.	Obs.	Rta.	Obs.	Rta.	Obs.
1.1	¿Existe una política general en Gestión del Riesgo operacionales donde se indican lineamientos de respuesta a emergencias operativas?	PARCIAL		PARCIAL		PARCIAL	
1.2	¿El personal se encuentra preparado para actuar ante emergencias operativas relacionadas con la amenaza identificada, en todas las jornadas y turnos?	PARCIAL		SI		NO	
1.3	¿Se han establecido mecanismos de interacción con entidades externas para dar soporte apropiado a los eventos que se puedan presentar en el proceso operativo por la amenaza identificada?	PARCIAL		SI		NO	
1.4	¿Se planifican y ejecutan inspecciones de los equipos e instalaciones utilizados para actuar ante eventos presentados por la amenaza identificada?	SI		SI		SI	
1.5	¿Se cuenta con criterios definidos para hacer mantenimiento, cambio o sustitución de equipos para la atención de emergencia ante la amenaza identificada?	PARCIAL		SI		NO	
1.6	¿Existen y se mantienen almacenados los repuestos básicos, críticos y recursos necesarios para actuar ante la amenaza identificada?	PARCIAL		SI		NO	

1.7	¿Se planifican y ejecutan inspección de las estructuras civiles y sistemas generadores expuestas a la amenaza identificada en intervalos de tiempo coherentes con la misma?	PARCIAL		SI		PARCIAL	
1.7	¿Se cuenta con equipos y herramientas necesarias para afrontar emergencias operativas?	PARCIAL		SI		PARCIAL	
Calificación Gestión Organizacional		0,57	REGULAR	0,93	BUENO	0,29	MALO
2	Capacitación y Entrenamiento	Rta	Obs.	Rta	Ob.	Rta	Ob.
2.1	¿Se cuenta con un plan de capacitación y/o entrenamiento en prevención, preparación y respuesta ante emergencias operativas?	PARCIAL		SI		NO	
2.2	¿Los Coordinadores para afrontar eventos operativos se encuentran capacitados para actuar ante la amenaza identificada?	PARCIAL		SI		NO	
2.3	¿El personal en general ha recibido capacitación en temas básicos de emergencias operativas con la amenaza identificada?	NO		PARCIAL		NO	
2.4	¿Se ofrece continua instrucción y entrenamiento sobre la actuación en el proceso ante la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL		PARCIAL	
2.5	¿El personal de coordinación ha recibido entrenamiento y capacitación en temas de prevención y control de eventos operacionales relativos a la amenaza identificada?	NO		SI		NO	

2.6	¿Se cuenta con mecanismos de difusión en temas de prevención y respuesta a emergencias operativos con relación a la amenaza identificada (videos, guías de emergencia, procedimientos, programas, entre otros)?	NO		NO		NO	
Calificación Capacitación y Entrenamiento		0,33	REGULAR	0,67	REGULAR	0,17	MALO
3	Características de Operación	Rta	Observación	Rta	Observación	Rta	Observación
3.1	¿Se han contemplado planes de acción específicas para actuar ante eventos relacionados con la amenaza identificada?	NO		PARCIAL		NO	
3.2	¿Se ha identificado y clasificado el personal fijo y flotante en los diferentes horarios laborales y no laborales (menores de edad, adultos mayores, personas con discapacidad física)?	PARCIAL		SI		NO	
3.3	¿Existe dotación e implementos adecuados para el personal de coordinación de eventos operativos, para actuar sobre la amenaza identificada?	PARCIAL	Donación, si existe	SI	Donación, si existe	NO	Donación, si existe
3.4	¿Se cuenta con listas de verificación para realizar inspecciones a equipos y herramientas para la prevención, preparación y respuesta a emergencias operativas?	PARCIAL		SI		PARCIAL	
3.5	¿Se han contemplado acciones específicas teniendo en cuenta la clasificación de la población en la preparación y respuesta a emergencias?	PARCIAL		SI		PARCIAL	

3.6	¿Se cuenta con algún sistema de alarma en caso de una situación de emergencia operativa, generado por la amenaza identificada?	SI		SI		NO	
3.7	¿Se cuenta con medios o mecanismos para la consecución de transporte para el apoyo logístico en una emergencia asociada a la amenaza identificada?	SI		SI		SI	
Calificación Características de Operación		0,50	REGULAR	0,92	BUENO	0,17	MALO

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD PERSONAS	Amenaza Natural					
	Sismos		Erupciones Volcánicas		Precipitaciones Abundantes	
1. Gestión Organizacional	0,57	REGULAR	0,93	BUENO	0,29	MALO
2. Capacitación y Entrenamiento	0,33	REGULAR	0,67	REGULAR	0,17	MALO
3. Características de operación	0,50	REGULAR	0,92	BUENO	0,17	MALO
RESULTADOS	1,40	MEDIA	2,51	BAJA	0,62	ALTA

N°	PUNTO A EVALUAR	Amenaza Sistemas de Generación			
		Retraso en los mantenimientos		Técnicas deficientes	
1	Gestión Organizacional	Rta	Observación	Rta	Observación
1.1	¿Existe una política general en Gestión del Riesgo operacionales donde se indican lineamientos de respuesta a emergencias operativas?	PARCIAL		PARCIAL	

1.2	¿El personal se encuentra preparado para actuar ante emergencias operativas relacionadas con la amenaza identificada, en todas las jornadas y turnos?	PARCIAL		NO	
1.3	¿Se han establecido mecanismos de interacción con entidades externas para dar soporte apropiado a los eventos que se puedan presentar en el proceso operativo por la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
1.4	¿Se planifican y ejecutan inspecciones de los equipos e instalaciones utilizados para actuar ante eventos presentados por la amenaza identificada?	SI		SI	
1.5	¿Se cuenta con criterios definidos para hacer mantenimiento, cambio o sustitución de equipos para la atención de emergencia ante la amenaza identificada?	SI		SI	
1.6	¿Existen y se mantienen almacenados los repuestos básicos, críticos y recursos necesarios para actuar ante la amenaza identificada?	SI		SI	
1.7	¿Se planifican y ejecutan inspección de las estructuras civiles y sistemas generadores expuestas a la amenaza identificada en intervalos de tiempo coherentes con la misma?	SI		SI	
1.7	¿Se cuenta con equipos y herramientas necesarias para afrontar emergencias operativas?	SI		SI	
Calificación Gestión Organizacional		0,79	BUENO	0,71	BUENO
2	Capacitación y Entrenamiento	Rta	Observación	Rta	Observación

2.1	¿Se cuenta con un plan de capacitación y/o entrenamiento en prevención, preparación y respuesta ante emergencias operativas?	SI		SI	
2.2	¿Los Coordinadores para afrontar eventos operativos se encuentran capacitados para actuar ante la amenaza identificada?	SI		PARCIAL	
2.3	¿El personal en general ha recibido capacitación en temas básicos de emergencias operativas con la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
2.4	¿Se ofrece continua instrucción y entrenamiento sobre la actuación en el proceso ante la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
2.5	¿El personal de coordinación ha recibido entrenamiento y capacitación en temas de prevención y control de eventos operacionales relativos a la amenaza identificada?	SI		PARCIAL	
2.6	¿Se cuenta con mecanismos de difusión en temas de prevención y respuesta a emergencias operativas con relación a la amenaza identificada (videos, guías de emergencia, procedimientos, programas, entre otros)?	SI		PARCIAL	
Calificación Capacitación y Entrenamiento		0,83	BUENO	0,58	REGULAR
3	Características de Operación	Rta	Observación	Rta	Observación
3.1	¿Se han contemplado planes de acción específicas para actuar ante eventos relacionados con la amenaza identificada?	SI		SI	
3.2	¿Se ha identificado y clasificado el personal fijo y flotante en los diferentes horarios laborales y no laborales (menores	SI		SI	

	de edad, adultos mayores, personas con discapacidad física)?				
3.3	¿Existe dotación e implementos adecuados para el personal de coordinación de eventos operativos, para actuar sobre la amenaza identificada?	SI		SI	
3.4	¿Se cuenta con listas de verificación para realizar inspecciones a equipos y herramientas para la prevención, preparación y respuesta a emergencias operativas?	SI		SI	
3.5	¿Se han contemplado acciones específicas teniendo en cuenta la clasificación de la población en la preparación y respuesta a emergencias?	SI		PARCIAL	
3.6	¿Se cuenta con algún sistema de alarma en caso de una situación de emergencia operativa, generado por la amenaza identificada?	SI		SI	
3.7	¿Se cuenta con medios o mecanismos para la consecución de transporte para el apoyo logístico en una emergencia asociada a la amenaza identificada?	SI		SI	
Calificación Características de Operación		1,00	BUENO	0,92	BUENO

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD PERSONAS	Amenazas del sistema de generación			
		Retraso en los mantenimientos	Técnicas deficientes	
1. Gestión Organizacional	0,79	BUENO	0,71	BUENO
2. Capacitación y Entrenamiento	0,83	BUENO	0,58	REGULAR

3. Características de operación	1,00	BUENO	0,92	BUENO
RESULTADOS	2,62	BAJA	2,21	BAJA

N°	PUNTO A EVALUAR	Amenaza Logística			
		Falta de proveedores		Falta de presupuesto	
1	Gestión Organizacional	Rta	Observación	Rta	Observación
1.1	¿Existe una política general en Gestión del Riesgo operacionales donde se indican lineamientos de respuesta a emergencias operativas?	PARCIAL		PARCIAL	
1.2	¿El personal se encuentra preparado para actuar ante emergencias operativas relacionadas con la amenaza identificada, en todas las jornadas y turnos?	PARCIAL		PARCIAL	
1.3	¿Se han establecido mecanismos de interacción con entidades externas para dar soporte apropiado a los eventos que se puedan presentar en el proceso operativo por la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
1.4	¿Se planifican y ejecutan inspecciones de los equipos e instalaciones utilizados para actuar ante eventos presentados por la amenaza identificada?	SI		SI	
1.5	¿Se cuenta con criterios definidos para hacer mantenimiento, cambio o sustitución de equipos para la atención de emergencia ante la amenaza identificada?	SI		SI	
1.6	¿Existen y se mantienen almacenados los repuestos básicos, críticos y recursos necesarios para actuar ante la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	

1.7	¿Se planifican y ejecutan inspección de las estructuras civiles y sistemas generadores expuestas a la amenaza identificada en intervalos de tiempo coherentes con la misma?	PARCIAL		PARCIAL	
1.7	¿Se cuenta con equipos y herramientas necesarias para afrontar emergencias operativas?	PARCIAL		PARCIAL	
Calificación Gestión Organizacional		0,64	REGULAR	0,64	REGULAR
2	Capacitación y Entrenamiento	Rta	Observación	Rta	Observación
2.1	¿Se cuenta con un plan de capacitación y/o entrenamiento en prevención, preparación y respuesta ante emergencias operativas?	SI		SI	
2.2	¿Los Coordinadores para afrontar eventos operativos se encuentran capacitados para actuar ante la amenaza identificada?	PARCIAL		SI	
2.3	¿El personal en general ha recibido capacitación en temas básicos de emergencias operativas con la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
2.4	¿Se ofrece continua instrucción y entrenamiento sobre la actuación en el proceso ante la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
2.5	¿El personal de coordinación ha recibido entrenamiento y capacitación en temas de prevención y control de eventos operacionales relativos a la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
2.6	¿Se cuenta con mecanismos de difusión en temas de prevención y respuesta a emergencias operativas con relación a la amenaza identificada (videos, guías de emergencia, procedimientos, programas, entre otros)?	PARCIAL		PARCIAL	

Calificación Capacitación y Entrenamiento		0,58	REGULAR	0,75	BUENO
3	Características de Operación	Rta	Observación	Rta	Observación
3.1	¿Se han contemplado planes de acción específicas para actuar ante eventos relacionados con la amenaza identificada?	NO		NO	
3.2	¿Se ha identificado y clasificado el personal fijo y flotante en los diferentes horarios laborales y no laborales (menores de edad, adultos mayores, personas con discapacidad física)?	PARCIAL		PARCIAL	
3.3	¿Existe dotación e implementos adecuados para el personal de coordinación de eventos operativos, para actuar sobre la amenaza identificada?	SI		SI	
3.4	¿Se cuenta con listas de verificación para realizar inspecciones a equipos y herramientas para la prevención, preparación y respuesta a emergencias operativas?	PARCIAL		PARCIAL	
3.5	¿Se han contemplado acciones específicas teniendo en cuenta la clasificación de la población en la preparación y respuesta a emergencias?	PARCIAL		PARCIAL	
3.6	¿Se cuenta con algún sistema de alarma en caso de una situación de emergencia operativa, generado por la amenaza identificada?	SI		SI	
3.7	¿Se cuenta con medios o mecanismos para la consecución de transporte para el apoyo logístico en una emergencia asociada a la amenaza identificada?	SI		SI	

Calificación Características de Operación	0,58	REGULAR	0,58	REGULAR
-------------------------------------------	------	---------	------	---------

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD PERSONAS	Amenaza Logística			
	Falta de proveedores		Falta de presupuesto	
1. Gestión Organizacional	0,64	REGULAR	0,64	REGULAR
2. Capacitación y Entrenamiento	0,58	REGULAR	0,75	BUENO
3. Características de operación	0,58	REGULAR	0,58	REGULAR
RESULTADOS	1,81	MEDIA	1,98	MEDIA

N°	PUNTO A EVALUAR	Amenaza Personal			
		Ausencia		Velocidad de respuesta	
1	Gestión Organizacional	Rta	Observación	Rta	Observación
1.1	¿Existe una política general en Gestión del Riesgo operacionales donde se indican lineamientos de respuesta a emergencias operativas?	PARCIAL		PARCIAL	
1.2	¿El personal se encuentra preparado para actuar ante emergencias operativas relacionadas con la amenaza identificada, en todas las jornadas y turnos?	PARCIAL		NO	
1.3	¿Se han establecido mecanismos de interacción con entidades externas para dar soporte apropiado a los eventos que se puedan presentar en	PARCIAL		PARCIAL	


	el proceso operativo por la amenaza identificada?				
1.4	¿Se planifican y ejecutan inspecciones de los equipos e instalaciones utilizados para actuar ante eventos presentados por la amenaza identificada?	SI		SI	
1.5	¿Se cuenta con criterios definidos para hacer mantenimiento, cambio o sustitución de equipos para la atención de emergencia ante la amenaza identificada?	SI		SI	
1.6	¿Existen y se mantienen almacenados los repuestos básicos, críticos y recursos necesarios para actuar ante la amenaza identificada?	SI		SI	
1.7	¿Se planifican y ejecutan inspección de las estructuras civiles y sistemas generadores expuestas a la amenaza identificada en intervalos de tiempo coherentes con la misma?	SI		SI	
1.7	¿Se cuenta con equipos y herramientas necesarias para afrontar emergencias operativas?	SI		SI	
Calificación Gestión Organizacional		0,79	BUENO	0,71	BUENO
2	Capacitación y Entrenamiento	Rta	Observación	Rta	Observación
2.1	¿Se cuenta con un plan de capacitación y/o entrenamiento en prevención, preparación y respuesta ante emergencias operativas?	SI		SI	
2.2	¿Los Coordinadores para afrontar eventos operativos se encuentran capacitados para actuar ante la amenaza identificada?	SI		PARCIAL	

2.3	¿El personal en general ha recibido capacitación en temas básicos de emergencias operativas con la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
2.4	¿Se ofrece continua instrucción y entrenamiento sobre la actuación en el proceso ante la amenaza identificada?	PARCIAL		PARCIAL	
2.5	¿El personal de coordinación ha recibido entrenamiento y capacitación en temas de prevención y control de eventos operacionales relativos a la amenaza identificada?	SI		PARCIAL	
2.6	¿Se cuenta con mecanismos de difusión en temas de prevención y respuesta a emergencias operativos con relación a la amenaza identificada (videos, guías de emergencia, procedimientos, programas, entre otros)?	SI		PARCIAL	
Calificación Capacitación y Entrenamiento		0,83	BUENO	0,58	REGULAR
3	Características de Operación	Rta	Observación	Rta	Observación
3.1	¿Se han contemplado planes de acción específicas para actuar ante eventos relacionados con la amenaza identificada?	SI		SI	
3.2	¿Se ha identificado y clasificado el personal fijo y flotante en los diferentes horarios laborales y no laborales (menores de edad, adultos mayores, personas con discapacidad física)?	SI		SI	
3.3	¿Existe dotación e implementos adecuados para el personal de coordinación de eventos operativos, para actuar sobre la amenaza identificada?	SI		SI	

3.4	¿Se cuenta con listas de verificación para realizar inspecciones a equipos y herramientas para la prevención, preparación y respuesta a emergencias operativas?	SI		SI	
3.5	¿Se han contemplado acciones específicas teniendo en cuenta la clasificación de la población en la preparación y respuesta a emergencias?	SI		PARCIAL	
3.6	¿Se cuenta con algún sistema de alarma en caso de una situación de emergencia operativa, generado por la amenaza identificada?	SI		SI	
3.7	¿Se cuenta con medios o mecanismos para la consecución de transporte para el apoyo logístico en una emergencia asociada a la amenaza identificada?	SI		SI	
Calificación Características de Operación		1,00	BUENO	0,92	BUENO

CONSOLIDADO VULNERABILIDAD PERSONAS	Amenaza Personal			
		Ausencia	Velocidad de respuesta	
1. Gestión Organizacional	0,79	BUENO	0,71	BUENO
2. Capacitación y Entrenamiento	0,83	BUENO	0,58	REGULAR
3. Características de operación	1,00	BUENO	0,92	BUENO
RESULTADOS	2,62	BAJA	2,21	BAJA

Anexo 14. Fallos en los últimos años de generación de energía

		REGISTRO DE FALLAS (2016- 2021)			Código:
					Versión:
					Fecha:
Fecha	Evento	Hora de salida	Causa	Hora de entrada	
		U1		U1	
19-nov-21	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	7:38	Presencia de palizada	10:33	
27-ago-21	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	23:28	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	5:26	
9-jun-21	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	17:15	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	17:42	
2-ago-21	Falsa alarma por temperaturas elevadas en el Transformador T1	21:28	Falso contacto por presencia de condensación en controlador de temperatura	0:05	
22-mar-21	Salida de línea de la unidad 2 por variación de frecuencia en la red SIN	11:26	Línea de transmisión 138Kv	11:47	
23-ago-21	Generador Sistema de excitación	5:44	Falsa señal por pérdida de excitación	2:06	
3-feb-21	Generador	16:23	Vibraciones altas	17:30	

17-feb-21	Baja presión en el sistema de gobernador	3:41	Falla en el arrancador suave de bombas	4:08
28-oct-21	Baja presión en el sistema de enfriamiento	15:14	Desgaste del conector de caudalímetro	16:37
8-nov-21	Baja presión en el sistema de enfriamiento	23:55	Obstrucción de sistemas de filtros	7:52
26-may-21	Vibraciones Altas	2:42	Sismo	3:22
4-feb-21	Vibraciones y temperaturas altas	14:59	Daño del cojinete de empuje	N/A
4-feb-21	Daño en el rodete	14:59	Daño en pernos de acople eje-rodete	
17-feb-21	Sistema de drenaje	11:55	Falso en sensor de nivel	12:10
17-feb-21	Sistema de drenaje	11:55	Falso en sensor de nivel	
3-feb-21	Generador	16:23	Vibraciones altas	17:30
21-jun-20	Fuga de aceite	17:44	Compensación de aceite del cojinete superior	22:47
15-jun-20	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	1:30	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	3:28
18-may-20	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	3:10	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	14:57
10-abr-20	Salida de línea de las unidades por variación de frecuencia en la red SIN	13:18	Línea de transmisión 138Kv	14:53
28-ene-20	Salida de línea de las unidades por variación de frecuencia en la red SIN	17:18	Línea de transmisión 138Kv	18:53
27-nov-19	Salida de línea de las unidades por variación de frecuencia en la red SIN	14:46	Línea de transmisión 138Kv	15:23
7-nov-19	Baja presión en el sistema de gobernador	18:17	Falla en el arrancador suave de bombas	16:28
28-oct-19	Baja presión en el sistema de enfriamiento	15:14	Desgaste del conector de caudalímetro	16:37

17-sep-19	Protección diferencial del transformador elevador	13:40	Falla de ajuste de terminales	14:27
27-ago-19	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	23:28	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	5:26
9-jun-19	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	17:15	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	17:42
26-may-19	Vibraciones Altas	2:42	Sismo	3:22
21-jul-18	Protección de inundación de casa de máquinas	11:18	Perdida de una fase de motor	12:33
2-mar-18	Baja presión en el sistema de enfriamiento	8:05	Obstrucción de sistemas de filtros	9:18
8-feb-18	PLC del sistema regulador de velocidad	7:44	Reducción de ajuste del socket en la tarjeta de salidas digitales	8:37
20-nov-17	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	22:00	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	0:37
8-nov-17	Baja presión en el sistema de enfriamiento	23:55	Obstrucción de sistemas de filtros	7:52
16-oct-17	Baja presión en el sistema de enfriamiento		Obstrucción de sistemas de filtros	
20-jun-17	Inundación y escombros en casa de máquinas		Diluvio de quebradas cercanas	
17-feb-17	Sistema de drenaje	11:55	Falso en sensor de nivel	12:10
28-ene-17	Ausencia de flujo de agua debido a saturación de rejillas de ingreso de la bocatoma	12:22	Alto nivel del río de sedimentos de arrastre y cuerpos flotantes	14:25
28-ene-17	Alta temperatura en el cojinete de turbina	0:35	Gaps de cojinete de turbina inferiores	10:36
9-ene-17	Sistema de excitación		Falsa señal por pérdida de excitación	2:06
8-ene-21	Sistema de excitación		Falsa señal por pérdida de excitación	0:15

Anexo 15. Manual de operaciones de la central hidroeléctrica Topo

ECUAGESA



**CENTRAL
HIDROELECTRICA "TOPO"**

**MANUAL DE
OPERACIÓN**



Anexo 16. Evaluación de riesgos operativos en captación y conducción

MATRIZ DE RIESGOS OPERATIVOS										
INTALACIONES	MACROPROCESO: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TOPO		RESPONSABLE: Gerente de planta			HOJA DE RESUMEN EVALUACIÓN DEL RIESGO Y CONTROLES				
	PROCESO: Captación y Conducción		EVALUADOR: ISABEL ALVARADO			RIESGOS MODERADO, IMPORTANTES, INTOLERABLES, TRIVIAL, TOLERABLE	EVALUACIÓN DE CONTROLES			
	FECHA DE REALIZACIÓN: 05/03/2022	PERSONAL INVOLUCRADO: Supervisores, técnicos y asistentes de mantenimiento civil, eléctrico y mecánico								
	OBJETIVO DEL PROCESO: Captar cierta cantidad de caudal del río Topo a través de sus estructuras civiles, y conducirla hacia la tubería de presión								RIESGO CONTROLABLE	
	Peligro	Riesgo	Consecuencia	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			
			B	M	A	LD	D	ED		

Rejillas	Precipitaciones abundantes en zonas altas las cuales ocasionan el incremento de caudal en el río Topo	Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc.	Obstrucción de rejillas de entrada y disminución de caudal. Perdida de producción			1		1		RIESGO IMPORTANTE	<p>Se cuenta con un limpia rejillas que se puede operar manual y automáticamente. Los operadores de compuertas son capacitados y certificados, su función es realizar maniobras de apertura y cierre de compuertas radiales, fondo y tableros de mantenimiento .</p> <p>Apoyo de personal de departamento civil, en caso de ser necesario</p> <p>Se cuenta con una compuerta plana de fondo, la cual ayuda a controlar el</p>	<p>Requiere plan de acción</p>
----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	--	--	---	--	---	--	-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

											<p>caudal, en caso de no ser suficiente con las compuertas radiales. Se monitorea las condiciones del río mediante sensores los cuales son registrados mediante la estación meteorológica México para determinar las fechas mas propensas a riesgos. Se cuenta con procedimientos y documentación que se debe seguir para las maniobras. Análisis de crecidas históricas. Cuenta con tableros de mantenimiento para reducir el</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

											exceso de sedimentos que obstruyen las rejillas de entrada.	
Compuertas Radiales	Precipitaciones abundantes Falta de proveedores	Desborde de cuerpos sólidos por las compuertas	Falla en el accionamiento hidráulico, (perdida de producción)	1			1			RIESGO TRIVIAL	Se cuenta con mantenimiento preventivo y predictivo rutinario, cuatrimestral y anuales. Se cuenta con protecciones térmicas o de torque en el equipo de las compuertas (bloqueo de palos o piedras), cuando detecta	No requiere plan de acción

										<p>el equipo se detiene y produce alarmas. Capacitación para el operador de compuertas Equipos eléctricos con protección IP(aislantes, empaques), para trabajar en exteriores y condiciones climáticas, son verificadas en mantenimiento . Inspecciones rutinarias de los equipos. Existen procedimientos de operación, los mismos que están socializados. Compuertas de mantenimiento instaladas.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

											Repuestos necesarios en bodega	
	Precipitaciones abundantes en zonas altas	Arrastre de sedimentos, ramas, palos, hojas, rocas, etc.	Erosión de umbrales.	1			1			RIESGO TRIVIAL	Se cuenta con mantenimiento preventivo anual, para la verificación de umbrales. Inspección posterior al evento de manera visual	No requiere plan de acción
Desarenador	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos, además diluvios en las quebradas.	Daño en la infraestructura	1				1		RIESGO MODERADO	Se realizan evaluaciones de deterioro de la infraestructura por mantenimiento civil. Se realizan limpiezas programadas de toda el área.	No requiere plan de acción

										Monitoreos topográficos y geológicos. Inspección posterior al evento, visuales, aéreas (dron)	
Precipitaciones abundantes	Arrastre de sedimentos que sobrepasan las rejillas de entrada	Pérdida de eficiencia en cámara de carga	1				1		RIESGO TOLERABLE	El área cuenta con compuertas de desagüe, cuando la cámara de carga pierde su efectividad, las compuertas se abren manualmente para evacuar el exceso. Además, contando que cuenta con dos cámaras de carga para realizar la maniobra sin perder la producción. Se realiza el mantenimiento	No requiere plan de acción

											y verificación de nivel de sedimentos. Inspección de compuertas ingreso, salida y desagüe en los desarenadores, cambio de aceite en reductores .	
Canal de conducción	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos y asentamientos de depósitos coluviales cercanos , además aluvión en las quebradas Cisneros y Brava Miche.	Daño en la infraestructura	1				1		RIESGO TOLERABLE	Se realizan evaluaciones de deterioro de la infraestructura por mantenimiento civil. Se realizan limpiezas programadas de toda el área. Monitoreos topográficos y geológicos. Inspección posterior al evento, visuales, aéreas (dron)	No requiere plan de acción

Vertedero Lateral	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos	Daño en la infraestructura	1				1	RIESGO MODERADO	Se realizan evaluaciones de deterioro de la infraestructura por mantenimiento civil. Se realizan limpiezas programadas de toda el área. Monitoreos topográficos y geológicos. Inspección posterior al evento, visuales, aéreas (dron)	No requiere plan de acción
Túnel de conducción	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos , además aluvión en las quebradas Cisneros y Brava Miche.	Colapso de estructura de embaulado	1				1	RIESGO TOLERABLE	Se realizan evaluaciones de deterioro de la infraestructura por mantenimiento civil. Se realizan limpiezas programadas de toda el área. Monitoreos	No requiere plan de acción

											topográficos y geológicos. Inspección posterior al evento, visuales, aéreas (dron)	
Tanque de carga	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de depósitos coluviales cercanos	Colmatación de material	1				1		RIESGO TOLERABLE	Se realizan evaluaciones de deterioro de la infraestructura por mantenimiento civil. Se realizan limpiezas programadas de toda el área. Monitoreos topográficos y geológicos. Inspección posterior al evento, visuales, aéreas (dron)	No requiere plan de acción

Tubería de presión (GRP)	Sismos y precipitaciones abundantes	Desprendimiento de taludes de hormigón, asentamientos y desplazamientos de suelo por saturación de agua superficial y subterránea	Desplome de estructura	1				1	RIESGO MODERADO	Se realizan evaluaciones de deterioro de la infraestructura por mantenimiento civil. Se realizan limpiezas programadas de toda el área. Monitoreos topográficos y geológicos. Inspección posterior al evento, visuales, aéreas (dron)	No requiere plan de acción
Válvula DN 2600	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Baja presión	Central inoperativa y cierre de válvula por daño en la unidad hidráulica	1			1	RIESGO TOLERABLE	Se cuenta con mantenimiento preventivo y predictivo rutinario, cuatrimestral y anuales por el departamento eléctrico y mecánico. El departamento de operaciones realiza el	No requiere plan de acción	

											control y monitoreo de los parámetros del sistema y realiza visitas periódicas todos los días viernes.	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Anexo 17. Evaluación de riesgos operativos generación

MATRIZ DE RIESGOS OPERATIVOS												
INTALACIONES	MACROPROCESO: OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TOPO		RESPONSABLE: Gerente de planta				HOJA DE RESUMEN EVALUACIÓN DEL RIESGO Y CONTROLES					
	PROCESO: Generación		EVALUADOR: ISABEL ALVARADO				RIESGOS MODERADO, IMPORTANTES, INTOLERABLES, TRIVIAL, TOLERABLE	EVALUACIÓN DE CONTROLES				
	FECHA DE REALIZACIÓN: 05/03/2022	PERSONAL INVOLUCRADO: Supervisores, técnicos y asistentes de mantenimiento civil, eléctrico y mecánico										
	OBJETIVO DEL PROCESO: Transformar la energía potencial, a energía eléctrica a través de sus unidades generadoras							RIESGO CONTROLABLE				
	Peligro	Riesgo	Consecuencia	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA				TIPO DE RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL
B				M	A	LD	D	ED				
Casa de máquinas	Precipitaciones abundantes que incremento del caudal en los afluentes del río Topo	Inundación	Central inoperativa		1				1	RIESGO IMPORTANTE	Se realizan evaluaciones de deterioro de la infraestructura por mantenimiento	Requiere plan de acción

											<p>nto civil. Se realizan limpiezas programadas de toda el área. Monitoreos topográficos y geológicos. Inspección posterior al evento, visuales, aéreas (dron)</p>	
Válvula DN 1400	<p>Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento . Falta de proveedores y presupuesto</p>	Baja presión	<p>Central inoperativa y cierre de válvula por daño en la unidad hidráulica</p>	1				1		RIESGO TOLERABLE	<p>Se cuenta con mantenimiento preventivo y predictivo rutinario, cuatrimestral y anuales por el departamento eléctrico y mecánico. El departamento de operaciones realiza el control y</p>	No requiere plan de acción

										monitoreo de los parámetros del sistema y realiza visitas periódicas todos los días viernes.	
Turbina	Precipitaciones abundantes donde los sedimentos que sobrepasan las rejillas de entrada y salida. Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento . Ausencia y velocidad de respuesta del personal.	Cavitación y erosión	Pérdida de eficiencia de la unidad por desgaste y fisuras de rodete, álabes directrices, placas de desgaste superior e inferior, anillos de laberinto superior e inferior y sellos de mantenimiento		1			1	RIESGO IMPORTANTE	Se cuenta con mantenimiento preventivo cuatrimestral y anuales. Las pruebas de verificación se realizan de forma visual.	Requiere plan de acción

	Sismos Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes en el mantenimiento . Ausencia y velocidad de respuesta del personal	Vibraciones	Perdida de producción por desalineamiento de cojinete y componentes de turbina		1			1	RIESGO IMPORTANTE	Se cuenta con mantenimiento preventivo cuatrimestral y anuales mediante la calibración de los patines.	Requiere plan de acción
Generador	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento . Falta de proveedores y presupuesto	Sobre corriente y sobre voltaje	Central inoperativa por degradación del aislamiento de devanados del estator y rotor	1				1	RIESGO MODERADO	Medición de aislamiento de los bobinados anualmente. El departamento de operaciones realiza el control y monitoreo de los parámetros del sistema y realiza visitas periódicas	Requiere plan de acción

	Sismos Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes en el mantenimiento Ausencia y velocidad de respuesta del personal	Vibraciones	Pérdida de producción por desalineamiento de cojinete superior e inferior	1				1	RIESGO MODERADO	Se cuenta con mantenimiento preventivo cuatrimestral y anuales mediante la calibración de los patines.	Requiere plan de acción
	Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes mantenimiento	Incremento de temperatura.	Pérdida de producción por falla en los radiadores	1				1	RIESGO MODERADO	Limpieza de radiadores anualmente	Requiere plan de acción
	Ausencia y velocidad de respuesta del personal	Falla en el sistema eléctrico y de control del sistema de excitación	Falla en el sistema eléctrico y de control del sistema de excitación		1			1	RIESGO IMPORTANTE	Revisión del apriete y torque de los pernos anualmente	Requiere plan de acción

Regulador de velocidad	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento . Falta de proveedores y presupuesto	Baja presión	Pérdida de producción por rotura de sellos en tubería, falla en motores eléctricos, swicht de presión, instrumentación, etc.	1					1	RIESGO TOLERABLE	Se realiza limpieza y verificación semanal de los tableros de control con medición de termográfica y la unidad hidráulica cada cuatro horas tomando datos operativos de los motores y temperatura de aceite.	No requiere plan de acción
Canal de descarga	Sismo y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de coluviales de casa de máquinas	Obstrucción de canal de descarga	1					1	RIESGO MODERADO	Plan de emergencia para intervención y limpieza rápida Monitore topográfico bimensual Inspección con dron y medición de movimientos del	No requiere plan de acción

											deslizamiento junto al canal. Drenaje del área mediante cunetas de coronación y mantenimiento constantes	
Aire comprimido	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Baja presión	Pérdida de producción por falla en los radiadores en los compresores en bandas, motores eléctricos, filtros y partes mecánicas. Cañerías perforadas Daños en el motor eléctrico, filtros e instrumentación.	1			1			RIESGO TRIVIAL	Se realiza limpieza y verificación semanal de los tableros de control con medición de termografía y la unidad hidráulica cada cuatro horas tomando datos operativos de los motores y temperatura de aceite. Pruebas de arranque	No requiere plan de acción

										semanales y verificación parámetros operativos	
Drenaje	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento . Falta de proveedores y presupuesto	Inundación	Central inoperativa por daño en bombas sumergibles por desgaste o por sus características Daño en la instrumentación		1			1	RIESGO IMPORTANTE	Se realiza limpieza y verificación semanal de los tableros de control con medición termográfica y la unidad hidráulica cada cuatro horas tomando datos operativos de los motores y temperatura de aceite. Pruebas de arranque semanales y verificación parámetros operativos	Requiere plan de acción

<p>Agua de enfriamiento</p>	<p>Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Incumplimiento, retraso y aplicación de técnicas deficientes de mantenimiento. Cambio de clima que trae sedimentos hasta las instalaciones</p>	<p>Baja presión</p>	<p>Central inoperativa por daños en bombas centrífugas y filtros de retro lavado debido al agua turbia que produce obstrucciones o desgaste</p>	<p>1</p>				<p>1</p>		<p>RIESGO TOLERABLE</p>	<p>Se realiza limpieza y verificación semanal de los tableros de control con medición termográfica y la unidad hidráulica cada cuatro horas tomando datos operativos de los motores y temperatura de aceite. Pruebas de arranque semanales y verificación parámetros operativos</p>	<p>No requiere plan de acción</p>
-----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	--	--	--	----------	--	--------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

Anexo 18. Evaluación de riesgos operativos de transformación y transmisión


MATRIZ DE RIESGOS OPERATIVOS											
INTALACIONES	MACROPROCESO: OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉTRICA TOPO			RESPONSABLE: Gerente de planta			HOJA DE RESUMEN EVALUACIÓN DEL RIESGO Y CONTROLES				
	PROCESO: Transformación y transmisión			EVALUADOR: ISABEL ALVARADO			RIESGOS MODERADO, IMPORTANTES, INTOLERABLES, TRIVIALES, TOLERABLE	EVALUACIÓN DE CONTROLES			
		FECHA DE REALIZACIÓN: 05/03/2022	PERSONAL INVOLUCRADO: Supervisores, técnicos y asistentes de mantenimiento civil, eléctrico y mecánico								
	OBJETIVO DEL PROCESO: Mediante un transformador elevador, incrementar el voltaje para entregar al SNI							RIESGO CONTROLABLE			
	Peligro	Riesgo	Consecuencias	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA				
			B	M	A	LD	D	ED			

Subestación	Incremento del caudal en los afluentes del río Top	Inundación	Central inoperativa		1				1	RIESGO IMPORTANTE	Verificación de nivel de aceite dieléctrico temperatura de bobinados y aceite, medición de aislamiento cada año.	Requiere plan de acción
Transformador principal	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Incendio	Central inoperativa por falla en los aislamientos de bobinados		1				1	RIESGO MODERADO	Verificación de nivel de aceite dieléctrico temperatura de bobinados y aceite, medición de aislamiento cada año.	Requiere plan de acción

Pararrayo	Sismos y precipitaciones abundantes	Deslizamientos de taludes de hormigón y aluviones de riachuelos	Central inoperativa por daño de transformador por descargas atmosféricas	1			1			RIESGO TRIVIAL	Inspecciones y pruebas	No requiere plan de acción
Transformador de corriente	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta de proveedores y presupuesto	Sobre corriente y sobrevoltaje	Central inoperativa	1					1	RIESGO MODERADO	Medición de aislamiento y verificación de conexiones eléctricas.	No requiere plan de acción
Transformador de potencia	Ausencia y velocidad de respuesta del personal. Retraso y aplicación de técnicas deficientes para mantenimiento. Falta	Sobre corriente y sobrevoltaje	Central inoperativa	1					1	RIESGO MODERADO	Medición de aislamiento y verificación de conexiones eléctricas.	No requiere plan de acción

	de proveedores y presupuesto											
Estructuras y obra civil de La línea de transmisión	Sismos, retraso y técnicas deficientes en los mantenimientos	Asentamientos de la base de las torres de transmisión	Central inoperativa por rotura de cables de la línea de transmisión y falla en el equipamiento de protección eléctricas	1					1	RIESGO MODERADO	Medición de aislamiento de los bobinados anualmente. Inspección y limpieza de las torres	Requiere plan de acción

**Anexo 19. Formato Plan de contingencia técnico y operativo de la central hidroeléctrica
Topo**

	
<p>PLAN</p> <p>PLAN DE CONTINGENCIA TÉCNICO Y OPERATIVO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TOPO</p> <p>01/07/2012 Código OPG-PLAN-0012 Versión 1.0</p>	<p>OPERACIONES</p>

Anexo 20. Certificado de culminación de plan de contingencia técnico y operativo emitido por la empresa



Av. 6 de Diciembre E24-417 y
Luis Cordero, Quito – Ecuador
Planta: Río Negro entre Baños y
Puyo.

Río Negro, 19 de octubre de 2022

CERTIFICADO

A quien interese

Presente. -

Reciba un cordial saludo de **PROYECTOS ENERGÉTICOS ECUAGESA S.A.**, una empresa privada que se dedica a la generación hidroeléctrica a través de la Central Hidroeléctrica Topo, ubicada en la parroquia Río Negro, cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua.

A petición de la colaboradora, certifico que la señorita ISABEL ANAHÍ ALVARADO MACAS con número de cédula 1650116401, ha venido desarrollando desde el 07 de enero del 2022 la elaboración del PLAN DE CONTINGENCIA TÉCNICO Y OPERATIVO PARA LOS DEPARTAMENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA TOPO”, el mismo fue finalizado y aceptado el 01 de septiembre del 2022, dándose la respectiva entrega del documento en Digital y socializando dicho plan con los colaboradores de la empresa.

A nombre de proyectos energéticos Ecuagesa, agradezco a la Srta. Isabel Alvarado por el trabajo desarrollado.

Es todo en cuanto puedo informar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso del presente como a bien tuviere.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
**MARIANO ARTURO
MACIAS GARCIA**

Ing. Mariano Macias
Gerente de Planta
Proyectos Energéticos Ecuagesa S.A.

Anexo 21. Socialización del plan de contingencia técnico y operativo a los colaboradores

