



unitec[®]
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES[®]

FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**ANÁLISIS DE LOS RIESGOS OPERATIVOS PRESENTES
EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA Y
BIOMASA EN LA ZONA CENTRO-SUR DE HONDURAS EN EL
2014-2015**

SUSTENTADO POR:

FERNANDO JOSUÉ VÁSQUEZ

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

TEGUCIGALPA, M.D.C, HONDURAS, C.A.

Marzo 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

(UNITEC)

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTOR ACADÉMICO

MARLON BREVÉ REYES

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

MARLON BREVÉ REYES

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

ASESOR METODOLÓGICO

JESUS ARGUETA MORENO

ASESOR TEMÁTICO

KEREN JEMIMAH VALLEJO ALVARENGA

MIEMBROS DE LA TERNA

Ing. Miguel Ramírez

Ing. Oscar Cardona

Ing. Jorge Centeno

Resumen

En la investigación se realizó para establecer un conocimiento acerca de los riesgos operativos presentes en algunas centrales de generación de energía eléctrica. El estudio se caracteriza por tener un enfoque cualitativo fenomenológico debido a las opiniones y experiencias subjetivas de los expertos y administradores de estas centrales de generación. La investigación muestra los riesgos operativos que tienen mayor frecuencia de ocurrencia y el impacto en las centrales hidroeléctricas de tipo embalse y plantas de generación de energía a través del uso de residuos de la molienda de caña (bagazo). El análisis fue realizado mediante la implementación del método Mosler y técnica Delphi, gestionando la información mediante los lineamientos y procesos que propone el PMI. Con el fin de analizar los riesgos se midieron los parámetros de: Probabilidad, Magnitud y Perdida Monetaria que estos representan para cada uno de las centrales. En el análisis se obtuvieron que en las centrales tipo embalse con 23 riesgos que pueden generar una pérdida entre USD 23,760 a USD 990 dólares para los riesgos que presentan mayor frecuencia e impacto. En la central que utiliza bagazo como biomasa, se encontraron 29 riesgos que puede representar USD 5,400 a USD 2,700 dólares para los tienden manifestarse con frecuencia.

Palabras Claves: Riesgo operativo, probabilidad, magnitud, nivel monetario.



ABSTRACT

The investigation was conducted to establish a knowledge of operational risks present in some plants generating electricity. The study is characterized by a phenomenological qualitative approach due to subjective opinions and experiences of experts and managers of these plants generation. Research shows that operational risks have increased frequency of occurrence and impact on hydropower dam type and power generation plants through the use of waste grinding cane (bagasse). The analysis was performed by implementing the Mosler and technical Delphi method, managing information and processes using the guidelines proposed by the PMI. Probability, Magnitude and Lost Monetary they represent for each of the core: To analyze risk parameters were measured. In the analysis were obtained in the central reservoir type 23 risks that may generate a loss of between USD 23,760 to USD \$ 990 for the risks posed by increased frequency and impact. At the plant using bagasse as biomass, 29 risks posed by USD 5,400 to USD \$ 2.700 tend to manifest frequently found.

Keywords: Operational risk, probability, magnitude, monetary level.

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a nuestro Dios Padre, quien ha estado conmigo en todos los proyectos y retos a lo largo de toda mi vida, además quiero agradecer a mi madre y abuelo que me han apoyado incondicionalmente en seguir esforzándome en desarrollar al máximo mis capacidades y metas, a mis amigos que me alentaron para mantenerme firme en mis decisiones.

Agradecimiento

Agradezco nuevamente a mi madre Suyapa Maricela Vásquez por darme la vida, a mi abuelo Rolando Núñez, a Cindy Karelía Rodríguez por darme su todo el apoyo, llenarme de valor en los momentos más difíciles y a mis amigos y compañeros Víctor García, Marvin Wong, Jenny Suazo y Carol Cartagena quienes mediante sus consejos y ayuda puede culminar este trabajo de tesis.

Agradezco a los catedráticos que me tuvieron comprensión en todas las facetas de la maestría y que me proporcionaron los conocimientos necesarios para lograr esta meta de desarrollar el trabajo de tesis, en especial agradezco a mi asesor temático Ing. Keren J. Vallejo y metodológico PhD. Jesús Argueta quienes me encaminaron en el desarrollo de mi proyecto de graduación.

Tabla de contenido

CAPITULO I.PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.5 DELIMITACIONES DEL ESTUDIO	7
1.6 JUSTIFICACIÓN	8
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	11
2.1 SITUACIÓN ACTUAL	12
2.2. GESTIÓN DE RIESGOS.....	20
2.3 ENERGIAS RENOVABLES	35
2.4 BIOMASA.....	40
2.5 HIDROELÉCTRICA	44
2.6 MARCO CONCEPTUAL	50
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	53
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	53
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	70
3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO	76
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1 PRESUPUESTO PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS. 122	
VI. ANEXOS.....	133
BIBLIOGRAFÍA.....	124

Índice de Tablas

Tabla 1. Cobertura de electricidad de los países de Centroamérica.	17
Tabla 2. Niveles de Criticidad de los Riesgos.....	33
Tabla 3. Tipos de sistemas utilizados para la generación de energía eléctrica utilizando la energía de marina.....	38
Tabla 4. Matriz Metodológica MAT-V.	54
Tabla 5. Hipótesis.....	61
Tabla 6. Criterio de Agresión.....	64
Tabla 7. Criterio de Vulnerabilidad.	64
Tabla 8. Criterio de Función.	65
Tabla 9. Criterio de Sustitución.....	65
Tabla 10. Criterio de Profundidad.....	65
Tabla 11. Criterio de Extensión.	66
Tabla 12. Ponderación de Nivel de Riesgos.....	67
Tabla 13. Mapa de Evidencias Empíricas	75
Tabla 14. Resultados del Criterio de Agresión en una Central Hidroeléctrica.	85
Tabla 15. Resultados del Criterio de Vulnerabilidad en una Central Hidroeléctrica.....	86
Tabla 16. Resultados de Probabilidad de una Central Hidroeléctrica.....	87
Tabla 17. Resultados de Criterio de Agresión en una Central que utiliza Biomasa.....	88
Tabla 18. Resultados del Criterio de Vulnerabilidad en una Central que utiliza Biomasa.	89
Tabla 19. Resultados de Probabilidad en una Central que Utiliza Biomasa.....	90
Tabla 20. Resultados del Criterio de Función para una Central Hidroeléctrica.	92
Tabla 21. Resultados del Criterio de Sustitución en una Central Hidroeléctrica.....	93
Tabla 22. Resultados de Criterio de Profundidad en una Central Hidroeléctrica.....	94
Tabla 23. Resultados de Criterio de Extensión de una Central Hidroeléctrica.	95
Tabla 24. Cálculo de la Magnitud de Impacto en una Central Hidroeléctrica.	96
Tabla 25. Resultados del Criterio de Función en una Central que utiliza Biomasa.	97

Tabla 26. Resultados del Criterio de Sustitución en una Central que utiliza Biomasa...	98
Tabla 27. Resultados del Criterio de Profundidad de una Central que utiliza Biomasa.	99
Tabla 28. Resultados del Criterio de Extensión de una Central que utiliza Biomasa. .	100
Tabla 29. Resultados de la Magnitud de Impacto para un Central que utiliza Bagazo.	101
Tabla 30. Cuadro de Cuantificación de los Riesgos para una Central Hidroeléctrica Tipo Embalse “José Cecilio del Valle” .	106
Tabla 31. Cuadro de Cuantificación de los Riesgos para una Central que utiliza Bagazo en el Ingenio “La Grecia” .	108
Tabla 32. Medidas Preventivas que pueden ser implementadas en un central Hidroeléctrica de tipo Embalse.	114
Tabla 33. Medidas Preventivas que pueden ser implementadas en planta que utiliza biomasa.	117

Índice de Figuras

FIGURA 1 Consumo Mundial de Energía 1980-2030.....	13
FIGURA 2. Consumo de Combustibles por tipo	14
FIGURA 3. Emisiones de gases de efecto invernadero al subsector eléctrico de Centroamérica en toneladas.....	17
FIGURA 4. Gestión de Riegos.....	21
FIGURA 5. Modelado de Distribuciones.....	24
FIGURA 6. Método Mosler	26
FIGURA 7. Árbol de Decisión.....	27
FIGURA 8. Matriz de Probabilidad e Impacto.....	30
FIGURA 9. Mapeo de Riesgos por Áreas.....	31
FIGURA 10. Transformación de Energía Hidráulica a Eléctrica	45
FIGURA 11. Esquema general de una central hidroeléctrica de bombeo	47
FIGURA 12. Centrales según la caída de agua.....	48
FIGURA 13. Jerarquía y Dimensiones de Variables.....	60
FIGURA 14. Estratificación de Estudio de Riesgos.....	69
FIGURA 15. Procesos de un Enfoque Cualitativo.	73
FIGURA 16. Áreas y Procesos de una Central Hidroeléctrica.....	79
FIGURA 17. Áreas y Proceso de Planta que utiliza Biomasa.....	80

LISTA DE ACRÓNIMOS

- **ENEE:** Empresa Nacional de Energía Eléctrica
- **CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- **EIA:** Departamento de Energía de los Estados Unidos
- **SIEPAC:** Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central
- **PMI:** Project Management Institute
- **PMBOK:** Project Management Body of Knowledge

CAPITULO I.PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Los riesgos actualmente se encuentran asociados en todas actividades que representa la generación de energía eléctrica, en los empleados que administran la planta, los que afectan las partes eléctricas y/o mecánicas. Estas áreas y procesos de mantenimiento se pueden realizar simultáneamente unos con otros, aunque esto depende de la magnitud de la planta y el tipo de fuente que se esté utilizando para producir la energía eléctrica.

Los tipos de generación hoy en día se están desarrollando a manera de hacer un uso eficiente de los recursos naturales para reducir los grandes problemas a los que se está enfrentando el planeta por cambiar el panorama adverso como son: el calentamiento global, el aumento de los gases invernaderos y la reducción de los recursos fósiles. Es debido a estos escenarios que es necesario proponer nuevas ideas que permitan mitigar estos problemas con el fin de hacer crecer la tecnología que mejore las condiciones de generación de energía eléctrica para explotar las fuentes de energía limpia.

La investigación se realizó para extender el conocimiento sobre las diferentes clases de riesgos operativos que puede afectar la producción de energía eléctrica en algunas centrales que se dedican a este rubro mediante la implementación de sistemas que generan energía por medio de recursos renovables.

En el presente capítulo se destacan y enuncian los objetivos y preguntas a investigar que señalaron el rumbo necesario para formar los capítulos posteriores. Además se hace una descripción de los lineamientos que se hacen este estudio un aporte vital para futuras investigaciones y para ampliar conocimientos acerca de las formas de generar energía eléctrica a través del tipo de plantas en las que se centra el estudio.

En segundo capítulo se hace referencia a toda la teoría de sustento y situación actual de la evaluación, gestión y panorama que ha experimentado la evolución toda la

temática de los riesgos operativos y las energías renovables haciendo énfasis en las centrales de generación de interés que permitió realizar el estudio.

El tercer capítulo define la metodología que se necesita para desarrollar la investigación según el tipo, enfoque y variables que delimitan el alcance del estudio. Asimismo se describen las técnicas y métodos que se implementaron para desarrollar los análisis y evaluación de los riesgos en las plantas de generación en el cual se enfocó el estudio.

En el cuarto capítulo fue donde se puso en marcha la aplicación de los instrumentos que midieron las experiencias de los administradores de energía, obteniendo las ponderaciones de los criterios del método utilizado y que permitieron realizar los cálculos ayudaron a documentar y comprobar las variables.

En el quinto capítulo se analizan los resultados dándoles respuesta las preguntas de investigación planteadas que posteriormente produjeron las conclusiones, seguido de las recomendaciones.

Finalmente en el sexto capítulo se implementa un plan de respuestas a los riesgos que resultaron tener un grado de criticidad alta y media para mermar las pérdidas que estos riesgos presentan en las centrales que se dedican al rubro de la generación de energía eléctrica.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La realidad energética global afronta un desafío importante en materia de energía, destacando que esta problemática puede ser vista desde dos sub-dimensiones las cuales se articulan entre sí, la primera de ellas es la crisis del modelo energético a partir de la dependencia y agotamiento de los combustibles fósiles y la segunda el calentamiento mundial. Esta dependencia ha provocado durante siglos el aumento de los gases de efecto invernadero contemplando así, otra particularidad de estos recursos fósiles de ser perjudiciales para el planeta tierra (Energía C. N., 2013).

Es irrefutable que los carburantes o derivados del petróleo se utilizan como fuentes primarias para dos finalidades: 1) La generación de la energía eléctrica y 2) la producción de combustibles líquido para el transporte. En ambos casos esto genera el 65% de la electricidad mundial, aunque se puede tomar una cierta diferencia entre ambas (Energía S. d., 2008).

En cuanto a la generación de energía eléctrica esta puede ser producidas de diversas fuentes como ser: nuclear, eólica, geotérmica, Biomasa, mareomotriz, solar, hidráulica (Romero, 2009). Mientras que los combustibles derivados del petróleo tienen sustitutos (Biodiesel y etanol), además se han desarrollado nuevas formas generación de transporte como ser: la aplicación de energía solar en los vehículos y levitación en trenes, aunque esta clase de inversión es altamente costosa para los países que desean aplicarla (Lobo, 2009).

No obstante, más allá de las dos problemáticas generales expuestas existen desafíos complejos que podrían impedir que estos recursos energéticos diversos se conviertan en suministros de energía suficientes, confiables y económicos para la gente que depende de estos recursos. Denotando que estos desafíos se perciben como complejos debido a las nuevas incertidumbres: las influencias geopolíticas sobre el desarrollo energético, el comercio y la seguridad, las crecientes restricciones de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y la falta de información sobre los riesgos que se pueden correr; al momento de implementar y explotar una nueva fuente de energía que podría imponer cambios en el uso futuro de la misma (PETRÓLEO, 2010).

Por consiguiente en muchos países como China, Estados Unidos, Dinamarca y varios países de Europa para lograr desarrollar su matriz energética han incrementado su producción de energía mediante el uso de los recursos naturales existentes en su geografía. Este ha hecho que los investigadores estén en una búsqueda constante problemas y riesgos que afecten la operación de sus plantas generadoras de energía para mejorar la calidad de energía en distribución, transmisión a los altos y bajos consumidores. Además ha permitido que los países de Latinoamérica estén enfocando sus esfuerzos en materia de riesgos para lograr estabilidad en la inversión en materia energética.

Al trasladar esta temática al contexto hondureño los problemas evolucionaron de forma iterada, en vista que la matriz energética está constituida en un 54% por la generación de energía eléctrica en base a derivados del petróleo y en un 46% complementario por la generación con recursos renovables, esto hecho hace que el precio de la energía dependa enormemente del precio internacional del crudo, en el cual se presenta una marcada tendencia de crecimiento, lo que conlleva un inevitable aumento del precio en el mercado local (Energía C. N., 2013).

Si bien Honduras depende en gran parte de los carburantes o derivados del petróleo utilizados en las plantas térmicas ubicadas en distintas zonas del territorio, lo que indica que está sujeto a rendir cuentas con estas instituciones privadas para mantener el nivel de generación según la demanda existente, provocando de esta manera un fuerte lazo entre las estatales de generación y el ente regulador, en este caso la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

Por lo expuesto con antelación es vital en Honduras el desarrollo e inversión en energías renovables como ser: Hidroeléctrica, biomasa, eólica y la incorporación del sistema de generación fotovoltaica. Esto favorece al país de diferentes maneras: abastecer la demanda actual, reducir el precio de la factura energética, reducir el efecto invernadero (Económica, 2010).

Para seguir incrementando la inversión de este tipo de plantas, es necesario conocer los diferentes escenarios, parámetros y riesgos que se pueden manifestar durante la ejecución y operación de estos proyectos de generación de energía eléctrica que ayuden a predecir el comportamiento a largo plazo de estas centrales. Si bien hablamos de riesgos operativos, esto implica estudiar minuciosamente el sistema de administrativo y operativo a nivel interno de las plantas generadoras.

La variable riesgos se ha impregnado siempre el negocio energético, en la actualidad se están acumulando y están convergiendo en formas nuevas. Mitigar estos riesgos se requerirá la expansión de todos los recursos energéticos económicos, incluyendo el carbón, la energía nuclear, los recursos renovables, el petróleo y el gas natural no convencionales, así como nuevas estrategias y planes de contingencia que permitan

reducir, controlar e incluso desaparecer los riesgos. Cada uno de estos recursos enfrenta importantes retos incluso obstáculos relacionados con la seguridad, el medio ambiente, la política y la economía e impone requerimientos de infraestructura para su desarrollo y distribución.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Actualmente la dependencia de las generadoras térmicas, es necesaria, debido a que las nuevas plantas de energía renovable presentan una alta dependencia de las condiciones climáticas y cantidad de recursos naturales disponibles para generar energía eléctrica. Además de esto, los sistemas de generación de energía renovable no podrían suplir la demanda existente en todo el país, por la falta de nuevos sistemas de energía limpia. Ante tal situación es necesario identificar, graduar y clasificar los riesgos operativos latentes y manifiestos que las plantas generadoras de energía renovable pueden causar a la matriz energética, en este caso, el estudio se centró en la generación de hidroeléctrica y Biomasa.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los riesgos operativos de mayor impacto presentes en las plantas de generación de energía Hidroeléctrica y Biomasa en la zona Centro-Sur en el periodo 2014-2015 para analizar la incidencia que estos presentan en este tipo de centrales eléctricas?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Se planteó enfatizar los aspectos esenciales que se desean conocer dentro de la investigación para tratar de evaluar las debilidades que la matriz energética presenta al incorporar la generación de algunas energías renovables al sistema:

¿Qué riesgos operativos se presentan al implementar la generación de energía Hidroeléctrica y de Biomasa en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015.?

¿Cuál es la probabilidad de los riesgos operativos que surgen en las plantas de energía Hidroeléctrica y de Biomasa en la zona centro-sur de Honduras, en el periodo 2014-2015?

¿Cuáles son los riesgos operativos que se presentan con mayor magnitud de impacto en el marco de estas plantas generadoras de energía Hidroeléctrica y de Biomasa en la zona centro-sur de Honduras, en el periodo 2014-2015?

¿Cuáles son los valores en pérdidas o gastos monetarios que los riesgos operativos latentes y manifiestos que presentan una mayor incidencia en las centrales Hidroeléctricas y de Biomasa en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

General

Determinar los principales riesgos operativos en las centrales Hidroeléctricas y Biomasa en la región centro-sur de Honduras en el periodo 2014-2015 con el fin de conocer como estos, inciden en este tipo de centrales eléctricas y establecer parámetros que ayuden a solucionar los problemas y decretar las mejores alternativas para la inversión.

Específicos

- Categorizar los riesgos latentes y manifiestos atinentes a la producción de energía hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur Honduras, en el periodo 2014-2015.

- Ponderar la Probabilidad de ocurrencia de los riesgos latentes y manifiestos en las plantas de energía Hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015.
- Establecer la magnitud del impacto de los riesgos latentes y manifiestos en las plantas de energía Hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015.
- Realizar un plan de respuesta a los riesgos conforme al nivel de gastos monetarios y mayor grado de impacto que se presentan en la generación de energía Hidroeléctrica y Biomasa.

1.5 DELIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.5.1 TEMPORAL

El estudio se realizara en el periodo 2014-2015 en el que se pretende alcanzar parámetros que nos permitan establecer los criterios necesarios para la realización del análisis de los riesgos para tomar las mejores de decisiones en implementar proyectos de energía renovable además de dar a conocer los problemas que estos pueden generar en la matriz energética y así evitando las ambigüedades que se dan en este tipo de proyectos.

1.5.2 GEOGRÁFICA

El estudio se hará en algunas de las plantas de energía renovable como ser: Biomasa, Ingeniero azucarero La Grecia, ubicado en el departamento de Choluteca y el proyecto Hidroeléctrico José Cecilio del Valle, ubicado en el departamento de Valle. Además se evaluara los aspectos de la matriz energética por medio de la ayuda de Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

1.6 JUSTIFICACIÓN

El estudio se realizó con el objetivo de analizar la problemática que se presenta en la operación, mantenimiento y generación de las centrales de energía renovable como ser: hidroeléctrica y biomasa.

Si se analiza la temática en cuanto el entorno de honduras para conocer las perspectivas económicas, social, financiera, ambiental a las que afecta desarrollar esta investigación, estaremos encontrando el ¿Dónde? y ¿Cómo? este estudio puede aportar valiosos fundamentos teóricos que permitan el abrir nuevas puertas en la rama de investigación del sector eléctrico, así como para futuros emprendedores en ejecutar un proyecto de inversión y al público en general que desea continuar o realizar estudios más profundos dentro de este tema.

Están surgiendo restricciones con respecto a las emisiones de CO₂, lo que produce anomalías para la oferta y demanda de energía. Esto ha generado una creciente preocupación respecto al cambio climático lo que puede conllevar a conducir a nuevas limitaciones sobre las emisiones de carbono. Esta preocupación produce una grave realidad y esta es; que las políticas que se crearon para frenar las emisiones de carbono alteran la matriz energética, lo que aumenta los costos relacionados con la energía (CEPAL, 2010).

La reducción significativa de las emisiones de CO₂ exigirá que se realicen cambios grandes en la producción, infraestructura, uso de la energía, descenso de la demanda existente, reemplazo por combustibles con poco contenido de carbono y captación de las emisiones provenientes de la quema de carbón, petróleo y gas natural. Estas implementaciones de cambios efectivos, en cierta escala demandarán tiempo, dinero y tecnología (Vásquez, Hernández Edén, 2010).

Para establecer aumento significativo de la eficiencia, se necesita el reemplazo de los combustibles utilizados y captar las emisiones de CO₂, lo requerirá la implementación de cambios radicales en la generación de energía eléctrica e infraestructura, así como el

desarrollo de energías renovables que ayuden a disminuir la problemática de los efectos invernadero y calentamiento global (Cruz, 2013).

1.6.1 CONVENIENCIA DEL ESTUDIO

Este proyecto tiene una de importancia significativa para los distintos entes regulatorios de la energía eléctrica en Honduras, como también para desarrollar estudios más profundos acerca del análisis de los riesgos operativos en las centrales hidroeléctricas y generación mediante el uso de recursos Bio- másicos.

Es conveniente aclarar que este tipo de estudios no se han explorado en algunas instituciones universitarias como parte de una enseñanza para los alumnos, ya que se necesita una serie de conocimientos profundos acerca de la generación de energía eléctrica y riesgos, sin contar lo complicado que puede volverse coleccionar la información necesaria para realizar la gestión de los riesgos.

Los estudios o análisis de riesgos que realizan las corporaciones que se dedican al rubro de generación de energía eléctrica, no son publicados debido a la desconfianza e inseguridad que existe actualmente en Honduras. Es por ello que nace la idea de hacer este tipo de análisis para que los estudiantes universitarios tengan acceso a este sector, un respaldo en cuanto a la materia de generación de energía eléctrica ya sea para el nivel de postgrado o para fines de estudio de alguna ingeniería en particular.

1.6.2 RELEVANCIA SOCIAL DEL ESTUDIO

Al realizar el estudio de riesgos en la plantas de generación, se podrá dar camino al conocimiento de muchos parámetros desconocidos para los interesados en leer sobre temas de eficiencia y desarrollo de energías renovables. Con esto se pretende dar a conocer a los receptores; un valor agregado en cuanto a materia de riesgos presentes en la generación de la energía mediante los temas y conocimientos expuestos en este estudio.

Estos conocimientos podrán ser utilizados por los nuevos investigadores que tengan cierto interés en indagar más acerca del tema de riesgos y energías renovables.

Además estos conceptos generan un nuevo panorama de visualización de la protección de los recursos naturales, sostenibilidad y cuidado del ambiente.

De este modo; al promover proyectos de energía renovable en el país se logrará cautivar a los inversionistas extranjero y locales a desarrollar fuentes de generación de energía eléctrica que proporcionen empleos necesarios para los pobladores de la región donde se desarrollen dichas construcciones.

1.6.3 UTILIZACIÓN METODOLÓGICA DEL ESTUDIO

La investigación servirá para el desarrollo de manuales de gestión protocolaria en las plantas de energía renovable así como proporcionar datos tanto teóricos como técnicos que podrán ser utilizados para el desarrollo de nuevos componentes en la materia de riesgo, energía Hidráulica y Biomasa. El estudio dará una amplia visión del funcionamiento y operación de los generadores de energía eléctrica en la zona centro-sur del país, sirviendo como un análisis de caso desde la academia para efectuar ejercicios puntuales a nivel de análisis de riesgos.

1.6.4 VALOR TEÓRICO DEL ESTUDIO

El tema de la energía es muy amplio lo que causa una serie de variantes al momento de buscar información sobre un tipo específico y más aún, cuando se le agrega la gestión de riesgos dentro del alcance del estudio. En la pensum académico de la maestría de administración de proyectos se obtiene una gama de información sobre la gestión de los riesgos pero muy poco en cuanto temas energéticos.

Es por ello que al agrupar estos conceptos se ampliará más el tema de riesgos y energía renovable, que puede utilizarse como documento de apoyo didáctico para los nuevos investigadores e interesados en indagar en este tipo de estudios.

El nivel de conocimientos presentados en este documento darán una importante visión en cuanto a la gestión de riesgos se refiere y sobre todo evaluando aplicaciones existentes en nuestro entorno como lo son: la generación de energía mediante centrales hidroeléctricas y procesadoras de biomasa (Report, 2009).

Tras lo expuesto con anterioridad, si las instituciones Gubernamentales y extranjeras promueven el desarrollo de proyectos de carácter renovable, es necesario estratificar por niveles de riesgo y beneficios los tipos de generación de energías renovables y así de esta forma lograr brindar un análisis cuantitativo que proporcione la información relevante para estimular la inversión en este tipo de fuentes generadoras de energía y fomentar el avance en este tipo de estudios posteriormente.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

En este capítulo se expone el sustento teórico y evidencia empírica que describe las características que poseen las centrales generadoras de energía y las diferentes alternativas existentes para la producción de energía eléctrica. Además se explora el panorama mundial actual en materia de generación de energía renovable y la situación de Honduras en los temas de generación de energía eléctrica y riesgos operativos. Posteriormente se analizaron dos tipos de generación de energía eléctrica: Biomasa e Hidroeléctrica.

En el apartado de generación de energía eléctrica por medio del uso de Biomasa se describen una serie de formas por las cuales se puede producir energía eléctrica mediante el uso de recursos naturales como ser: residuos de madera, de frutas y residuos domésticos. Para el análisis de riesgos de esta tipo de generación se tomó como muestra, la generación de electricidad por medio del uso de residuos de molienda caña (Bagazo). De esta central de generación se recopiló la información vital para lograr el análisis de riesgos en este tipo de generación.

Las teorías de sustento que se utilizaran para incrementar la comprensión de la variable de generación por medio de la biomasa son: Leyes de termodinámica, combustión directa de la Biomasa, generación de energía eléctrica, mecánica de fluidos.

En la sección de generación de electricidad por medio de la energía Hídrica, se describen conceptos y las diferentes centrales hidroeléctricas con sus características más peculiares que permitan entender el funcionamiento y operación. El modelo que se tomó

como parte complementaria del estudio y selección de datos, es la central de embalse José Cecilio del Valle ubicada en la zona Sur de Honduras.

Para los temas y conceptos de esta sección se sustentara de acuerdo a las teorías: Energía Hidráulica, leyes de newton, generación de electricidad. De estas teorías parte los principios del funcionamiento de estas centrales hidroeléctricas y que proporcionara comprensión en secciones posteriores.

2.1 SITUACIÓN ACTUAL

2.1.1 MACRO-ENTORNO

El consumo de energía se ha duplicado a medida que transcurre el tiempo, esto debido a un aumento de la industria y el crecimiento de la población que provoca mayor dependencia de la energía eléctrica en los hogares, agricultura, transporte, etc. (Carlos Andara, 2013). Esto ha desarrollado un aumento en las necesidades de la población mundial, aunque el crecimiento no sea equitativo en las diferentes regiones del globo terráqueo (Arango, 2007).

El aumento estimado de la demanda de energía para los próximos 30 años se espera en un 70% y la expectativa crece para los países en vías de desarrollo. Un ejemplo de este fenómeno es China, ya que este país sería el responsable por el 30% de este aumento. (Energía C. M., 2011).

Si se hace un enfoque en el consumo doméstico de energía se observa que a nivel de planeta este no es equitativo ya que aproximadamente un 1600 millones de personas en el planeta no cuentan, ni tienen acceso a la energía eléctrica y 2500 millones recurren al uso de la leña, residuos agrícolas, excrementos de animales y al carbón para satisfacer sus necesidades diarias de energía (Energía C. M., 2009).

Es en este siglo XX donde los carburantes y combustibles fósiles se han consolidado como el pedestal de la matriz energética, debido a multiplicidad de usos, transporte y costos de producción que estos combustibles pueden generar al desarrollo de un país. Dentro de un pequeño lapso de tiempo no se prevé un cambio significativo

en esta problemática, a pesar de los limitados yacimientos de petróleo y de los efectos negativos que se adquieren ambientalmente (CEPLAN, 2010).

De acuerdo a las proyecciones de diferentes organismos como se muestra en la Fig. 1, el consumo mundial de energía continuará creciendo de manera sostenida y los combustibles fósiles continuarán predominando en la canasta energética mundial. Considerando además que el entorno energético mundial se ha caracterizado por altos precios del crudo, recesión económica mundial y preeminencia del tema ambiental.

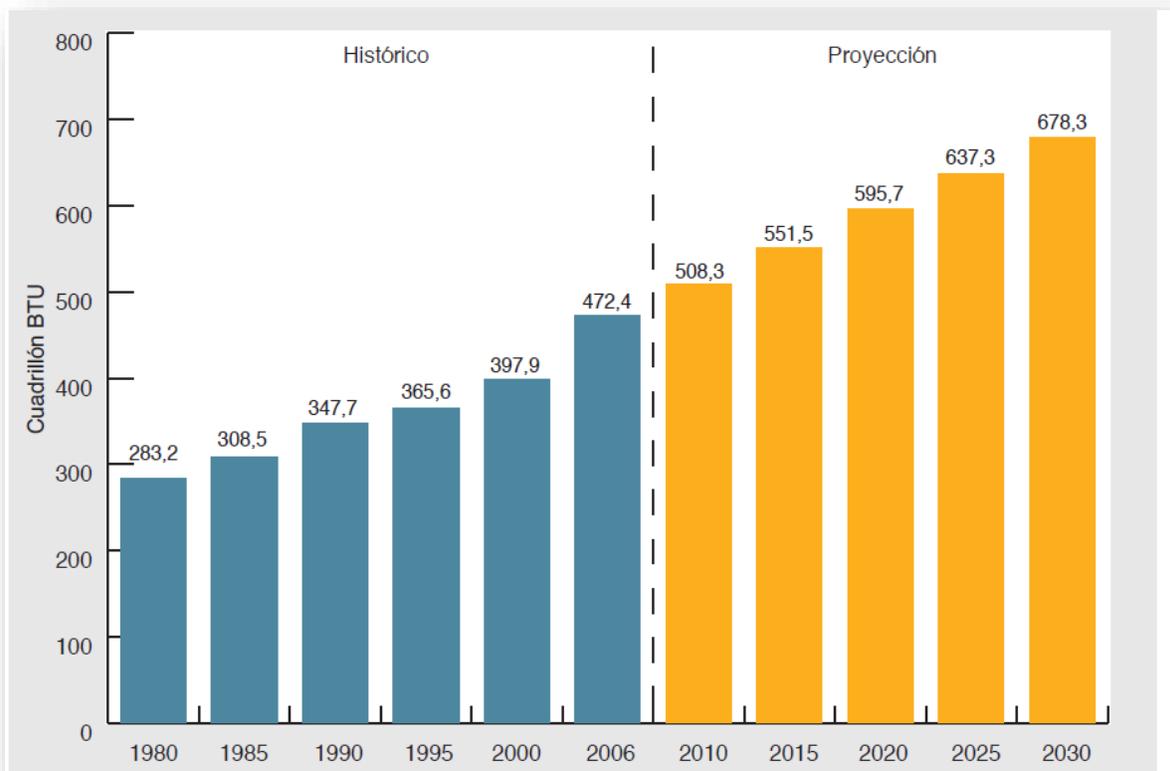


FIGURA 1 Consumo Mundial de Energía 1980-2030

Fuente: IEA- Reporte DOE/EIA (2009)

Al observar el cuadro se utiliza un promedio de cada 5 años para el eje X y cantidades de energía en BTU para el eje Y. Infiriendo que el crecimiento de la demanda energética en el mundo, a pesar de la crisis financiera producida durante los últimos años, se está prolongando una tendencia creciente hasta el año 2030.

En la Fig. 2 se puede observar el crecimiento del consumo mundial mediante la utilización de diferentes fuentes de energía dentro de las cuales tenemos a los Hidrocarburos dentro de los primeros lugares, seguido de la generación por medio de recursos renovables.

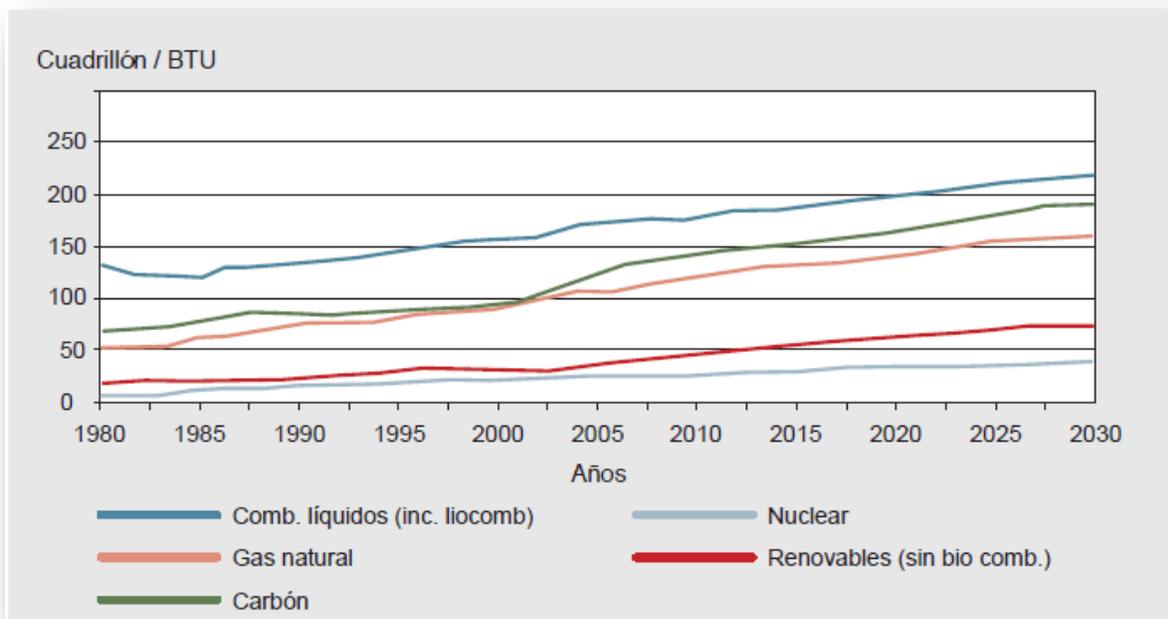


FIGURA 2. Consumo de Combustibles por tipo

Fuente: IEA- Reporte DOE/EIA (2009)

Si ampliamos más la perspectiva podemos afirmar que las fuentes fósiles representan el 86% del consumo de la energía primaria. Las proyecciones establecidas por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (EIA), los hidrocarburos (derivados del petróleo, gas natural y carbón) seguirán siendo la principal fuente de energía en las próximas dos décadas. (Energy, 2009).

2.1.3 MICRO-ENTORNO

En Honduras la situación energética ha evolucionado durante los últimos años, destacando el incremento de la inversión en la instalación de nuevas plantas generadoras de energía que comúnmente se les llama energía limpia. Este tipo de plantas ha elevado la tasa de generación de energía permitiendo de esta manera reducir la dependencia de los carburantes.

Es por ello que el estudio se desarrollara en el país de Honduras que se encuentra ubicado en Centroamérica, limítrofe de con el mar Caribe, entre Guatemala y Nicaragua, y el océano Pacífico, entre El Salvador y Nicaragua.

Por otro lado, Honduras posee los recursos naturales para autoabastecerse de energía, ya sea por medio de los recursos hídricos cuyo potencial teórico se estima en 5000MW o por el posible potencial de energía solar, lo cual es ventajoso debido a su posición geográfica, el potencial geotérmico y eólico con 120 MW y 200 MW respectivamente (EDE Ingenieros, 2009).

De igual manera otra posibilidad de abastecimiento es mediante el mercado centroamericano a través del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), de la cual los países de Centroamérica se interconectan por medio de una extensión de 1,800 KM de línea a 230 KV y con el cual cada país se aprovecha de las ventajas energéticas tanto de los países de la región centroamericana como de México (López & SALAZAR", 2013).

La demanda máxima en el sector eléctrico hondureño en el 2008 fue aproximadamente de 1205 MW. Para noviembre de 2009 aún no se había superado la cifra anterior, aunque se haya generado un crecimiento de 6 a 8% en años anteriores. En el 2010 la demanda tuvo un incremento 45 MW, obteniendo un pico de 1245 MW en este escenario hay adicionar la crisis política que el país de Honduras experimento en el junio de 2009, esto produjo una interrupción en las inversiones (Honduras E. C., 2011).

Al tratarse de temas en el sector energético, Honduras es un país cuya matriz energética está comprendida en su mayoría por la dependencia de combustibles fósiles

y uso de la biomasa. Según datos CEPAL (2009), “la cifra de participación de la leña dentro de la matriz energética nacional es de 49.8% “. Este valor se mantiene constante en el balance energético nacional, esto sin dejar atrás la gran potencialidad de Honduras tiene para crear nuevas plantas hidroeléctricas en zonas estratégicas del país.

El crecimiento en la generación de energías renovables en Honduras ha mostrado avances en los últimos años, aunque esto se puede mejorar, ya que actualmente el porcentaje de generación limpia solo es del 22% del total de la demanda actual (Barrientos, 2013). Estos son los riesgos que un inversionista podría enfrentar al momento de anhelar instalar una planta hidroeléctrica o biomasa en Honduras, los cuales se pueden agrupar en las siguientes categorías, según de la fuente de donde proviene el riesgo:

- Riesgo de demanda
- Riesgo de pre-constructivo
- Riesgo constructivo
- Riesgo legal y regulatorio
- Riesgo monetario y financiero
- Riesgo político y riesgo de país
- Riesgo operativo y de oferta

Si se analiza el panorama entre los años 2006 y 2012 se han destinado según el diario Herald (2013), “303 millones de dólares al desarrollo de proyectos eólicos, 218 millones dólares pequeñas hidroeléctricas y 64 millones de dólares generación de biomasa”.

A pesar del esfuerzo y las condiciones favorables que el país presenta para introducir nuevas tecnologías de generación Honduras presenta (tal como se muestran en la Tabla 1) una cobertura de servicio eléctrico del 77% siendo la segunda más baja en Centroamérica.

Tabla 1. Cobertura de electricidad de los países de Centroamérica.

País	Cobertura
Costa Rica	98.8%
El Salvador	85.8%
Guatemala	83.8%
Honduras	77%
Nicaragua	64.5%

Fuente: CEPAL, 2012.

Por otro lado, Honduras es el país que genera mayor volumen de gases de efecto invernadero de Centroamérica, a causa del uso de plantas termoeléctricas con una cantidad aproximada de 2.6 millones de toneladas, tal como se muestran la Fig.3 (ESMAP, 2012). Siendo los mayores responsables de estas emisiones las plantas termoeléctricas ubicadas en la zona sur de Honduras.

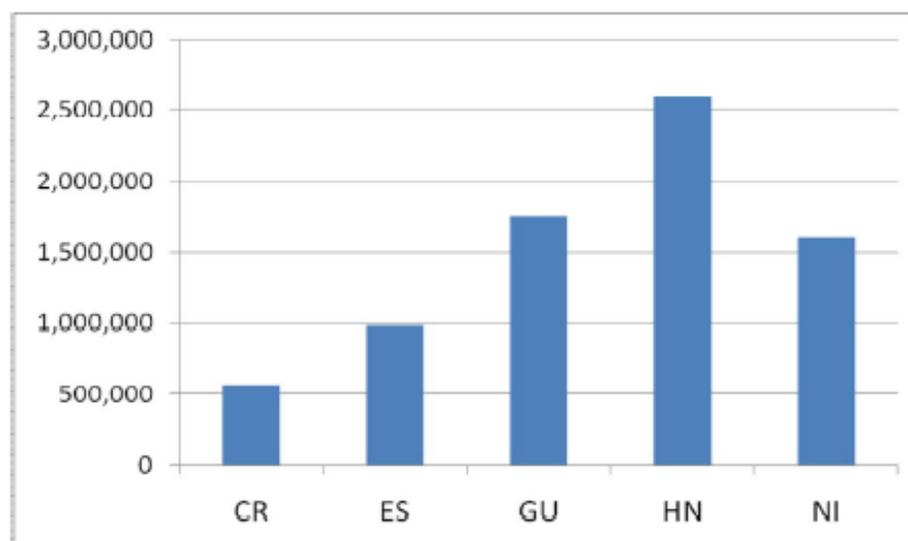


FIGURA 3. Emisiones de gases de efecto invernadero al subsector eléctrico de Centroamérica en toneladas.

Fuente: CEPAL, 2012.

Aun con estas discrepancias, la matriz energética Hondureña se encuentra diversificada por centrales generadoras de energía renovable, provocando que el interés por parte de los inversionistas crezca debido a que Honduras se encuentra en el puesto 14 de 24 naciones que son favorables para el desarrollo de energías renovables (Zelaya, 2010). Esta posición se elabora tomando en cuenta parámetros de inversión en energía, actividades de gestión de emisiones de contaminantes, créditos relativos al cambio climático, el ejercicio de bajas emisiones de carbono y cadena de valor de energía limpia (Carlos Andara, 2013).

Pero no todos los panoramas son evaluados desde un punto de vista positivo, si se observa actualmente el número de inversiones en hidroeléctricas y plantas procesadoras de biomasa existentes en el país, se establece que el país está teniendo un desarrollo en materia energética, lo cual a la larga es positivo. Pero sin embargo, no se han realizado estudios que sean capaces demostrar los beneficios o desventajas que las generadoras hidroeléctricas y biomasa proporcionan desde el punto de vista de riesgos operativos que estas centrales pueden presentar en un determinado lapso de tiempo.

Realizando el análisis de los riesgos operativos de algunas de las centrales Hondureñas se obtendrá una panorama donde se pueden evaluar los puntos a favor y en contra que pueden producirse al no disponer de un sistema integral de control establecido de los riesgos manifiestos y latentes operativos que aseguren la calidad y distribución continua de la energía que tanto se necesita en horas pico. Con la implementación del análisis se asegura un conocimiento básico de los frentes a los cuales se someten las empresas generadoras para lograr mantener el nivel óptimo en su labor diaria y mantener el uso efectivo de los recursos para producir energía de manera limpia y sostenible, permitiendo de esta forma incrementar el desarrollo económico e industrial de Honduras.

2.1.3 INTERNO

Dentro del territorio Hondureño posteriormente se analizara la zona centro-Sur para plantear los parámetros necesarios para realizar el presente estudio. En esta zona demográfica existen una gran variedad de plantas generadoras de energía eléctrica de carácter renovable como ser:

Plantas hidroeléctricas

- Represa José Cecilio del Valle de 30 MW de generación.
- Santa María del Real de 1.2 MW de generación con una Tubería de presión de 3.6 kilómetros de longitud aproximadamente.
- El Coyolar de 1.7 MW de Generación.

Generación de energía eléctrica por Biomasa

- Tres Valles con 7.8 MW de generación.
- La Grecia con 12 MW de generación.
- Solar
- ENERBASA del Grupo Lufussa con 25MW de generación.

Partiendo del objetivo se analizó brevemente los tipos de generación mediante el uso de biomasa existentes y los ubicados en Honduras, al final nos enfocaremos en los que presenten mayor relevancia y beneficios para facilitar los datos y conclusiones a lo largo de toda la investigación.

Al abordar temáticas diversas vinculadas a la de generación de energía por medio del uso de recursos bio-másicos se tomaron en cuenta parámetros que pueden servir para realizar una correcta gestión de riesgos. Es por ello que en este apartado se describirá una situación donde se hayan presentado riesgos en proyecto reales para empezar a indagar o crear ideas que ayuden a comprender mejor el tema por el cual se está realizando la investigación.

2.2. GESTIÓN DE RIESGOS.

En esta sección se planteó la teoría vinculada a la gestión de riesgos, al definir métricas, criterios e indicadores atinentes a la gestión integral del riesgo, entendiendo que este puede: evitarse, aceptarse, transferirse o mitigarse.

El primer paso para entender este apartado es definir el siguiente concepto:

Riesgo: Es un evento o condición que puede producir un efecto o daño en una operación y suele estar definido de una manera sencilla.

$$R = f(f, c); \text{ o Nivel de riesgo} = \text{Probabilidad} * \text{Magnitud}$$

R= Riesgo

f= frecuencia de ocurrencia

c= consecuencias (Daños o perdidas)

Existen una variedad de formas para describir el riesgo y según Project Management Institute (2013.b) “la gestión de riesgos en proyectos se puede dividir en procesos” (p.336).

- Planificación de la gestión de riesgos
- Identificar los riesgos
- Realizar el análisis cualitativo y cuantitativo
- Respuesta a los riesgos
- Controlar los riesgos

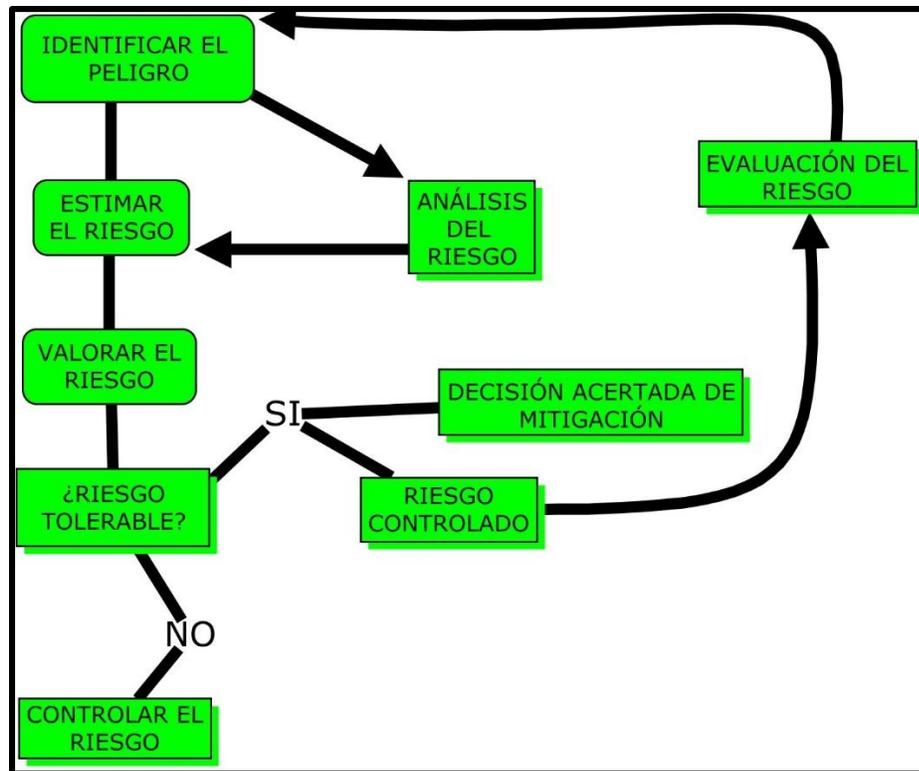


FIGURA 4. Gestión de Riesgos.

Fuente: Elaboración propia

El primer paso en cualquier estudio o análisis de riesgos consiste en identificar los posibles riesgos no deseados que pueden suceder, ya sea en la instalación, infraestructura u operación. Este paso es fundamental ya que de este depende el éxito posterior de todo estudio de riesgos. Una identificación rigurosa, detallada y concisa de todos los posibles peligros que pueden surgir en la operación de estas centrales generadoras, es un requisito indispensable y básico para llegar a buen fin el análisis de riesgos (SHOUGANG, 2012).

Como segundo punto se realiza la medición o cuantificación de los riesgos mediante la recopilación de la frecuencia y magnitud de los eventos considerados con amenazas para una operación. El análisis se establece dependiendo de la finalidad del estudio, en términos de dinero, tiempo u otro tipo de variable que sea de interés para impedir pérdidas pequeñas y potenciales. Esto quiere decir; se deben estipular criterios y niveles cuantitativos y cualitativos para categorizar homogéneamente la información,

para luego procesar esta información y lograr medir los riesgos mediante técnicas o métodos conocidos (Cesar Cortés Alvarado, 2009).

El tercer punto corresponde a controlar y monitorear los riesgos, en esta parte se hace la selección y clasificación de los riesgos que presentan mayor impacto ordenándolos de forma descendente para luego establecer los rangos de aceptación o rechazo. Dicho control se puede definir dentro de los procesos o áreas del sistema de operación mediante indicadores de riesgo, los que pueden proporcionar un panorama de seguimiento para verificar el impacto de los riesgos.

Como cuarto punto se plantea la respuesta a los riesgos, una vez finalizados los pasos anteriores, este procedimiento permite tomar la decisión de cómo afrontar los riesgos para lograr atenuar su influencia en el sistema. En esta etapa se analiza la estrategia que mejor se adapte, para disminuir el impacto negativo de los riesgos. Las estrategias que se describen en PMBOK son: evitar, transferir, mitigar, aceptar.

Cada una de las etapas se expone a continuación para mostrar los pasos detalladamente y mostrando una descripción de cada una de ellas.

2.2.1 IDENTIFICAR LOS RIEGOS

En esta sección se describen las diferentes formas que pueden emplearse para poder identificar los riesgos operativos dentro de un estudio de cualquier área o sistema. Estas herramientas o técnicas pueden proporcionar la información para definir los riesgos en un sistema; la que puede ser recopilada por medio de la observación, experiencia de un grupo de personas que se dedican a la administración de los sistemas o procesos de estudio u otro tipo de documentación.

Para recopilar la información e identificar el riesgo, existen muchas de las teorías que encierra el mismo contexto dentro de las siguientes técnicas que establece la **Guía para la Dirección de Proyectos** entre otros:

- a) Lluvia de ideas: el objetivo de esta técnica es presentar una serie de riesgos de un proyecto, sistema o proceso. Usualmente esta técnica se realiza con grupo de personas expertas que exponen sus ideas mediante reuniones, charlas, en otras de manera presencial.
- b) Técnica Delphi: es una técnica donde los expertos participan de forma anónima y en la cual se logra un consenso de todas las opiniones. Se realiza por medio de un cuestionario donde los expertos describen los riesgos más importantes y se concluye con los datos más significativos para reducir sesgos y evitar que cualquier persona ejerza influencias indebidas en el resultado.
- c) Entrevistas: se aplica esta técnica a los administradores u operarios de los sistemas para la detección de los riesgos dentro de las instalaciones.
- d) Análisis de causa-raíz: es la técnica que permite identificar los riesgos estipulando las posibles causas que los ocasionan.
- e) Juicio de expertos: los expertos en estudios, proyectos y áreas de conocimiento pueden identificar y proponer riesgos basándose en experiencias previas y sus áreas de especialización.
- f) Lista de verificación o estudios preliminares: consiste en identificar los riesgos a partir de datos históricos y de conocimiento acumulado de estudios que se han realizado a través del tiempo, a fin de actualizar y mejorar el alcance de la identificación de los riesgos.

2.2.2 MEDICIÓN DE LOS RIESGOS

Una vez enlistados los riesgos se ejecuta la priorización dependiendo de la función o proceso que estos afectan y las causas que pueden producir a corto, mediano y largo plazo, esto se puede lograr mediante interacción homogénea entre la probabilidad y el impacto del riesgo.

Como se describe a continuación los riesgos se pueden medir cuantitativamente y cualitativamente por medio de los diferentes métodos que existen para evaluar los riesgos.

Una medición de riesgos de manera cuantitativa se puede realizar utilizando datos históricos que se pueden emplear para ejecutar modelaciones dependiendo del tipo de variables y acotando los resultados a curvas de distribuciones de probabilidad como ser: distribución normal, beta, gamma, poisson, (Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, 2010).

En la Fig. 5 se muestra cómo se pueden modelar los resultados mediante distribuciones que mejor se asemejen a los datos y recopilación de información.

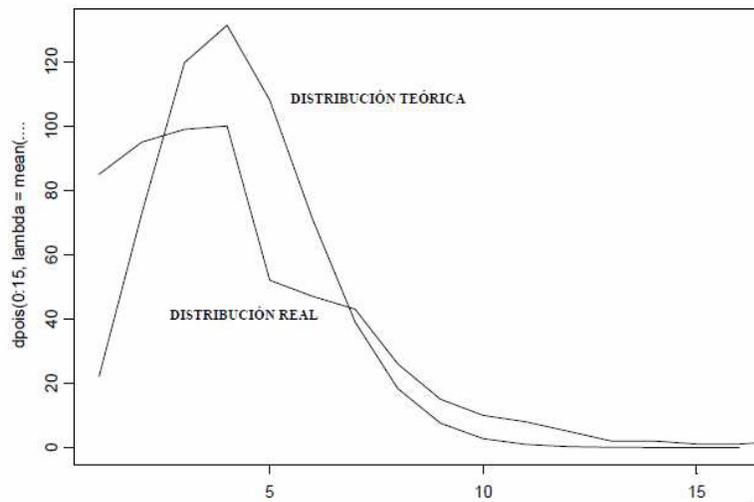


FIGURA 5. Modelado de Distribuciones.

Fuente: PhD. Santiago M. Hurtado e Ing. Johana A. Jaramillo “Modelación de riesgos Operativos”.

Universidad Nacional de Colombia.2007

Existe una variedad de programas computacionales que pueden modelar los riesgos en términos monetarios, los que permiten visualizar las pérdidas en porcentajes y cantidades. A continuación se describen métodos que son útiles para realizar la gestión de riesgos.

2.2.2.1 MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA MEDIR LOS RIESGOS.

Los métodos matemáticos que el investigador desee emplear en el estudio de riesgos depende en cierta manera de los objetivos, alcance, tiempo con los que se cuenten para recopilar la información y el nivel de confiabilidad de estos datos para implementar los siguientes métodos:

- Método Mosler.
- Método de árboles lógicos de éxito y decisión.
- Método de SEDWIKC
- Método de Monte Carlo
- Método ASIS
- Método de esquema de puntos

Método Mosler

El método de Mosler combina y relaciona variables de probabilidad, estadísticas mediante una serie de matrices que evalúa la frecuencia, magnitud y el impacto que los siniestros o problemas pueden causar cierto efecto en un proceso. El método se muestra en la Fig. 6 (PhD. Santiago M. Hurtado e Ing. Johana A. Jaramillo, 2009).

Con el presente método se aplica al análisis y tipificación de los riesgos para obtener resultados que proporcionen los factores que influyen en el surgimiento de problemas dentro de un sistema. Las fases en las que este método divide la gestión de riesgos es:

- a. Definición del riesgo
- b. Análisis del riesgo
- c. Evaluación del riesgo
- d. Calculo de la clase de riesgo

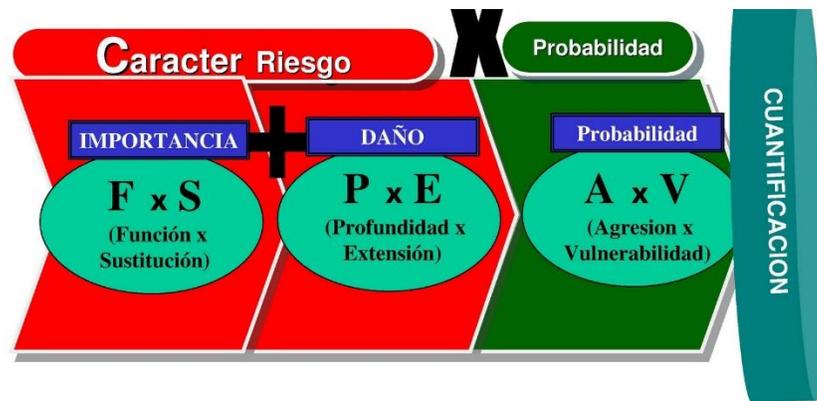


FIGURA 6. Método Mosler

Fuente: INCASPRI. Junio, 2011.

Método de Árboles Lógicos de Éxito y Decisión

Esta herramienta también es conocida como valor monetario esperado y es implementada para elegir que camino se puede tomar para gestionar los riesgos e verificar si el curso trazado es el correcto. Facilita una visión de la estructura eficaz, en el cual se logra apreciar las opciones e investigar los aspectos relevantes que esas posibles opciones se pueden concretar como resultados.

El método proporciona una estructura de equilibrio entre los riesgos y las soluciones pertinentes; en las cuales se desglosa cada opción, a manera de analizar los puntos a favor y en contra de cada elección. Dicha técnica es muy útil al momento de plantear proyectos, realizar alguna inversión, estrategia sobre todo cuando existen limitantes de tiempo, alcance y costo.

Los árboles lógicos, éxito y decisión poseen ventajas para aplicarlos en estudios de riesgos como:

- Ayuda a la toma de decisiones cuando el tema posee aspectos difíciles de visualizar.
- Permite visualizar las consecuencias que podrían producir cada una de las elecciones.
- Se pueden visualizar los valores de probabilidad de cada decisión y subyacentes, junto con los valores monetarios de cada resultado.

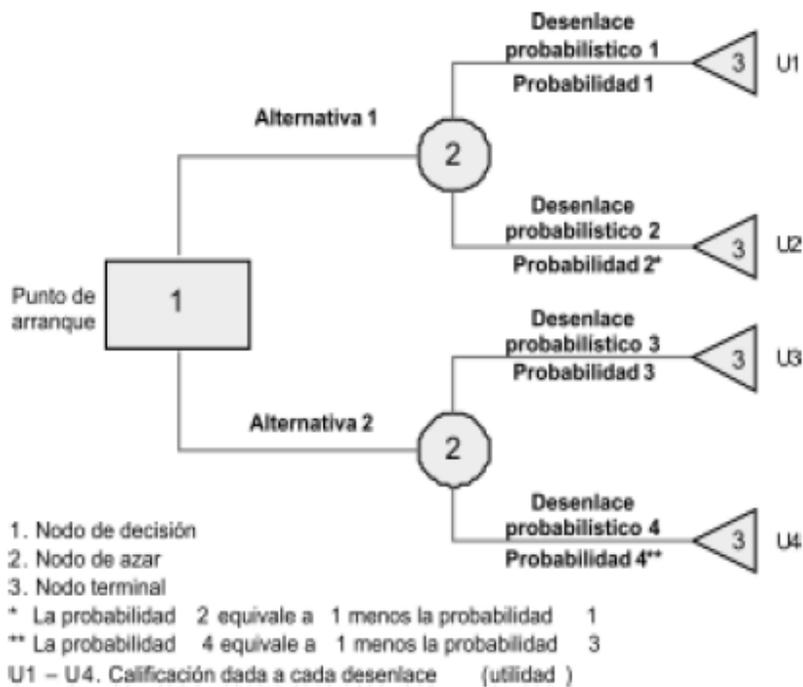


FIGURA 7. Árbol de Decisión

Fuente: Luis F. Cruz, Alberto Sánchez, Ángela M. Cruz, 2000.

Método de SEDWIKC

Esta forma de gestión de riesgos inicia con la identificación de los riesgos, luego se ejecuta la comparación y evaluación para determinar, si estos se consideran como:

- a. Pérdidas leves: son contractuales y son anticipados, así que se asume el riesgo.
- b. Pérdidas graves: es necesario un control y monitoreo de riesgos, aceptándolos si es provocado por actores o actos externos, eliminarlos si es las circunstancias lo ameritan, previniéndolos si existe una posibilidad que el hecho o riesgo puede volver a surgir, reduciéndolos si se tiene conocimiento del hecho y se toman medidas correctivas, transfiriéndolos y evitarlos (Cesar Cortes Alvarado, 2010).

En este método se pueden considerar que las acciones a implementar son:

- No generar riesgos mediante actividades que pueden incentivarlos.
- Disminuir la probabilidad de ocurrencia
- Reducir los efectos
- Transferir los riesgos de ser más viable.

Método de Monte Carlo

En este método se realizan una serie de procedimientos mediante el análisis de distribuciones de variables aleatorias simulando los datos aleatoriamente. El método contiene una gran variedad de aplicaciones que dan solución a muestreos estadísticos, es decir, cuando un fenómeno aleatorio contiene al menos un componente de su misma naturaleza. También puede utilizarse cuando el problema en estudio no contiene un componente aleatorio, entonces se procede a encontrar un parámetro del problema que pueda expresarse de manera aleatoria dentro de una distribución y se realiza la simulación.

Según Cesar Cortes Alvarado,(2010): “Para manejar un sistema de administración de riesgos es necesario tomar tres elementos: planeación, diseño y control ” (p. 237).

Método ASIS

El método de ASIS consta de siete pasos:

Primera fase: se realiza el estudio de la organización en cuestión

Segunda fase: se identifican los riesgos, debilidades e incidentes que provocan pérdidas en la organización.

Tercera fase: se realiza la estimación de la probabilidad de los incidentes

Cuarta fase: se evalúa el impacto de los eventos y efecto para determinar su criticidad: leve o grave.

Quinta fase: se plantea las medidas correspondientes dependiendo del impacto que estos riesgos o eventos produjeron.

Sexta fase: se analiza la viabilidad de las opciones de mitigación

Séptima fase: se contempla monetariamente la prevención de los riesgos por medio de un análisis de costo-beneficio para crear el plan de riesgos.

2.2.2.2 MÉTODOS CUALITATIVOS PARA MEDIR RIEGOS.

Los métodos empleados para priorizar los riesgos cualitativamente se combina la probabilidad y el impacto para luego estratificar los riesgos de acuerdo a su nivel de atención.

Matriz de probabilidad e impacto: esta matriz ayuda a un investigador a ponderar los riesgos de acuerdo a la evaluación previa (el efecto potencial que los riesgos le pueden causar a un sistema o proceso), la cual se realiza a través de entrevistas, reuniones con personas que expertas y familiarizadas con los riesgos. La ponderación se realiza según la prioridad del riesgo, las que pueden ser: alta, media, baja. En la Fig.8 se muestra la matriz de probabilidad e impacto, así como los valores que se le da a cada categoría según considere el grupo de expertos (PROYECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013a.).

PROBABILIDAD	Muy Alto	0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
	Alto	0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
	Moderado	0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
	Bajo	0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
	Muy bajo	0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08
				0.05	0.10	0.20	0.40
			Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
			IMPACTO				

FIGURA 8. Matriz de Probabilidad e Impacto.

Fuente: Farmacia la Buena Salud, 2014.

Mapear áreas de riesgos: este proceso consiste en asignar un área específica a cada uno de los riesgos que se evalúan en la matriz de probabilidad e impacto. Las áreas de mapeo pueden ser descritas según los sitios en los que se divide el sistema en estudio, para brindar un panorama de los riesgos que componen cada una de las etapas del sistema. El objetivo de realizar este mapeo, es reflejar las etapas del sistema e identificar cuales se deben trabajar de forma conjunta debido a su relación.

Para utilizar esta herramienta se debe dividir la empresa, sistema u operación en estudio, en las diferentes áreas que la conforman para tener una imagen del área que necesita más atención en cuanto el nivel y cantidad de riesgos que posee. Este procedimiento se puede apreciar en la Fig.9.

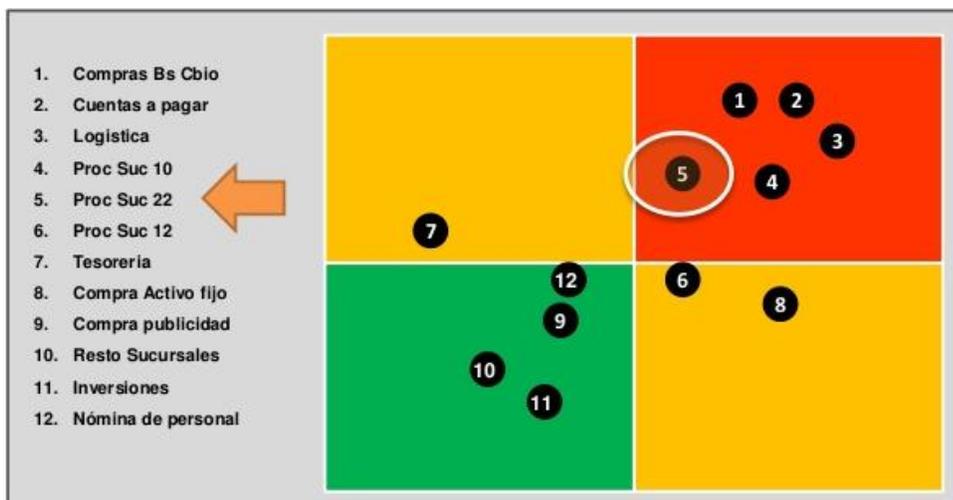


FIGURA 9. Mapeo de Riesgos por Áreas.

Fuente: Martín Santiago Ghirardotti, 2014.

Identificar la secuencia de los riesgos: en esta parte se identifican los procesos fundamentales dentro del sistema para determinar cuáles son los entes que generan el riesgo y así sucesivamente hasta llegar a encontrar los factores que provocan el riesgo (Miguel Delfiner y Cristina Pailhé, 2009).

Una metodología para identificar todos los parámetros de gestión de riesgos; necesita medidas de control y evaluación para poder analizar los diferentes procesos y áreas que son afectadas por las actividades realizadas internamente. Esto permite visualizar las pérdidas financieras en cada área dentro del estudio y poder elaborar los planes que mejor se adapten a la mitigación y control de los riesgos no deseados.

Existen otras técnicas de evaluación de riesgos como ser: indicadores de riesgo (KRI), Tarjetas de Puntaje (Balanced Scorecards), Análisis de Escenarios (Scenario Based approach).

2.2.3 RESPUESTA A LOS RIESGOS

Para desarrollar respuestas a los riesgos, una vez realizados los análisis que determinó el nivel de criticidad de los mismos, se abordan los riesgos de acuerdo a la prioridad de manera que permita explorar las mejores opciones para reducir las amenazas. Para realizar un control de prevención de riesgos se atribuyen responsabilidades a un grupo de personas para monitorear las respuestas y analizar si existe una efectividad en los controles impuestos, en caso contrario se reevalúan las acciones y se ejecuta nuevamente según sea el área o proceso que se ve afectado.

No es coherente pensar que al abordar acciones preventivas o respuestas; los riesgos quedaran cesados completamente, en un plan de respuesta a riesgos, los eventos son sometidos a procedimientos en las que se espera que el impacto sea reducido, no eliminarlo en su totalidad, ya que para ninguna empresa u organización costeara los gastos que esto puede significar.

Para elegir una estrategia que reduzca los riesgos es necesario establecer parámetros que adviertan el nivel de criticidad junto con la estrategia que mejor se adapte a solventar el problema, es decir:

- Si la acción correctiva es funcional y elimina el tipo de riesgo por la cual se creó, entonces al riesgo se le asignara un color verde.
- Si la acción correctiva propuesta reduce de cierto modo los efectos que el riesgo produce, entonces al riesgo se le asignara un color amarillo.
- Si la acción correctiva propuesta solo reduce en un pequeño porcentaje el efecto que produce el riesgo, entonces se le asignara un color naranja.
- Si la acción correctiva propuesta no reduce de ninguna manera el efecto del riesgo, entonces se le asignara un color rojo.

Tabla 2. Niveles de Criticidad de los Riesgos.

Nivel de Criticidad del Riesgo		Acción Correctiva al Evento
Riesgo Extremo	Evitar, Mitigar	Establecer procedimientos que ayuden a minimizar el riesgo a valores aceptables.
Riesgo Alto		
Riesgo Moderado	Aceptar, Transferir	Mantener los controles utilizados para prevenir el cambio a un grado crítico.
Riesgo Bajo		

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al nivel (en función de la probabilidad e impacto Tabla 2.) donde se encuentre el riesgo se planteara la estrategia para reducir la amenaza, según el Project Management Institute, (2013b) las estrategias son:

Evitar: es una estrategia en la cual se busca eliminar la amenaza y proteger el bien. Si es necesario eliminar la actividad que genera el evento no deseado, según la naturaleza del riesgo, esta es la medida más severa que se puede tomar.

Transferir: es una estrategia en la que se busca trasladar la amenaza un ente junto con la responsabilidad de respuesta. La transferencia puede involucrar el ente cubra el costo en caso de que el riesgo se materialice.

Mitigar: en esta estrategia se busca trabajar, controlar el riesgo por medio de la reducción de la probabilidad e impacto del riesgo. Se pueden tomar acciones preventivas que disminuyan la posibilidad de ocurrencia de los eventos que pueden dañar el proceso. Otra forma es determinando los vínculos que producen que un evento tome un nivel alto de severidad.

Aceptar: es la estrategia decide reconocer el riesgo y no llevar a cabo ninguna acción preventiva para impedir expresamente la materialización del riesgo. No se realiza ningún cambio dentro del proceso, solo se realiza monitoreo del riesgo para impedir que este se manifieste o cambie de manera significativa.

2.2.4 CONTROLAR Y MONITOREAR LOS RIESGOS

En esta sección una vez realizadas las etapas anteriores, estas mismas se deben discrepar en un control para aquellos riesgos que pueden presentar un cambio inesperado en un momento determinado y para monitorear los riesgos residuales. Para ejecutar esta acción se pueden utilizar documentos diseñados para la evaluación y control, estrategias alternativas, cambios que permitan adaptar el plan de contingencia a las perturbaciones (PROYECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013a.).

El control podría tomarse de dos maneras: uno preventivo y otro de detección. El control preventivo se encuentra orientado a prevenir riesgos debido al surgimiento de causas que generen riesgos en una etapa temprana.

Los controles de detección no son muy frecuentes y suelen realizarse en periodos, los que pueden ser mensualmente o trimestral.

Las técnicas que se pueden ejecutar para mantener un control estructurado de los riesgo según las técnicas (PROYECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013b.) :

Reuniones: estas se pueden realizar periódicamente según crezcan las operaciones dentro la empresa; el tiempo requerido para tratar las variaciones que se han encontrado en función a los riesgos, identificando su prioridad y las dificultades que han producido para corregir el riesgo. (p.379)

En base a otras teorías para controlar el riesgo según (Miguel Delfiner y Cristina Pailhé, 2009):

Es esencial asignar personas que estén al tanto de monitorear los riesgos, las que se encargan de:

- Suministrar y transferir la información a todos los interesados de la empresa.
- Recolectar la información relacionada a los controles de riesgos en las áreas o procesos tendientes a presentar problemas.

- Ejercer las medidas correctivas de acuerdo a la información recopilada.
- Reestructurar las debilidades encontradas en plan de respuestas según las nuevas medidas adaptadas.

2.3 ENERGIAS RENOVABLES

En esta parte se hizo una breve descripción de los tipos de energías renovables con el motivo de enunciar algunos conceptos básicos que ayudaran a comprender el presente estudio sobre este tipo de energías.

2.3.1 ENERGÍA EN BIOMASA

La biomasa es conocida como uno de los recursos más basto para la generación de energía eléctrica. Existe una variedad de fuentes de biomasa y son utilizadas para producir energía, dentro de estas: recursos industriales, agrícolas, acuáticos, pecuarios, forestales y urbanos. Las ventajas que se pueden obtener a partir del uso de biomasa son:

- Se puede transformar en combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.
- El aprovechamiento energético produce bajas emisiones
- Se reutilizan los desechos
- No es susceptible a variaciones de recurso

Los procesos por los cuales se convierte la biomasa en energía se dividen en procesos fisicoquímicos, bioquímicos y termoquímicos. De los procesos fisicoquímicos se pueden extraer aceites vegetales combustibles y biodiesel. En los procesos bioquímicos por medio de acción de la descomposición anaeróbica se adquiere Biogás, así como también mediante otro tipo de proceso bioquímico se adquiere alcohol combustible. En los procesos termoquímicos se produce la descomposición de la biomasa mediante la aplicación de calor con agentes de reacción (Oxígeno, vapor de agua, hidrogeno entre otros), los cuales pueden reaccionar como combustibles incrementando el poder calorífico, que es utilizado para generar energía eléctrica (Gerardo Cabrera, 2013).

2.3.2 ENERGÍA EÓLICA

El recurso eólico ha sido empleado desde hace muchos años para el bombeo de agua y moler granos entre otras aplicaciones. En tanto el uso de la energía eólica en la actualidad se sigue utilizando para este tipo de aplicaciones, esta forma de energía libre de contaminantes se emplea como fuente generadora de energía eléctrica y se ha vuelto una seductora alternativa, captando el interés de muchos países como implementación para la generación de electricidad (PINILLA, 2003).

La energía eólica ofrece un potencial capaz suministrar grandes cantidades importantes de energía eléctrica libres de contaminantes a diferencia de otras formas convencionales de producción de energía. En los años 70 cuando se produce una crisis energética se logra incrementar el interés en el desarrollo de fuentes de energía alternativa como los son las energías renovables (Anónimo, 2011).

2.3.3 ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidráulica se presenta por el ciclo hidrológico proveniente de las lluvias y debido a evaporación solar y climatológica, que se depositan en la parte superior de las zonas elevadas descendiendo hasta alimentar los ríos. Es por la energía potencial contenida en estos cuerpos de agua que trasladan los ríos y puede ser utilizada para la generación de energía eléctrica (Jaime Castellano, 2012)

La energía aprovechada por los recursos hídricos es de carácter renovable, esto porque no se afecta la fuente primaria, es limpia y no emite ningún gas contaminante perjudicial para el ambiente. Sin embargo, cuando se desarrollan grandes presas, estas afectan el recurso paisajista del entorno donde se construyen, además por la construcción del embalse se pueden producir inundaciones de extensiones de tierra, desplazamiento de poblaciones. Es por eso, que en la actualidad los países no permiten un desarrollo de excesivo de estas centrales. Ahora la tecnología se enfoca en desarrollar mini-hidroeléctricas que son mucho más confiables y amistosas con el medio ambiente, así como incrementando el rendimiento y viabilidad económica (Xavier Elías Castells, 2011).

Las centrales hidráulicas poseen un gran potencial, alta fiabilidad de funcionamiento, su respuesta a los cambios de la demanda es alta y los efectos en el medio ambiente son muy bajos.

2.3.4 ENERGÍA GEOTÉRMICA

Este tipo de energía es proporcionada por la energía calorífica de la tierra, se manifiesta por fenómenos térmicos de provienen de erupciones volcánicas, vertientes de agua de caliente, lodo o manantiales y geisers. El calor y la presión elevada que se encuentra en el interior del planeta tierra genera magma, este provoca que la roca presente en la parte inferior de un yacimiento de agua que se encuentra en el subsuelo se caliente probando reservorios de geotérmicos. Para explotar este recurso las plantas geotérmicas extraen el vapor o líquido geotérmico mediante perforaciones de pozos que alimentan unas turbinas de vapor que ejercen una fuerza de torque sobre un generador eléctrico (Power, 2012)

Para mantener de un yacimiento geotérmico de carácter renovable es necesario que en la explotación del recurso se mantenga el volumen del agua caliente o vapor que se sustrae, no sea mayor que la recarga natural que alimenta el acuífero. En otras palabras, la extracción no debe sobrepasar los niveles agua o vapor, con los que la naturaleza reemplaza la reserva geotérmica (ENERGÍA, 2010).

2.3.5 ENERGÍA MARINA

El océano es un excelente recurso que se utiliza para la generación de energía eléctrica, la que es producida por sus gradientes salinos y termales, diferencia de altura en las mareas, corrientes marinas u olas. Este potencial es aprovechado de la energía cinética producida por las olas en este caso llamada undimotriz y de corrientes marinas llamada mareomotriz, las diferentes aplicaciones se pueden apreciar en la Tabla.3 (ASOCIADOS, 2012).

Varios han sido los esfuerzos para desarrollar dispositivos que conviertan la energía de mareas y olas en electricidad. Particularmente en Europa este sector se evolucionado en los últimos años en un cantidad de tecnologías para la generación de electricidad. A medida que este sector se desarrolla también lo hacen los desafíos que afrontar; y es que el instalar estos dispositivos en el mar presenta altos costos además de otros desafíos que son importantes con respecto a la confiabilidad y mantenimiento de estos sistemas (UNAM, 2011).

Tabla 3. Tipos de sistemas utilizados para la generación de energía eléctrica utilizando la energía de marina.

Undimotriz	Mareomotriz
<ul style="list-style-type: none">• Atenuadores• Dispositivos desbordantes• Columnas de aguas oscilantes• Absorbentes puntuales• Convertidores de olas oscilantes	<ul style="list-style-type: none">• Turbinas de eje horizontal• Turbinas de eje vertical• Hidrodeslizadores oscilantes

Fuente: Elaboración Propia

2.3.6 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es una fuente de energía permanente. Este tipo de energía proveniente de astro solar y llega al planeta tierra en forma de radiación. La radiación que logra sobrepasar la atmosfera es percibida en forma de luz, la cual no es más que una gran cantidad de fotones que se producen en la superficie del sol por medio de reacciones

nucleares. Ahora bien la energía tiene que ser capturada por medio de materiales que permitan la adsorción de los fotones de luz para luego ser transformada en energía térmica o eléctrica (SECI Energía SpA, 2014).

Por las características de este tipo de energía es preciso considerar la radiación en determinadas horas del día que suelen no coincidir con el consumo de esta energía. Es por eso, que es necesario asegurar el almacenamiento de la energía obtenida de modo que se puede utilizar en cualquier momento que se necesite.

2.4 BIOMASA

En este apartado se tomaran los hechos relevantes del sistema operativo de las plantas de generadoras por medio del Bagazo. El estudio como se había mencionada antes se focalizara en riegos que se manifiestos y latentes que ocurren dentro de las instalaciones de estas plantas. Para captar la información necesaria se recolectara una data que proporcione los siguientes:

- Periodo de generación de energía eléctrica consecutiva.
- Fallas en el sistema en un periodo de 2 años.
- Fallas por el sistema de conexión.
- Tiempo de mantenimiento.
- Factores climáticos
- Materia prima
- Políticas de generación

Para el periodo de generación de energía se recolectara los datos de generación que la empresa ha estado proporcionando al sistema de la red Centro-Sur en un periodo de 2 años o más para hacer un análisis de fallas que han ocurrido, y de esta manera bosquejar posibles soluciones para este tipo de central generadora.

Las fallas en el sistema, son los posibles problemas que han ocurrido en un tiempo determinado dentro de la parte administrativa y operacional de las plantas generadoras por medio bagazo.

Las fallas por el sistema de conexión, son los incidentes externos que pueden ocurrir de carácter imprevisto, estos pueden ser: derribo de torres de transmisión, fallas permanentes en las líneas, etc. Estas serán descritas en los capítulos posteriores.

Tiempo de mantenimiento, periodo en el cual se realiza una revisión correctiva o de cambio de componentes dentro del sistema de generación u operación de la planta productora de energía.

Los factores climáticos, son las posibles fallas que pueden ocurrir debido al cambio y comportamiento del clima.

Dentro del contexto de materia prima, son los hechos que pueden ocurrir por medio de un cambio de proveedores, consumidores de la materia prima utilizada en la planta generadora.

Las políticas de generación son los posibles incidentes que pueden ocurrir mediante un cambio en sistema político del país u otro factor externo como el alza y rebaja del precio de los carburantes.

Dentro del contexto de biomasa se analizan puntos clave en la presente investigación, los cuales serán profundizados a medida que se necesiten en el estudio. La biomasa es una fuente renovable que presenta muchos beneficios los cuales son aprovechados por las empresas privadas ubicadas en zonas estratégicas en el territorio Hondureño.

2.4.1 GENERACIÓN MEDIANTE EL USO DE RESIDUOS FORESTALES

El uso de estos residuos es que obtiene en gran proporción actualmente, ya que el uso extensivo de la madera ha provocado un aumento en el desarrollo de plantas generadoras de energía mediante la quema de estos residuos por medio de la implementación de una caldera (El País - Uruguay, 2012).

Los riesgos operativos que se pueden presentar en este tipo de generación son debido a la quema de residuos de madera mediante combustión directa para calentar agua y obtener como resultado vapor y generar movimiento del eje del generador.

Algunos riesgos que se pueden encontrar en este tipo de generación son:

- Cambios en el Comportamiento debido a fallos en válvulas de presión, caldera, generadores, sistemas de control, instrumentación.
- Perdida de lubricantes.
- Disminución, carencia, aumento de precios de la materia prima.
- Funcionamiento en condiciones de arranque, variaciones de carga.
- Operación en condensador.
- Mal funcionamiento en turbina de aire, bomba de vacío/ inyector, tuberías.

2.4.2 GENERACIÓN MEDIANTE EL USO DE RESIDUOS AGROPECUARIOS

La generación de energía mediante el uso de residuos agropecuarios son los procesos que conllevan a utilizar recursos que se desechan de los cultivos. El presente estudio se centra en la recolección de datos de este tipo de energía dado que uno de los residuos ubicado dentro de este grupo es el de molienda de caña de azúcar.

Al igual que los riesgos por uso de residuos forestales, este tipo de generación utiliza los residuos a diferencia, que en dicho proceso se utiliza residuos de la producción azúcar para uso doméstico e industrial.

2.4.3 GENERACIÓN MEDIANTE EL USO DE RESIDUOS INDUSTRIALES

Este tipo de generación se logra de utilizar los desechos o sobrantes de los frutos, cascara de café y demás. Este tipo de generación produce energía para consumo residencial debido a la naturaleza de la materia prima, aunque cabe mencionar que algunas compañías utilizan este tipo de generación para producir energía eléctrica dentro de la planta, ya sea para algunas áreas o para controlar un proceso dentro de la misma (Studies; Biomass energy; Sustainable development; Forestry; Rural development, 2010).

Los riesgos que pueden incurrir en este tipo de generación son muchos más en comparación con los riesgos que se pueden presentar en los apartados anteriores. En este tipo de generación se puede producir energía eléctrica por medio de muchos procesos, los cuales involucran una gran cantidad de componentes y con ello una gran cantidad de peligros.

En la generación de uso de residuos industriales se pueden tomar de forma general:

- Falla en bio-digestor como ser en: reactor, entrada del afluente, salida del afluente.
- Disminución y estancamiento de materia prima.
- Falla en la geo-membrana.
- Válvulas de presión, tuberías y sistema de gas.
- Desperfecto del generador

2.4.4 GENERACIÓN MEDIANTE EL USO DE RESIDUOS URBANOS

Este tipo de generación es una de las más inusuales ya que en estas centrales se utiliza como materia prima aguas negras de las ciudades. Además por el establecimiento necesario para producir energía eléctrica y sus componentes, es este tipo de centrales de tratamiento que presentan un alto costo.

Los riesgos que pueden ocurrir dentro de este apartado son similares a los del apartado anterior a diferencia del tipo de materia prima utilizado. Es claro que en cada proceso y tipo de generación tiene su cantidad y probabilidad de riesgos, es por ello que el estudio se centró en los riesgos en base a un solo tipo de generación por motivos de alcance del presente análisis.

2.5 HIDROELÉCTRICA

En este enunciado se tomaron los hechos relevantes del sistema operativo de las centrales hidroeléctricas de embalse. El estudio como se mencionó antes se focalizó en riegos manifiestos y latentes que ocurren dentro de las instalaciones de estas plantas. Para captar la información necesaria se recolectó datos basados en los mismos aspectos tomados en cuenta en la generación de energía eléctrica por medio de biomasa, esto con el propósito de proporcionar coherencia al estudio.

Se sabe por medio de la termodinámica que la energía solo se transforma o no se pierde. De igual forma para producir la energía eléctrica se debe de partir de una fuente de energía para realizar el trabajo y luego el proceso de transformación.

Si utilizamos la fuerza del agua concentrando grandes cantidades de agua en un embalse se obtiene inicialmente energía potencial. Por leyes de la física en este caso la gravedad, el elemento adquiere energía cinética, logrando pasar de un nivel superior hacia uno inferior a través de medios de conducción. A la energía que se genera mediante este proceso se denomina energía hidráulica. En la Fig. 10 se puede apreciar el proceso de transformación.

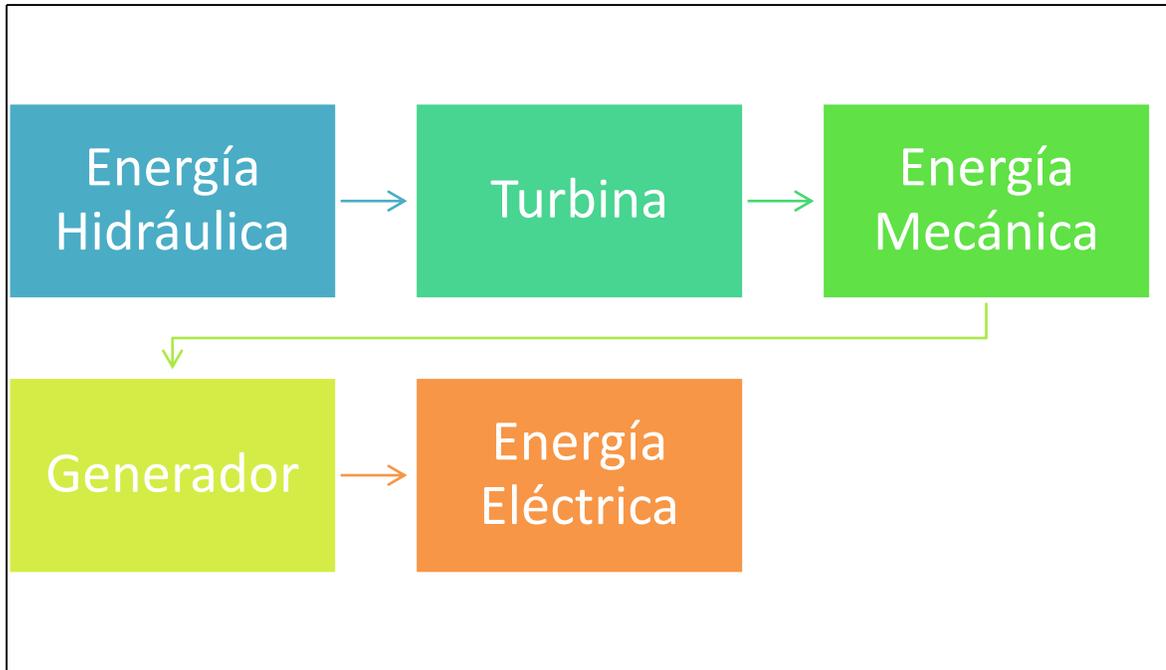


FIGURA 10. Transformación de Energía Hidráulica a Eléctrica

Fuente: Elaboración Propia

2.5.1 SEGÚN EL TIPO DE FLUJO

2.5.1.1 AGUA FLUYENTE

La central que presenta las características de este tipo de hidroeléctrica son las que no cuentan con una represa de regulación y el flujo de agua se debe de turbinar en el momento que este elemento circula por el cauce del río o canal. Si por alguna causa la central tiene que parar su producción, el agua no puede ser almacenada, por lo que desde el punto de vista de producción energética, dicha energía se perdería (ESHA, 2009).

En general estas centrales hidroeléctricas disponen de un pequeño muro transversal al cauce del río para elevar el nivel del agua, permitiendo de esta manera tomar el agua del caudal que va a ser turbinado.

2.5.1.2 CENTRALES DE EMBALSE

En el estudio de los riesgos operativos, la central de embalse será el principal tipo de hidroeléctrica en donde se recolectara la data para registrar los problemas que surgen la categoría que se estipulo al inicio de esta sección.

Las centrales de embalse tienen una característica básica, y es la existencia de un embalse en el cual se puede almacenar el agua y de este se realiza la toma de agua, teniendo la suficiente capacidad para permitir la regulación del caudal (Garcia, 2010).

Una ventaja de este tipo de plantas básicamente es la capacidad de regular el flujo de agua que permite entregar energía en las horas pico o periodos de tiempo donde la demanda es máxima, de las cuales se obtiene beneficios como ser: permite regular el mercado energético y la venta de energía puede realizarse cuando esta alcanza precios elevados (Garcia, 2010).

2.5.1.3 CENTRALES DE BOMBEO

Las centrales de bombeo es un tipo de hidroeléctrica que posee dos embalses. El recurso hídrico que se encuentra en el embalse inferior, es bombeado en las horas que existe menor demanda eléctrica al embalse superior, con la finalidad de reutilizarla o turbinarla en horas que existe mayor consumo eléctrico (AMPARO, 2012).

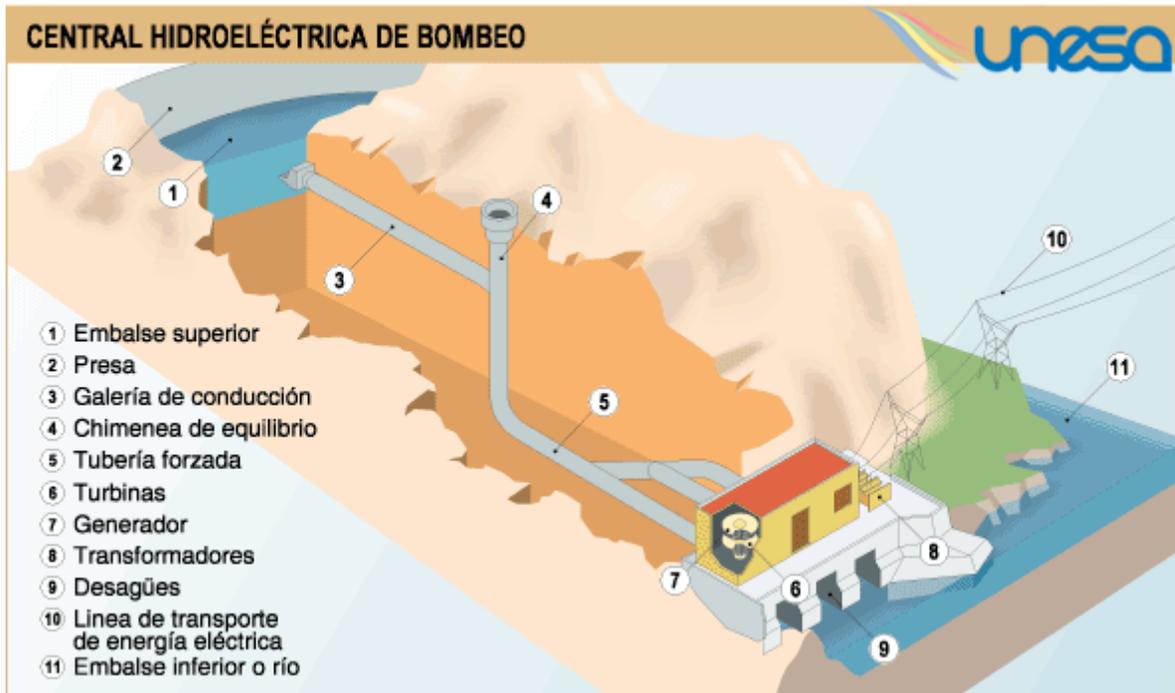


FIGURA 11. Esquema general de una central hidroeléctrica de bombeo

Fuente: UNESA. Centrales hidroeléctricas, 2013.

Por lo tanto, estas centrales hidroeléctricas permiten mejorar la eficiencia económica en cuanto a la explotación del sistema eléctrico se refiere, al almacenar electricidad en forma de agua embalsada en el deposito superior, siendo esta central en la actualidad una de las formas más económicas de almacenar energía eléctrica.

La producción en una central de bombeo puede verse afectada por un gran número de acontecimientos como ser: factores geográficos, geológicos, localización.

2.5.1.4 CENTRALES DE REGULACIÓN

Estas centrales de embalse presenta características similares a otras centrales con la diferencia que dichas centrales proporciona la posibilidad de almacenar o asistir de agua los caudales cuando estos se encuentran en un bajo nivel las aportaciones de un río, además de esto permite regular los caudales de salida para ser turbinados y cubrir eficientemente las horas pico de consumo, así como para otros usos como riegos o abastecimiento de poblaciones (Irma González, 2012).

2.5.2 SEGÚN SU ALTURA DE CAÍDA DEL AGUA

2.5.2.1 CENTRALES DE ALTA PRESIÓN

Estas centrales hidroeléctricas son las que poseen un salto hidráulico que sobrepasa los 200m, se puede apreciar en la Fig.12. Los caudales expulsados a través de estas centrales son pequeños de $20\text{m}^3/\text{s}$ en cada máquina (García, 2010).

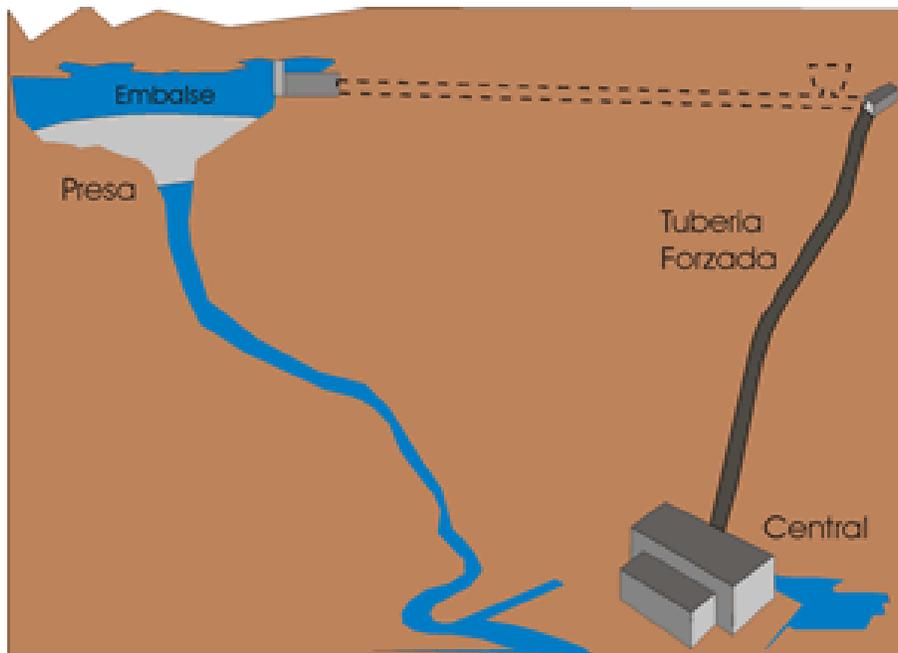


FIGURA 12. Centrales según la caída de agua.

Fuente: S. García. Centrales Eléctricas, 2010.

2.5.2.2 CENTRALES DE MEDIA PRESIÓN

Los saltos hidráulicos de este tipo de centrales se encuentran en un rango de 200 y 20m. En esta central puede descargar caudales de $200\text{m}^3/\text{s}$ por cada máquina, aunque la operación de estas plantas necesita un embalse de gran tamaño.

2.5.2.3 CENTRALES DE BAJA PRESIÓN

Estas centrales poseen saltos hidráulicos inferiores a 20m. Suelen construirse en valles amplios de baja montaña y el caudal de cada máquina sobrepasan los 300m³/s, ver Fig.12 (Diego & Díaz, 2012).

2.6 MARCO CONCEPTUAL

- Anaeróbica: degradación de biomasa debido a sustancias orgánicas que se desarrollan en ausencia de oxígeno (Gunt, 2011).
- Bagazo: residuo de materia una vez extraído el jugo (Ingenio Azucarero, La Grecia, 2015).
- Bioquímicos: son los procesos que se basan en la degradación de la biomasa debido a la labor de los microorganismos (Anónimo, 2010).
- Caldera: generador de vapor que puede producir o recuperar el calor. (Quiminet, 2007)
- Calentamiento mundial: es cuando se aparece un incremento en el aire de ciertos gases como el dióxido de carbono debido a las actividades humanas y la combustión de los combustibles fósiles (Fundación MAFRE, 2009).
- Caudal: es una cantidad de flujo que se transporta a través de un medio que puede ser un ducto, río, cañería en un determinado tiempo (Ingeniería Ambiental, 2005).
- Centrales: establecimiento, lugar donde se produce un producto o servicio.
- Combustibles fósiles: son sustancias que poseen un alto grado de energía y que han formado por plantas y otros organismos enterrados durante varios años y estos pueden ser: petróleo, gas natural carbón (Uniovi, 2006).
- Electroimanes: imán en el cual, el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica.
- Energía hidráulica: fuente de energía renovable que aprovecha la caída de agua desde una cierta altura para generar electricidad (Twenenergy, 2014).
- Estator del generador: parte fija de una maquina rotativa y es uno de los elementos fundamentales para la transmisión de potencia.

- Esterificación: proceso mediante el cual se puede llegar a sintetizar un éster. Los esteres se producen de la reacción que tiene lugar entre los ácidos carboxílicos y los alcoholes. (Méndez, 2013)
- Fuerza tangencial: componente de la fuerza neta en dirección la dirección tangencial que comunica en la partícula, una aceleración tangencial y determina que la velocidad cambie de modulo.
- Generación de energía eléctrica: es el proceso que consiste en realizar la transformación de un tipo de energía mecánica, térmica, hidráulica a energía eléctrica (AGEERA, 2009).
- Geopolítica: es un estudio de historia y desarrollo de los pueblos en un determinado espacio geográfico que describe aspectos económicos y raciales (Alfredo Portillo, 2001).
- Horas Pico: Periodo de tiempo en el cual se eleva el porcentaje de consumo.
- L/H: litros por Hora.
- Levitación: elevación y mantenimiento de un objeto en el aire sin intervención se medios físicos conocidos.
- Motores de combustión interna: tipo de motor que obtiene energía mecánica directamente de la energía química que se genera de un combustible que arde dentro de cámara de combustión (Andrés Melgar, 2008).
- Potencia eléctrica: esa la unidad en la que se mide la capacidad que elemento puede soportar, en otras palabras es la cantidad de energía entregada o absorbida por un dispositivo en un tiempo determinado.
- Rotor del generador: eje de rotación dentro de una maquina eléctrica.
- Saltos Hidráulicos: es un fenómeno que aparece exclusivamente en canales con un flujo de agua que recorre una distancia con régimen supercrítico y que alcanza con una masa de agua que se encuentra en un estado sub-

crítico provocando un cambio en el estado inicial de cada cuerpo de agua y turbulencia, disparando energía en varias direcciones (Uaemex, 2010).

- Termodinámica: es la rama de la física que describe los estados de equilibrio a nivel macroscópico.
- Turbinas hidráulicas: turbo máquina que aprovecha la energía de un fluido que pasa a través de ella para producir un movimiento de rotación que mediante un eje mueve directamente un generador que la transforma en energía eléctrica (Carlos J. Renedo, 2003).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología utilizada en la investigación, donde se presenta detalladamente cada uno de los componentes, población y enfoques de estudio, medios de información que ayudaron a desarrollar la sección analítica y los resultados posteriormente.

Dentro de esta sección se analizan las variables y se describen los enfoques, niveles de medición y la relación existente entre cada una; para poder desarrollar las hipótesis que serán evaluadas y posteriormente verificadas. En el estudio de riesgos en centrales de generación de energía eléctrica se adaptó a un enfoque cualitativo, debido a las diferentes limitantes que se pueden encontrar dentro de una investigación, donde la unidad de análisis maneja sus operaciones con total confidencialidad, lo genera acotar el alcance del estudio.

El estudio contempla una variedad de técnicas y métodos que fueron de utilidad para alcanzar los objetivos y tornar el diseño de esta investigación en examinar fenómenos observacionales- descriptivos, en este caso los riesgos o problemas que afectan las centrales de producción de energía eléctrica; que son eventos que pueden ocurrir en cualquier proceso o áreas dentro del sistema, que ocurren con una frecuencia e impacto variables y generan pérdidas monetarias. Para tomar los datos e información se determinó que la unidad de análisis fuese las empresas dedicadas a la generación de energía eléctrica por medio del uso de Biomasa e hidroeléctrica.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

Para desarrollar la investigación se desarrolló un mapa conceptual como herramienta para contrastar los diferentes puntos que se evaluarán en la parte metodológica del estudio. En este mapa se presenta la forma detallada de los enunciados y variables que sirvieron como guía para desplegar cada punto de la investigación según corresponda. Véase **Anexo A**.

3.1.1 LA MATRIZ METODOLÓGICA

En la Tabla 4. Se presenta la matriz metodológica utilizada para fortalecer la congruencia en el análisis de la visión de los puntos más significativos que contiene la investigación. El fin de la implementación de dicha matriz (MAT-V), es para que el lector pueda analizar la congruencia, alineamiento y jerarquía de cada variable junto con los objetivos, preguntas y demás componentes esenciales que permitieron concluir las interrogantes; por las cuales fue elaborado y desarrollado el estudio en cuestión.

Tabla 4. Matriz Metodológica MAT-V.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	NIVEL DE MEDICIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Determinar los principales riesgos operativos en las centrales Hidroeléctricas y Biomasa en la región centro-sur de Honduras en el periodo 2015-2016	•Categorizar los riesgos latentes y manifiestos atinentes a la producción de energía hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur Honduras, en el periodo 2014-2015.	Ver Tabla 5.	Categorías de los riesgos	Razón	Definir e identificar los riesgos operativos en centrales generadoras de electricidad	Técnica Delphi, entrevistas, revisión de datos históricos.
	•Ponderar la Probabilidad de ocurrencia de los riesgos latentes y manifiestos en las plantas de energía Hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015.	Ver Tabla 5.	Probabilidad de Ocurrencia	Intervalo	Numero de ocurrencia de un evento en un intervalo de tiempo.	Datos históricos

	•Establecer la magnitud del impacto de los riesgos latentes y manifiestos en las plantas de energía Hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015.	Ver Tabla 5.	Magnitud de Impacto	Nominal	Daño causado al sistema de generación (No generación de energía eléctrica).	Datos histórico, (Tiempo que duró el Fallo).
	•Realizar un plan de respuesta a los riesgos conforme al nivel de importancia monetaria y mayor grado de impacto que se presentan en la generación de energía Hidroeléctrica y Biomasa.	Ver Tabla 5.	Cuantificar el riesgo	Ordinal	Cantidad de dinero que representa el riesgo.	Análisis de costo generación-compra de energía.

Matriz Metodológica MAT-V (Continuación de la Tabla 4.)

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	UNIDAD DE ANALISIS Y UNIDAD DE INFORMACION	PREGUNTA EN EL CUESTIONARIO (o en otra técnica de recolección)	TIPO DE INVESTIGACION
	•Categorizar los riesgos latentes y manifiestos atinentes a la producción de energía hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur Honduras, en el periodo 2014-2015.	Empresas operadoras y generadoras de energía eléctrica. Azucarera "LA GRECIA" y la Represa "JOSÉ CECILIO DEL VALLE"	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Según su criterio ¿Cuáles son las áreas dentro de la planta generadora que presenta problemas frecuentemente? ▪ Acorde a su experiencia; Enumere y describa los procesos que presentan mayor número de problemas en la planta generadora. ▪ Según su experiencia enumere y describa 	Cualitativa

			los problemas que se han presentado en esta central generadora de energía eléctrica.	
	<p>•Ponderar la Probabilidad de ocurrencia de los riesgos latentes y manifiestos en las plantas de energía Hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015.</p>	<p>Empresas operadoras y generadoras de energía eléctrica.</p> <p>Azucarera "LA GRECIA" y la Represa "JOSÉ CECILIO DEL VALLE"</p>	<p>Ponderación de los riesgos por medio de los criterios de Agresión y Vulnerabilidad.</p>	<p>Cualitativa</p>
	<p>•Establecer la magnitud del impacto de los riesgos latentes y manifiestos en las plantas de energía Hidroeléctrica y Biomasa, en la zona centro sur de Honduras, en el periodo 2014-2015.</p>	<p>Empresas operadoras y generadoras de energía eléctrica.</p> <p>Azucarera "LA GRECIA" y la Represa "JOSÉ CECILIO DEL VALLE"</p>	<p>Ponderación de los riesgos por medio de los coeficientes de Delimitación y Coeficiente de intensidad</p>	<p>Cualitativa</p>
	<p>•Realizar un plan de respuesta a los riesgos conforme al nivel de importancia monetaria y mayor grado de impacto que se presentan en la generación de energía Hidroeléctrica y Biomasa.</p>	<p>Empresas operadoras y generadoras de energía eléctrica.</p>	<p>Bitácoras de Generación y Bitácoras de tiempo de Fallas en Operación</p>	<p>Cualitativa</p>

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

En este apartado se realiza una descomposición de los tipos de variables de acuerdo a su categoría y enfoque que permitirá definir la correlación entre cada una.

- Categorías de los riesgos:

En esta variable se encuentran agrupados los riesgos según el área y el modo en que se presentan dentro de un sistema de operación o proceso. Los riesgos son agrupados en categorías para manejar eficientemente el análisis, cálculos y prevención de los riesgos que más perjudiquen a la operación o mantenimiento de un proceso, en este caso la generación de energía eléctrica. Al identificar los riesgos en diferentes dimensiones se pudo establecer; que área era la más vulnerable a posibles fallos y de esta forma determinar las soluciones óptimas para gestionar el riesgo (Aguirre Aguirre, 2011).

La presente variable es independiente de las otras variables, debido a que los riesgos pueden ocurrir en cualquier parte del sistema en estudio. La categorización, es uno de los pasos esenciales dentro de la gestión de riesgos, ya que por medio de este procedimiento se puede mapear las áreas que requieren más atención y seguridad para evitar que se manifiesten los riesgos.

- Probabilidad de los riesgos $(P) = Ca \cdot Cv$

Según el método Mosler la probabilidad se define: Criterio de Agresión * Criterio de Vulnerabilidad.

La probabilidad es una variable que representa la posibilidad de ocurrencia de un evento en un determinado momento de un proceso. Para el estudio de riesgos esta variable nos proporciona un valor numérico que permite calcular el nivel de criticidad de los eventos no deseados, que sirven para determinar los procedimientos de seguridad y prevención.

En el caso de estudio esta variable, es independiente de otras variables, pero cabe mencionar que es dependiente de cualquier ente, recurso o cadena de eventos que pueda provocar un el riesgo se manifieste.

La variable probabilidad según las Rafael Herrerías Pleguezuelo (2006): Se divide en tres niveles que sirven para complementar y determinar el nivel de criticidad de los riesgos dentro del estudio:

Alta: cuando es frecuente que ocurra el evento, es decir, una vez por semana o menos.

Media: es considerado ocasional, presenta una probabilidad de ocurrencia entre 6 a 10 años para riesgos naturales y una vez al mes para los riesgos internos.

Baja: es considerado inusual, es casi probable que el riesgo no ocurra durante algún proceso u operación, puede ser de una vez al año. (p.34)

- Magnitud del impacto de los riesgos (C)= I+D

El impacto MOSLER lo define como: Coeficiente de Intensidad+ Coeficiente Delimitación, los cuales se describen la sección 3.2.

El impacto puntualiza el daño que puede ocasionar un riesgo anticipado o no, a una operación de un proceso o un sistema. El impacto Rafael Herrerías Pleguezuelo (2006) lo establece como:

Levemente dañino: este daño es considerado de este modo por efectos que produce en cuanto el tiempo o interrupción del sistema y si es fácil de controlar por medio de medidas correctivas. Esta variable también se puede medir por los daños que provoque monetariamente, en personas o al sistema que pueden ponderados en valores menores USD 0.01 millones de dólares.

Mediamente dañino: son daños o eventos en los cuales no se recupera inmediatamente el bien afectado, necesita medidas correctivas eficiente y de rápida implementación y pueden estar ponderados entre USD 0.01 y USD 0.10 millones de dólares.

Extremadamente dañino: es sinónimo de desastre, las consecuencias son fatales o graves que pueden resultar en el paro del sistema con pérdidas económicas para la empresa USD 1.0 Millón de dólares o más. (p.35)

Mediante esta variable junto con la probabilidad se puede obtener el nivel de criticidad del riesgo. En el presente estudio ayudo a representar y categorizar los riesgos operativos que se manifiestan en centrales de generación de energía eléctrica, los que se analizaron y se logró establecieron los parámetros de control y medidas correctivas según el daño que cada uno de los riesgos provoca.

- Cuantificar los riesgos a nivel monetario e impacto $(M) = (T_{\text{paro}} * KW/h_{\text{generados}}) * MW_{\text{instala}}$:

En esta variable se compilan todos los datos y cálculos realizados para establecer mediante valores monetarios, las pérdidas que sufren las generadoras de energía eléctrica cuando un evento o riesgo ocurre en un momento dado. Este cálculo está conformado por las variables de: el tiempo que dura reparar el problema o evento (T_{paro}), el valor unitario de kilowatts hora generado ($KW/h_{\text{generados}}$) y la capacidad generada de cada una de las plantas en estudio.

La jerarquía y dimensiones de las variables se pueden apreciar en la Fig.13

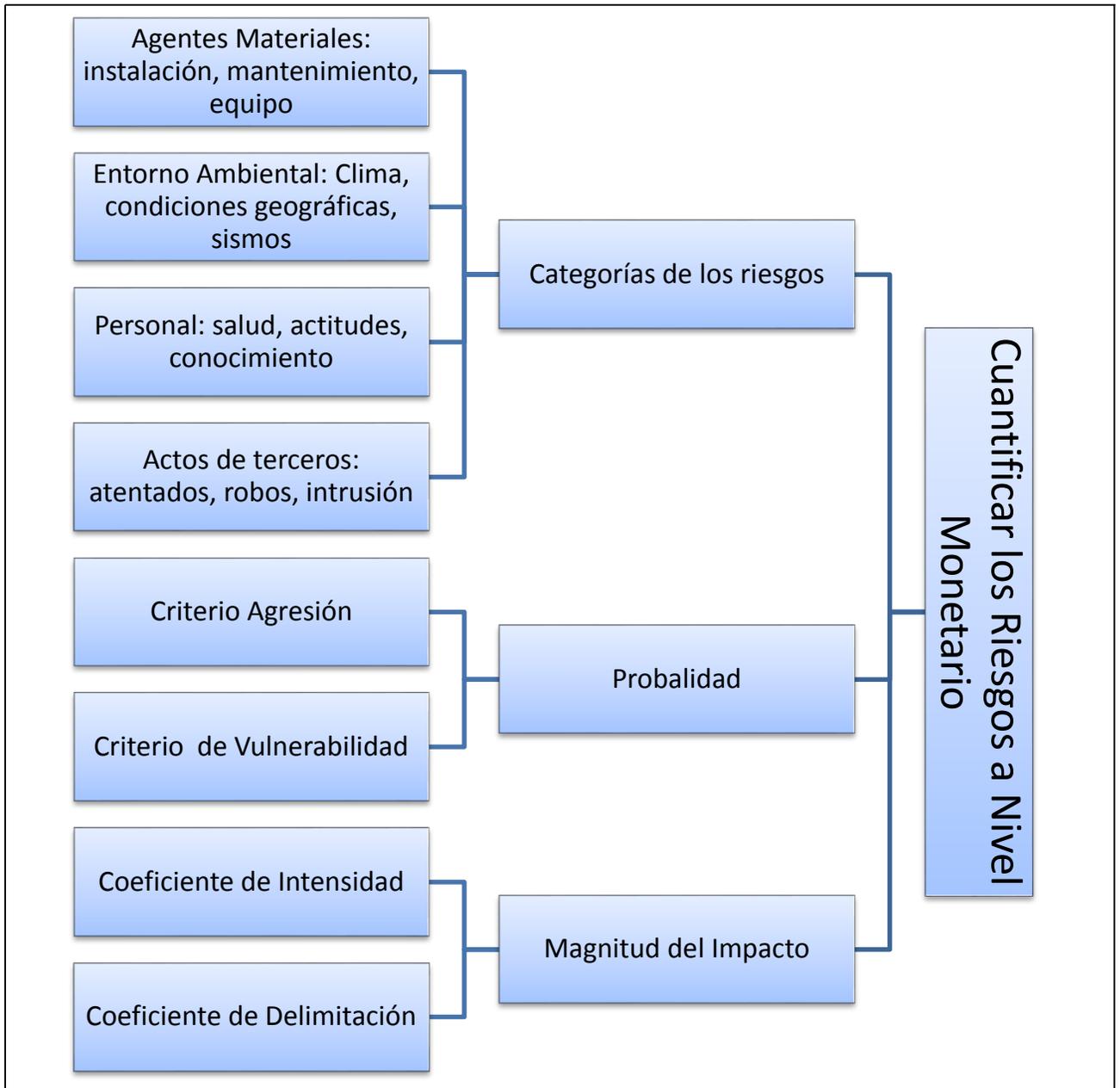


FIGURA 13. Jerarquía y Dimensiones de Variables.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 HIPÓTESIS

Tabla 5. Hipótesis.

Variable	Hipótesis
Identificar los Riesgos	<p>Se consideran los siguientes riesgos como los más perjudiciales para las centrales hidroeléctricas e ingenios azucareros al momento de generar energía eléctrica.</p> <p>Hidroeléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Ruptura de tuberías de suministro de agua a las turbinas. b. Daños en las Turbinas de generadores c. Fallo permanente del generador. <p>Biomasa</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Asentamiento del terreno y colapso de las calderas. b. Incendio y explosión de turbina, casa de maquinas c. Inestabilidad tuberías de enfriamiento y colapso de calderas d. Sobre carga térmica
Probabilidad	<p>La posibilidad de ocurrencia de la mayoría de los eventos o problemas en las generadoras de energía hidroeléctrica y uso de biomasa:</p> <p>Hidroeléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> a. P (0.3) b. P (0.4) c. P (0.25) <p>Biomasa</p> <ul style="list-style-type: none"> a. P (0.2) b. P (0.4) c. P (0.4) d. P (0.3)
Magnitud del Riesgo	<p>El impacto que pueden provocar los riesgos:</p>

	<p>Hidroeléctrica</p> <p>a. I (0.8)</p> <p>b. I (0.6)</p> <p>c. I (0.7)</p> <p>Biomasa</p> <p>a. I (0.6)</p> <p>b. I (0.8)</p> <p>c. I (0.7)</p> <p>d. I (0.6)</p>
Cuantificar el Riesgo a Nivel Monetario	El nivel de pérdidas graves del sistema de generación de energía eléctrica que sobrepasen en términos económicos los USD100 mil de dólares a USD un millón de dólares o más debido a un evento no deseado.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

En el análisis de riesgos presentes en la generación hidroeléctrica y por uso de biomasa en la zona sur de Honduras, se utilizó un enfoque cualitativo debido al criterio subjetivo de los expertos en administración de energía y operadores de centrales eléctricas

Para dicha perspectiva cualitativa se tomaron los datos y métodos proporcionados por los expertos en materia de riesgos en generación de energía eléctrica, operarios y administradores de las plantas hidroeléctricas y uso de Biomasa.

Para realizar el análisis cualitativo de los riesgos, se plantearon según el Project Management Institute (2013.b) entre otros:

- I. Evaluación de probabilidad e impacto de riesgos: los riesgos se pueden evaluar a través de entrevistas o reuniones con los expertos que estén familiarizados con las categorías de riesgos para evaluar la probabilidad e impacto que estos presentan en las plantas generadoras. (p.357)
- II. Evaluación de la urgencia de los riesgos: indica cuales son los riesgos que requieren una respuesta inmediata o atención más urgente.
- III. Juicio de expertos: es necesaria para evaluar la probabilidad y el impacto de cada riesgo para establecer la ponderación adecuada de los mismos.

En el siguiente paso del estudio se utilizaran datos periodos de tiempo de generación, de mantenimiento, frecuencia con la que ocurren eventos inesperados, así como otros indicadores como cuantificar el riesgo de manera monetaria, que están contenidos intrínsecamente en esta investigación. Estos parámetros son observables y medibles; con los cuales se pueden generar resultados que fundamenten la validez del análisis.

- IV. El método que se empleó para concluir con el estudio es el conocido método MOSLER. El método tiene como finalidad analizar y evaluar los eventos que puede provocar riesgos en un proceso o sistema, este procedimiento contiene una secuencia de pasos para calcular la criticidad de los riesgos por medio de criterios.
 - a. Primera fase: en esta fase se identifican los riesgos, fijando el alcance para cada uno de ellos.
 - b. Segunda fase: la fase de análisis del riesgo donde se consideran una variedad de criterios cuantificando los resultados en una escala Penta (1-5):
 - Criterio de agresión: representa como la probabilidad de que el riesgo se manifieste, en este caso en la central de generación.

Tabla 6. Criterio de Agresión.

Criterio de Agresión	
Valoración	Puntuación
Muy Alta	5
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy Baja	1

Fuente: Elaboración Propia.

- Criterio de Vulnerabilidad: representa la probabilidad que un riesgo produzca un daño en el proceso de generación de energía eléctrica en esta central.

Tabla 7. Criterio de Vulnerabilidad.

Criterio de Vulnerabilidad	
Valoración	Puntuación
Muy Alta	5
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy Baja	1

Fuente: Elaboración Propia.

- Criterio Función: se define como las consecuencias negativas o daños de forma directa una actividad.

Tabla 8. Criterio de Función.

Criterio de Función	
Valoración	Puntuación
Muy Grave	5
Grave	4
Medio	3
Leve	2
Muy leve	1

Fuente: Elaboración Propia.

- Criterio de sustitución: representa los bienes que pueden ser sustituidos de alguna forma según ocurra el riesgo.

Tabla 9. Criterio de Sustitución.

Criterio de Sustitución	
Valoración	Puntuación
Muy Díficil	5
Díficil	4
Medianamente	3
Fácilmente	2
Muy Fácilmente	1

Fuente: Elaboración Propia.

- Criterio de profundidad: la perturbación y sus efectos como afectan a la empresa.

Tabla 10. Criterio de Profundidad.

Criterio de Profundidad	
Valoración	Puntuación
Perturbaciones muy Graves	5
Perturbaciones Graves	4
Perturbaciones Limitadas	3
Perturbaciones Leves	2
Perturbaciones muy Leves	1

Fuente: Elaboración Propia.

- Criterio de extensión: el alcance de los daños, según su amplitud o extensión, en otras palabras ¿Hasta dónde llegaran las percusiones negativas si se materializa el riesgo?

Tabla 11. Criterio de Extensión.

Criterio de Extensión	
Valoración	Puntuación
De Carácter Internacional	5
De Carácter Nacional	4
De Carácter Regional	3
De Carácter Local	2
De Carácter Individual	1

Fuente: Elaboración Propia.

- c. Tercera fase: es donde se realizan los cálculos para cuantificar cada uno de los riesgos, se aplican las siguientes ecuaciones:

I (Coeficiente de intensidad)= Criterio de Función* Criterio de sustitución

D (coeficiente de delimitación)= Criterio de profundidad* Criterio de Extensión

P (Probabilidad)= Criterio de Agresión* Criterio de Vulnerabilidad

Magnitud del Riesgo= Coeficiente de intensidad + Coeficiente de Delimitación.

- d. Cuarta fase: se clasifica el nivel de riesgo con valores comprendidos entre 2 y 1250.

Tabla 12. Ponderación de Nivel de Riesgos.

Calculo del riesgo	
Puntuación	Valoración
2-250	Muy Baja
251-500	Baja
501-750	Normal
751-1000	Grande
1001-1250	Elevado

Fuente: Elaboración Propia.

Los alineamientos de este método fueron relacionados mediante el documento de evaluación de riesgos. (José Víctor Galaviz Rodríguez, Romualdo Martínez Carmona, Yenni Vázquez Carrasco, & Brian Manuel González Contreras, 2013, p.29)

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para esta investigación se utilizó un diseño cualitativo Fenomenológico para estudiar los riesgos y eventos que ocurren en las centrales generadoras de energía.

El estudio sobre riesgos en las centrales hidroeléctricas e ingenios azucareros que producen energía eléctrica a partir de la quema de los residuos de la molienda de caña, se puede establecer como una investigación fenomenológica, debido los expertos y administradores de este tipo de centrales enfocaron sus conocimientos y experiencia de manera subjetiva a la descripción de fenómenos y problemas tal como se dan en su contexto natural para luego ser analizados. Es decir que en este diseño no existen condiciones o estímulos a los que se exponen las variables en estudio (Roberto Hernández Sampieri, 2010).

Un diseño de fenomenológico se pretende describir los riesgos a partir del punto de vista de cada participante o de manera colectiva mediante un cuestionario que abordo las variables que definen el estudio. En este tipo de diseños en investigador conceptualiza las experiencias en temporalidad (intervalo de tiempo en que sucedió el hecho), espacio (territorio en que se presenta el hecho), habitantes o personas que vivieron el evento y el contexto en cual se presentaron los hechos(Cristian Rusu, 2011).

3.3.1 POBLACIÓN

En la investigación se tomó como población a las centrales Hidroeléctricas y generadoras de energía por medio de uso de Biomasa operando en Honduras. El análisis se centró en esta población debido a la cantidad y diversidad de plantas dedicadas a este rubro de la generación de energía eléctrica.

El universo del estudio y sus divisiones se pueden apreciar en la Fig.14.

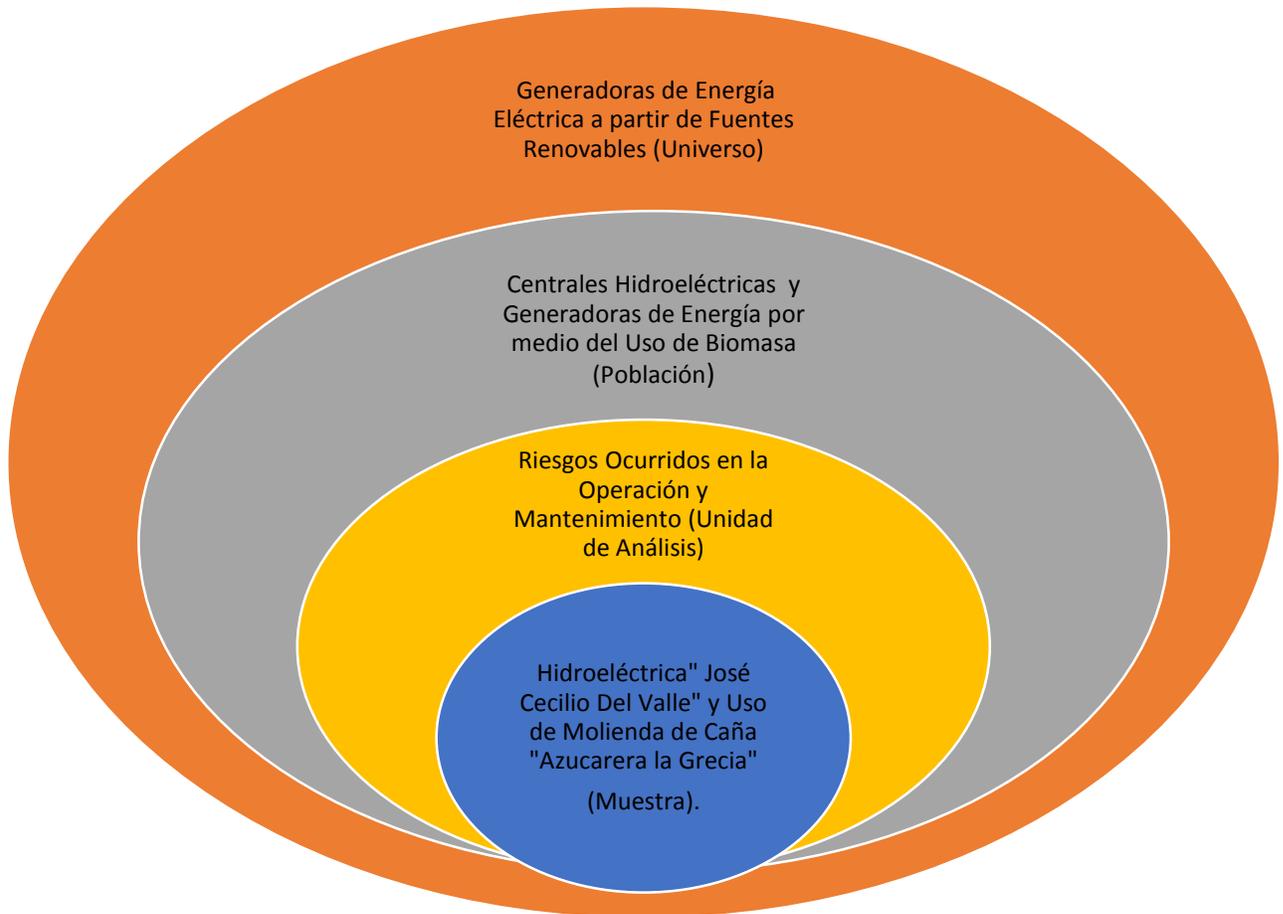


FIGURA 14. Estratificación de Estudio de Riesgos.

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 MUESTRA

Dentro de la población establecida se priorizo en dos tipos de generación:

Generación Hidroeléctrica de tipo de embalse, “José Cecilio del Valle”: se seleccionó esta central hidroeléctrica por ser una de las dominantes en este rubro en la zona centro-sur de Honduras, además siendo una de las más utilizadas actualmente.

Generación de energía eléctrica por uso de residuos de molienda de caña (bagazo), Azucarera “La Grecia”: la generación de este tipo es muy común en la zona centro-sur de Honduras por las extensiones de caña cultivadas en esta región.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis seleccionada fueron las empresas dedicadas al rubro de la generación de energía eléctrica. En esta unidad de análisis se recopilaron los parámetros y fundamentos teóricos necesarios para el planteamiento y evaluación del tema en estudio.

3.4.4 UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta para este estudio se seleccionó a los administradores, operadores y especialista en el campo de la generación de energía eléctrica por medio del uso de biomasa y generación hidroeléctrica.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

3.5.1 INSTRUMENTOS

El instrumento empleado para recolectar la información necesaria para un análisis de riesgos fue a través de un cuestionario (Véase **Anexo B**) de preguntas referentes a los problemas que se presentan en las centrales productoras de electricidad. Dicho cuestionario fue aplicado a los expertos para determinar los riesgos que se manifiestan en las centrales, su probabilidad e impacto mediante la incorporación de criterios de ponderación que describe el método Mosler que se refirió en la sección 3.2.

3.5.2 TÉCNICAS

En el estudio de riesgos en centrales hidroeléctricas y generadoras de energía eléctrica por medio de uso de biomasa se recopiló la información y datos, por medio de una de las técnicas sugeridas por la Guía de fundamentos para la dirección de Proyectos (PMBOK), la “Técnica Delphi” a los operadores, personal a cargo, administradores e ingenieros que manejan conocimientos sobre riesgos en estas centrales.

Para obtener una mejor descripción de los riesgos se utilizó una conocida técnica de diagramación Espina de Pescado o Diagrama de Causa-Raíz, el que fue útil para representar las áreas y procesos que implican riesgos y determinar las posibles consecuencias que los provocan.

3.5.3 PROCEDIMIENTOS

Como toda investigación cualitativa muestra un esquema Fig. 15 de referencia que representa los pasos seguir en un estudio de este tipo.

Como primer punto, el estudio nace a través de la necesidad de conocer los riesgos operativos presentes en las centrales hidroeléctricas y las plantas que utilizan biomasa. La idea se concretó debido a que existe poca información que relaciona la gestión de riesgos con las energías renovables, provisionando un punto de partida para futuras investigaciones.

Como planteamiento del problema se analizó que la dependencia en honduras de las centrales térmicas es un hecho lamentable en todos los aspectos: condiciones climáticas cambiantes, la alta producción de CO₂ en la región, la alta importación de carburantes dependientes del petróleo; esta gran problemática hace necesaria la implementación de las energías renovables como sistema alternativo de generación, lo que induce a realizar investigaciones que promuevan este tipo formas de producir energía eléctrica.

Como concepción del diseño de estudio se analizaron las variables que mejor se adaptan a la gestión de los riesgos y las que pueden generar un resultado que revele el comportamiento de los problemas dentro de las centrales de generación de energía eléctrica y los cambios que estos pueden estimular a los diferentes componentes esenciales de la producción de energía. A consecuencia de estas variables se detalló el método y enfoque que aparece en la sección 3.2.

Como el paso subsiguiente que aparece en la Fig.15, se definió la muestra que permitió favorecer tanto al investigador como al estudio en sí, ya que como en todo estudio existen un gran número de limitantes, haciendo de este modo incrementar las dificultades, sin contar el alcance, tiempo y costo que se requiere para realizar las investigaciones. Por lo que se decidió tomar un punto que fuese favorable para la recolección de la información, de las cuales se tomó la represa “José Cecilio del Valle” y el ingenio azucarero “La Grecia”.

Se la recolección de datos se realizó a través de los cuestionarios aplicados a los expertos y administradores de las centrales en estudio. Seguidamente estos datos sirvieron para estratificar, ponderar y cuantificar los riesgos que mostraban los componentes y áreas débiles dentro de la actividad de generación.

Para finalizar el estudio se describieron los resultados que demostraron y comprobaron los objetivos de la exploración en el contexto de los riesgos operativos que exhibían mayor frecuencia y magnitud; provocando pérdidas monetarias en la generación de electricidad.

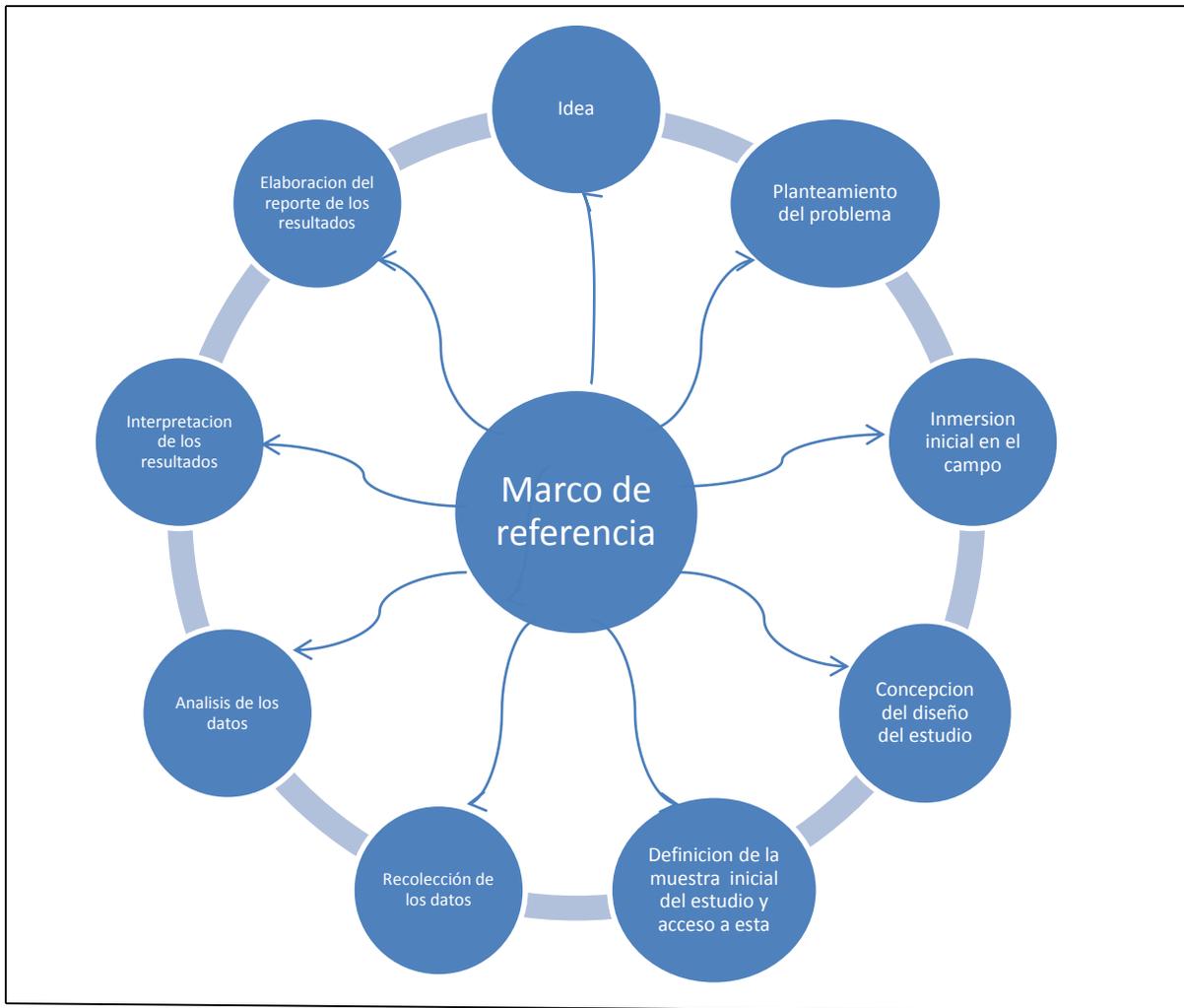


FIGURA 15. Procesos de un Enfoque Cualitativo.

Fuente: (Roberto Hernández Sampieri, 2010).

3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.6.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes de información primaria en el estudio de riesgos se consideran como las más importantes ya son estas las que proporcionan los datos para identificar, evaluar y realizar un plan de contingencia a los riesgos que presentan una amenaza para las empresas que generan energía eléctrica ya sea para su propio consumo o para fines de lucro.

La información que ayudo a respaldar el estudio son:

- ❖ Bitácora de cálculos de Generación de energía diaria en los años 2013-2014-2015 de la hidroeléctrica “José Cecilio del Valle”
- ❖ Bitácora de Fallas en la Generación de energía eléctrica en los años 2013-2014-2015 de la hidroeléctrica “José Cecilio del Valle”.
- ❖ Bitácora de cálculos de Generación de energía diaria en los años 2014-2015 de” Azucarera la Grecia”.
- ❖ Bitácora de Fallas en la Generación de energía eléctrica en los años 2014-2015 de “Azucarera la Grecia”
- ❖ Datos y descripción de las plantas generadoras Azucarera “La Grecia” y represa “José Cecilio del Valle”
- ❖ Informe de Riesgos 2012 Electro Ucayali- Seguridad y Salud en el Trabajo en Instalaciones Eléctricas.
- ❖ Informe de Propuesta de Metodología para el diseño y recomendaciones para la elaboración de planes de contingencia 2011.
- ❖ Plan de contingencia 2011-2012 para la central térmica San Nicolás, Perú.
- ❖ Gestión de Operación de centrales Hidroeléctricas 2011.

❖ Informe de operaciones de calderas de vapor 2012.

3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

En esta sección se describe la documentación que se utilizó como sustento para realizar la presente Investigación, mostrando en la Tabla.13 las fuentes de información secundaria más relevantes.

Tabla 13. Mapa de Evidencias Empíricas

Autores	Temas abordados	Teorías	Tipo de Fuente
[1.] Sampier Hernández Roberto	Enfoques cualitativos, diseños de investigación	Metodología de la investigación	Libro
[2.] Proyect Management Institute	Técnicas y procesos de la gestión de Riesgos.	Administración de Proyectos.	Libro
[3.] Vásquez, Hernández Edén	Análisis Energético Mundial	Energía Renovable	Tesis
[4]. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea	Buenas prácticas para la gestión y supervisión de riesgos.	Administración de Proyectos	Informe
[5]. Carta José A.	Centrales de Energías Renovables: Generación eléctrica con Energías Renovables	Energía Renovable	Libro
[6]. Herrerías Pleguezuelo Rafael	Métodos para Evaluar Riesgos	Teoria de Modelos de Distribución	Libro
[7]. Martínez Carmona Romualdo	Evaluación de riesgos, aplicando la metodología Mosler	Administración de Riesgos	Informe
[8]. Barrientos Glelio Noe	Informe de pequeños proyectos privados de generación eléctrica.	Energía Renovable	Informe
[9]. AGEERA	Generación de Energía Eléctrica	Energía	Informe
[10]. FRUGONI ALINA CELI	Instrumentos públicos económicos para la producción y el uso de biodiesel en Brasil, en el marco de la crisis energética mundial y del cambio climático. (Spanish).	Energía Renovable	Articulo
[11]. Energy Information Administration	La Matriz Energética Mundial	Energía	Página Web

[12]. Zelaya M.	Matriz Energética en Honduras	Energía	Tesis
[13]. Rusu Cristian	Pasos para Desarrollar un investigación	Metodología de la Investigación	Libro
[14]. PhD. Hurtado Santiago M. e Ing. Jaramillo Johana A.	Modelación de riesgos Operativos	Administración de Riesgos	Tesis
[15]. SHOUGANG	Plan de Contingencia Operativo del Sistema de Generación	Administración de Riesgos	Informe
[16]. Aguirre Aguirre Juan Francisco	Propuesta de una Metodología para el Diseño y Recomendaciones para Evaluación de Planes de Contingencia.	Administración de Riesgos	Tesis
[17]. Faure García Luis Jerónimo Grave de Peralta Ángel Luis Ricardo Castañeda Garay Luis Alberto	Aspectos de Ingeniería Energética	Energía	Revista
[18]. Cortés Alvarado Cesar	Riesgo Operacional, análisis y evaluación "Un enfoque para la intervención efectiva del riesgo"	Administración de Riesgos	Informe
[19]. Delfine Miguel, Pailhé Cristina	Técnicas Cualitativas para Manejar el Riesgo.	Administración de Riesgos	Tesis
[20]. Córtes Alvarado Cesar	Un Nuevo Enfoque para Intervención efectiva del Riesgo	Administración de Riesgos	Informe

Fuente: Elaboración Propia

3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO

La investigación sobre riesgos operativos en la generación de energía eléctrica en centrales hidroeléctricas y uso de Biomasa, expone varias limitantes de acuerdo al tipo de información que se requiere para realizar un análisis completo. Dentro de las limitantes existentes en este tipo de estudio se pueden mencionar las siguientes:

Limitante tiempo: Un estudio de riesgos conlleva a una serie de procedimientos y métodos que representa una cantidad de información previa, tanto para el análisis de identificar, evaluar y concluir con un resultado. En primera instancia es necesario recolectar la información para centrar la investigación en el punto de análisis pertinente, luego se selecciona un método que mejor se adapte a los objetivos de la investigación y poder establecer una solución congruente. Solo en este punto conlleva una cantidad de tiempo considerable sin mencionar; el tiempo que se requiere para implementar la teoría requerida.

Es por ello, que el estudio se limita a realizar la investigación en dos centrales de generación eléctrica, las que ya han sido anunciadas anteriormente.

Limitante de confiabilidad: Son muchas las empresas establecidas en Honduras las que hoy en día se dedican a la generación de energía eléctrica, ya sea por medio de los recursos renovables o uso de derivados del petróleo. A pesar de la cantidad de empresas que pueden apoyar o aportar información valiosa para realiza este tipo de estudios como lo es, el análisis de riesgos, son pocas y escasas las empresas que se disponen a prestar información para fines académicos. Es razonable que los grupos de empresarios se sientan ajenos a dar información de sus plantas, debido a los diferentes problemas que existen en la sociedad Hondureña como: fraudes, extorciones, secuestros, falta de competitividad, etc.

Es por estas situaciones que el estudio posee una limitante en cuanto a la amplitud de los resultados, ya que solo se contemplan dos empresas generadoras que por sus buenas disposiciones se logró concretar el presente estudio. Es claro que el mejor de los casos, sería la recolección de información en todas las empresas dedicadas a este rubro en la zona Centro –Sur de Honduras.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el capítulo anterior se planteó la metodología que se utilizó para desarrollar la investigación. Posteriormente se realizaron los análisis y cálculos importantes para gestionar los riesgos que se presentan en las centrales hidroeléctricas y generadoras de energía por el uso de bagazo; puntualizando las variables y parámetros que formaran las conclusiones correspondientes.

Los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los expertos en el campo de la generación de energía eléctrica se dividieron en las secciones de identificación, evaluación, respuesta y control de los riesgos.

4.1 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN CENTRALES HIDROELÉCTRICA Y BIOMASA

Para determinar los riesgos en estas centrales se realizó un cuestionario (**Véase Anexo B**), el cual comprende diez preguntas relacionadas a identificar y ponderar los riesgos mediante el método Mosler y sus criterios.

Para la identificación de los riesgos se plantearon dos preguntas dentro del cuestionario que permitieron identificar las áreas y procesos potenciales a incidencias de riesgos. Los expertos describieron estas áreas y localizaron los procesos de cada área mediante la elaboración de un listado; de donde se trasladó a un diagrama de espigas de Pescado (Ishikawa) cuyo resultado se muestra en la Fig.16 para una central hidroeléctrica y en la Fig. 17 para una planta que utiliza biomasa (Bagazo).

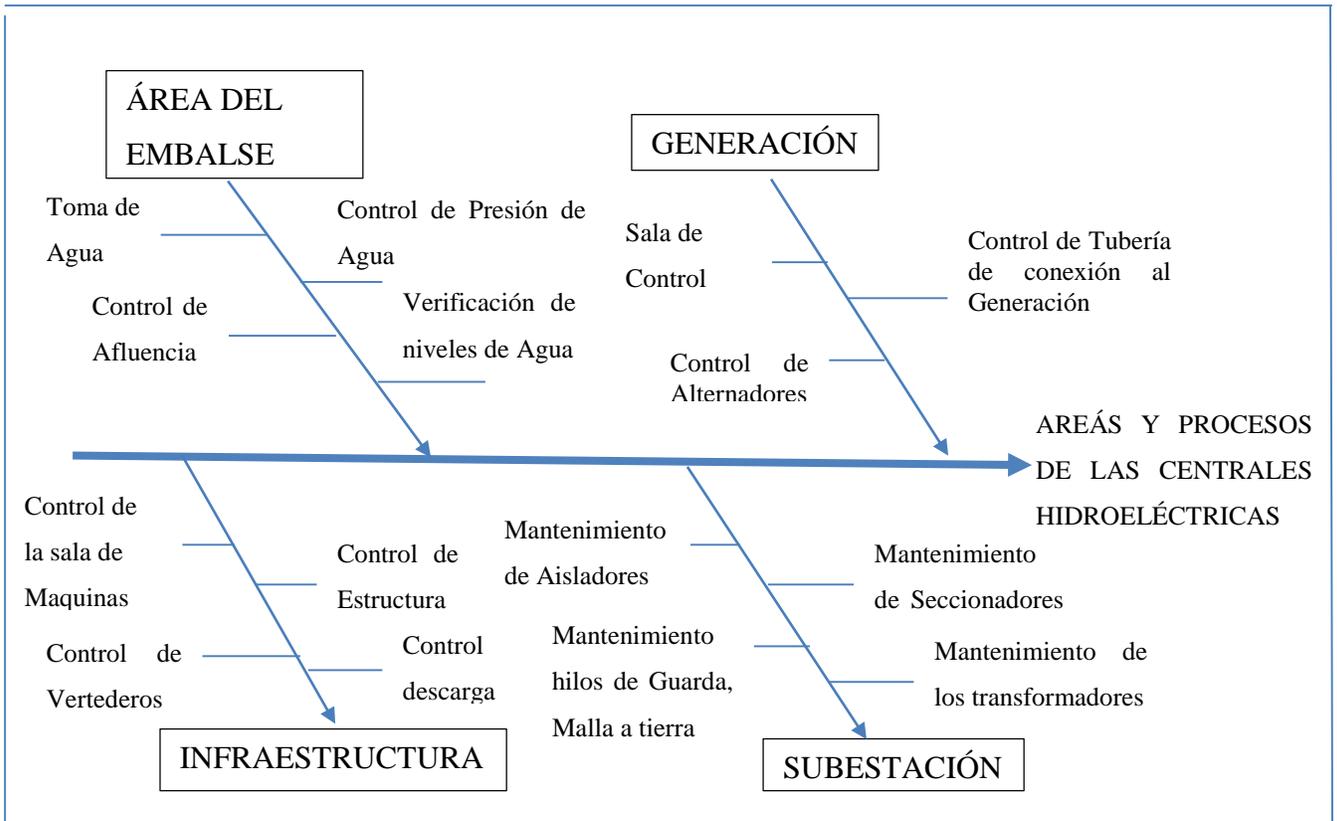


FIGURA 16. Áreas y Procesos de una Central Hidroeléctrica.

Fuente: Elaboración Propia

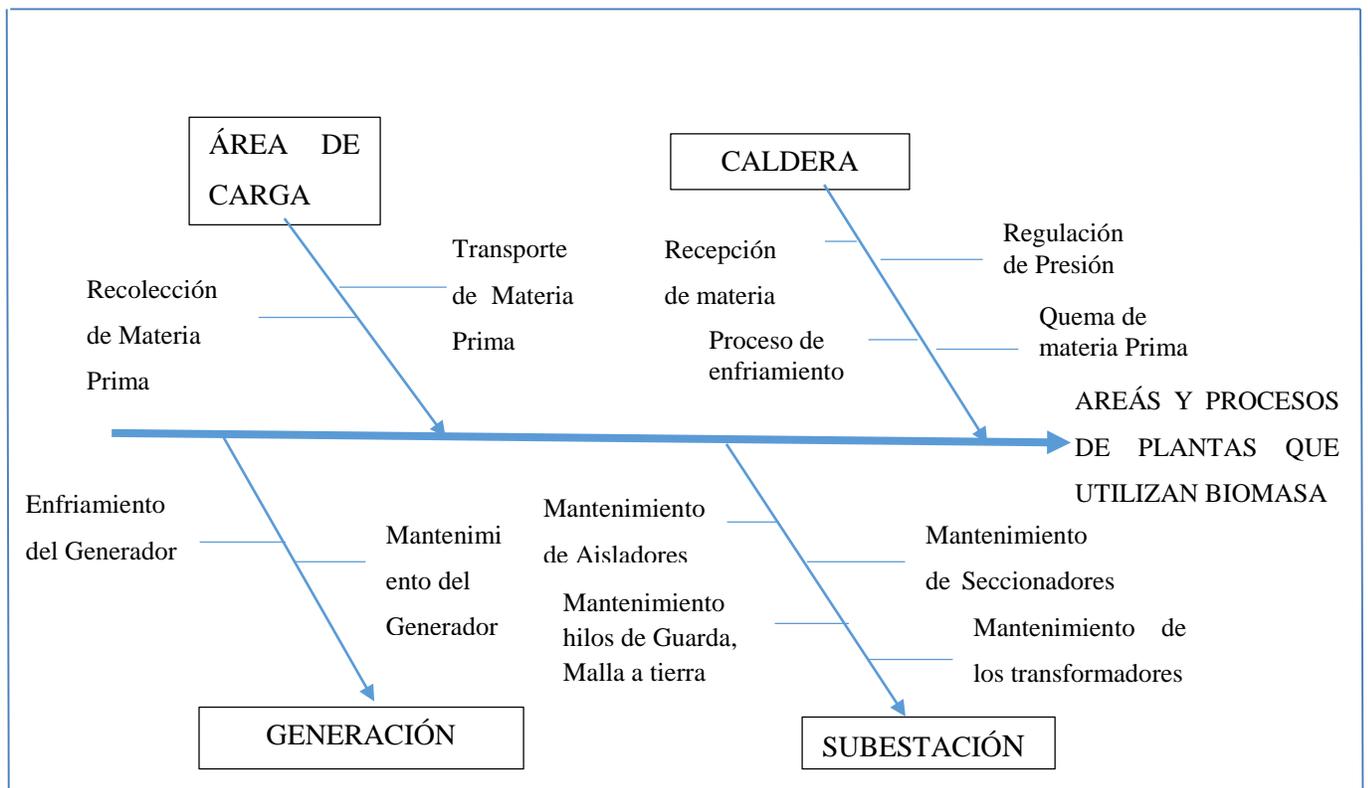


FIGURA 17. Áreas y Proceso de Planta que utiliza Biomasa

Fuente: Elaboración Propia

Una vez tipificadas las áreas y procesos de las plantas de generación junto con los problemas descritos por los expertos, se realizó un análisis modal minucioso para determinar los problemas que presentan mayor frecuencia según los criterios y experiencias de los especialistas, posteriormente se efectuó el agrupamiento de los mismos en cada área y proceso respectivamente. A continuación se describen los problemas más significativos dentro de las centrales hidroeléctricas y plantas que utilizan biomasa para la generación de energía eléctrica:

- Para la generación Hidroeléctrica:

Área de embalse

1. Fallo en válvulas de control de flujo de agua.
2. Fallo en los dispositivos de apertura, cierre y regulación del suministro de agua.
3. Fallo en tuberías de alimentación.

Área de generación

4. Daño en el tripolar
5. Daños en líneas de generación
6. Daños en transformadores
7. Fallas en bombas hidráulicas
8. Fallas en ventiladores
9. Falla los generadores: Fallo de turbina, válvulas aguja y cojinetes
10. Fallas en extractores
11. Fallas en el sistema de enfriamiento
12. Paros en la generación por fallas de ENEE

Área de subestación

13. Fallas de comunicación en fibra
14. Aisladores quemados
15. Transformadores quemados por aves en las líneas
16. Líneas caídas
17. Sobrecarga de transformadores.
18. Fallo en sistemas de monitoreo y control

Infraestructura

19. Postes caídos por lluvias
20. Derrumbes ocasionados por fuertes lluvias
21. Daños ocasionados por terceros
22. Fallo en estructuras de soporte de tuberías
23. Daños en la estructura por formación de brechas en la presa

- Para la generación por uso de Biomasa:

Área de carga

1. Falta de Materia Prima (Bagazo).
2. Mala calidad de biomasa.
3. Picadora de combustible se atora por alta humedad en la biomasa.
4. Banda transportadora de combustible se atora y dispara el motor por sobrecarga

5. Tornillos sinfín en tolva de biomasa se atorán y disparan motor por sobrecarga.
6. Válvulas rotativas de sello de seguridad se atorán por alta humedad en la biomasa y dispara el motor.

Área de generación

7. Grietas en la estructura del generador.
8. Descuido del personal
9. Falla de aislamiento de bobinas de rotor, estator, escobillas excitadoras de los generadores.
10. Mantenimiento de los generadores

Área de subestación

11. Falla de los dispositivos de control.
12. Falla en el aislamiento de terminales de extinción del interruptor principal
13. Operaciones en transformadores
14. Puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables debido a la contaminación causada por polvos.

Área de caldera

15. Falla en el sistema de tratamiento de agua.
16. Discontinuidad en la alimentación de flujos de agua.
17. Falla en la distribución de uniforme de la materia prima en el hogar de la caldera.
18. Problemas con cemento refractario dentro de hogar de caldera.

19. Poder calorífico de la mezcla de biomasa no es apropiado para condiciones óptimas de presión y temperatura.
20. Agua no tiene las condiciones apropiadas de PH y permeabilidad incrustando membranas en Osmosis Inversa.
21. Sistema de precipitador electrostático no funciona a condiciones óptimas debido a la mezcla de biomasa.
22. Sistema removedor de ceniza sufre mucho desgaste.
23. Problemas con el sistema de extracción de Silica del hogar de la caldera, atoramiento.
24. Falla en la estructura de soporte de la caldera.
25. Recalentamiento de las tuberías de la caldera.
26. Problemas con enfriamiento de generador, turbina por alta contaminación de agua de enfriamiento en torre.
27. Alto costo en químicos para tratamiento de agua de osmosis y torre de enfriamiento.
28. Falla en la alimentación de biomasa por excesiva cantidad de polvo.
29. Emisiones de gases producto de la combustión.

4.2. CÁLCULO DE PROBABILIDAD DE LOS RIESGOS.

Una vez identificados los eventos que mayor incidencia en las centrales se procedió a determinar la probabilidad, la cual según el método Mosler se calcula mediante la multiplicación de los criterios Criterio de Agresión y Criterio de Vulnerabilidad.

- **Central Hidroeléctrica**

La ponderación de ambos criterios se describe a continuación en la Tabla. 14 y Tabla.15 para el criterio de agresión y vulnerabilidad en las centrales hidroeléctricas de tipo embalse respectivamente.

Tabla 14. Resultados del Criterio de Agresión en una Central Hidroeléctrica.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	2	11.	3	21.	3
2.	3	12.	5	22.	2
3.	2	13.	3	23.	2
4.	5	14.	3		
5.	4	15.	4		
6.	3	16.	2		
7.	2	17.	2		
8.	1	18.	4		
9.	3	19.	3		
10.	1	20.	2		

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se puede apreciar los resultados según el criterio de agresión, que representa la posibilidad de que el riesgo se manifieste, encontrando los de mayor ponderación a los siguientes: el daño tripolar, daños en líneas de generación, fallas que provocadas por el mal funcionamiento del sistema de la ENEE, transformadores quemados, fallo de los sistemas de monitoreo y control.

Tabla 15. Resultados del Criterio de Vulnerabilidad en una Central Hidroeléctrica.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	3	11.	4	21.	2
2.	3	12.	5	22.	2
3.	4	13.	3	23.	1
4.	5	14.	4		
5.	5	15.	5		
6.	3	16.	4		
7.	3	17.	5		
8.	2	18.	3		
9.	5	19.	4		
10.	2	20.	2		

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior se encontraron los riesgos que según el criterio de Vulnerabilidad, (describe la posibilidad que el riesgo produzca un daño significativo a la actividad, en este caso a la generación de energía en la hidroeléctrica): fallo en tuberías de alimentación, el daño tripolar, daños en líneas de generación, falla del generador, falla en el sistema de enfriamiento, fallas que provocadas por el mal funcionamiento del sistema de la ENEE, aisladores quemados, transformadores quemados, líneas caídas fallo de los sistemas de monitoreo y control, sobrecarga de los transformadores, postes caídos por lluvias.

Para el cálculo de la probabilidad de los eventos se procede a realizar la multiplicación de ambos criterios, la que se puede apreciar en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados de Probabilidad de una Central Hidroeléctrica.

Riesgos	Probabilidad	Riesgos	Probabilidad	Riesgos	Probabilidad
1.	6	11.	12	21.	6
2.	9	12.	25	22.	4
3.	8	13.	9	23.	2
4.	25	14.	12		
5.	20	15.	20		
6.	9	16.	8		
7.	6	17.	10		
8.	2	18.	12		
9.	15	19.	12		
10.	2	20	2		

Fuente: Elaboración Propia.

Dentro de los resultados que se muestran en la tabla anterior, se encontraron que los riesgos en una central hidroeléctrica tipo embalse que presentan mayor posibilidad de ocurrencia son: el daño tripolar, daños en líneas de generación y fallas que provocadas por el mal funcionamiento del sistema de la ENEE, concentrados en el área de generación.

- **Planta que utiliza Biomasa**

Los resultados de la ponderación que se obtuvieron de los cuestionarios aplicados a los expertos en generación de electricidad por medio de la quema de bagazo; en cuanto a los criterios agresión y vulnerabilidad, se observan en la Tabla. 17 y Tabla.18 respectivamente.

Tabla 17. Resultados de Criterio de Agresión en una Central que utiliza Biomasa.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	4	11.	3	21.	4
2.	3	12.	4	22.	4
3.	5	13.	3	23.	5
4.	4	14.	2	24.	2
5.	5	15.	1	25.	4
6.	3	16.	2	26.	2
7.	2	17.	5	27.	3
8.	3	18.	5	28.	5
9.	3	19.	3	29.	5
10.	3	20.	3		

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla los resultados según el criterio de agresión, que representa la posibilidad de que el riesgo se manifieste, encontrando los de mayor ponderación a los siguientes: falta de materia prima, picadora de combustible se atora por la humedad, se dispara motor por sobrecarga, los tornillos sinfín se atorán, falla en el aislamiento de terminales de extinción del interruptor principal, Falla en la distribución de uniforme de la materia prima en el hogar de la caldera, entre otros.

Tabla 18. Resultados del Criterio de Vulnerabilidad en una Central que utiliza Biomasa.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	5	11.	3	21.	4
2.	2	12.	3	22.	5
3.	5	13.	5	23.	5
4.	5	14.	2	24.	4
5.	5	15.	4	25.	4
6.	5	16.	5	26.	5
7.	5	17.	2	27.	4
8.	3	18.	4	28.	4
9.	5	19.	5	29.	1
10.	5	20.	5		

Fuente: Elaboración Propia.

Del cuadro anterior se encontraron los riesgos que según el criterio de Vulnerabilidad, (describe la posibilidad que el riesgo produzca un daño significativo a la actividad, en este caso a la generación de energía por medio de uso de Bagazo): falta de materia prima, picadora de combustible se atora por la humedad, se dispara motor por sobrecarga, los tornillos sinfín se atorán, grietas en la estructura del generador, falla de aislamiento de bobinas de rotor, estator, escobillas excitadoras de los generadores, mantenimiento de los generadores.

Una vez estratificados y ponderados los problemas enlistados por los expertos, se procede a realizar el cálculo de la probabilidad para las centrales que utilizan biomasa para la generación de energía eléctrica, los resultados se muestran la Tabla.19.

Tabla 19. Resultados de Probabilidad en una Central que Utiliza Biomasa.

Riesgos	Probabilidad	Riesgos	Probabilidad	Riesgos	Probabilidad
1.	20	11.	9	21.	16
2.	6	12.	12	22.	20
3.	25	13.	15	23.	25
4.	20	14.	4	24.	8
5.	25	15.	4	25.	16
6.	15	16.	10	26.	10
7.	10	17.	10	27.	12
8.	9	18.	20	28.	20
9.	15	19.	15	29.	5
10.	15	20	15		

Fuente: Elaboración Propia.

Para las centrales que utiliza residuos de la molienda de caña, se encontraron que los riesgos o problemas que presentan mayor frecuencia de ocurrencia son: falta de materia de prima, fallo de recolectora de biomasa, motor de la banda transportadora sufre sobrecarga, se atora la banda transportadora, falla del precipitador electroestático, entre otros.

4.3 CÁLCULO DEL MAGNITUD DE IMPACTO DE LOS RIESGOS.

En esta sección al igual que la sección anterior está determinada por criterios los cuales son esenciales para el cálculo del impacto. La magnitud de impacto resulta de la suma del coeficiente de Intensidad con el Coeficiente de Delimitación, que a su vez están determinados tal como se muestran en la sección 3.2 por:

I (Coeficiente de intensidad) = Criterio de Función * Criterio de sustitución

D (coeficiente de delimitación) = Criterio de profundidad * Criterio de Extensión

Definidos los criterios; los expertos ponderaron los problemas que presentan más incidencia en las centrales hidroeléctricas y plantas que generan energía eléctrica a partir de biomasa.

- **Central Hidroeléctrica**

Los resultados que se obtuvieron de los cuestionarios en cuanto a los criterios de función que describe las consecuencias negativas o daños de forma directa una actividad se muestran en la Tabla 20.

Criterio de Función

Tabla 20. Resultados del Criterio de Función para una Central Hidroeléctrica.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	4	11.	3	21.	3
2.	3	12.	4	22.	2
3.	4	13.	4	23.	1
4.	5	14.	3		
5.	5	15.	4		
6.	3	16.	4		
7.	4	17.	4		
8.	3	18.	4		
9.	5	19.	4		
10.	3	20.	2		

Fuente: Elaboración Propia.

Criterio de Sustitución representa los bienes que pueden ser sustituidos de alguna forma según ocurra el riesgo, de los cuales los resultados se pueden visualizar en la Tabla 21.

Tabla 21. Resultados del Criterio de Sustitución en una Central Hidroeléctrica.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	2	11.	4	21.	3
2.	2	12.	3	22.	2
3.	4	13.	3	23.	3
4.	4	14.	2		
5.	5	15.	4		
6.	3	16.	3		
7.	3	17.	3		
8.	3	18.	2		
9.	5	19.	3		
10.	3	20.	1		

Fuente: Elaboración Propia

Criterio de Profundidad describe la perturbación y sus efectos como afectan a la empresa, cuya ponderación se apreciar en la Tabla.22.

Tabla 22. Resultados de Criterio de Profundidad en una Central Hidroeléctrica.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	3	11.	3	21.	5
2.	3	12.	5	22.	2
3.	4	13.	3	23.	2
4.	4	14.	3		
5.	5	15.	5		
6.	3	16.	5		
7.	3	17.	3		
8.	2	18.	2		
9.	4	19.	5		
10.	3	20.	2		

Fuente: Elaboración Propia

Criterio de Extensión define el alcance de los daños, según su amplitud o extensión, en otras palabras ¿Hasta dónde llegarán las percusiones negativas si se materializa el riesgo?, cuyos resultados se pueden visualizar en la Tabla 23.

Tabla 23. Resultados de Criterio de Extensión de una Central Hidroeléctrica.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	2	11.	3	21.	4
2.	2	12.	3	22.	1
3.	3	13.	3	23.	1
4.	4	14.	3		
5.	4	15.	3		
6.	3	16.	3		
7.	2	17.	3		
8.	2	18.	2		
9.	4	19.	3		
10.	2	20.	2		

Fuente: Elaboración Propia.

Definidos los criterios necesarios para el cálculo de la magnitud de impacto de la central hidroeléctrica en estudio, los resultados se muestran en la Tabla. 24.

Tabla 24. Cálculo de la Magnitud de Impacto en una Central Hidroeléctrica.

Riesgo	Coficiente de Intensidad (I)	Coficiente de Delimitación (D)	Magnitud de Impacto (I+D.)
1.	8	6	14
2.	6	6	12
3.	16	12	28
4.	20	16	36
5.	25	20	45
6.	9	9	18
7.	12	6	18
8.	9	4	13
9.	25	16	41
10.	9	6	15
11.	12	9	21
12.	12	15	27
13.	12	9	21
14.	6	9	15
15.	16	15	31
16.	12	15	27
17.	12	9	21
18.	8	4	12
19.	12	15	27
20.	2	4	6
21.	9	20	29

22.	4	2	6
23.	3	2	5

Fuente: Elaboración Propia.

- **Central que utiliza Biomasa**

Los resultados obtenidos de los cuestionarios, en donde los especialistas ponderaron los criterios de Función, sustitución, Profundidad y Extensión aparecen en la Tabla 25. Tabla 26. Tabla 27. Y Tabla 28 respectivamente.

Criterio de Función

Tabla 25. Resultados del Criterio de Función en una Central que utiliza Biomasa.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	4	11.	3	21.	5
2.	2	12.	3	22.	5
3.	5	13.	4	23.	5
4.	4	14.	2	24.	3
5.	5	15.	4	25.	4
6.	4	16.	4	26.	4
7.	4	17.	2	27.	4
8.	5	18.	4	28.	4
9.	4	19.	4	29.	1

10.	5	20	4	
-----	---	----	---	--

Fuente: Elaboración Propia.

Criterio de sustitución

Tabla 26. Resultados del Criterio de Sustitución en una Central que utiliza Biomasa.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	3	11.	1	21.	4
2.	3	12.	2	22.	3
3.	5	13.	3	23.	5
4.	5	14.	1	24.	4
5.	5	15.	5	25.	3
6.	5	16.	5	26.	5
7.	4	17.	1	27.	4
8.	1	18.	3	28.	1
9.	3	19.	3	29.	1
10.	3	20	4		

Fuente: Elaboración Propia.

Criterio de Profundidad

Tabla 27. Resultados del Criterio de Profundidad de una Central que utiliza Biomasa.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	3	11.	3	21.	3
2.	2	12.	2	22.	3
3.	4	13.	4	23.	4
4.	4	14.	2	24.	4
5.	3	15.	4	25.	3
6.	3	16.	4	26.	4
7.	4	17.	2	27.	3
8.	5	18.	4	28.	3
9.	3	19.	4	29.	4
10.	4	20.	3		

Fuente: Elaboración Propia.

Criterio de Extensión

Tabla 28. Resultados del Criterio de Extensión de una Central que utiliza Biomasa.

Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)	Riesgos	Criterio (Ponderación)
1.	1	11.	1	21.	2
2.	1	12.	1	22.	1
3.	3	13.	3	23.	2
4.	3	14.	2	24.	2
5.	2	15.	1	25.	1
6.	2	16.	3	26.	2
7.	2	17.	1	27.	2
8.	3	18.	2	28.	2
9.	2	19.	2	29.	1
10.	2	20.	2		

Fuente: Elaboración Propia.

De los criterios que determinan la magnitud de impacto los riegos, se define a continuación en la Tabla. 29.

Tabla 29. Resultados de la Magnitud de Impacto para un Central que utiliza Bagazo.

Riesgo	Coficiente de Intensidad (I)	Coficiente de Delimitación (D)	Magnitud de Impacto (I+D.)
1.	12	3	15
2.	6	2	8
3.	25	12	37
4.	20	12	32
5.	25	10	35
6.	20	6	26
7.	16	8	24
8.	5	15	20
9.	12	6	18
10.	15	8	23
11.	3	3	6
12.	6	2	8
13.	12	12	24
14.	2	4	6
15.	20	4	24
16.	20	12	32
17.	2	2	4
18.	12	8	20

19.	12	8	20
20.	16	6	22
21.	20	6	26
22.	15	3	18
23.	25	8	33
24.	12	8	20
25.	12	3	16
26.	20	8	28
27.	16	6	22
28.	4	6	10
29.	1	4	4

Fuente: Elaboración Propia.

4.4 CUANTIFICACIÓN DE MONETARIA Y NIVEL DE LOS RIESGOS.

En esta sección se realizó el cálculo de varios parámetros necesarios para categorizar los riesgos, dichos cálculos se realizaron a través de la cuarta fase de Mosler que define la los niveles de riesgos según su impacto y probabilidad que aparecen la sección 3.2.

En la Tabla.30 y Tabla.31 se muestra los resultados de cada uno de los parámetros a medir, de las que obtuvieron los siguientes resultados en base a cada uno de columnas que aparece en las tablas:

- Para la central Hidroeléctrica

Nivel de Riesgos: En la Tabla.30 aparece la columna donde se encuentran los resultados del nivel riesgos que cada uno de los problemas que se describieron en las áreas de plantas hidroeléctricas, descubriendo el siguiente: los riesgos que presentan mayor incidencia y alto nivel de riesgo se encuentran en el área de generación, con valores de 900, 900, 675 y 615 para los problemas daño tripolar, daño en las líneas de generación, falla en los generadores y fallas producidas por el sistema de la ENEE respectivamente.

Categoría de Riesgos: para los riesgos descritos en el párrafo anterior se encontró de categoría Grande de nivel de riesgo a: el daño tripolar y daño en las líneas de generación. Mientras que en la categoría Normal se halló, la falla en los generadores y fallas producidas por el sistema de la ENEE.

Perdida Monetaria: en la Tabla. 30 aparece la columna que describe los parámetros de la muestra, en este caso la Central Hidroeléctrica “José Cecilio del Valle”, que con su pequeño Generador de 1.5 Megavatios-hora y el precio promedio del mercado energético en Honduras para la generación Hidroeléctrica de 0.22 Dólares el kilovatio-hora, además con ayuda de las bitácoras de Fallas se puede estimar el tiempo que evento paraliza la generación de energía eléctrica **(Véase Anexo C)**.

Los resultados proyectaron que para los riesgos de daños en el tripolar puede causar una pérdida de USD 23,760 dólares, falla en las líneas de generación puede causar una pérdida de USD 3,300 dólares para los eventos que tienen una categoría Grande de probabilidad e impacto. Para riesgos que presentan una categoría normal de probabilidad e impacto, se estima que las pérdidas son: USD 237, 600, USD 990, USD 3,960 para los problemas de fallo en el generador, fallas debido al sistema de la ENEE y transformadores quemados respectivamente.

Estos valores de pérdidas no conllevan el gasto por las reparaciones o sustituciones de los componentes dañados, sino más bien, representan la pérdida que se produce al NO generar energía eléctrica debido a la ocurrencia de un evento inesperado.

- Para central que utiliza Biomasa

Nivel de Riesgos: en la Tabla. 31 Se revelan los problemas que presentan un alto nivel de riesgos dentro de la central de generación que utiliza Bagazo son: obstrucción la picadora por alta humedad en la biomasa con un valor de 925, Sobrecarga del motor debido a la obstrucción de el tornillo sinfín en la tolva con 875, atoramiento del sistema de extracción de silica con 825.

Categoría de Riesgos: en la categoría Grande del nivel de riesgos se encontraron a los problemas de obstrucción la picadora por alta humedad en la biomasa, Sobrecarga del motor debido a la obstrucción de el tornillo sinfín en la tolva, atoramiento del sistema de extracción de silica.

Perdida Monetaria: en la Tabla. 31, se muestran los parámetros de la central de generación de energía eléctrica del ingenio Azucarero “La Grecia” que consta de una sistema de caldera que puede generar 22 Megavatios-hora, con un precio de para este tipo de generación en el mercado energético local con un valor aproximado 0.15 Dólares el Kilovatio-hora. Para calcular las pérdidas se utilizaron las bitácoras de fallas y mantenimiento obteniendo como resultados: obstrucción la picadora por alta humedad en la biomasa con un valor de USD 3,600 dólares, Sobrecarga del motor debido a la obstrucción de el tornillo sinfín en la tolva con un

valor de USD 2,700 dólares, atoramiento del sistema de extracción de silica con USD 5,400 dólares (**véase Anexo C**).

Tabla 30. Cuadro de Cuantificación de los Riesgos para una Central Hidroeléctrica Tipo Embalse “José Cecilio del Valle”.

ÁREA	RIESGO	PROBABI LIDAD	IMPACTO	NIVEL DE RIESGO	CATE GORÍA	DURACIÓN DEL PARO OCASIONADO POR RIESGO h:min	PÉRDIDA MONETARIA (USD)BASADO EN USD 0.22KW/h CON UNA CANTIDAD DE ENERGIA GENERADA DE 1.5 MW
EMBALSE	1.	6	14	84	Muy Baja	2H:30min	825
	2.	9	12	108	Muy Baja	1H:45min	577.5
	3.	8	28	224	Muy Baja	13H:00min	4290
GENERACIÓN	4.	25	36	900	Grande	72H:00min	23,760
	5.	20	45	900	Grande	10H:00min	3,300
	6.	9	18	162	Muy Baja	6H:00min	1,980
	7.	6	18	108	Muy Baja	6H:20min	2,090
	8.	2	13	26	Muy Baja	1H:15min	412.5
	9.	15	41	615	Normal	720H:00min	237,600
	10.	2	15	30	Muy Baja	1H:20 min	440
	11.	12	21	252	Baja	4H:00min	1,320
	12.	25	27	675	Normal	3H:00min	990
SUBESTACIÓN	13.	9	21	189	Muy Baja	24H:36min	8,118
	14.	12	15	180	Muy Baja	14H:00min	4,620
	15.	20	31	620	Normal	12H:00min	3,960
	16.	8	27	216	Muy Baja	8H:00min	2,640

	17.	10	21	210	Muy Baja	12H:00min	3,960
	18.	12	12	144	Muy Baja	30min	165
INFRAESTRUCTURA	19.	12	27	324	Baja	6H:min	1,980
	20.	2	6	12	Muy Baja	2H:00min	660
	21.	6	29	174	Muy Baja	3H:00min	990
	22.	4	6	24	Muy Baja	12H:00min	3,960
	23.	2	5	10	Muy Baja	24H:00min	7,920

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31. Cuadro de Cuantificación de los Riesgos para una Central que utiliza Bagazo en el Ingenio “La Grecia”.

ÁREA	RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	NIVEL DE RIESGO	CATEGORIA	DURACIÓN DEL PARO OCASIONADO POR RIESGO	PÉRDIDA MONETARIA (USD)BASADO EN USD 0.15 KW/h CON UNA CANTIDAD DE ENERGIA GENERADA DE 12 MW
CARGA	1.	20	15	300	Baja	5H:30min	9,900
	2.	6	8	48	Muy Baja	45min	1,350
	3.	25	37	925	Grande	2H:00min	3,600
	4.	20	32	640	Normal	2H:15min	4,050
	5.	25	35	875	Grande	1H:30min	2,700
	6.	15	26	390	Baja	2H:00min	3,600
GENERACIÓN	7.	10	24	240	Muy Baja	72H:00min	129,600
	8.	9	20	180	Muy Baja	4H:00min	7,200
	9-	15	18	270	Baja	720H:00min	1,296,000
	10.	15	23	345	Baja	960H:00min	1,728,000
SUBESTACIÓN	11.	9	6	54	Muy Baja	6H:00min	10,800
	12.	12	8	96	Muy Baja	1H:00min	1,800
	13.	15	24	390	Baja	6H:00min	10,800
	14.	4	6	24	Muy Baja	8H:00min	14,400
	15.	4	24	92	Muy Baja	4H:00min	7,200
	16.	10	32	320	Baja	3H:30min	6,300
	17.	10	4	40	Muy Baja	1H:30min	2,700
	18.	20	20	400	Baja	1H:20min	2,400
	19.	15	20	300	Baja	45min	1,350
	20.	15	22	330	Baja	1H:00min	1,800

CALDERA	21.	16	26	416	Baja	3H:45min	6,750
	22.	20	18	360	Baja	36H:00min	64,800
	23.	25	33	825	Grande	3H:00min	5,400
	24.	8	20	160	Muy Baja	12H:00min	21,600
	25.	16	16	256	Baja	6H:00min	10,800
	26.	10	28	280	Baja	12H:00min	21,600
	27.	12	22	264	Baja	2H:00min	3,600
	28.	20	10	200	Muy Baja	5H:00min	9,000
	29.	5	4	20	Muy Baja	1H:00min	1,800

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los resultados encontrados en el análisis de gestión de riesgos operativos en las centrales hidroeléctricas y plantas que utilizan biomasa muestran datos que pueden ser de utilidad para incrementar la rentabilidad de estas empresas, así como guía para futuras investigaciones relacionadas con la generación de energía eléctrica y gestión de riesgos. La gestión de riesgos proporciona una visión de los procesos que pueden ocupar o necesitar más atención y evitar posibles amenazas en las áreas vitales para la generación de electricidad, no necesariamente establecer mejoras en rubro; si no, estar atentos al cambio y adaptarse para actuar de manera inmediata y viable.
- La identificación de los riesgos en las centrales Hidroeléctricas y las que utilizan Biomasa, demuestran que contiene una gran gama de riesgos solo en la parte operativa, sin contar los demás riesgos que se pueden correr al invertir en este tipo de energías.

Dentro de las centrales hidroeléctricas tipo embalse: se encontraron los riesgos que presentan mayor porcentaje de probabilidad fueron: daños en el tripolar, Daños en las líneas de generación, mantenimiento de los generadores, fallas provocadas por el sistema de la ENEE.

Para las centrales que utilizan Bagazo se encontraron que los riesgos que presentan mayor frecuencia son: paro debido a biomasa humedad en la banda transportadora, sobrecarga del motor, desgaste del removedor de ceniza.

En cuanto a la magnitud se encuentra el mismo comportamiento de la variable probabilidad, en los riesgos.

- El valor monetario que los eventos representan dependiendo del paro en Horas que provoca un evento que tiene mayor impacto y probabilidad se encuentran en:

Hidroeléctrica de 3,300 a 23,760 Dólares

Biomasa 2,700 a 5,400 Dólares.

5.2 RECOMENDACIONES

- Con la identificación de los riesgos en las centrales hidroeléctricas tipo embalse y las que usan Bagazo (sobrante de la molienda de caña) como residuo industrial se puede establecer una comparación con otros tipos de centrales que se encuentren en los mismos rubros para identificar, cuáles son las áreas y procesos que están presentan mayor incidencia a los riesgos.
- Mediante los resultados de probabilidad e impacto que se obtuvieron dentro de este tipo de centrales puede servir de punto de partida para otras investigaciones que deseen analizar los riesgos por medio de otros métodos y enfoques.
- Para prevenir las pérdidas operativas en estas centrales se puede llevar a cabo controles periódicos mediante acciones correctivas o preventivas de mantenimiento, haciendo un uso eficiente del tiempo para lograr minimizar los riesgos, es decir, hacer evaluaciones de cada área esencial para determinar cuáles componentes necesitan mantenimiento, cambio o reparación, estableciendo un tiempo común para aprovechar a realizar los cambios e inspecciones que permitan hacer varias actividades en un mismo tiempo.

- En un plan de respuesta a los riesgos es vital tratar los riesgos que contienen alto grado de probabilidad e impacto, ya que son estos que pueden provocar, tal vez no un paro permanente de la generación de electricidad pero debido a su frecuencia provocan anomalías continuamente; resultando en pequeñas pérdidas monetarias que con el tiempo se suman en cantidades significantes para la empresa. En el siguiente Capítulo VI se tratarán de crear algunas medidas preventivas según las estrategias de respuestas a los riesgos, mostrando las medidas de acuerdo a su nivel de probabilidad e impacto de cada problema en las dos plantas de generación de energía eléctrica.

CAPÍTULO VI APLICABILIDAD

En las secciones anteriores se identificó y cuantificaron los riesgos de acuerdo a su grado de frecuencia y pérdida que generaba cada uno, de acuerdo al paro de la operación que provocan estos riesgos.

Las medidas correctivas ayudaran a minimizar y mejorar el proceso de la generación de energía eléctrica una vez ejecutada la acción que determine el correcto funcionamiento de los componentes de cada área, de las cuales está integrada toda la central y esté involucrada directamente la actividad de generación.

Al igual el monitoreo de las actividades trazara el punto de partida para la aplicación de algunas medidas preventivas o correctivas y de esta manera se comprueba que los riesgos y sus niveles de criticidad no han cambio considerablemente, haciendo que las pérdidas económicas se incrementen. Para ejercer un control en cada actividad y prevenir dichas pérdidas se estipulan dos tipos de control: los preventivos y los de detección. Es claro que dentro de este estudio se ha realizado un control de detección de problemas, los que permitirán crear los controles preventivos.

El plan de repuesta a los riesgos se plateó para los riesgos que poseen una alta posibilidad de ocurrencia, magnitud moderada y por ende los que tienen un grado de criticidad alto, aunque cabe mencionar que algunos problemas que presentaron un coeficiente intermedio de criticidad necesitan un control y estrategia para minimizarlos, este proceso se muestran en las Tabla.32 para las central hidroeléctrica tipo embalse y Tabla.33 para las que utilizan Biomasa para la generación de electricidad.

Medidas Preventivas que pueden ser implementadas en un central Hidroeléctrica de tipo Embalse.

1. Riesgo: Daño en el Tripolar

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Grande/900

Estrategia para el Riesgo: Evitar

Medidas Preventivas y de Control:

- Revisiones Periódicas que midan el grado del componente mediante pruebas de desconexión, revisión del estado de las secciones de la cuchilla.
- Implementar un Control de seguridad que interrumpa o desvíe un efecto adverso provocado por un sistema externo, es decir colocar un sistema paralelo que permita mantener la conexión, de manera que se pueda ejecutar el cambio de la cuchilla dañada.(Opcional del nivel de generación y urgencia de energía eléctrica)

2. Riesgo: Daños en las Líneas de Generación.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Grande/900

Estrategia para el Riesgo: Evitar

Medidas Preventivas y de Control:

- Mantenimiento periódico de las líneas, verificando el estado físico y de resistencia de las líneas de generación.
- Pruebas de aislamiento que comprueben el correcto estado de las líneas y su resistencia para prevenir fluctuaciones en el voltaje.

- Organizar un control de bitácoras de revisión para monitorear la vida útil de las líneas de generación.
- Revisión de los conectores o dispositivos conectados a las líneas de generación para evitar daños a estos componentes o cualquier sobre tensión que pueda ocurrir.

3. **Riesgo:** Falla los generadores: Fallo de turbina, válvulas aguja y cojinetes.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Normal/615

Estrategia para el Riesgo: Mitigar

Medidas Preventivas y de Control:

- Establecer un control que verifique la cantidad de materia y sedimento que provoca desgaste en la turbina. Pudiéndose medir mediante un sensor o componente que permita monitorear este problema.
- Revisar el estado de la turbina una vez se realice mantenimiento del generador.
- Al realizar el mantenimiento del generador, realizar todas las revisiones que ayuden a prevenir fallas y una pérdida de tiempo en el futuro, es decir, realizar un chequeo de las piezas y componentes más importantes del generador para comprobar si es necesario cambiar o reparar el componente.

4. **Riesgo:** Paros en la generación por fallas de ENEE

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Normal/675

Estrategia para el Riesgo: Mitigar

Medidas Preventivas y de Control:

- Establecer un arreglo entre la institución y el ente generador para disponer de otras alternativas de transmisión de la energía eléctrica, es decir, tener opciones de líneas de transmisión para no perder el proceso de la generación por fallas ajenas a la empresa generadora.
- Aclarar junto al ente regulador la mejora gradual de los sistemas de transmisión en la zona para prevenir daños, interrupciones del suministro eléctrico.
- Crear estándares de calidad de transmisión de energía eléctrica entre el ente regulador y la planta hidroeléctrica.

5. Riesgo: Transformadores quemados por aves en las líneas.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Normal/620

Estrategia para el Riesgo: Mitigar

Medidas Preventivas y de Control:

- Colocar redes aislantes que permitan la seguridad tanto del equipo y la fauna del lugar donde se encuentran ubicada la subestación.
- Diseñar un nuevo plano que permita la seguridad de todos los componentes para evitar daños que perjudiquen de manera permanente la subestación eléctrica.

6. Riesgo: Postes caídos por lluvias

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Baja/ 324

Estrategia para el Riesgo: Mitigar

Medidas Preventivas y de Control:

- Colocar sedimentación en las bases de los postes para prevenir las caídas o derrumbes de los postes.
- Colocar o movilizar los postes a zonas donde no se presenten aludes o inundaciones que puedan dañar el sistema de transmisión.
- Colocar postes de concreto en zonas donde se encuentre debilidad en las capas de tierra.
- Colocar o instalar retenidas de concreto o tubulares en zonas donde exista tendencia a los movimientos sísmicos.

Medidas Preventivas que pueden ser implementadas en planta que utiliza biomasa.

- 1. Riesgo:** Banda transportadora de combustible se atora y dispara el motor por sobrecarga

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Normal/640

Estrategia para el Riesgo: Mitigar

Medidas Preventivas y de Control:

- Controlar el sistema de banda por medio una persona que se encuentre monitoreando la banda transportadora.
 - Controlar el flujo y capacidad de la banda transportadora.
 - Mantener en control del estado de la banda transportadora que permita evaluar, si es necesario realizar un cambio.
 - Verificar la capacidad del motor, si es apto para realizar la tarea de transportar la materia prima, de no ser hace así, realizar la compra de un motor que cumpla con las necesidades de alimentar la caldera a tiempo.
2. **Riesgo:** Tornillos sinfín en tolva de biomasa se atorán y disparan motor por sobrecarga.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Grande/875

Estrategia para el Riesgo: Evitar

Medidas Preventivas y de Control:

- Cambiar este sistema para mejorar el flujo de la biomasa.
- Realizar un análisis de costo-beneficio que evalúe la posibilidad de implementar la nueva medida.
- Controlar en un periodo de una hora los tornillos para evitar la paralización.

3. **Riesgo:** Picadora de combustible se atora por alta humedad en la biomasa.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Grande/925

Estrategia para el Riesgo: Evitar

Medidas Preventivas y de Control:

- Controlar el flujo de la cantidad de biomasa por medio de una medida que permita el correcto funcionamiento de la picadora.
- Cambio de este componente que permita minimizar el paro, se puede hacer un análisis costo-beneficio.
- Realizar un análisis de factibilidad que podría generar la compra de una picadora de respaldo o lograr el funcionamiento en paralelo de ambas.
- Mantener a una persona que proporcione un tiempo de respuesta óptimo para que realice la reparación de la banda en menor tiempo posible.

4. **Riesgo:** Válvulas rotativas de sello de seguridad se atorán por alta humedad en la biomasa y dispara el motor.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Baja/390

Estrategia para el Riesgo: Mitigar

Medidas Preventivas y de Control:

- Controlar el flujo de la cantidad de biomasa por medio de una medida o incluir un componente extra que ayude a mejorar el proceso.
- Cambio del sistema de válvulas rotativas por un sistema que mejore o logre incrementar la eficiencia del proceso.
- Regular el sistema de transporte de la materia prima, en este caso, mantener un nivel establecido de velocidad y traslado de la biomasa, podría regularse la velocidad del motor mediante un variador de frecuencia.

5. Riesgo: Operaciones en transformadores.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Baja/390

Estrategia para el Riesgo: Mitigar

Medidas Preventivas y de Control:

- Realizar el mantenimiento periódico de los componentes de los transformadores en paralelo con otra actividad que no interrumpa el proceso de generación.
- Establecer mediciones de línea-tierra, líneas de las fases, pérdidas en el núcleo, niveles de aceite, regulación de voltaje que eviten un inconveniente mayor.
- Optar por la aplicación de un banco de transformadores o transformador de respaldo como medio de soporte para cualquier

inconveniente o mantenimiento en uno de los transformadores de servicio.

6. **Riesgo:** Problemas con el sistema de extracción de Silica del hogar de la caldera, atoramiento.

Estimación del Riesgo (Cualitativa/Cuantitativa): Grande/825

Estrategia para el Riesgo: Evitar

Medidas Preventivas y de Control:

- Realizar una revisión de la caldera al menos una vez por semana para asegurar el correcto funcionamiento durante el resto de los días.
- Cambiar el material que permita mejorar e evitar el atoramiento de la silica dentro de la caldera.
- Realizar un análisis costo-beneficio para determinar el cambio de la caldera más eficiente que permita el óptimo funcionamiento del sistema de generación. (Opcional en caso de que el sistema se encuentre en malas condiciones o haya sobrepasado su vida útil.)

6.1 PRESUPUESTO PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS

PREVENTIVAS.

Es difícil especificar un presupuesto fijo para una central hidroeléctrica y plantas que se utilizan biomasa, ya que éstas varían según su capacidad de generación, diseño y tipo de embalse, generador, alimentación o suministro de materia prima para las centrales hidroeléctricas, así como tipo de materia prima, turbina, caldera, generador para las plantas de generación por medio de biomasa, sin contar el gran número de componentes necesarios para desarrollar este tipo de rubros.

- **Para una central hidroeléctrica**

Según el tipo de central hidroeléctrica que se esté manejando depende el porcentaje que se debe proporcionar para prevenir o imponer medidas preventivas.

- Para pequeñas plantas:

5% a 8% del total del porcentaje de generación anual.

- Para plantas definidos como medianas:

10% a 17% del total del porcentaje de la generación anual.

- Para plantas consideradas grandes se estima:

De 20% a 25% del total del porcentaje de la generación anual.

- **Para una central que utiliza Biomasa**

De igual manera las centrales que utilizan biomasa pueden depender hasta del transporte, medio, tipo y procesos del cual se obtiene la materia prima, por lo que estima porcentajes similares para prevenir posibles riesgos, aunque este tipo de generación tiende a ser más baja la inversión. Vale aclarar que esto depende de la capacidad de generación que se pueda instalar.

Pequeñas Centrales

5% a 12% del total del porcentaje de la generación anual.

Centrales medianas

De un 15% a 20% del total del porcentaje de la generación anual.

Grandes Centrales

De un 20% a 30% del total del porcentaje de la generación anual.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMPARO. (12 de Agosto de 2012). *Bibing.Us Proyectos*. Obtenido de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5120/fichero/Memoria%252F4_Cap%EDtulo+2+Centrales+Hidr%E1ulicas+de+Bombeo.pdf
2. Anónimo. (18 de Abril de 2011). Obtenido de http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49917eec3c3bd/1234272293_e_eolica.pdf
3. Arango, L. A. (23 de Noviembre de 2007). *Proyectos Valencia*. Obtenido de <http://www.valenciad.com/Proyectos/hidroelectricidad.pdf>
4. ASOCIADOS, E. &. (29 de MARZO de 2012). Obtenido de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/207869/Marine_Energy_Report_-_ESPA_OL.pdf
5. Barrientos, G. N. (04 de Noviembre de 2013). *La Prensa HN*. Obtenido de <http://www.laprensa.hn/economia/laeconomia/407729-293/energias-renovables-suman-una-inversion-de-585-millones>
6. Cardona, I. (18 de Marzo de 2008). Obtenido de <http://www.uca.edu.sv/facultad/clases/ing/m200018/doc1.pdf>
7. Carlos Andara, B. C. (2013). *BCH "Geothermal energy in Honduras – Alternative resource for different purposes"*. Obtenido de <http://www.bch.hn/index.php>.
8. CEPAL. (2009). *ECLAC*. Obtenido de <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/4/37684/L934.pdf>

9. CEPAL. (2010). Obtenido de http://www.eclac.org/publicaciones/xml/4/42054/2010-81-L983-Ext_Amb.pdf
10. CEPLAN, C. N. (2010). *CEPLAN Lineamientos Estratégicos para el Desarrollo Nacional 2010-2021*. Obtenido de www.CEPLAN.ORG
11. CHEC. (15 de JUNIO de 2012). *CHEC*. Obtenido de <http://www.chec.com.co/flash/files/INFORMEGESTI%C3%93NDERIESGOS2011.pdf>
12. Cordova, I. (18 de MARZO de 2004). *UCA.EDU*. Obtenido de <http://www.uca.edu.sv/facultad/clases/ing/m200018/doc1.pdf>
13. Cruz, M. A. (2013). *ACADEMIA.EDU*. Obtenido de http://www.academia.edu/4716011/Propuesta_de_Proyecto_de_TESIS_DOCTORAL
14. Desarrollo, P. d. (2012). *PNUD*. Obtenido de <http://www.hn.undp.org/content/honduras/es/home/ourwork/povertyreduction/overview.html>
15. Diego, I. F., & Díaz, A. R. (17 de Septiembre de 2012). Obtenido de <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/centrales-de-generacion-de-energia-electrica/materiales/bloque-energia-III.pdf>
16. Económica, B. C. (2010). *BCIE*. Obtenido de www.BCIE.HN
17. EDE Ingenieros, B. (2009). *Caracterización de la demanda de electricidad en Honduras ENEE*. Obtenido de WWW.ENEE.HN.COM
18. ENEE. (2011). *ENEE*. Obtenido de <http://www.enee.hn/>
19. ENEE. (2013). Obtenido de <http://www.enee.hn>
20. Energía, C. M. (2009). Consejo Mundial de Energía.

21. Energía, C. M. (23 de Septiembre de 2011). Obtenido de http://cefir.org.uy/atlas/index.php?option=com_content&view=article&id=1:la-matriz-energetica-mundial&catid=1:fichas1-7&Itemid=2
22. Energía, C. N. (20 de Junio de 2013). *cne.gob.hn*. Obtenido de <http://www.cne.gob.hn/component/content/article/37-cne/73-proyectan-boom-en-sector-electrico-de-honduras>
23. Energía, S. d. (2008). *energia.gov.ar*. Obtenido de http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/libro_energia_biomasa.pdf
24. ENERGÍA, S. D. (2010). Libro de Energía Geotérmica. Buenos Aires-Argentina: Energía.minplan.gov.
25. Energy, E. I.-U. (2009). *U.S. Department of Energy*. U.S. Department of Energy.
26. ESHA, E. S. (2009). *European Small Hydropower Association - ESHA*. Obtenido de http://www.esha.be/fileadmin/esha_files/documents/publications/publications/tnshp/pub_tnshp_guide_shp_es.pdf
27. ESMAP. (2012). Obtenido de http://www.esmap.org/esmap/sites/esmap.org/files/FR333-10_Honduras_Power%20Sector%20Issues%20&%20Options_0.pdf
28. Fernández, D., & Díaz, R. R. (17 de Septiembre de 2012). *Unican.es*. Obtenido de <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/centrales-de-generacion-de-energia-electrica/materiales/bloque-energia-III.pdf>

29. Fernández, L. E. (06 de Junio de 2011). Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4133/1/291461.2011.pdf>
30. foverminplan.gov.ar. (2010). *fover@minplan.gov.ar*. Obtenido de http://www.foverminplan.gov.ar/contenidos_didacticos/publicaciones
31. Garcia, S. (31 de Enero de 2010). *Energia3.Contenidos Didacticos*. Obtenido de http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/CentralesElectricas.pdf
32. Gerardo Cabrera, S. M. (13 de Febrero de 2013). Obtenido de <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=2ee3405a-5039-43f3-8432-e841ea47ac83%40sessionmgr4004&hid=4211>
33. Gomez Alvaro, S. R. (2008). *Pirolisis of agroindustrial biomass residues*. Valencia, España: .
34. Gunt. (2011). *Gunt*. Obtenido de http://www.gunt.de/download/anaerobic%20processes_spanish.pdf
35. Heraldo, E. (13 de Septiembre de 2013). *El Heraldo.HN*. Obtenido de www.ElHeraldo.hn
36. Honduras, E. C. (2011). *ENEE-Estadísticas*. Obtenido de http://www.enee.hn/Estadísticas2009/estadísticasPDF_2009/CUA1_2009%20.pdf
37. Honduras, I. N. (2013). *INEH*. Obtenido de <http://www.ine.gob.hn/>
38. INSTITUTE, P. M. (2013). *FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS*. PENNSILVANIA. EE.UU.
39. Irma González, A. P. (2012). Centrales hidráulicas. *Innova*, 3.

40. Jaime Castellano, M. T. (2012). *Centrales electricas minihidraulicas: aplicacion en una zona rural subdesarrollada*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.
41. Jalife-Rahme, A. (s.f.). *sirih*. Obtenido de www.mailxmail.com/curso/excelencia/energiasrenovables/capitulo1.htm
42. Lobo, S. O. (2009). *Estado Actual de la Energía solar en Honduras*. Tegucigalpa: UNAH. Obtenido de www.educ
43. López, "., & SALAZAR", B. (26 de Abril de 2013). *Energias-Renovables*. Obtenido de www.energias-renovables.com
44. MEDELLÍN, U. N.-S. (2008). LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS. *Sociedad y Cultura, Antioquia*, 8.
45. Méndez, Á. (15 de 10 de 2013). *La guía Química*. Obtenido de <http://quimica.laguia2000.com/reacciones-quimicas/esterificacion>
46. Monroy, C. d. (2006). Energías renovables-hidráulica. *IES-Tecnología*, 4.
47. Mundial, B. (2013). *Banco Mundial*. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/country/honduras>
48. PETRÓLEO, C. N. (2010). *NPC(Natinal Petroleum Council)*. Obtenido de www.npc.org/hard_truths.../hardtruths_spanish.pdf
49. PINILLA, P. A. (2003). *Manual de la Aplicación de la Energía Eólica*. INEA.
50. Power, A. (29 de Marzo de 2012). Obtenido de <http://www.alterrapower.ca/files/Peru/What%20is%20Geothermal%20Energy%20-%20Spanish.pdf>
51. Quezada., X. L.-C. (Junio de 2011). Obtenido de http://www.edutecne.utn.edu.ar/cytaal_frvm/CyTAL_2012/TF/TF019.pdf

52. Quiminet. (17 de Mayo de 2007). *Quiminet*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/que-es-una-caldera-8273.htm>
53. Report, G. (2009). *GAIN.FAS*. Obtenido de http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/General%20Report_Tegucigalpa_Honduras_5-28-2009.pdf
54. Romero, E. (10 de Julio de 2009). *REPSOL*. Obtenido de benasque.org/.../talks.../064ERP-Problema_Ener.pdf
55. Salgado, G. “. (s.f.). *Energycommunity.org*. Obtenido de <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=45>
56. SHOUGANG. (2012). Obtenido de http://www.shougesa.com.pe/wp-content/uploads/2010/04/Plan_contingencia_operativo_2011_2012.pdf
57. Twenenergy. (2014). *Twenenergy*. Obtenido de <http://twenergy.com/energia/energia-hidraulica>
58. UNAM. (28 de NOVIEMBRE de 2011). Obtenido de <http://www.cie.unam.mx/~rbb/Mae/EnergiaMareomotriz.pdf>
59. UNESA. (2013). *Unesa*. Obtenido de <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1342-central-bombeo>
60. VÁSQUEZ, E. H. (2008). *UMAR MÉXICO*. Obtenido de www.umar.mx/tesis_HX/TESIS.../HERNANDEZ-VASQUEZ-RI.pdf
61. Xavier Elías Castells, S. B. (2011). *Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. Madrid- España: Díaz de Santos.
62. Zelaya, M. (2010). *DGE, Honduras*. Obtenido de <http://www.DGE.HN/Database.pdf>

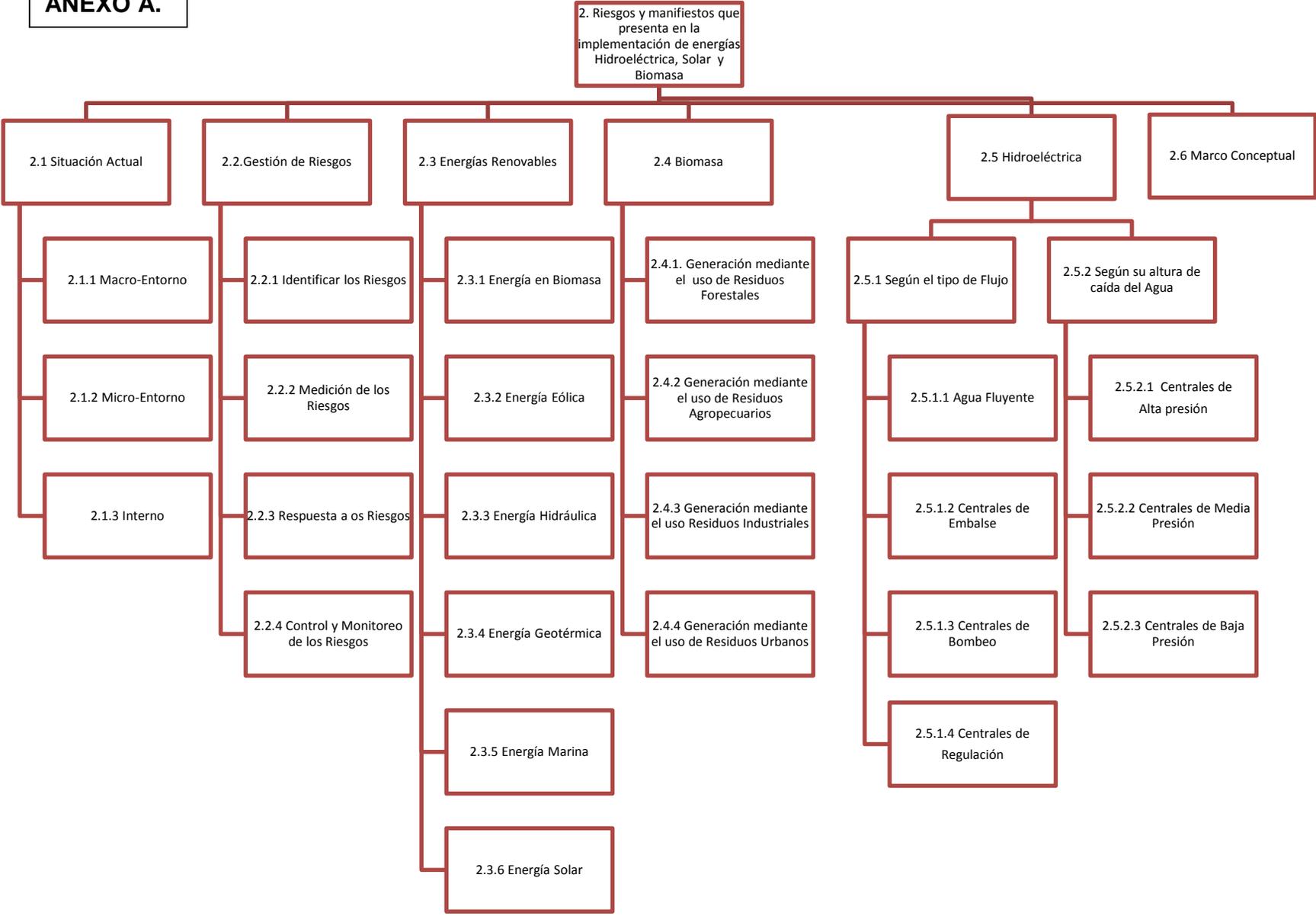
63. AGEERA. (2009). Generación de Energía Eléctrica. Recuperado a partir de <http://www.ageera.com.ar/Gallery/2714.pdf>
64. Aguirre Aguirre, J. F. (2011). *Propuesta de una Metodología para el Diseño y Recomendaciones para Evaluación de Planes de Contingencia.*
65. Alfredo Portillo. (2001). Una Propuesta de Definición de los Fenómenos Geopolíticos. Recuperado a partir de <http://www.fcp.uncu.edu.ar/upload/portillo-geopol.pdf>
66. Andrés Melgar. (2008). Motores de Combustión Interna Alternativos. Recuperado a partir de https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/389/51445/1/Documento.pdf
67. Anónimo. (2010). Introducción a Bioquímica. Recuperado a partir de <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/Bioquimica/05.pdf>
68. Carlos J. Renedo. (2003). S.E T30- turbinas Hidráulicas. Recuperado a partir de <http://personales.unican.es/renedoc/Trasparencias%20WEB/Trasp%20Sist%20Ener/03%20T%20HIDRAULICAS.pdf>
69. Cesar Cortés Alvarado. (2009). Riesgo Operacional, análisis y evaluación «Un enfoque para la intervención efectiva del riesgo».
70. Cesar Cortés Alvarado. (2010). Un Nuevo Enfoque para Intervención efectiva del Riesgo.
71. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. (2010). Buenas prácticas para la gestión y supervisión de riesgos. Recuperado a partir de <http://www.bis.org/publ/bcbs96esp.pdf>

72. Cristian Rusu. (2011). Metodología de la Investigación.
73. El País - Uruguay. (2012). Una usina de generación eléctrica a partir de biomasa en Paysandú.
74. Fundación MAFRE. (2009). Calentamiento global. Recuperado a partir de https://www.uclm.es/servicios/prevencion/CADS_pub/doc/EL%20CALENTAMIENTO%20GLOBAL.pdf
75. Ingeniería Ambiental. (2005). Análisis de Caudales. Recuperado a partir de <http://www.ingenieroambiental.com/4018/hidrologia%20-%20caudales%282%29%282%29.pdf>
76. Miguel Delfiner y Cristina Pailhé. (2009). *Técnicas Cualitativas para Manejar el Riesgo*. Recuperado a partir de http://mpra.ub.uni-muenchen.de/15809/1/MPRA_paper_15809.pdf
77. PhD. Santiago M. Hurtado e Ing. Johana A. Jaramillo. (2009). «Modelación de riesgos Operativos». Recuperado a partir de www.UNC.com/FacultadMinas
78. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2013a.). *FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS* (5ta. ed.).
79. Project Management Institute. (2013b.). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK)* (5.ª ed.).
80. Rafael Herrerías Pleguezuelo. (2006). *Distribution Models Theory* (4.ª ed.).
81. Roberto Hernández Sampieri. (2010). *Metodología de la Investigación* (5.ª ed.). MCGRAW-HILL.

82. Romualdo Martínez Carmona, & Brian Manuel González Contreras. (2013). Evaluación de riesgos, aplicando la metodología Mosler en las pymes de Tlaxcala, México.
83. SECI Energía SpA. (2014). *SECI Energía SpA - Alternative Energy - Deals and Alliances Profile* (p. 20). Recuperado a partir de <http://search.proquest.com/docview/1622245557?accountid=35325>
84. Studies; Biomass energy; Sustainable development; Forestry; Rural development. (2010). En J. A. Soria & F. García, (Vol. 13, pp. 223-244).
85. Uaemex. (2010). Laboratorio de Hidráulica. Recuperado a partir de <http://www.uaemex.mx/pestud/licenciaturas/civil/hidraulica2/Pr%E1ctica%206%20HII.pdf>
86. Uniovi. (2006). Combustibles Industriales. Recuperado a partir de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/CombustiblesINDUSTRIALES.2006.pdf>
87. Vásquez, Hernández Edén. (2010). *Análisis de Energético Mundial*.

VI. ANEXOS

ANEXO A.



ANEXO B

Cuestionario para Administradores de Energía

Nombre:

Cargo: Ing. Supervisor de área de generación

Empresa:

Correo electrónico:

Sección I

1. Según su criterio ¿Cuáles son las **áreas** dentro de la planta generadora que presenta problemas frecuentemente?
2. Acorde a su experiencia; Enumere y describa los **procesos** que presentan mayor número de problemas en la planta generadora.
3. Considerando toda la central generadora de energía por medio de biomasa ¿Cuál es el proceso más vulnerable y sensible a riesgos o problemas? Explique
4. Según su experiencia enumere y describa los problemas que se han presentado en esta central generadora de energía eléctrica.

Elabore una lista de todos los riesgos o problemas.

Sección II

En este apartado aparecen una serie de cuadros en los cuales solo se colocara la ponderación a cada problema según el criterio correspondiente de acuerdo a la numeración de la pregunta 4. No es necesario reescribir los riesgos o problemas en los cuadros presentados en esta sección.

En un escala (1-5) ¿Cuál sería la ponderación que le daría a los problemas descritos de la pregunta 4 según los siguientes criterios?

5. Criterio de Agresión: representa como la probabilidad de que el riesgo se manifieste, en este caso en la central de generación.

Criterio de Agresión	
Valoración	Puntuación
Muy Alta	5
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy Baja	1

Riesgos	Criterio (Ponderación)						
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	
6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	
9.		19.		29.		39.	

10.		20		30		40.	
-----	--	----	--	----	--	-----	--

6. Criterio de Vulnerabilidad: representa la probabilidad que un riesgo produzca un daño en el proceso de generación de energía eléctrica en esta central.

Criterio de Vulnerabilidad	
Valoración	Puntuación
Muy Alta	5
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy Baja	1

Riesgos	Criterio (Ponderación)						
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	
6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	

9.		19.		29.		39.	
10.		20		30		40.	

7. Criterio Función: se define como las consecuencias negativas o daños de forma directa una actividad.

Criterio de Función	
Valoración	Puntuación
Muy Grave	5
Grave	4
Medio	3
Leve	2
Muy leve	1

Riesgos	Criterio (Ponderación)						
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	
6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	

9.		19.		29.		39.	
10.		20		30		40.	

8. Criterio de sustitución: representa los bienes que pueden ser sustituidos de alguna forma según ocurra el riesgo.

De acuerdo a este criterio como ponderaría los problemas antes mencionados.

Criterio de Sustitución	
Valoración	Puntuación
Muy Díficil	5
Díficil	4
Medianamente	3
Fácilmente	2
Muy Fácilmente	1

Riesgos	Criterio (Ponderación)						
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	

6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	
9.		19.		29.		39.	
10.		20.		30.		40.	

9. Criterio de profundidad: la perturbación y sus efectos como afectan a la empresa.

De acuerdo a este criterio como ponderaría los riesgos o problemas mencionados en la pregunta 4.

Criterio de Profundidad	
Valoración	Puntuación
Perturbaciones muy Graves	5
Perturbaciones Graves	4
Perturbaciones Limitadas	3
Perturbaciones Leves	2
Perturbaciones muy Leves	1

Riesgos	Criterio (Ponderación)						
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	
6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	
9.		19.		29.		39.	
10.		20		30		40.	

10. Criterio de extensión: el alcance de los daños, según su amplitud o extensión, en otras palabras ¿Hasta dónde llegaran las percusiones negativas si se materializa el riesgo?

Criterio de Extensión	
Valoración	Puntuación
De Carácter Internacional	5
De Carácter Nacional	4
De Carácter Regional	3
De Carácter Local	2
De Carácter Individual	1

Riesgos	Criterio (Ponderación)						
1.		11.		21.		31.	
2.		12.		22.		32.	
3.		13.		23.		33.	
4.		14.		24.		34.	
5.		15.		25.		35.	
6.		16.		26.		36.	
7.		17.		27.		37.	
8.		18.		28.		38.	
9.		19.		29.		39.	
10.		20		30		40.	

Anexo C

Tabulación de Planta Hidroeléctrica "José Cecilio del Valle" Mes de Enero

Items	Codigo	Fecha	Hora	Tiempo Falla/Hora	Observación de la Falla
1	12920	29/01/2014	20:43:00	0.63	Falla en el sistema de la ENEE
2	10607	06/01/2014	17:50:00	10.33	Falla en líneas de generacion
3	10618	06/01/2014	18:45:00	2.08	Falla en el sistema de la ENEE
4	11120	11/01/2014	20:46:00	0.73	Falla en el sistema de la ENEE
5	11312	13/01/2014	16:36:00	4.43	Falla de daño en el tripolar
6	11412	14/01/2014	12:00:00	2.83	Falla de daño en el tripolar
7	12008	21/01/2014	08:30:00	2.50	Falla en el sistema de monitoreo y control
8	12416	24/01/2014	16:30:00	0.50	Falla en el sistema de la ENEE
9	12517	25/01/2014	17:40:00	3.08	Falla en el sistema de la ENEE
10	12920	29/01/2014	20:42:00	0.63	Falla en el sistema de la ENEE

Tabulación de Planta que utiliza Bagazo "La Grecia" Mes de Junio.

Codigo	Fecha	Hora	Tiempo Falla/Hora	Observación de la Falla
N/A	18/11/2014	19:17:00	0.50	Falla por problemas del tornillo sin fin
N/A	19/11/2014	12:53:00	1.20	Falla por picadora de combustible por humedad
N/A	20/11/2014	02:39:00	1.10	Falla en valvulas rotativas
N/A	20/11/2014	17:20:00	4.77	Falla en el sistema de extraccion de la caldera
N/A	20/11/2014	18:30:00	0.75	Falla por operaciones en transformadores
N/A	21/11/2014	10:00:00	3.00	Falla por problemas en banda transportadora
N/A	21/11/2014	20:06:00	2.03	Falla por picadora de combustible por humedad
N/A	21/11/2014	21:03:00	0.67	Falla por operaciones en transformadores
N/A	23/11/2014	08:20:00	0.50	Falla en valvulas rotativas
N/A	26/11/2014	12:44:00	55.55	Falla en el sistema de extraccion de la caldera

