



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

Trabajo Especial de Grado

**CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS A LOS
PROGRAMAS “OBRAS CIVILES” Y “EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS” DEL
PROYECTO TOCOMA**

Presentado por

LEÓN MÉNDEZ, ARLENIS THAMAR

para optar al título de

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

López Corrochano, Emmanuel

Ciudad Guayana, Noviembre de 2009

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

Trabajo Especial de Grado

**CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS A LOS
PROGRAMAS “OBRAS CIVILES” Y “EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS” DEL
PROYECTO TOCOMA**

Presentado por

LEÓN MÉNDEZ, ARLENIS THAMAR

para optar al título de

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

López Corrochano, Emmanuel

Ciudad Guayana, Noviembre de 2009

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios, por ser mi guía, fuerza y amigo fiel, permitiéndome alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional, que ha servido de fortaleza para mi vida.

A mis hermanas, por su apoyo, cariño y comprensión acompañándome siempre en todos los bellos momentos de mi vida.

A mis sobrinas, por regalarme sonrisas que me inspiran a continuar hacia adelante.

A mis amigos, por ser parte de este lindo camino, donde hemos compartidos grandes momentos que siempre recordare.

Al Ing. Jesús París, por su apoyo prestado en el desarrollo de este proyecto.

Al Asesor del Trabajo Especial de Grado, Prof. Emmanuel López, por su cooperación y orientación en la realización de este informe.

A los profesores de la UCAB, por servir de guía en el desarrollo de nuevos profesionales.

A los asesores del Consorcio Decoyne, Ing. Lionel Ciampi e Ing. Carlos Augusto Ramírez, por su ayuda y cooperación brindada para conmigo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma prestaron su valiosa colaboración para el logro de esta meta.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

**“CARACTERIZACIÓN DE LOS RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS A
LOS PROGRAMAS “OBRAS CIVILES” Y “EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS”
DEL PROYECTO TOCOMA”**

Autor: Arlenis T. León M.
Tutor: Emmanuel López
Año: Noviembre 2009

RESUMEN

El propósito de este trabajo de grado es presentar la caracterización de los riesgos y peligros asociados a escenarios de acción de los programas obras civiles y equipos electromecánicos del proyecto Tocoma, para la puesta en marcha de la Central Hidroeléctrica Manuel Piar que se infiera como el más recomendable para el desarrollo de las negociaciones con los dos contratistas principales del mismo.

Se estableció que los únicos contratos a considerar en la evaluación serían el contrato Civil Principal y el Electromecánico Principal del Proyecto Tocoma y se evaluarán cuatro (4) escenarios específicos agrupados en diferentes períodos, a fin de lograr la optimización del Programa de Construcción del Proyecto considerando una fecha de puesta en marcha técnicamente factible.

La investigación es de tipo evaluativa en la cual se plantea una solución práctica en el análisis de riesgo para el proyecto en estudio. La información fue obtenida a través de consultas bibliográficas, entrevistas y sesiones de trabajo realizadas con personal experto de las diferentes unidades de la empresa EDELCA, vinculados al desarrollo del proyecto en referencia.

Para realizar el proyecto se consideró la aplicación de la metodología establecida en el Boletín 130 sobre Risk Assessment in Dam Safety Management publicado por el ICOLD, (2003).

De los riesgos que se pueden presentar a lo largo de la ejecución del Proyecto Tocoma, el escenario A (Escenario Optimizado) presenta una valorización menor en costo y tiempo de pérdida, respecto a los escenarios B y D, por lo que a los efectos de una toma de decisión, el escenario A es el más factible a la hora de ejecutar el proyecto, garantizando la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad en julio 2012.

Palabras Claves: Riesgos, Proyecto Tocoma, Gestión de Riesgos, Plan.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA	4
1.1. Planteamiento del Problema	4
1.2. Justificación de Estudio	14
1.3. Objetivos del Estudio	16
1.4. Alcance del Estudio	17

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL	19
2.1. La Empresa	19
2.2. Visión	20
2.3. Misión	20
2.4. Valores	20
2.5. Objetivo General de la Empresa	22
2.6. Funciones de la Empresa	22
2.7. Estructura Matricial	23

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	26
3.1. Antecedentes de la Investigación	26
3.2. Bases Teóricas	26

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO	49
4.1. Tipo de Investigación	49
4.2. Diseño de Investigación	49

4.3. Unidad de Análisis.....	50
4.4. Recolección, Procesamiento y Análisis de los Datos	50
4.5. Operacionalización de las Variables	52
4.6. Factibilidad de la Investigación y Consideraciones Éticas	52

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	54
5.1. Descripción General Proyecto Tocomá.....	54
5.2. Estructura Desagregada de Trabajo	68
5.3. Identificación y Categorización de los Peligros	69
5.4. Probabilidad de Ocurrencias de los Peligros.....	71
5.5. Rango de las Consecuencias y Estimación de Riesgos.....	75
5.6. Gestión para la Mitigación de Riesgo.....	97
5.7. Incorporación de Otros Factores	105
5.8. Experiencia en Otros Proyectos	106

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
Conclusiones.....	111
Recomendaciones.....	111
BIBLIOGRAFIA	113
ANEXOS	115
ANEXO N° 1	116
Encuesta Probabilidad (Contrato 1.1.104.003.05)	116
Encuesta Probabilidad (Contrato 3.1.104.001.03)	117
ANEXO N° 2.....	118
Encuesta Mitigación de los Peligros (Contrato 1.1.104.003.05).....	118
Encuesta Mitigación de los Peligros (Contrato 3.1.104.001.03).....	119

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1	Balance de Energía Eléctrica del SEN 2008-2015	6
Figura Nº 2	Representación de la Valoración del Riesgo	13
Figura Nº 3	Organización Matricial Dirección de Expansión de Generación	24
Figura Nº 4	Organización Matricial Gerencia del Proyecto Tocomá	25
Figura Nº 5	Fases de un Proyecto	28
Figura Nº 6	PGP EDELCA.....	29
Figura Nº 7	Los grupos de procesos interactúan en un proyecto	32
Figura Nº 8	Procesos y Áreas de Conocimientos	33
Figura Nº 9	Planificación de gestión de riesgos	38
Figura Nº 10	Identificación de riesgos	38
Figura Nº 11	Análisis cualitativo de riesgos.....	40
Figura Nº 12	Análisis cuantitativo de riesgos.....	41
Figura Nº 13	Planificación de la respuesta a los riesgos	43
Figura Nº 14	Seguimiento y control de riesgos.....	44
Figura Nº 15	Representación de la Valoración del Riesgo	45
Figura Nº 16	Energía promedio y Potencia Instalada de las Centrales del Bajo Caroní.....	55
Figura Nº 17	Oferta-demanda a largo plazo frente a la capacidad de generación prevista	56
Figura Nº 18	Ubicación Geográfica del Proyecto Tocomá.....	57
Figura Nº 19	Ubicación relativa del Proyecto Tocomá en el Bajo Caroní	58
Figura Nº 20	Perfil longitudinal de los Proyectos en el Bajo Caroní	58
Figura Nº 21	Sección Transversal de una Unidad de la Casa de Máquinas	60
Figura Nº 22	Sección Transversal del Aliviadero.....	61
Figura Nº 23	Programa General de Construcción del Proyecto Tocomá.....	64
Figura Nº 24	Plan Maestro de Construcción del Proyecto Tocomá	65
Figura Nº 25	Estructura Desagregada de Trabajo del Plan de Riesgo del Proyecto	68
Figura Nº 26	Atraso en meses presentado en los principales proyectos termoeléctricos	109

INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla Nº 1	Peligros y sus Consecuencias Contrato Civil Principal	70
Tabla Nº 2	Peligros y sus Consecuencias Contrato Electromecánico Principal.....	71
Tabla Nº 3	Resultados de la encuesta para el Contrato Nº 1.1.104.003.05....	74
Tabla Nº 4	Resultados de la encuesta para el Contrato Nº 3.1.104.001.03....	75
Tabla Nº 5	Contrato Nº 1.1.104.003.05. Escenario A. Peligros y consecuencias.....	90
Tabla Nº 6	Contrato Nº 1.1.104.003.05. Escenario B. Peligros y consecuencias.....	90
Tabla Nº 7	Contrato Nº 1.1.104.003.05. Escenario D. Peligros y consecuencias.....	91
Tabla Nº 8	Contrato Nº 3.1.104.001.03. Escenario A. Peligros y consecuencias.....	91
Tabla Nº 9	Contrato Nº 3.1.104.001.03. Escenario B. Peligros y consecuencias.....	92
Tabla Nº 10	Contrato Nº 3.1.104.001.03. Escenario D. Peligros y consecuencias.....	92
Tabla Nº 11	Escenario A. Matriz de Riesgo Consolidado	95
Tabla Nº 12	Escenario B. Matriz de Riesgo Consolidado	96
Tabla Nº 13	Escenario D. Matriz de Riesgo Consolidado	96
Tabla Nº 14	Medidas de Mitigación para Contrato Civil Principal	100
Tabla Nº 15	Medidas de Mitigación para Contrato Electromecánico Principal..	101
Tabla Nº 16	Escenario A. Matriz de Riesgos Mitigados Esperados	102
Tabla Nº 17	Escenario B. Matriz de Riesgos Mitigados Esperados	102
Tabla Nº 18	Escenario D. Matriz de Riesgos Mitigados Esperados.....	103
Tabla Nº 19	Comparación de Escenarios sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación.....	104
Tabla Nº 20	Programa de Recuperación	107
Gráfico Nº 1	Atraso en MW presentado en los principales proyectos termoeléctricos	110

INTRODUCCIÓN

En enero de 2002 se dio inicio a la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Tocomá, mediante el cual se construye la Central Hidroeléctrica “Manuel Piar”, que constará de diez (10) unidades generadoras de 216 MW cada una, para una capacidad instalada de 2.160 MW, con una energía promedio de 11.900 GWh/año y una energía firme de 10.250 GWh/año. Una vez en operación, esta Central contribuirá a satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica en el país, fundamentalmente en la Región Guayana.

Para la ejecución del Proyecto Tocomá, EDELCA diseñó y estableció un Plan Maestro de Construcción que permitió definir las fechas claves de Puesta en Marcha de las 10 unidades del Proyecto. Dentro de este cronograma, la puesta en operación de la primera unidad generadora estaba prevista para el mes de julio de 2012, y sucesivamente cada dos o tres meses entrarían en operación las restantes unidades, con lo cual la décima unidad estaría en marcha en marzo de 2014.

La planificación de las obras requeridas para llevar a cabo la construcción de la central hidroeléctrica “Manuel Piar” en Tocomá, permitió concebir un Plan Maestro de contratación que aseguraría el inicio de la ejecución de los trabajos de acuerdo al Programa de General de Construcción del proyecto, lo cual se refleja en los pliegos de licitación de los diferentes contratos a ser suscritos. Especial relevancia tiene la planificación de los contratos N° 1.1.104.003.05 Civil Principal y el N° 3.1.104.001.03 Contrato Electromecánico Principal, ya que ambos contratistas realizarían labores en las mismas áreas de trabajo por lo que debe existir una coordinación muy bien planificada.

Durante la ejecución del Proyecto Tocomá han surgido diferentes problemas que han alterado el Plan Maestro inicialmente concebido por EDELCA, dificultando la coordinación de ambos contratistas a tal punto que se hace necesaria una revisión a fondo de los aspectos programáticos realizando consultas a los Contratistas a fin de evaluar la factibilidad técnica y económica con miras a lograr la puesta en operación de las unidades generadoras en las fechas inicialmente planificadas.

Para la viabilidad del Plan Maestro original del Proyecto Tocomá, se requiere tomar decisiones y ejecutar las acciones que deben llevarse a cabo oportunamente, para que los contratistas, puedan establecer la logística correspondiente con sus proveedores y subcontratistas, que aseguren a EDELCA cumplir con la incorporación de las unidades de generación de Tocomá en las fechas compromiso establecidas con la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC).

Cabe resaltar que la ejecución de este tipo de proyectos involucra una serie de riesgos que pueden dificultar el cumplimiento de programa, es por esta razón que es necesario realizar un análisis cualitativo y cuantitativo para la estimación del riesgo asociada a la definición de un escenario de negociación para la puesta en marcha del Proyecto, que se infiera como el más recomendable para el desarrollo de las negociaciones con los dos Contratistas Principales del mismo.

El presente documento, resume las actividades realizadas, las consideraciones y criterios utilizados para lograr una planificación coordinada de los Contratistas Civil Principal y Electromecánico Principal con miras a lograr la puesta en operación de las unidades de generación en las fechas inicialmente previstas por EDELCA para la primera unidad en julio de 2012.

El mismo se estructuró en seis capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo I. “**El Problema**” conformado por el planteamiento del problema, donde se expresan, entre otros, los objetivos generales y específicos, justificación y alcance del estudio.

Capítulo II. “**Marco Referencial**” describe los aspectos que estructuran el sector donde se desarrolló la investigación, permitiendo obtener los motivos que dieron origen a la investigación y conocer las características generales de la organización.

Capítulo III. “**Marco Teórico**” constituido por fundamentos teóricos y la definición de términos básicos.

Capítulo IV. “**Marco Metodológico**” integrado por el tipo de investigación, instrumentos de recolección de datos y análisis de datos.

Capítulo V. “**Análisis de los Resultados**” se muestra el análisis de los resultados obtenidos durante la investigación.

Capítulo VI. Se presentan las Conclusiones y Recomendaciones.

Finalmente, se presenta la bibliografía utilizada en la investigación y un conjunto de anexos relacionados con el estudio realizado.

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA), filial de la Corporación Eléctrica Nacional¹, adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, es la empresa de generación hidroeléctrica más importante de Venezuela. Forma parte del conglomerado industrial ubicado en la región Guayana, conformado por las empresas básicas del aluminio, hierro, acero, carbón, bauxita y actividades afines (EDELCA, 2009 a).

EDELCA opera las Centrales Hidroeléctricas: “Simón Bolívar” en Guri, con una capacidad instalada de 10.000 Megavatios, considerada la segunda en importancia en el mundo, “Antonio José de Sucre” en Macagua con una capacidad instalada de 3.140 Megavatios y “Francisco de Miranda” en Caruachi que tiene una capacidad instalada de 2.280 megavatios (EDELCA, 2009 a).

Las caudalosas aguas del río Caroní, al sur del país, le permiten a EDELCA producir electricidad en armonía con el ambiente, a un costo razonable y con un significativo ahorro de petróleo.

¹ Se crea la sociedad anónima Corporación Eléctrica Nacional S.A., adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, como una empresa operadora estatal encargada de la realización de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de potencia y energía eléctrica (Decreto N° 5.330, Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico).

Para transportar la energía eléctrica, EDELCA posee una extensa red de líneas de transmisión que superan los 5.700 Km. cuyo sistema a 800 mil voltios es el quinto sistema instalado en el mundo con líneas de Ultra Alta Tensión en operación (EDELCA, 2009 a).

EDELCA aporta cerca del 70% de la producción nacional de electricidad a través de sus Centrales Hidroeléctricas Simón Bolívar en Guri, Antonio José de Sucre en Macagua y Francisco de Miranda en Caruachi.

La energía promedio anual que aportará el conjunto de Centrales del Bajo Caroní al Sistema Eléctrico Nacional asciende a 88.500 Gigavatio hora por año (GWh/año) (EDELCA, 2009 a).

En la actualidad, el conjunto de las centrales: Guri/Macagua/Caruachi entrega una energía promedio de 76.440 GWh/año y la central hidroeléctrica Manuel Piar en Tocomá completará el desarrollo del potencial energético del bajo caroní con una energía promedio anual de 12.060 GWh/año, siendo una de las mejores bondades de este proyecto la poca fluctuación de los niveles, tanto aguas arriba como aguas abajo, que beneficiará a la generación de una mayor cantidad de energía firme, utilizando de manera óptima la capacidad de regulación que ofrece el embalse de Guri (EDELCA, 2009 a).

Partiendo de los niveles de consumo de energía eléctrica registrados en el Sistema Interconectado Nacional para el año 2004 y considerando un escenario optimista de crecimiento interanual promedio del 4,6%, el consumo de energía eléctrica para los años 2010 y 2020 serían de 127 y 196 Teravatios hora (TWh) respectivamente. A título de referencia, el incremento interanual promedio de los últimos diez años (1995-2004) ha sido de 3,65% (EDELCA, 2009 b).

La Figura 1 presenta el balance del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para el período 2008-2015. En el mismo se observa que para los años 2012 y 2013, durante los cuales se tiene prevista la puesta en funcionamiento de las unidades del proyecto Tocomá, la demanda de energía eléctrica superará a la oferta firme proveniente de toda la capacidad de generación de las plantas actualmente instaladas, y de las plantas que se encuentran actualmente en diferentes etapas de su construcción, incluyendo a Tocomá (EDELCA, 2009 b).

Lo anterior indica que en cualquiera de los casos de entrada en servicio de esta central hidroeléctrica, será necesario incrementar el portafolio de proyectos de generación y ejecutarlo oportunamente para poder satisfacer las exigencias de energía eléctrica del país.

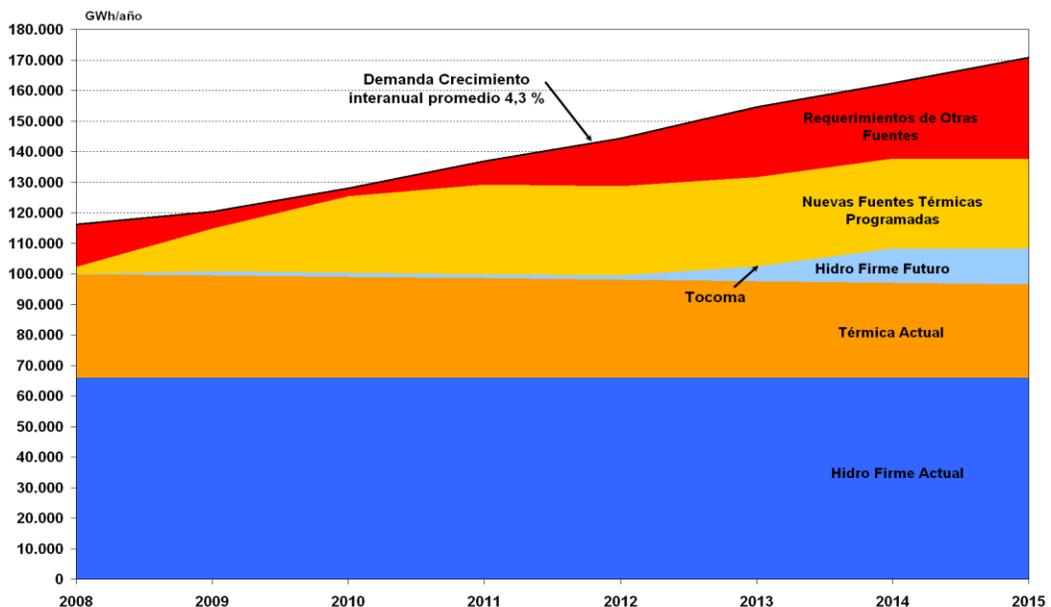


Figura 1. Balance de Energía Eléctrica del SEN 2008-2015
Fuente: EDELCA (2009 b)

En enero de 2002 se dio inicio a la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Tocoma, mediante el cual se construye la Central Hidroeléctrica “Manuel Piar”, que constará de diez (10) unidades generadoras de 216 MW cada una, para una capacidad instalada de 2.160 MW, con una energía promedio de 11.900 GWh/año y una energía firme de 12.060 GWh/año. Una vez en operación, esta Central contribuirá a satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica en el país, fundamentalmente en la Región Guayana.

Dada su importancia estratégica para el país, el Proyecto Tocoma fue declarado “Proyecto de Prioridad Nacional”, por el Ciudadano Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, mediante el punto N° 2 de la cuenta 003-02 de la Corporación Venezolana de Guayana, de fecha 24 de enero de 2002, en ocasión de la puesta en marcha de los trabajos de construcción.

Para la ejecución del Proyecto Tocoma, EDELCA diseñó y estableció un Plan Maestro de Construcción que permitió definir las fechas claves de puesta en marcha de las 10 unidades del proyecto. Dentro de este cronograma, la puesta en operación de la primera unidad generadora estaba prevista para el mes de julio de 2012, y sucesivamente cada dos o tres meses entrarían en operación las restantes unidades, con lo cual la décima unidad estaría en marcha en marzo de 2014.

Para cumplir con esta meta se diseñó el esquema de contratación del proyecto y se llevaron adelante los correspondientes procesos de licitación, cuidando que las actividades correspondientes a los diferentes contratos estuviesen acopladas al Plan Maestro, logrando la continuidad del proyecto y evitando interferencias entre contratistas. En consecuencia, los pliegos de licitación de ambos contratos fueron elaborados de forma tal que los hitos que implican interacción entre ambos contratistas fuesen coincidentes y se

establecieron en los pliegos como “Fechas de Actividades Claves”, base sobre la cual ambos contratistas elaboraron sus ofertas y sus programas de trabajo.

Debido a la demora en la formalización del Contrato de Préstamo con la Corporación Andina de Fomento (CAF) para el financiamiento del contrato de los Equipos Electromecánicos Principales, actualmente el Plan Maestro del Proyecto presenta un atraso de ocho meses en las metas de incorporación de las unidades de generación al Sistema Eléctrico Nacional, colocando la primera unidad en marzo de 2013, aunado al hecho de que el Contrato Civil Principal fue firmado conforme al Plan Maestro del Proyecto, presentándose un desajuste entre ambos programas de trabajo, con el consecuente riesgo de reclamos por parte de los contratistas, debido a la indisponibilidad de áreas o de equipos, requeridos para poder cumplir con actividades que son inherentes a cada contrato.

Asimismo, la ocurrencia de eventos imprevistos durante la ejecución de los trabajos de Construcción de las Obras Civiles Principales, han ocasionado atraso en el programa de este Contrato, impactando el Plan Maestro del Proyecto en cinco (5) meses y medio, los cuales son causas no imputables al contratista civil principal, pero que pudiera extenderse hasta catorce meses, por lo cual se hace necesario implementar acciones de aceleración, adelantamiento y coordinación de ciertas actividades de ambos contratos principales (civil y electromecánico), a los fines de acoplar los programas de trabajo de ambos contratistas para recuperar las fechas metas de generación.

Es de señalar que los principales esfuerzos del contratista electromecánico principal, están orientados a la aceleración de los trabajos de ingeniería y

fabricación de equipos, manteniendo los tiempos de montaje en el sitio. En lo que respecta a las obras civiles principales, se requiere del cambio de metodología constructiva con factibilidad técnica, especialmente en el área de la Casa de Máquinas.

Para la viabilidad del Plan Maestro original del Proyecto Tocomá, se requiere tomar decisiones y ejecutar las acciones que deben llevarse a cabo oportunamente, para que los contratistas puedan establecer la logística correspondiente con sus proveedores y subcontratistas, que aseguren a EDELCA cumplir con la incorporación de las unidades de generación de Tocomá en las fechas compromiso establecidas con la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC).

Con la recuperación del Plan Maestro del Proyecto Tocomá, adelantando la entrada en operación comercial de la primera unidad, de marzo 2013 a julio 2012, así como también el adelantamiento de las restantes unidades, se consigue un beneficio energético firme de 5.652 GWh durante el período a recuperar.

Por otra parte, tal y como se indicó anteriormente, para el año de la puesta en funcionamiento de las primeras unidades de Tocomá, la demanda de energía eléctrica superará a la oferta firme proveniente de toda la capacidad de generación de las plantas instaladas, y de las plantas que se encuentran actualmente en etapa de construcción, incluyendo a Tocomá, razón por la cual es de suma importancia cumplir con la entrada en servicio de esta central hidroeléctrica y todos los proyectos termoeléctricos que estén en ejecución.

Es importante destacar que durante la etapa de planificación del proyecto se tomó especial interés en cuidar que la interrelación de las actividades correspondientes a los contratos relativos a las obras civiles principales (1.1.104.003.05) y las previstas para los equipos electromecánicos principales (3.1.104.001.03), se encontraran acopladas a los trabajos que ejecutarían ambos contratistas. El objetivo era lograr que los hitos que implican interacción entre ambos contratistas coincidieran y estuvieran claramente especificados como “Fechas de Actividades Claves”, y base sobre la cual ambos contratistas elaboraron sus ofertas y sus programas de trabajo. Sin embargo, producto del retraso en la firma del contrato de equipos electromecánicos principales, el desfase de las fechas claves de ambos contratistas supera los ocho (8) meses, por lo que la nueva fecha de puesta en operación de la primera unidad generadora es marzo de 2013.

En conocimiento de las necesidades energéticas, consideradas de interés estratégico para el país, EDELCA exploró la posibilidad de optimizar la lógica y las fechas del Programa General del Proyecto a la fecha más temprana posible desde el punto de vista técnico y programático y llevar a cabo evaluaciones y análisis de los potenciales costos que pudieran estar involucrados en esta optimización.

EDELCA solicitó formalmente a los dos Contratistas Principales del Proyecto propuestas para la optimización de las fechas contractuales vigentes en sus respectivos contratos, con el propósito de explorar las posibilidades técnicas de un adelantamiento y la conveniencia económica asociada a una optimización programática.

Un programa de construcción optimizado resulta técnicamente factible para garantizar las fechas de generación comercial comenzando con la primera

unidad en el mes de julio del 2012, con la ejecución, de acciones apropiadas, implementación de recursos suficientes en cantidad y calidad, así como con el establecimiento de logística eficaz y con la disponibilidad de los suministros, equipos y plantas de construcción y fabricación adicionales a las originalmente previstos en el contexto de una adecuada coordinación programática entres ambos contratistas.

No obstante, la ejecución de este tipo de proyectos involucra una serie de riesgos que pueden dificultar el cumplimiento de programa optimizado.

El Project Management Institute (PMI) (2004), define el macro proceso del área del conocimiento de la Gerencia de Riesgo del Proyecto como aquel que *“incluye los procesos relacionados con la dirección de la planificación de la gerencia del riesgo, identificación, análisis, respuestas y monitoreo y control de un proyecto; la mayoría de ellos se actualizan durante el desarrollo. Los objetivos de la Gerencia de Riesgo del Proyecto son incrementar la probabilidad e impacto de los eventos positivos y reducir la probabilidad e impacto de los eventos adversos al proyecto”* (p.237). Para el PMI el proceso incluye un conjunto de sub procesos prácticamente secuenciales: Planificación de la Gerencia del Riesgo, Identificación, Análisis Cualitativo, Análisis Cuantitativo, Planificación de la Respuesta y Monitoreo y Control.

Adicionalmente, EDELCA está actualmente involucrada de manera activa en los estudios de seguridad de presas con la Universidad de Valencia, España y en otros estudios que han sido desarrollados para el sistema de presas del Bajo Caroní con contenido metodológico de la misma naturaleza.

Los estudios de riesgos en seguridad de presas se inscriben en el conjunto de tres categorías mencionadas en el Boletín 130 sobre Risk Assessment in

Dam Safety Management publicado por el International Commission of Large Dams (ICOLD) (2003):

- 1) Análisis basados en los estándares en los que los riesgos se controlan siguiendo reglas establecidas para el diseño, eventos y cargas, capacidad estructural, coeficientes de seguridad y medidas de protección.
- 2) Análisis cualitativos en los que se utilizan escalas verbales descriptivas o escalas de ranking numérico que definen la magnitud de las consecuencias potenciales y las posibilidades de que las consecuencias se produzcan; el término posibilidad se utilizará en este documento como la descripción cualitativa de una probabilidad o una frecuencia de ocurrencia.
- 3) Análisis cuantitativos fundamentados en valores numéricos de las consecuencias potenciales y su posibilidad de ocurrencia, con el objetivo que tales valores constituyan una representación válida de la magnitud real de las consecuencias y de la probabilidad de ocurrencia en los escenarios que van a ser examinados.

Los análisis en cualquiera de sus formas constituyen un subconjunto de la valoración del riesgo, definida ésta por el ICOLD como el proceso de toma de decisiones relativo a la calificación tanto de la tolerabilidad del riesgo como de las medidas de control existentes y en el caso de calificación negativa de las medidas, a la determinación de soluciones alternas que se justifiquen o que serán implementadas. El otro subconjunto de la valoración está representado por la evaluación, definida como el proceso de examinar y juzgar la significación del riesgo; la etapa de valoración corresponde al punto en el que los valores y los juicios de valor entran en el proceso decisorio y se incluyen consideraciones sobre la importancia de los riesgos estimados y las consecuencias asociadas de tipo social, ambiental o económico que

identifiquen el rango de alternativas para ejecutar la gerencia del riesgo. La representación gráfica de los conceptos valoración, análisis y evaluación referidos, se muestra en la figura 2.

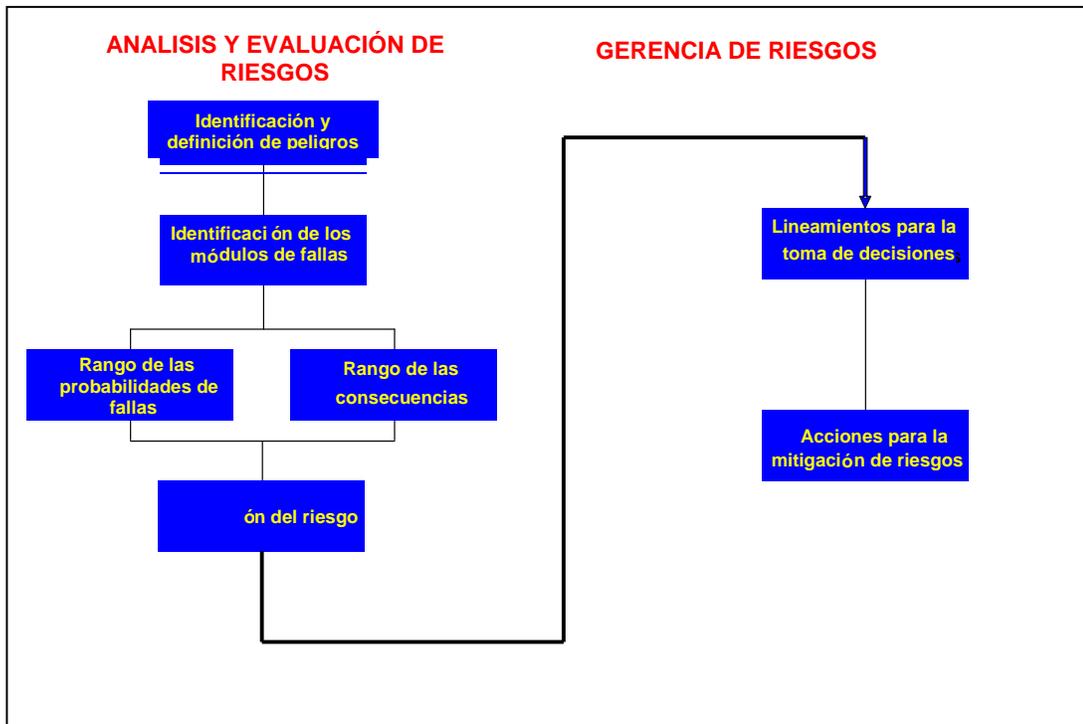


Figura 2. Representación de la Valoración del Riesgo
 Fuente: Preparado con la información del Boletín 130 del ICOLD (2003)

Aún cuando el estudio no se corresponde con la seguridad de presas como tal, las actividades de identificación y definición de riesgos y peligros, rangos de las consecuencias y estimación del riesgo – de la figura 2 – serán los elementos a considerar. Nótese que dentro del subconjunto análisis de riesgo, en la figura 2, se incluye la actividad de identificación de modos de falla de los componentes de las presas, una forma de identificar la vulnerabilidad de un sistema y a la que se asociará con la respuesta del sistema en observación ante la ocurrencia del riesgo.

El Centro para Toxicología de la Universidad de Arizona (2004), define el riesgo como la posibilidad de sufrir un daño por la exposición a un peligro y peligro es la fuente del riesgo y se refiere a una substancia o a una acción que puede causar daño. En la terminología de este Trabajo Especial de Grado, se denominará peligro la manifestación de un evento que puede generar daños a un sistema en observación. En general los peligros pueden ser del tipo natural, cuando se presentan como resultado de la manifestación de agentes de riesgo natural (sismo, inundación, sequía, viento, tormentas eléctricas); del tipo tecnológico cuando se producen por agentes de riesgo técnico o tecnológico (falla de una presa por erosión); o pueden ser del tipo antrópico, cuando se generan por una equivocada intervención de la mano del hombre (mala operación de los sub componentes de una presa).

Por lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuáles serían los riesgos y/o peligros asociados a diferentes escenarios de acción considerando los programas “obras civiles” y “equipos electromecánicos” del Proyecto Tocomá, para optimizar el Programa de Construcción del Proyecto y su fecha más temprana de Puesta en Marcha?

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

A través de este trabajo, se pretende presentar la caracterización de los riesgos y/o peligros asociado a diferentes escenarios de acción considerando los programas “obras civiles” y “equipos electromecánicos” del Proyecto Tocomá, para acelerar el Programa de Construcción del Proyecto y su fecha más temprana de Puesta en Marcha. Esta propuesta permitirá a EDELCA, tomar decisiones y ejecutar las acciones que deben llevarse a cabo oportunamente, para que los contratistas, puedan establecer las logísticas correspondientes con sus proveedores y subcontratistas, que aseguren a

EDELCA cumplir con la incorporación de las unidades de generación de Tocomá en las fechas compromiso establecidas con la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC).

Con la recuperación del Plan Maestro del Proyecto, adelantando la entrada en operación comercial de la primera unidad, de marzo 2013 a julio 2012; así como también, el adelantamiento de las restantes Unidades, se consigue un beneficio energético firme de 5.652 GWh durante el período a recuperar.

Por otra parte, para los años de la puesta en funcionamiento de las primeras unidades de Tocomá, la demanda de energía eléctrica superará a la oferta firme proveniente de toda la capacidad de generación de las plantas instaladas, y de las plantas que se encuentran actualmente en etapa de construcción, incluyendo a Tocomá; razón por la cual es de suma importancia cumplir con la entrada en servicio de esta central hidroeléctrica y todos los proyectos termoeléctricos que estén en ejecución.

Finalmente, desde el punto de vista estratégico, se debe considerar que la viabilidad del Plan Maestro del Proyecto Tocomá, dada la situación actual del Sistema Eléctrico Nacional, significa una definición más clara de los esfuerzos del Ejecutivo Nacional en la obtención de recursos destinados a financiar obras en este sector. En este sentido, los beneficios energéticos asociados al Proyecto Tocomá, apalancarían el desarrollo de la industria nacional, que podrían cuantificarse en una producción estimada de 314 toneladas métricas de aluminio, por ejemplo, equivalentes a 500 millones de dólares americanos, lo que representaría una generación de 15.800 empleos directos e indirectos, cumpliendo con el objetivo principal de lograr el bienestar de la colectividad, al cubrir parte de la demanda energética

nacional, de acuerdo con lo contemplado en el Plan de Desarrollo Económico y Social correspondiente al período 2007-2013.

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

Por todo lo anteriormente expuesto y para responder la pregunta de investigación planteada para el presente estudio se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Presentar la caracterización de los riesgos y peligros asociados a escenarios de acción considerando los programas “obras civiles” y “equipos electromecánicos” del proyecto Tocoma.

Objetivos Específicos:

Para lograr el objetivo general es necesario alcanzar los siguientes objetivos parciales o específicos:

1. Describir el Proyecto Tocoma, caracterizando los contratos “Obras Civiles” y “Equipos Electromecánicos”.
2. Identificar y categorizar los peligros y riesgos para los contratos civil y electromecánico del Proyecto Tocoma.
3. Determinar las probabilidades de ocurrencia de los riesgos identificados así como sus consecuencias.
4. Establecer acciones para el tratamiento (respuesta) a los riesgos identificados.

5. Recomendar un escenario para la puesta en marcha del Proyecto, que se infiera como el más beneficioso para el desarrollo de las negociaciones con los dos Contratistas Principales.

1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance de este estudio comprende el desarrollo de todos aquellos pasos necesarios para presentar una aproximación cuantitativa a la estimación del riesgo asociada a la definición de un escenario para la puesta en marcha del Proyecto Tocomá, que se infiera como el más recomendable para el desarrollo de las acciones a tomar con los dos Contratistas Principales, a fin de lograr la recuperación de las fechas de entrada en operación comercial de las diez (10) unidades generadoras.

Para darle respuesta a la pregunta de la investigación planteada se realizará el análisis considerando la evaluación de cuatro escenarios, como son:

1. **Escenario A:** Optimización de los programas de construcción de los dos Contratistas Principales del proyecto, con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad en julio 2012.
2. **Escenario B:** Adecuación del programa de construcción de las Obras Civiles al programa de construcción de las Obras Electromecánicas, con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad en marzo 2013.
3. **Escenario C:** Optimización de los programas de construcción de los dos Contratistas Principales del proyecto, actualizados según la situación real de los contratos, con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad entre enero y marzo de 2013.

4. **Escenario D:** Ajustes a cada programa de construcción con acciones puntuales y actualizadas según la situación real de los contratos – con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad lo más temprano posible compatible con este escenario, que resulta entre julio y agosto de 2013.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

Dentro del marco referencial se describen los aspectos que estructuran el sector donde se desarrolla la investigación, permitiendo obtener los motivos que dieron origen a la investigación y conocer las características generales de la organización, las cuales son necesarias para obtener el mejor entendimiento del mismo y los resultados esperados en dicho contexto. Este capítulo se inicia con una breve descripción de la empresa identificando la razón de ser de la organización y las unidades de negocio que la conforman y finalmente describe la condición actual de la empresa con respecto a los riesgos presentes en el proyecto Tocomá.

2.1. LA EMPRESA

Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA), filial de la Corporación Eléctrica Nacional, adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, es la empresa de generación hidroeléctrica más importante que posee Venezuela. Forma parte del conglomerado industrial ubicado en la región Guayana, conformado por las empresas básicas del aluminio, hierro, acero, carbón, bauxita y actividades afines (EDELCA, 2009 a).

El área de generación de EDELCA se ubica en la cuenca del río Caroní. Esta cuenca hidrográfica cubre aproximadamente 92.170 Km² que representan el 10,5% del territorio venezolano, la misma posee el mayor potencial hidroeléctrico de Venezuela y uno de los mayores del mundo (EDELCA, 2009 a).

El desarrollo de todas las potencialidades del río Caroní permitirá una producción de electricidad de 120.000 GWh por año (EDELCA, 2009 a).

La región de la cuenca del río Caroní está situada en el estado Bolívar, al sureste de Venezuela, aproximadamente entre 3° 40´ y 8° 40´ de latitud Norte y entre 60° 50´ y 64° 10´ de longitud Oeste. Esta cuenca hidrográfica cubre aproximadamente 95.000 Km² (10.5 por ciento del territorio Venezolano) (EDELCA, 2009 a).

2.2. VISIÓN

Generar, transmitir y distribuir energía eléctrica, de manera confiable segura y en armonía con el ambiente ; a través del esfuerzo de mujeres y hombres motivados, capacitados , comprometidos y con el mas alto nivel ético y humano; enmarcado todo los planes estratégicos de la nación, para contribuir con el desarrollo social, económico, endógeno y sustentable del país (EDELCA, 2009 b).

2.3. MISIÓN

Empresa estratégica del estado, líder del sector eléctrico, pilar del desarrollo y bienestar social, modelo de ética y referencia en estándares de calidad, excelencia, desarrollo tecnológico y uso de nuevas fuentes de generación, promoviendo la integración latinoamericana y del caribe (EDELCA, 2009 b).

2.4. VALORES

-  Respeto
-  Honestidad
-  Responsabilidad _
-  Humanismo
-  Compromiso
-  Solidaridad
-  Humildad

Respeto

Trato justo, digno y tolerante, valorando las ideas y acciones de las personas, en armonía con la comunidad, el ambiente y el cumplimiento de las normas, lineamiento y políticas de la organización.

Honestidad

Gestionar de manera transparente y sincera de los recursos de la empresa, con sentido de equidad y justicia, conforme al ordenamiento jurídico, normas, lineamientos y políticas para generar confianza dentro y fuera de la organización.

Responsabilidad

Cumplir en forma oportuna, eficiente y con calidad los deberes y obligaciones, basados en las leyes, normas y procedimientos establecidos, con lealtad, honestidad, ética y profesionalismo para el logro de los objetivos y metas planteadas.

Humanismo

Valoración de la condición humana, en la convivencia solidaria, sensibilidad ante las dificultades, necesidades y carencias de los demás, manifestada en acciones orientadas al desarrollo integral y al bienestar individual y colectivo.

Compromiso

Disposición de los trabajadores y la organización para cumplir los acuerdos, metas, objetivos y lineamiento establecidos con constancia y convicción, apoyando el desarrollo integral de la nación.

Solidaridad

Actitud permanente y espontánea de apoyo y colaboración para contribuir a la solución de situaciones que afectan a los trabajadores y comunidades, para mejorar su calidad de vida.

Humildad

Capacidad de reconocer y aceptar las fortalezas y debilidades, expresadas en la sencillez de los trabajadores, que permita la apertura al crecimiento humano y organizacional.

2.5. OBJETIVO GENERAL DE LA EMPRESA:

La empresa CVG EDELCA tiene como objetivo primordial ser una empresa líder en la prestación del servicio eléctrico, comprometida con la conservación del medio ambiente, con un mercado diversificado a nivel nacional e internacional, dotada de tecnología de vanguardia y conformada por un recurso humano competente, orientada a la obtención de adecuados índices de calidad, rentabilidad y eficiencia, que satisfagan los requerimientos de sus clientes, empleados, accionistas, proveedores y el desarrollo sustentado integral del país (EDELCA, 2009 b).

2.6. FUNCIONES DE LA EMPRESA

- Electrificación del Caroní (EDELCA) opera y mantiene las instalaciones eléctricas de distribución.
- Es responsable por la prestación del Servicio Eléctrico en los diferentes estados, en consecuencia, deberán desarrollar inversiones y planes de desarrollo.

- La sociedad mercantil Electrificación del Caroní C.A (EDELCA) asumirá la construcción, operación y mantenimiento de las plantas o centrales de Generación Hidroeléctrica que se encuentran en el territorio nacional.
- Electrificación del Caroní (EDELCA) es responsable por la operación y mantenimiento de las plantas o centrales de Generación Hidroeléctricas, en consecuencias, deberá desarrollar inversiones y planes de desarrollo en esas plantas asignadas.
- Electrificación del Caroní C.A (EDELCA) asumirá la operación y mantenimiento de las líneas de transmisión de potencia y energía eléctrica.
- Generar, transmitir y distribuir energía eléctrica a nivel nacional.

2.7. ESTRUCTURA MATRICIAL

En la intención de enmarcar el manejo de los proyectos bajo la metodología de Gerencia de Proyectos, la Dirección de Expansión de Generación adoptó una estructura de tipo matricial en sustitución de la estructura piramidal tradicionalmente utilizada. Esta nueva estructura en uso por la Dirección de Expansión de Generación es la denominada teóricamente como “Estructura Matricial Fuerte” (Figura N° 3) según los Fundamentos de Dirección de Proyectos. (PMI, 2004, p. 31).

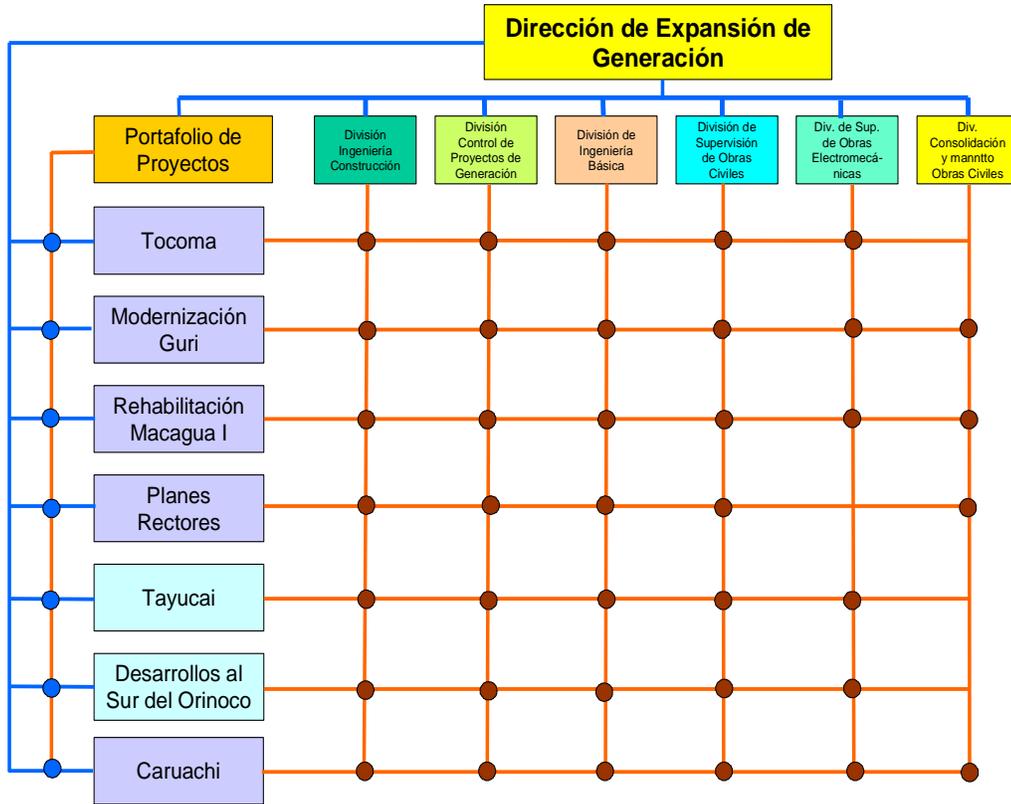


Figura 3. Organización Matricial Dirección de Expansión de Generación
 Fuente: EDELCA (2009 a)

Específicamente para el proyecto Tocoma tenemos la estructura matricial siguiente:

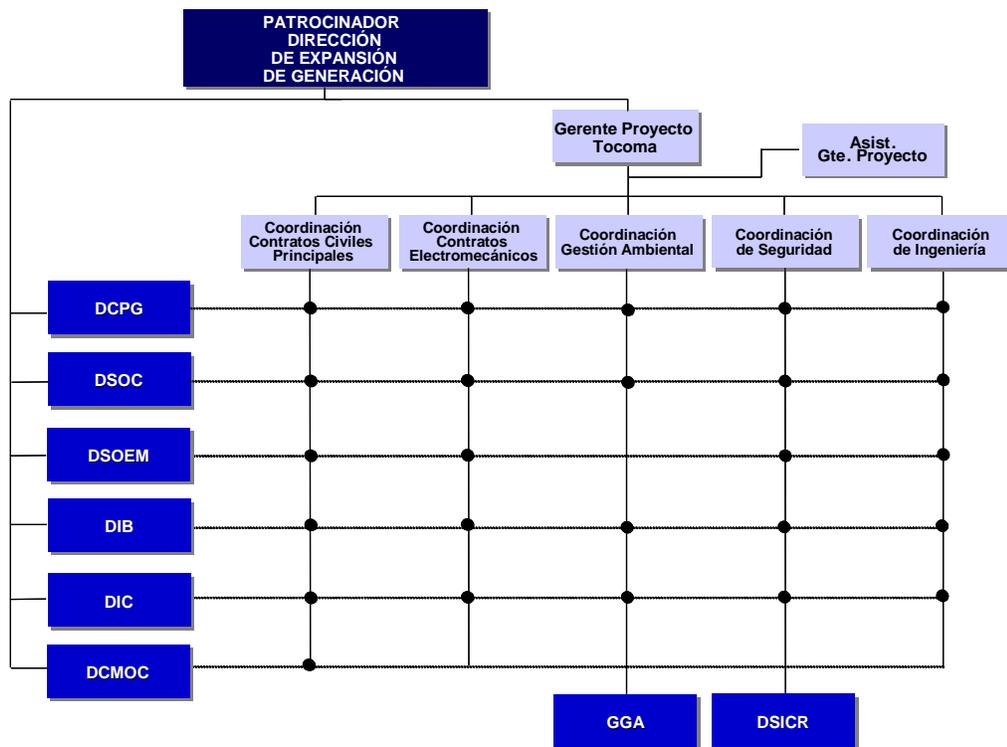


Figura 4. Organización Matricial Gerencia del Proyecto Tocomá
Fuente: EDELCA (2009 a)

La estructura matricial establecida para los miembros del Equipo Dedicado y Equipo Ampliado define claramente las jerarquías. El Gerente del Proyecto (Líder) es el principal responsable de rendir cuentas ante el patrocinador u otros entes de Edelca que lo requieran.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

Planteado el problema a estudiar, se hace necesario establecer el marco teórico-conceptual que orienta el estudio y lo ubica en el contexto en el cual se quiere trabajar. Por esta razón se describen en este capítulo los antecedentes de la investigación así como las bases teóricas relacionados con: proyectos, gerencia de proyectos y gestión de riesgos en los proyectos. El objetivo es orientar al lector en los conceptos en que se apoyará el trabajo de investigación.

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El establecimiento de los antecedentes se materializa a través de una revisión de la literatura referente a tópico en estudio. En tal sentido, Pérez (2002) señala “...la revisión de los antecedentes consiste en el análisis de investigaciones iguales o similares realizadas en nuestro campo de estudio...” (p. 58). En relación al tema en estudio, sobre la caracterización de los riesgos y peligros asociados a los programas “obras civiles” y “equipos electromecánicos” del proyecto tocoma, no se encontró información de Trabajos Especiales de Grado relacionados.

3.2. BASES TEÓRICAS

Pérez (2002) establece que bases teóricas es “el conjunto actualizado de conceptos, definiciones, nociones, principios, etc., que explican la teoría principal del tópico a investigar” (p. 59).

3.2.1. Proyecto, Definición y Características

Un proyecto es un esfuerzo planificado, temporal y único, realizado para crear productos o servicios únicos que agreguen valor o provoquen un cambio beneficioso.

El PMI (2004), define a proyecto como: *“esfuerzo temporal para crear un producto, servicio o resultado único”* (p. 5).

Palacios (2007) establece que proyecto puede ser definido como *“un conjunto de actividades orientadas a un fin común, que tienen un comienzo y una terminación”* (p. 17).

En conclusión, un proyecto es un grupo de tareas orientadas a crear un producto o servicio único. Estas tareas son ejecutadas por un equipo en un período de tiempo definido y organizadas bajo la dirección de un Gerente de Proyecto, el cual contempla un presupuesto aprobado para su ejecución.

3.2.1.1. Características:

Las características fundamentales de un proyecto son la temporabilidad del trabajo y el resultado final que es un producto o servicio único:

- ✓ Temporal: significa que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, o cuando la necesidad del proyecto ya no exista y el proyecto sea cancelado (PMI, 2004).
- ✓ Productos, servicios o resultados únicos: un proyecto crea productos entregables únicos. Productos entregables son productos, servicios o resultados (PMI, 2004).

3.2.1.2. Fases de un Proyecto

En el transcurso de la vida de una idea se puede identificar claramente un período delimitado como el proyecto, definido como actividades

únicas y temporales, que consumen recursos y que se ejecutan para obtener los productos deseados.

De una forma general, todo proyecto puede pasar por una serie de fases en su ciclo de vida particular: parte del inicio, luego continúa con una serie de actividades que se pueden agrupar en una fase intermedia y finalmente se efectúa el cierre, tal y como se indica en la figura 5.

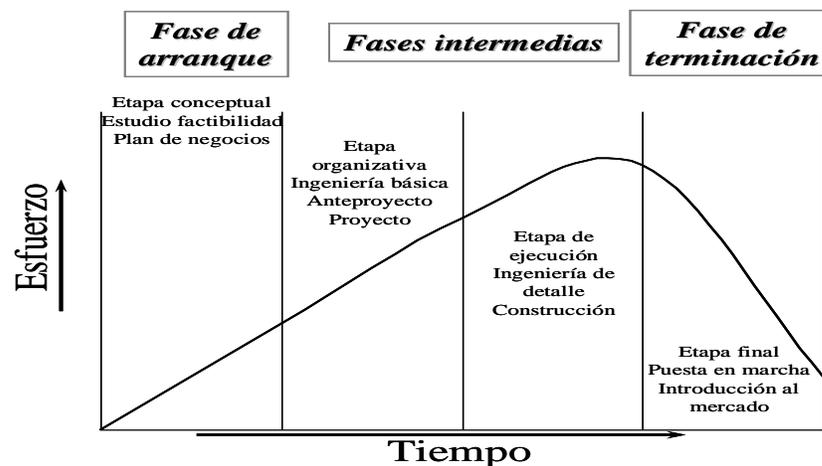


Figura 5. Fases de un Proyecto
Fuente: Palacios (2007)

Para lograr las metas planteadas, EDELCA ha adoptado un programa de mejoramiento continuo basado en: Preparación de un enfoque de cinco (5) Fases para el desarrollo y la ejecución de proyectos, tal y como se indica en la figura 6.

Fase 1 Planificación	Fase 2 Análisis de Alternativas	Fase 3 Definición	Fase 4 Implementación	Fase 5 Evaluación
OBJETIVOS:	OBJETIVOS:	OBJETIVOS:	OBJETIVOS:	OBJETIVOS:
Definir Oportunidades y/o Necesidades Verificar con objetivos estratégicos Evaluación preliminar del Caso de Negocio Planificar la Fase 2	Generar Alternativas Valorar cada alternativa Considerada Seleccionar la mejor alternativa Aplicar las practicas del mejoramiento de Valor Pertinentes (VIP) Planificar la Fase 3	Definir completamente el Alcance (Ing. Basica/Diseño) Obtener Permisología Regulatoria Desarrollar PEP detallado Aplicar las practicas del mejoramiento de Valor Pertinentes (VIP) Mejorar Estimación de Costo Evaluación Económica Confirmar las estimaciones, que se ajusten al Caso de Negocio	Implementar Plan de Ejecución del Proyecto PEP Firmar y ejecutar Contratos Ingeniería de detalle, Procura y Construcción Finalizar el Plan de Operación Recoger, analizar y comparar lecciones aprendidas e indicadores del proyecto	Operar las facilidades Monitorear el rendimiento "Benchmark" desempeño contra los objetivos y competidores Compartir los resultados y lecciones aprendidas Evaluación continua, identificación de oportunidades de mejora

Figura 6. PGP EDELCA
Fuente: EDELCA (2009 c)

3.2.2. Gerencia de Proyectos

Gerencia de proyectos es la disciplina de organizar y administrar los recursos, de forma tal que un proyecto dado sea terminado completamente dentro de las restricciones de alcance, tiempo y coste planteados a su inicio.

Palacios (2007) la define como la aplicación sistemática de una serie de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para alcanzar o exceder los requerimientos de todos los involucrados con un proyecto. (p. 47).

Los cambios empresariales hacia estándares más exigentes de competitividad, calidad, agilidad de gestión y rigor organizacional mundial están creando una tendencia hacia gestionar las actividades empresariales por medio de la dirección de proyectos.

El PMI (2004), define la dirección de proyectos como: “aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto.

La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de dirección de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. El director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto” (p. 8).

La dirección de un proyecto incluye:

- Identificar los requisitos.
- Establecer unos objetivos claros y posibles de realizar.
- Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costes.
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de los diferentes interesados.

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requisitos del mismo. La dirección de proyectos se logra mediante la ejecución de procesos, usando conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas de dirección de proyectos que reciben entradas y generan salidas.

3.2.2.1 Procesos de la Gerencia de Proyectos

Serie de acciones con el objeto de obtener productos o servicios eficazmente acabados a través de emprendimientos temporales para los cuales se cuenta con una serie de recursos que deben ser utilizados de manera óptima si se quiere asegurar la ejecución cabal de cada fase del proyecto, desde su conceptualización hasta su puesta en marcha y cierre administrativo.

El PMI (2004) describe los cinco Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos requeridos para cualquier proyecto. Estos cinco Grupos de Procesos tienen dependencias claras y se llevan a cabo siguiendo la misma

secuencia en cada proyecto. Son independientes de los enfoques de las áreas de aplicación o de la industria. Los grupos de procesos individuales y los procesos individuales que los componen a menudo se repiten antes de concluir el proyecto. Los procesos que los componen también pueden tener interacciones dentro de un grupo de procesos y entre los grupos de procesos.

Los cinco grupos de procesos son:

1. Grupo de Procesos de Iniciación. Define y autoriza el proyecto o una fase del mismo.
2. Grupo de Procesos de Planificación. Define y refina los objetivos, y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.
3. Grupo de Procesos de Ejecución. Integra a personas y otros recursos para llevar a cabo el plan de gestión del proyecto para el proyecto.
4. Grupo de Procesos de Seguimiento y Control. Mide y supervisa regularmente el avance, a fin de identificar las variaciones respecto del plan de gestión del proyecto, de tal forma que se tomen medidas correctivas cuando sea necesario para cumplir con los objetivos del proyecto.
5. Grupo de Procesos de Cierre. Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado, y termina ordenadamente el proyecto o una fase del mismo.

Los grupos de procesos de dirección de proyectos están relacionados por los resultados que producen. La salida de un proceso, por lo general, se

convierte en una entrada a otro proceso o es un producto entregable del proyecto. El grupo de procesos de planificación proporciona al grupo de procesos de ejecución un plan de gestión del proyecto documentado y un enunciado del alcance del proyecto, y a menudo actualiza el plan de gestión del proyecto a medida que avanza el proyecto. Además, los grupos de procesos pocas veces son eventos discretos o que ocurren una única vez; son actividades superpuestas que se producen con distintos niveles de intensidad a lo largo del proyecto. La figura 7 ilustra cómo interactúan los grupos de procesos y el nivel de superposición en distintos momentos dentro de un proyecto. Si el proyecto se divide en fases, los grupos de procesos interactúan dentro de una fase del proyecto y también pueden entrecruzarse entre las fases del proyecto.

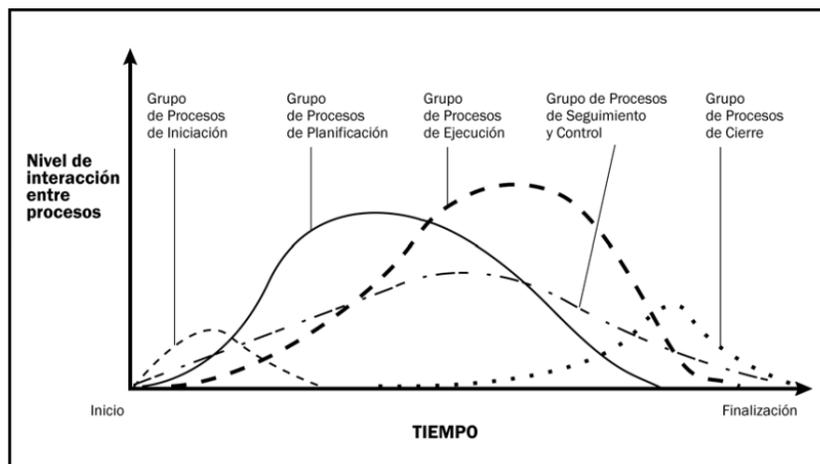


Figura 7. Los grupos de procesos interactúan en un proyecto
Fuente: PMI (2004)

3.2.2.2 Áreas de Conocimiento en la Gerencia de Proyecto

El PMI (2004), organiza los 44 procesos de dirección de proyectos de los Grupos de Procesos en nueve áreas de Conocimiento, según se describe a continuación:

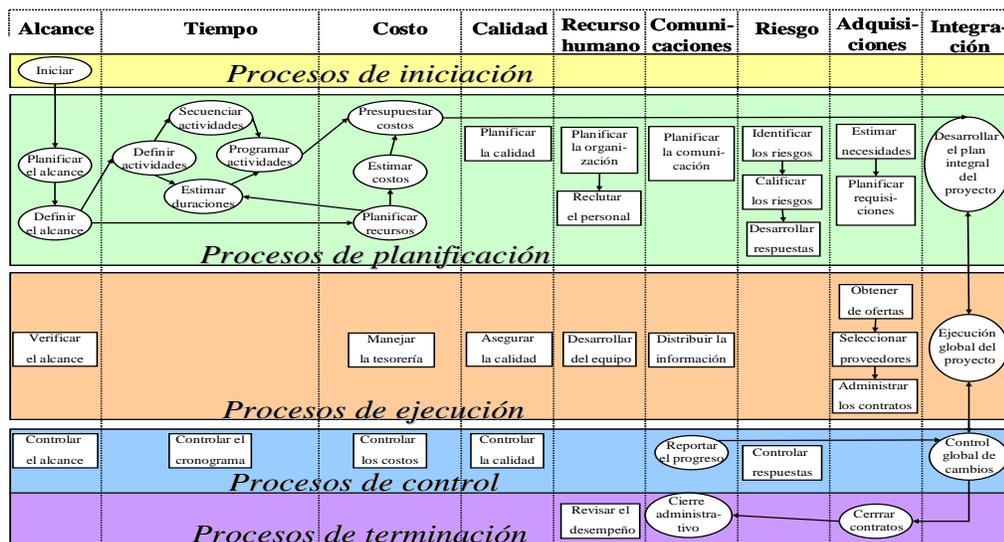


Figura 8. Procesos y Áreas de Conocimientos
Fuente: PMI (2004)

3.2.2.2.1 Gerencia de Integración de Proyecto

Describe los procesos y actividades que forman parte de los diversos elementos de la dirección de proyectos, que se identifican, definen, combinan, unen y coordinan dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos.

Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto, Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar, Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto, Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto, Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto, Control Integrado de Cambios y Cerrar Proyecto.

3.2.2.2.2 Gerencia de Alcance de Proyecto

Describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Planificación del Alcance, Definición del Alcance, Crear EDT, Verificación del Alcance y Control del Alcance.

3.2.2.2.3 Gerencia del Tiempo del Proyecto

Describe los procesos relativos a la puntualidad en la conclusión del proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Definición de las Actividades, Establecimiento de la Secuencia de las Actividades, Estimación de Recursos de las Actividades, Estimación de la Duración de las Actividades, Desarrollo del Cronograma y Control del Cronograma.

3.2.2.2.4 Gerencia de los Costes del Proyecto

Describe los procesos involucrados en la planificación, estimación, presupuesto y control de costes de forma que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Estimación de Costes, Preparación del Presupuesto de Costes y Control de Costes.

3.2.2.2.5 Gerencia de Calidad del Proyecto

Describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto cumpla con los objetivos por los cuales ha sido emprendido. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificación de Calidad, Realizar Aseguramiento de Calidad y Realizar Control de Calidad.

3.2.2.2.6 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

Describe los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Planificación de los Recursos Humanos, Adquirir el Equipo del Proyecto, Desarrollar el Equipo del Proyecto y Gestionar el Equipo del Proyecto.

3.2.2.2.7 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

Describe los procesos relacionados con la generación, recogida, distribución, almacenamiento y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Planificación de las Comunicaciones, Distribución de la Información, Informar el Rendimiento y Gestionar a los Interesados.

3.2.2.2.8 Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

Describe los procesos para comprar o adquirir productos, servicios o resultados, así como para contratar procesos de dirección. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Planificar las Compras y Adquisiciones, Planificar la Contratación, Solicitar Respuestas.

3.2.2.2.9 Gestión de los Riesgos del Proyecto

Describe los procesos relacionados con el desarrollo de la gestión de riesgos de un proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos: Planificación de la Gestión de Riesgos, Identificación de Riesgos, Análisis Cualitativo de Riesgos, Análisis Cuantitativo de Riesgos, Planificación de la Respuesta a los Riesgos, y Seguimiento y Control de Riesgos.

3.2.3 Gerencia de los Riesgos en los Proyectos

Basado en lo anterior, dentro de las nueve áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos, se encuentra la gestión de los riesgos del proyecto la cual se destaca por ser, de acuerdo a un estudio del propio PMI (2004), la disciplina menos practicada por empresas de todos los sectores. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto (PMI, 2004).

En cualquier proyecto, en cualquier negocio, a mayor oportunidad, mayor el grado de incertidumbre² y por tanto, mayor el riesgo que se puede tomar y mayores amenazas se podrá presentar. De ahí la importancia de un modelo apropiado para Gerenciar los Riesgos. (Ivorra, J. 2002).

A su vez, la Universidad Pontificia de Salamanca, en su cuaderno Guía: Curso de Gerencia de Riesgos y Seguros en la Empresa” (1997), define riesgo como: *“la incertidumbre de ocurrencia de una pérdida económica”* (p. GR-40).

“Se entiende el riesgo como “evento incierto, indeseable o involuntario, que en caso de producirse, puede tener consecuencias negativas para quien lo sufra, y puede generar al mismo unas necesidades cuantificables en términos económicos” (p. GR-9).

² Ivorra (2002) define incertidumbre como “carencia de conocimientos de eventos futuros”.

En el mismo orden de ideas, Palacios (2007) explica que:

El riesgo es una medida del nivel de certeza que se tiene de un continuum. En un extremo se tiene la absoluta seguridad de lo que va a suceder y en el otro existe una ausencia total de información y, por tanto, incapacidad de predicción. Según esto, el riesgo es una medida de la falta de certidumbre basada en la indisponibilidad de información adecuada. (p. 417).

El PMI (2004) define el riesgo de un proyecto en la forma siguiente:

El riesgo en un proyecto es un evento o una condición, que si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo sobre los objetivos del mismo. Un riesgo tiene una causa y, si ocurre, una consecuencia... Los riesgos del proyecto incluyen tanto las amenazas a sus objetivos como las oportunidades de mejora a dichos objetivos. Esto tiene su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos (p. 238-240).

Para el PMI (2004) la Gestión de los Riesgos de un Proyecto comprende los seis siguientes procesos:

1. **Planificación de la Gestión de Riesgos:** decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.



Figura 9. Planificación de gestión de riesgos

Fuente: PMI (2004)

2. **Identificación de Riesgos:** determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.

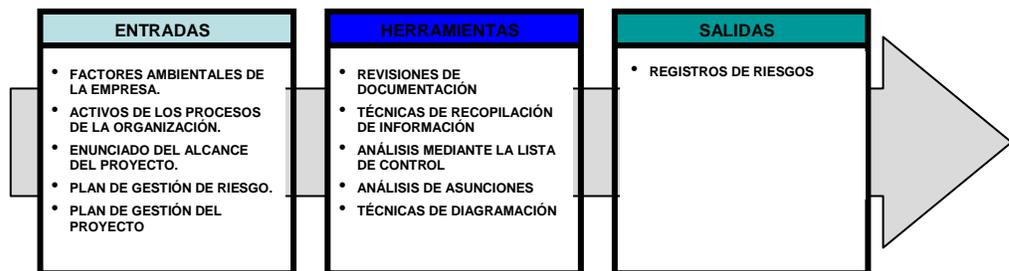


Figura 10. Identificación de riesgos

Fuente: PMI (2004)

Según Ivorra (2002), se identifican dos tipos de riesgos en la empresa o institución:

- Los de negocios, que tienen en cuenta las situaciones que se pueden presentar de pérdida o ganancia en el manejo de un programa de la empresa.
- Los asegurables, que sólo atienden las situaciones potenciales que, de presentarse, generarían pérdida. Pueden ser clasificados así:

- Daño directo a la propiedad.
- Pérdidas indirectas a un tercero por acciones del contratista.
- Responsabilidad legal.
- Responsabilidad personal.

Para poder identificar todos los riesgos de un proyecto, es necesario convocar a una serie de personas conocedoras del tema y que trabajen en el proyecto o en proyectos parecidos y solicitar su opinión, o también conducir una o varias sesiones de lluvia de ideas dentro el equipo del proyecto. También puede hacer uso de información histórica de proyectos anteriores similares.

Para que este proceso tenga éxito, al igual que todos los demás, se requiere el apoyo oficial del patrocinador del proyecto, ya que puede estar en riesgo el logro de los objetivos del mismo.

Para aprovechar al máximo esta etapa del modelo de gerencia de riesgos, es conveniente tener una clasificación de los riesgos en proyectos. Una posible clasificación que mide más el impacto en el proyecto puede ser así:

- Riesgos en el alcance.
- Riesgos en la calidad.
- Riesgos de programación.
- Riesgo de costo.

Según Ivorra (2002) un esquema de clasificación más sistemático consiste en clasificar los riesgos acorde con el origen de los mismos. Para ello, se pueden categorizar de la siguiente manera:

- El proceso de identificación de los riesgos debe comenzar desde que se inicia el ciclo de vida del proyecto y hasta, como mínimo, que comience la

ejecución del mismo. Puede haber necesidad de rehacer la etapa de identificación durante todo el ciclo del proyecto. Habrá que tener claridad en lo que se desea; maximizar el retorno de la inversión, minimizar los costos y los riesgos financieros, maximizar la confiabilidad, maximizar la seguridad, maximizar la seguridad, maximizar la flexibilidad o minimizar el impacto ambiental. Lo anterior requerirá un esfuerzo considerable a nivel multidisciplinario y detallado.

- Cada riesgo está sujeto a los factores se habían mencionado anteriormente, ellos son:
 - Probabilidad (p).
 - Impacto (i)

Esto conduce a una fórmula sencilla que denominaremos **estado del riesgo = i x p**.

3. **Análisis Cualitativo de Riesgos:** priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto.

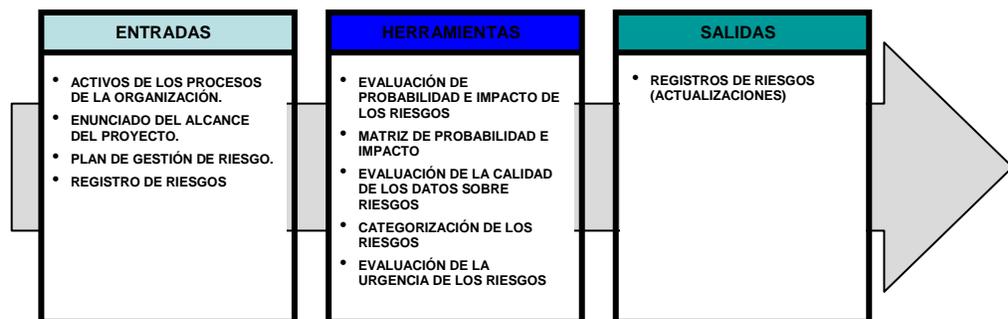


Figura 11. Análisis cualitativo de riesgos

Fuente: PMI (2004)

4. **Análisis Cuantitativo de Riesgos:** analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.

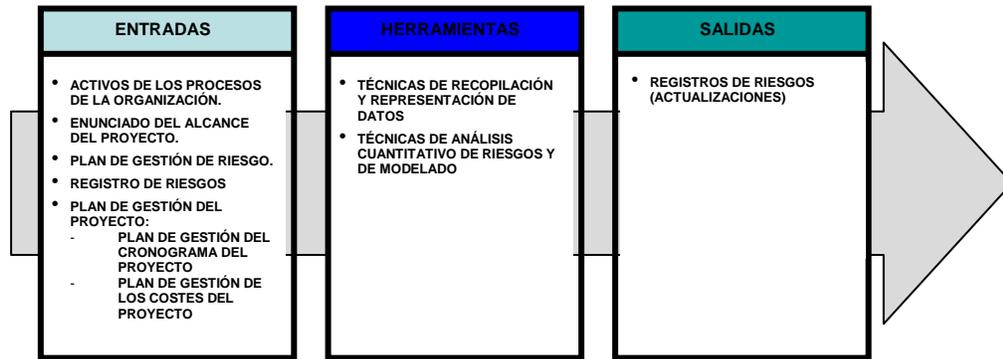


Figura 12. Análisis cuantitativo de riesgos

Fuente: PMI (2004)

A continuación se definen algunas técnicas:

Técnicas de recopilación y representación de datos, entre ellas se incluyen:

- **Entrevistas.** Las técnicas de entrevista se usan para cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto.
- **Distribuciones de probabilidad.** Las distribuciones continuas de probabilidad representan la incertidumbre de los valores, como las duraciones de las actividades del cronograma y los costes de los componentes del proyecto.
- **Juicio de expertos.** Expertos en la materia, internos o externos a la organización, como expertos en ingeniería o en estadística, validan los datos y las técnicas.

Técnicas de análisis cuantitativo de riesgos y de modelado: esta técnica contempla diversas opciones, entre las cuales se incluyen:

- **Análisis de sensibilidad.** El análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué riesgos tienen el mayor impacto posible sobre el proyecto. Este método examina la medida en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta al objetivo que está siendo examinado, cuando todos los demás elementos inciertos se mantienen en sus valores de línea base.

- **Análisis del valor monetario esperado.** El análisis del valor monetario esperado es un concepto estadístico que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que pueden ocurrir o no (es decir análisis con incertidumbre). El valor monetario esperado de las oportunidades generalmente se expresará con valores positivos, mientras que el de los riesgos será negativo.

- **Análisis mediante árbol de decisiones.** El análisis mediante el árbol de decisiones normalmente se estructura usando un diagrama de árbol de decisiones que describe una situación que se está considerando, y las implicaciones de cada una de las opciones disponibles y los posibles escenarios. Incorpora el coste de cada opción disponible, las probabilidades de cada escenario posible y las recompensas de cada camino lógico alternativo.

- **Modelo y Simulación.** Una simulación de proyecto usa un modelo que traduce las incertidumbres especificadas a un nivel detallado del proyecto en su impacto posible sobre los objetivos del proyecto.

5. **Planificación de la Respuesta a los Riesgos:** desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.



Figura 13. Planificación de la respuesta a los riesgos

Fuente: PMI (2004)

Tal y como se indica en la figura anterior, entre los principales tipo de estrategia se tiene: estrategias para riesgos negativos o amenazas, estrategias para riesgos positivos u oportunidades, estrategia común ante amenazas y oportunidades, estrategia de respuesta para contingencias.

- **Estrategias para riesgos negativos o amenazas:** Son las estrategias que normalmente se ocupan de las amenazas o los riesgos que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto en caso de ocurrir. Estas estrategias son evitar, transferir o mitigar.
- **Estrategias para riesgos positivos u oportunidades:** Este tipo de estrategia sugieren tres respuestas para tratar los riesgos que tienen posibles impactos positivos sobre los objetivos del proyecto. Estas estrategias son explotar, compartir o mejorar.

- **Estrategia común ante amenazas y oportunidades:** Se refiere a aceptar el riesgo, Estrategia que se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todo el riesgo de un proyecto. Puede ser adoptada tanto para las amenazas como para las oportunidades. Esta estrategia puede ser pasiva o activa.
 - **Estrategia de respuesta para contingencias:** Son las estrategias que están diseñadas para ser usadas únicamente si tienen lugar determinados eventos.
6. **Seguimiento y Control de Riesgos:** realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

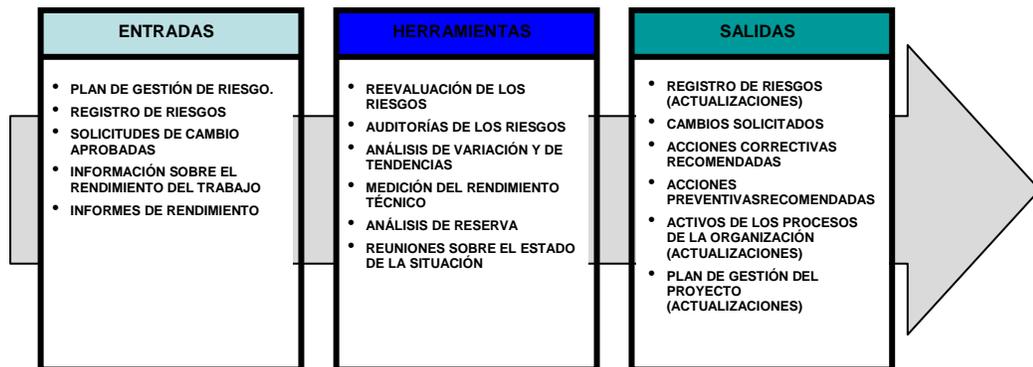


Figura 14. Seguimiento y control de riesgos

Fuente: PMI (2004)

Las Normas y Publicaciones de la International Commission of Large Dams (ICOLD) (2003), plantean una metodología que se inicia con la identificación

de los peligros y su probabilidad de ocurrencia, continua con el análisis de las consecuencias ante la ocurrencia de los peligros, la cuantificación del riesgo por efectos de la consecuencia evaluada, el análisis de las medidas mitigatorias posibles y terminar provisionalmente con la aproximación al impacto que las medidas mitigatorias tendrían sobre la cuantificación del riesgo, tal y como se indica en la figura siguiente:

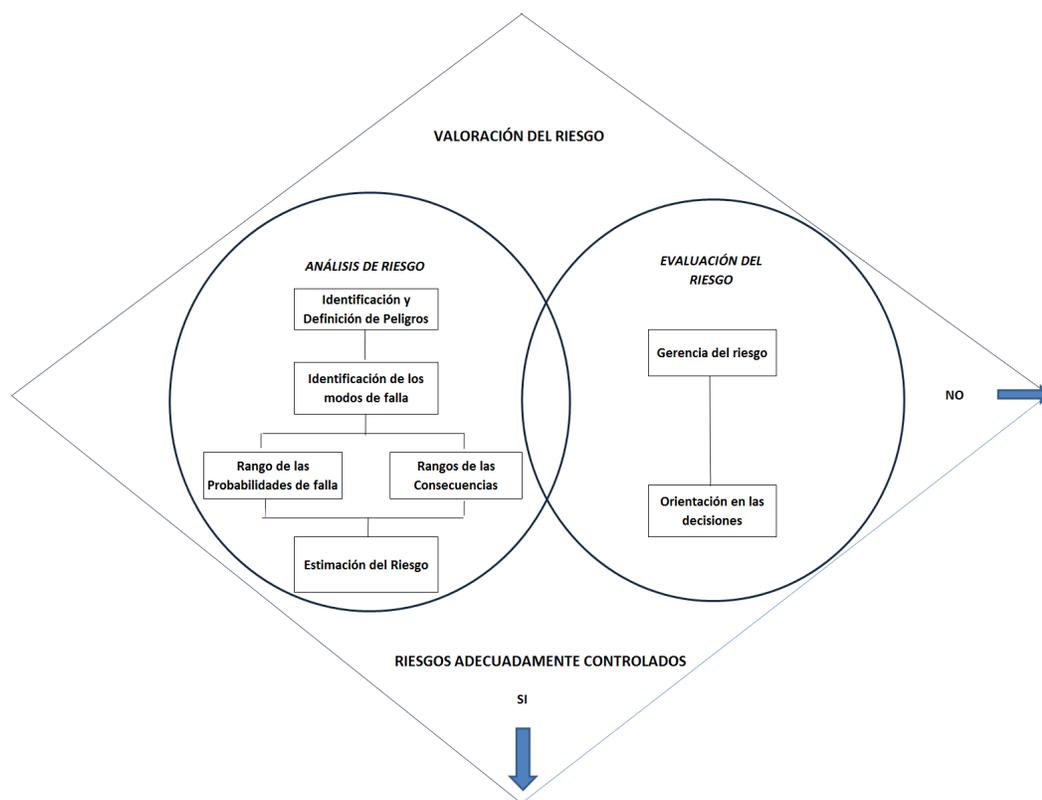


Figura 15. Representación de la Valoración del Riesgo

Fuente: Boletín 130 del ICOLD (2003)

La valoración del riesgo está constituida por el **análisis de riesgo** y la **evaluación** del mismo. **El análisis de riesgo** se define como el proceso de toma de decisiones relativo a la calificación tanto de la tolerabilidad del riesgo como de las medidas de control existentes y a la determinación de

soluciones alternas que se justifiquen o que sean implementadas. **La evaluación del riesgo** está definida como el proceso de examinar y juzgar la significación del riesgo. La etapa de **valoración del riesgo** corresponde al punto en el que los valores y los juicios de valor entran en el proceso decisorio y se incluyen consideraciones sobre la importancia de los riesgos estimados y las consecuencias asociadas de tipo social, ambiental o económico que identifiquen el rango de alternativas para ejecutar la gerencia del riesgo (ICOLD, 2003).

El riesgo se define en el análisis de escenarios para la construcción de la presa “Manuel Piar” (Tocoma), como la medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso al cumplimiento de los objetivos programáticos del Proyecto y se estima por el producto combinado de los pares ordenados de probabilidad de ocurrencia del efecto adverso por la consecuencia asociada de dicho efecto adverso.

En esas condiciones, el valor del riesgo está dado por la fórmula:

$$E(\text{Riesgo}) = \sum (\text{Probabilidad de ocurrencia del peligro } i) * (\text{Consecuencia generada por la ocurrencia del peligro } i)$$
$$E(\text{Riesgo}) = \sum P(X_i) * (\text{Consecuencia} \mid \text{Ocurrencia del Peligro } i)$$

Fórmulas en las que

$E(\text{Riesgo})$ = Valor esperado del riesgo.

$P(X_i)$ = Probabilidad de ocurrencia del peligro i .

$\text{Consecuencia} \mid \text{Ocurrencia del peligro } i$ = Consecuencia dado que ocurrió el peligro i .

En conclusión se tiene:

➤ **Valoración del Riesgo:**

Examen estructurado y sistemático de los peligros que pudieran afectar un sistema y de las consecuencias que generan en caso de presentarse. Los resultados del análisis y la evaluación se integran para producir recomendaciones que reduzcan el riesgo.

➤ **Análisis**

Evaluación probabilística del efecto combinado de la presencia de un peligro y de la consecuencia que genera. Caracteriza lo que es conocido y lo que es incierto.

➤ **Evaluación**

Proceso de examinar y juzgar la significación del riesgo.

Las metas de la evaluación de riesgo son:

- Mejorar el entendimiento del proyecto.
- Identificar las alternativas que puedan existir.
- Asegurar que se valoren los riesgos de manera sistemática y estructurada, en cada uno de los riesgos identificados.

Para Ivorra (2002), el proceso de evaluación se inicia con una priorización inicial donde los riesgos que deben recibir la mayor atención son los que se estimen inicialmente tendrán el mayor impacto (**i**) y el menor probabilidad (**p**).

El gerente de proyecto y su equipo determinarán la probabilidad de ocurrencia (baja, media, o alta) realizando un análisis cualitativo o cuantitativo (expresado en números, preferiblemente) y el impacto (bajo, medio, o alto) en términos monetarios. Para ello, es necesario definir, previamente, los criterios de lo que se debe considerar bajo, medio o alto y cómo proceder a usarlos.

Una vez valorados en términos de impacto y probabilidad, se priorizarán con base a su valor esperado y se introducen en una tabla o gráfica para determinar, con más facilidad, los de mayor producto en impacto por probabilidad, los menores en su producto (**i x p**) y los de valor intermedio. Los riesgos que se seleccionen para ser tratados dentro del modelo, serán expuestos al desarrollo de un plan que genera respuestas adecuadas a los mismos, cuando se presenten durante la ejecución del proyecto.

La evaluación de riesgos puede ser bien compleja debido a la naturaleza de cada riesgo o, sencillamente, por falta de información; siendo así, se requerirá un análisis (sobre todo cuantitativo) más profundo que amerite el uso de fórmulas, modelos y simulaciones matemáticas para determinar un mejor valor **i** y en **p**.

Pueden existir distintos tipos de respuestas. Las siguientes pueden presentarse durante el desarrollo del plan de respuestas:

- Se ignoran.
- Se evitan.
- Se mitigan (reduciéndolos, compartiéndolos, transfiriéndolos).
- Se aceptan.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se exponen las estrategias, métodos y procedimientos que se consideran necesarios para alcanzar los objetivos propuestos.

Según Pérez (2002): *“los objetivos más resaltantes del marco metodológico son: mostrar al lector de manera cómo se realizará la investigación, e informar detalladamente cómo se lleva a cabo el estudio (p.62)”*.

Para realizar el proyecto se considerará la aplicación de la metodología establecida en el Boletín 130 sobre Risk Assessment in Dam Safety Management publicado por el ICOLD, (2003).

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio realizado se enmarca en una investigación aplicada de tipo evaluativa en la cual se plantea una solución práctica en el análisis de riesgo de un proyecto en particular.

Correa, Puerta y Restrepo (2002) indican que una investigación evaluativa es:

Un tipo especial de investigación aplicada cuya meta, a diferencia de la investigación básica, no es el descubrimiento del conocimiento. Poniendo principalmente el énfasis en la utilidad, la investigación evaluativa debe proporcionar información para la planificación del programa, su realización y su desarrollo. (p. 31).

4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Pérez (2002) lo define como *“la fase en la cual el estudiante muestra la manera, el procedimiento operativo que aplicará para recoger la información”*

(p. 21). En este sentido, conforme con el tipo de investigación definida anteriormente, el estudio fue no experimental transeccional, documental y de campo.

En el caso de la investigación documental, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006) lo plantea como un: *“estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos”* (p. 15).

La investigación de campo, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006) la define como:

el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo (p. 14).

4.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

Documentos específicos del Proyecto Tocomá así como mediante consultas con expertos y unidades involucradas con el mismo.

4.4. RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Pérez (2002), indica que en esta etapa se determinan la técnica y los instrumentos que utilizará el investigador para la recolección de los datos. La técnica es el método (la encuesta y la observación) y los instrumentos

permiten al investigador obtener y recabar datos acerca de las variables de estudio (p. 67).

Como técnicas de recolección de datos para dar cumplimiento a los objetivos planteados se utilizará la observación directa, revisiones de los contratos, lecciones aprendidas y consulta a expertos mediante reuniones directas e intercambio de información y encuestas que permitan obtener opiniones, sugerencias y recomendaciones del caso en estudio. De acuerdo a cada una de las fases detalladas en la estructura desagregada de trabajo, se tiene que las técnicas de recolección, procesamiento y análisis de datos fueron:

- Identificación y Categorización de los Peligros: Se identificaron los riesgos y se categorizaron de acuerdo al tipo de contrato.
- Probabilidad de ocurrencia de los peligros: Se realizaron encuestas sobre los peligros listados de los diferentes contratos.
- Rango de las Consecuencias: Se identificaron las consecuencias generales de la manifestación de los peligros así como las consecuencias particulares en los escenarios planteados.
- Estimación de Riesgos: Se evaluó los diferentes peligros de acuerdo a: Restricciones de las categorías, manifestación de los peligros y sus consecuencias en el plan maestro del proyecto, impacto sobre la fecha de operación, valoración de las consecuencias por la acción de los peligros, costo por permanencia y por pérdida de ingreso, finalmente se presentaron las matrices con los resultados agrupados en los diferentes escenarios.
- Gestión para la Mitigación de los Riesgos: Se procedió a identificar las posibles medidas mitigatorias para cada peligro, una vez identificadas se

aplicó una encuesta para la definición de una probabilidad ponderada del efecto de las medidas mitigatorias para cada peligro y para cada contrato. Finalmente, se presentaron matrices de los resultados obtenidos.

4.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

El presente trabajo no tiene como objetivo la medición de alguna variable en particular, ya que el mismo está orientado a la identificación de riesgos, su clasificación, análisis y estimación del riesgo que permita recomendar un escenario para la puesta en marcha del Proyecto, que se infiera como el más beneficioso para el desarrollo de las negociaciones con los dos Contratistas Principales. Dicho documento depende el programa general del proyecto y comprende los procedimientos que se usaran para dirigir el riesgo a lo largo del proyecto.

4.6. FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

4.6.1. Factibilidad del Estudio

La realización del presente estudio fue completamente factible debido a que se dispuso de los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para su desarrollo. Desde el punto de vista de acceso a la información técnica específica del proyecto, no hubo limitación alguna para la obtención de la misma.

4.6.2. Consideraciones Éticas

La información en el presente estudio es de estricta confidencialidad, por ende los datos y resultados aquí reflejados, serán empleados únicamente con propósitos académicos, lo que significa que en ningún caso provocarán consecuencias negativas, para ninguno de los sujetos u organismos involucrados. De la misma manera, las bases teóricas utilizadas para sustentar el estudio fueron tratadas respetando los respectivos derechos de autor.

La información contenida en el presente trabajo será utilizada por EDELCA, ya que el resultado servirá de base para el desarrollo de las acciones a tomar con los dos Contratistas Principales, a fin de lograr la recuperación de las fechas de entrada en operación comercial de las unidades generadoras del Proyecto Tocomá.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Dando respuesta a los objetivos específicos formulados se presentan los resultados obtenidos en la investigación, en relación con la metodología planteada, es decir, se hizo un análisis de datos cuya fuente original es cualitativa pero que fueron codificados y transferidos a datos cuantitativos a través de matrices de ponderación.

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL PROYECTO TOCOMA

Actualmente se encuentra en construcción la Central Hidroeléctrica Manuel Piar en Tocomá. EDELCA se ha fortalecido dentro del mercado de la industria, en su condición de suministradora de grandes bloques de energía a los entes de distribución, estimándose en un 70% su participación actual en lo que respecta producción nacional de electricidad, generando un aporte equivalente a un ahorro de 300 mil barriles diarios de petróleo (EDELCA, 2009 a).

El Proyecto Tocomá es el último de los desarrollos hidroeléctricos que constituyen el aprovechamiento del complejo Hidroeléctrico del Bajo Caroní, conjuntamente con las centrales Guri, Macagua y Caruachi en operación comercial. Este Proyecto permitirá aprovechar el resto de la energía aún sin explotar del Bajo Caroní, utilizando de manera óptima la capacidad de regulación que ofrece el embalse de Guri (EDELCA, 2009 d).

5.1.1 Potencial Hidroeléctrico

La Energía promedio anual que aportará el conjunto de Centrales del Bajo Caroní, al Sistema Eléctrico Nacional asciende a 88.500 GWh/año (EDELCA, 2009 d).

En la actualidad, el conjunto de las Centrales: Guri/Macagua/Caruachi entrega una Energía Promedio de 76.440 GWh/año. Tocomá completará el desarrollo del Potencial Energético del Bajo Caroní con una Energía Promedio Anual de 12.060 GWh/año, siendo una de las mejores bondades de este Proyecto la poca fluctuación de los niveles, tanto aguas arriba como aguas abajo, que beneficiará a la generación de una mayor cantidad de energía firme. (EDELCA, 2009 a).

El Proyecto consta de diez (10) unidades generadoras, las cuales tendrán una potencia de aproximadamente 216 MW cada una, para un total de 2.160 MW de capacidad instalada (EDELCA, 2009 d).

Central	Casa de Máquinas	Potencia por Central (MW)		Potencia Acumulada(MW)	
		Nominal	Máxima	Nominal	Máxima
Guri	I	2.550	2.880	8.850	10.000
	II	6.300	7.120		
	Total	8.850	10.000		
Macagua	I	360	372	11.780	13.140
	II	2.400	2.592		
	III	170	176		
	Total	2.930	3.140		
Caruachi		2.196	2.280	13.976	15.420
Tocomá		2.160	2.250	16.136	17.670

Figura 16. Energía promedio y Potencia Instalada de las Centrales del Bajo Caroní

Fuente: EDELCA (2009 d)

5.1.2. Necesidades de Nuevas Fuentes de Generación

Partiendo de los niveles de consumo de energía eléctrica registrados en el Sistema Interconectado Nacional para el año 2004 y considerando un escenario optimista de crecimiento interanual promedio del 4,6%, el consumo de energía eléctrica para los años 2010 y 2020 serían de 127 y 196 teravattios hora (TWh) respectivamente. A título de referencia, el incremento interanual promedio de los últimos diez años (1995-2004) ha sido de 3,65% (EDELCA, 2009 b).

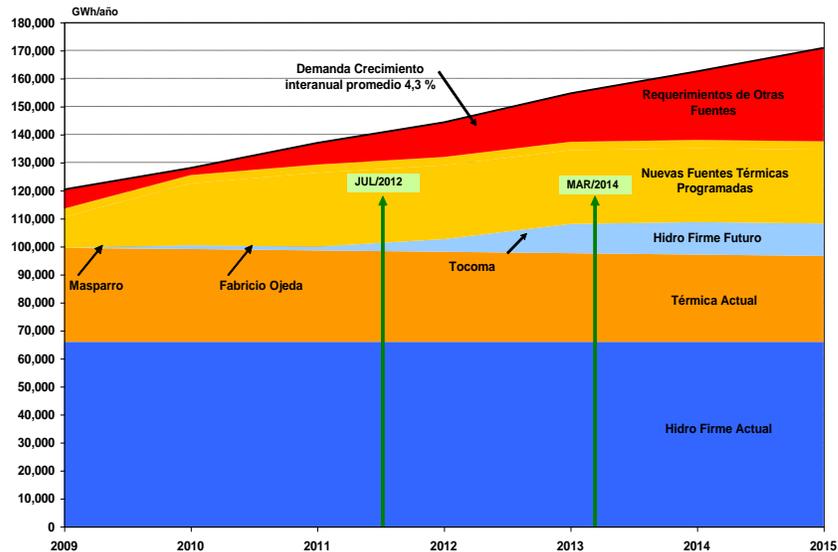


Figura 17. Oferta-demanda a largo plazo frente a la capacidad de generación prevista
Fuente: EDELCA (2009 b)

Por otra parte, la capacidad de generación hidroeléctrica firme con la que cuenta el país en la actualidad es de 66 TWh anual, mientras que la térmica puede alcanzar unos 31 TWh anuales, adicionalmente 1,4 TWh por la rehabilitación y repotenciación de las plantas térmicas de CADAFE, lo cual logrará acumular una oferta de generación firme de unos 98,3 TWh anuales (EDELCA, 2009 b).

Al contrastar la oferta de generación descrita con el consumo probable de electricidad para los años 2010 y 2020 se observa que en cualquiera de los casos es necesario instalar fuentes de generación adicionales a las consideradas, ya que para un crecimiento optimista del 4.6% será necesario contar con unos 29,1 TWh y 97,7 TWh adicionales para el 2010 y 2020 respectivamente (EDELCA, 2009 b).

5.1.3. Ubicación Geográfica del Proyecto Tocoma

El Proyecto Tocoma está ubicado a unos 15 Km. aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Guri, entre la población de Río Claro y la Serranía de Terecay (EDELCA, 2009 d).

En las figuras siguientes (18, 19 y 20), se muestra la ubicación relativa de los distintos sitios de presa ubicados en la cuenca del Caroní, la ubicación más detallada de los sitios de Presa en el Bajo Caroní, así como la escalera de elevaciones correspondientes a los embalses de cada uno de los Proyectos del Bajo Caroní y el nivel fluctuante del río Orinoco (EDELCA, 2009 d).

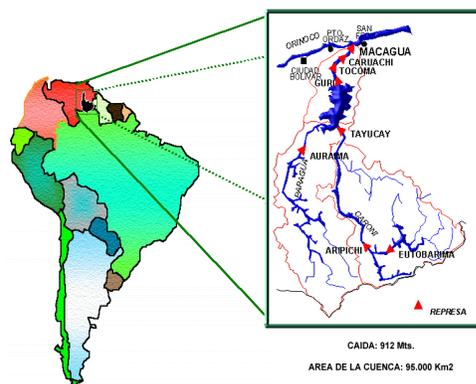


Figura 18. Ubicación Geográfica del Proyecto Tocoma
Fuente: EDELCA (2009 d)

Asimismo, se muestra la distancia progresiva respecto a la desembocadura en el río Orinoco para cada uno de los sitios de presa de los Proyectos del Bajo Caroní.

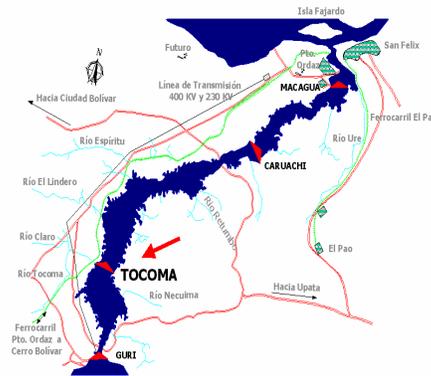


Figura 19. Ubicación relativa del Proyecto Tocomá en el Bajo Caroní
Fuente: EDELCA (2009 d)

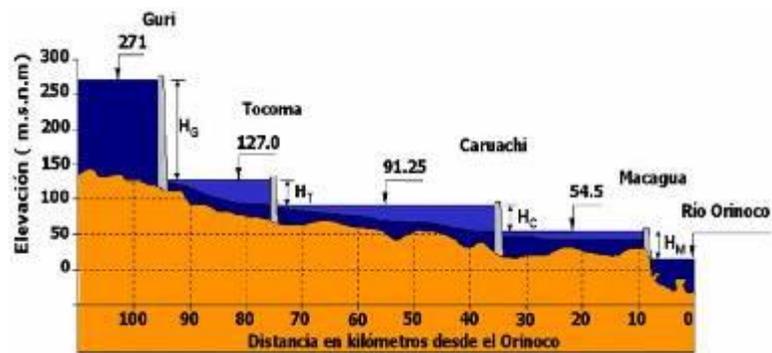


Figura 20. Perfil longitudinal de los Proyectos en el Bajo Caroní
Fuente: EDELCA (2009 d)

5.1.4. Descripción de los Macrocomponentes

Los componentes principales que conforman el Proyecto Tocomá son los siguientes, incluyendo todos los equipos electromecánicos asociados:

- **PRESA DE ENROCAMIENTO IZQUIERDA**

La presa de enrocamiento izquierda contará con una pantalla de concreto y estará fundada sobre roca. Se tiene previsto construir una presa de enrocamiento con pantalla de concreto, por la necesidad de utilizar los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para las estructuras principales y el canal de descarga y por la dificultad de disponer de material arcilloso en cantidades suficientes, en la margen izquierda. La utilización de suelos en la margen izquierda estará asociada al acarreo de materiales desde préstamos ubicados aguas arriba de la presa izquierda (EDELCA, 2009 d).

- **PRESA PRINCIPAL (Casa de Máquinas)**

La presa principal estará conformada por seis (6) monolitos dobles de 60 m de ancho, cinco de los cuales contendrán las estructuras de toma y el restante a la nave de montaje. La presa principal tendrá una altura de 65 m y una longitud de 360 m. En la cresta, cuya elevación será de 130,00 m.s.n.m. y a todo lo largo de las presas, está prevista una carretera de servicio (EDELCA, 2009 d).

La casa de máquinas, integrada a la estructura de Toma, estará constituida por cinco (5) monolitos de 60 m de ancho cada uno, que albergarán a diez (10) unidades generadoras (2 Unidades por monolito). La casa de máquinas cumplirá además la función de presa principal. La junta de contracción que separa a cada monolito estará parcialmente

provista de trabas para optimizar su comportamiento estructural si se requiere. Adicionalmente, la casa de máquinas incluirá en su extremo derecho, al edificio de operación y control (EDELCA, 2009 d).

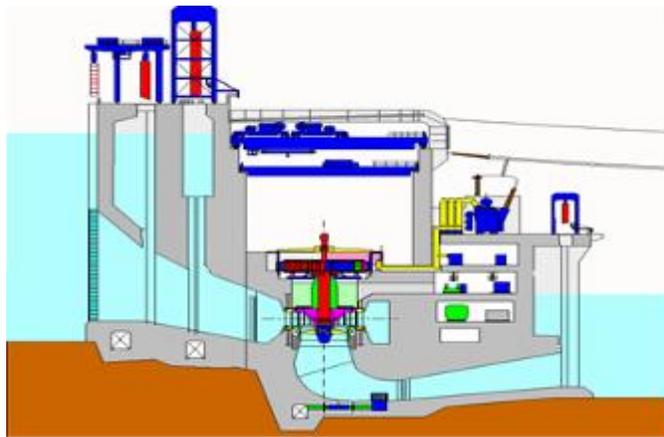


Figura 21. Sección Transversal de una Unidad de la Casa de Máquinas

Fuente: EDELCA (2009 d)

- **PRESAS DE TRANSICIÓN**

La presa de transición izquierda estará ubicada entre la presa de enrocamiento con pantalla de concreto y la nave de montaje; constará de tres (3) monolitos de los cuales dos (2) tendrán 18 m cada uno y uno de 30 m de ancho, medidos a lo largo de la línea base. La presa de transición intermedia estará ubicada entre la casa de máquinas y el aliviadero, tendrá una longitud de 70 m y constará de tres (3) monolitos, uno (1) de ellos en forma de “cuña”. La presa de transición derecha, ubicada entre el aliviadero y la presa de enrocamiento derecha, constará de cinco (5) monolitos transversales de geometría variable (EDELCA, 2009 d).

- **ALIVIADERO**

El aliviadero tendrá una capacidad de descarga de 28.750 m³/s, con una longitud de 175,86 m, nueve (9) compuertas radiales con descarga de superficie de 15,24 m de ancho por 21,66 m de altura, con la ojiva a la elevación 106,30 m y 18 ductos de fondo de 5,50 m de ancho por 9,00 m de altura (EDELCA, 2009 d).

A continuación se ilustra la sección transversal de un vano del Aliviadero con los equipos electromecánicos asociados:

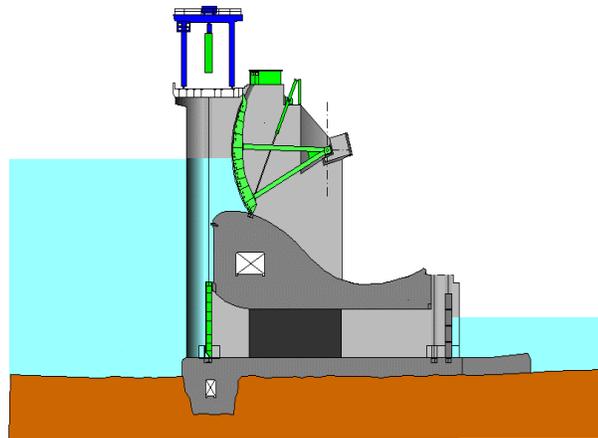


Figura 22. Sección Transversal del Aliviadero
Fuente: EDELCA (2009 d)

- **PRESA DE TIERRA Y ENROCAMIENTO DERECHA**

La primera etapa del cierre dejará una abertura en principio de 900 m en el estribo derecho para pasar el máximo flujo de 14.000 m³/s controlado por Guri. Para cerrar la abertura será construida una ataguía aguas arriba y otra aguas abajo en dicho estribo, en el medio de las cuales será construida una presa de tierra con filtro de chimenea.

Un aspecto a considerar será la presencia de lastra y arena en la fundación, la cual varía de unos pocos centímetros a unos 3,0 m de espesor y su remoción será necesaria en la fundación de los materiales impermeables y filtros (EDELCA, 2009 d).

- **EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS**

El Proyecto Tocomá incluirá los siguientes equipos electromecánicos:

- **EQUIPOS PRINCIPALES:** diez (10) turbinas hidráulicas tipo Kaplan, diez (10) generadores de corriente alterna, seis (6) transformadores elevadores de potencia, un (1) sistema de control, un (1) sistema de alimentación de auxiliares en media y baja tensión, dos (2) sistemas de cargadores, baterías e inversores, diez (10) conjuntos de barras de fase aislada, una (1) grúa puente principal, una (1) grúa pórtico y treinta (30) rejas, treinta (30) compuertas de mantenimiento, nueve (9) compuertas de toma, treinta (30) compuertas para los tubos de aspiración, nueve (9) compuertas radiales con nueve (9) winches hidráulicos y dos (2) tapones para el aliviadero (EDELCA, 2009 d).

- **EQUIPOS AUXILIARES**

Los equipos auxiliares incluirán sistemas completos de aceite, protección contra incendios, tratamiento de agua, aire comprimido, aire acondicionado, ascensores, bombas, tanques y tuberías, bandejas de cables, iluminación, grúas y equipos para talleres, dos (2) generadores diesel de emergencia, equipos electromecánicos misceláneos, instrumentación y otros trabajos eléctricos y mecánicos generales para las tomas de concreto, aliviadero, edificio de talleres y servicios y casa de máquinas (EDELCA, 2009 d).

Una vez en operación, esta Central contribuirá a satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica en el país, fundamentalmente en la Región Guayana.

Dada su importancia estratégica para el país, el Proyecto Tocoma fue declarado “Proyecto de Prioridad Nacional”, por el Ciudadano Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, mediante el punto N° 2 de la cuenta 003-02 de la Corporación Venezolana de Guayana, de fecha 24 de enero de 2002, en ocasión de la puesta en marcha de los trabajos de construcción.

Para la ejecución del Proyecto Tocoma, EDELCA diseñó y estableció un Plan Maestro de Construcción, tal y como se indica en la figura 23, que permitió dentro del marco de su Planificación Energética definir las fechas claves de Puesta en Marcha de las 10 unidades del Proyecto. Dentro de este cronograma, la puesta en operación de la primera unidad generadora estaba prevista para el mes de julio de 2012, y sucesivamente cada dos o tres meses entrarían en operación las restantes unidades, con lo cual la décima unidad estaría en marcha en marzo de 2014. Con esta meta se iniciaron los procesos de licitación y contratación de los diferentes Contratistas del Proyecto.

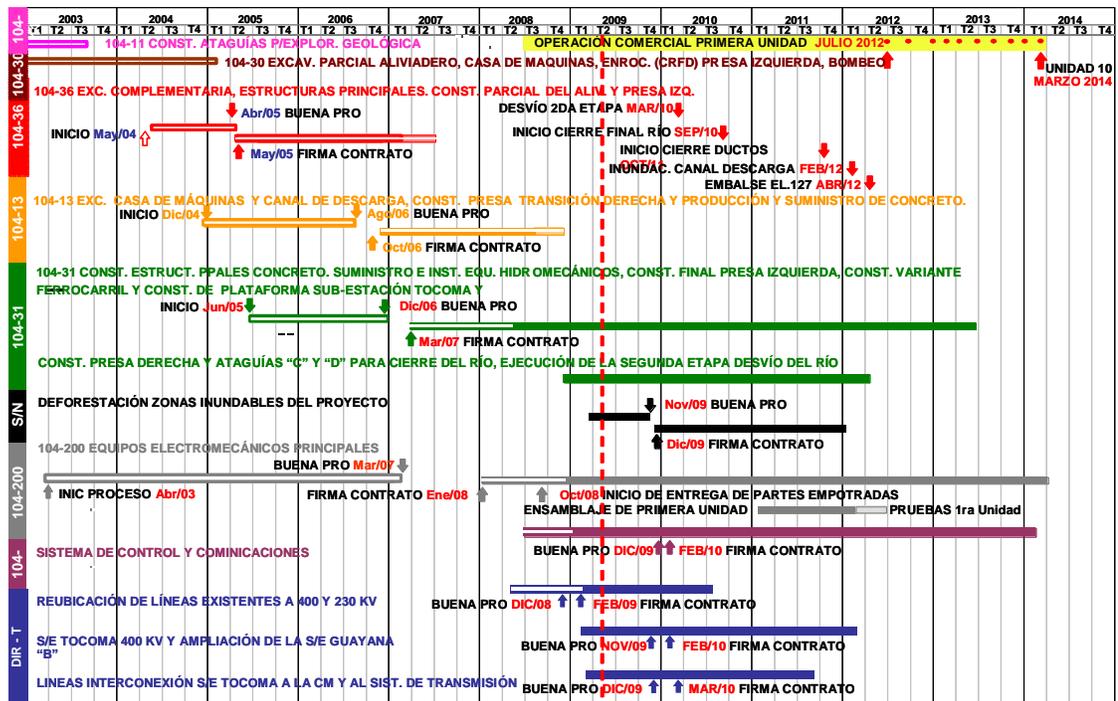


Figura 23. Programa General de Construcción del Proyecto Tocomá
Fuente: EDELCA (2009 d)

Se puede observar en la figura 23, que dentro del Programa General de Construcción del Proyecto Tocomá se encuentran los dos (02) contratos principales como son: obras civiles (contrato 1.1.104.003.05) y equipos electromecánicos (contrato 3.1.104.001.03). Actualmente dichos contratos han presentado una serie de inconvenientes que están poniendo en peligro la fecha de entrada de la primera unidad (julio 2012), dentro de los inconvenientes presentados tenemos:

Contrato N° 1.1.104.003.05: Este contrato se encuentra atrasado por diversas razones. Desde el año 2007, el Contratista ha manifestado que por razones ajenas a su responsabilidad, se ha originado un atraso de más de diez (10) meses, lo que ha impactado su programa de construcción. En varias comunicaciones contractuales el contratista Tocomá ha presentado

programas de obra modificados con postergaciones en sus fechas claves, los cuales fueron rechazados por EDELCA. Finalmente, en un proceso de evaluación y discusión conjunta se estableció que el impacto en el programa de obra de este contrato, por causas ajenas a la responsabilidad del contratista, postergando algunas de las fechas claves en cinco (5) meses y medio. El programa general de construcción de este contrato, figura 24, indica que el mismo tiene un porcentaje de avance del 22,0% contra un programado del 42,5%, por lo que muestra un retraso de aprox. 50%.

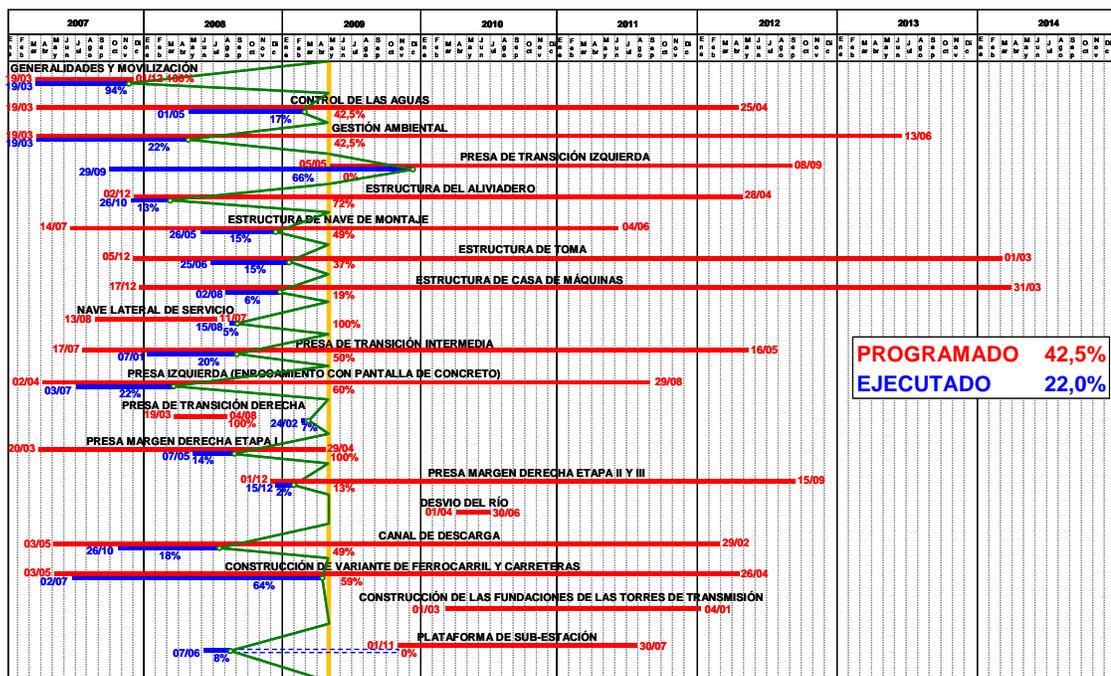


Figura 24. Plan Maestro de Construcción del Proyecto Tocoma
Fuente: EDELCA (2009 d)

Contrato N° 3.1.104.001.03: Este contrato fue adjudicado con ocho (8) meses de retraso respecto a la fecha establecida en el Plan Maestro del Proyecto, debido a la espera de la formalización del contrato de financiamiento con la Corporación Andina de Fomento (CAF) por parte de los organismos del sector público. La consecuencia directa es que se

desplazaron, en este contrato, las fechas de puesta en operación de las unidades de generación, respecto a las fechas del Plan Maestro.

Cada conjunto de impactos o eventos mencionados alteran el Cronograma General del Proyecto, no solo afectando sus fechas claves intermedias y la fechas de claves de generación, sino que también intervienen afectando la lógica y las secuencias de los Programas individuales de cada contrato.

Durante la etapa de planificación del Proyecto se tomó especial interés en cuidar que la interrelación de las actividades correspondientes a los contratos relativos a las obras civiles principales (1.1.104.003.05) y las previstas para los equipos electromecánicos principales (3.1.104.001.03), se lograra coordinar el acoplamiento de los trabajos de los contratistas que las ejecutarían. En consecuencia los pliegos de licitación de ambos contratos fueron elaborados de forma tal, que los hitos que implican interacción entre ambos contratistas coincidieran y estaban claramente especificados como “Fechas de Actividades Claves”, y base sobre la cual ambos contratistas elaboraron sus ofertas y sus programas de trabajo.

En conclusión, dado que el Contrato de los Equipos Electromecánicos Principales (N° 3.1.1104.001.03) se firmó con un desfase de 8 meses, respecto al Cronograma maestro inicial del Proyecto, debido a la demora en la formalización del Contrato de financiamiento con la Corporación Andina de Fomento (CAF), las metas de generación mediante la puesta en servicio de las unidades generadoras se ha retrasado en igual tiempo, y no están acordes con las fechas de entrega y liberación de áreas del Contrato de Obras Civiles Principales (N° 1.1.104.003.05).

Asimismo, desde su inicio en marzo de 2007, el desarrollo del Contrato de Obras Civiles Principales se ha visto afectado por varios eventos que han ocasionado un retraso en su programa de ejecución, por lo cual se hace necesario implementar acciones de adelantamiento de ciertas actividades de ambos contratos, a los fines de recuperar las fechas metas de generación.

Las necesidades energéticas del país fueron consideradas de interés estratégico, en ese marco EDELCA exploró la posibilidad de acelerar la lógica y las fechas del Cronograma General del Proyecto a la fecha más temprana posible desde el punto de vista técnico y programático y llevar a cabo evaluaciones y análisis de los potenciales costos que pudieran estar involucrados en esta optimización.

No obstante, este tipo de proyectos involucra una serie de riesgos que pueden dificultar el cumplimiento del programa optimizado, es por esta razón que se deben evaluar los peligros presentes en cada contrato y sus posibles consecuencias.

Algunos factores de alto riesgo que podrían influir en el desarrollo del proyecto son:

- 1) Ingeniería: demora en la elaboración y aprobación de la ingeniería.
- 2) Suministros: escasez de los principales suministros de la obra como son: cemento, acero, cabilla, etc.
- 3) Equipos: bajo rendimiento en la fabricación de equipos (compuertas), baja productividad de equipos y plantas de construcción así como demoras en el transporte y nacionalización de equipos a adquirir el contratista.

- 4) Mano de Obra: baja productividad laboral por operación morrococoy, desmotivación y logística, paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal.
- 5) Financiamiento: demora en la obtención de recursos financieros
- 6) Peligros naturales: paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato.

5.2. ESTRUCTURA DESAGREGADA DE TRABAJO

A continuación, en la figura 25, se puede observar la estructura desagregada de trabajo correspondiente a los riesgos asociados a diferentes escenarios con los contratistas principales (civil y electromecánico) del proyecto Tocomá.

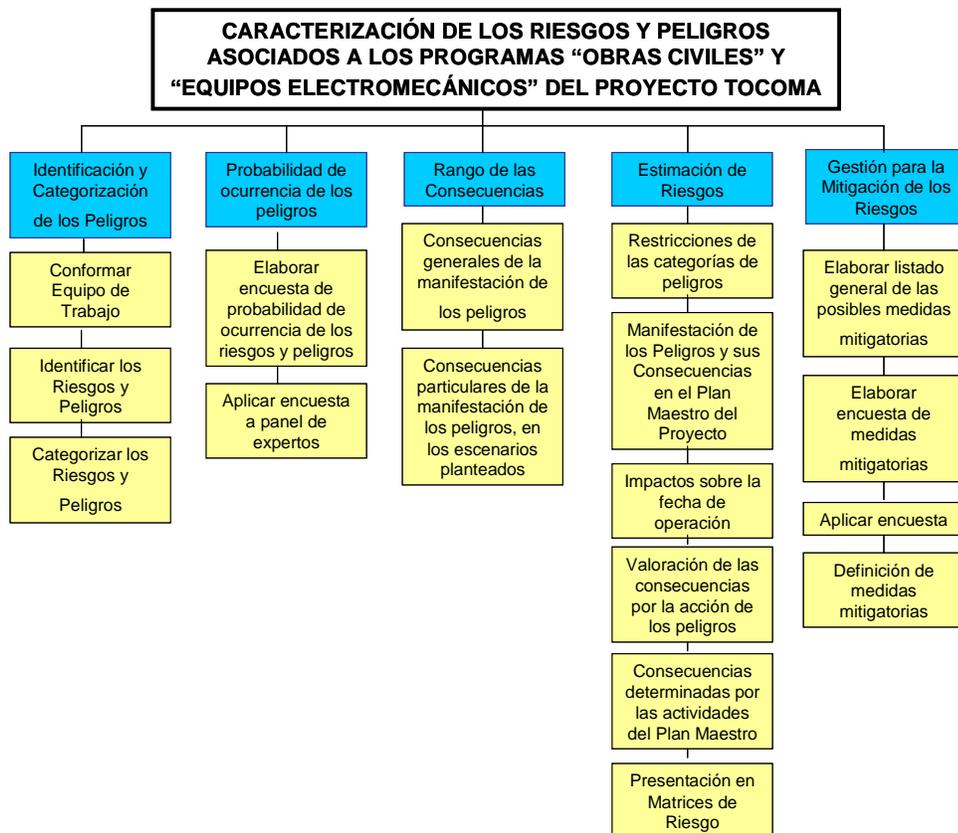


Figura 25. Estructura Desagregada de Trabajo del Plan de Riesgo del Proyecto
Fuente: Propia (2009)

5.3. IDENTIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LOS PELIGROS.

Para determinar qué peligros pueden afectar al proyecto se realizó lo siguiente:

- Revisión de la administración de los contratos y lecciones aprendidas del Proyecto Caruachi, lo que facilitó el proceso de identificación y categorización de los peligros.
- Se configuró un Equipo de Trabajo constituido por personal experto tanto de EDELCA como del Consorcio DECOYNE (Asesores).
- Consulta a expertos, con el objetivo de determinar una cuantificación del riesgo del Proyecto Tocomá; para ello se realizaron reuniones de trabajo semanales de un grupo multidisciplinario, que permitió identificar el conjunto de los peligros a los que pudiera estar expuesto el proyecto por efecto de cada uno de los contratos en proceso de desarrollo.
- Los peligros identificados y su categorización para el Contrato Civil Principal (Ctto. N° 1.1.104.003.05) se fundamentó en los diferentes componentes asociados a la administración de un contrato y se definió dentro de 7 categorías: 1) Ingeniería; 2) Suministros; 3) Equipos; 4) Mano de Obra; 5) Financiamiento; 6) Logística y 7) Peligros naturales. Las cinco (5) categorías del Contrato Electromecánico Principal (Ctto. N° 3.1.104.001.03) se conforman excluyendo la número 3) de equipos y la 7) de peligros naturales.

Los peligros detectados por cada contrato y sus posibles consecuencias expresadas en días de permanencia en la obra por retraso producto de la ocurrencia de los peligros se detalla en las Tablas 1 y 2 “Peligros y sus Consecuencias Contrato Civil Principal” y “Peligros y sus Consecuencias Contrato Electromecánico Principal”.

CONTRATO CIVIL PRINCIPAL (031)		<i>Consecuencias</i>	
<i>DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO</i>		<i>mDías</i>	<i>MDías</i>
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería	15	45
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	30	90
3	Suministro insuficiente de cemento	15	30
4	Suministro insuficiente de Explosivos	30	60
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	25	75
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores		5
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	12	60
8	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	30	90
9	Baja Productividad Laboral por operación morrocuy, desmotivación y logística	12	37
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	10	20
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	4	10
12	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	10	30
13	Demora en la obtención de recursos financieros	45	90
14	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	5	25
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	4	10
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	60	250

Tabla 1. Peligros y sus Consecuencias Contrato Civil Principal
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO ELECTROMECAÁNICO PRINCIPAL (200)		Consecuencias	
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO		mDías	MDías
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería del Contratista (200)	30	60
2	Escasez de Acero en el mercado mundial (200)	60	120
3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos (200)	8	32
4	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	25	75
5	Baja Productividad Laboral por operación morrococoy, desmotivación y logística (200)	10	35
6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial (200)		8
7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento (200)	5	15
8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos (200)	20	60
9	Demora en la obtención de recursos financieros (200)	45	90
10	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.) (200)		5

Tabla 2. Peligros y sus Consecuencias Contrato Electromecánico Principal
Fuente: Propia (2009)

5.4. PROBABILIDAD DE OCURRENCIAS DE LOS PELIGROS.

- Para obtener la variable de probabilidad de ocurrencia del peligro se amplió el panel de expertos a unas treinta (30) personas de la Dirección de Expansión de Generación (Dirección, Gerencias y Jefaturas de Departamentos), quienes respondieron una encuesta referida a la lista de peligros elaborada por el Equipo de Trabajo constituido para el desarrollo de la cuantificación del riesgo.
- La lista correspondió a 26 peligros asociados a los contratos definidos como Civil Principal (Contrato N° 1.1.104.003.05) y Electromecánico Principal (Contrato N° 3.1.104.001.03): 16 de ellos se estimó pudieran presentarse durante el período de administración del contrato N° 1.1.104.003.05 y 10 durante el período del contrato

N° 3.1.104.001.03. Del total de los peligros (26), 9 son comunes a ambos contratos, 7 son propios del N° 1.1.104.003.05 y 1 es característico del contrato N° 3.1.104.001.03 con similitud en la categoría logística; la pertenencia de cada peligro a cada contrato se muestra a continuación.

Peligros Comunes a ambos contratos:

1. Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería.
2. Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural.
3. Bajo rendimiento en la fabricación de equipos.
4. Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal.
5. Baja Productividad Laboral por operación morrocuyo, desmotivación y logística.
6. Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial.
7. Demoras en el transporte y nacionalización de equipos.
8. Demora en la obtención de recursos financieros.
9. Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.).

Los siete (7) peligros correspondientes únicamente al Contrato Civil Principal (N° 1.1.104.003.05) se listan a continuación:

1. Suministro insuficiente de cemento.
2. Suministro insuficiente de Explosivos.
3. Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores nacionales.
4. Baja productividad de equipos y plantas de construcción.

5. Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares.
 6. Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato.
 7. Demora en el desvío y/o cierre del río.
- El único peligro adicional que complementa la caracterización del Contrato Electromecánico Principal (N° 3.1.104.001.03) es la falta del área para pre montaje y montaje y de equipos de izamiento.
- La probabilidad de cada peligro se calificó por separado según las categorías de descripción verbal *Virtualmente Cierto, Muy Probable, Probable, Poco Probable y Prácticamente Imposible*, para cada uno de los 4 escenarios objeto del análisis, los cuales son:
1. **Escenario A:** Optimización de los programas de construcción de los dos Contratistas Principales del proyecto, con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad en julio 2012.
 2. **Escenario B:** Adecuación del programa de construcción de las Obras Civiles al programa de construcción de las Obras Electromecánicas, con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad en marzo 2013.
 3. **Escenario C:** Optimización de los programas de construcción de los dos Contratistas Principales del proyecto, actualizados según la situación real de los contratos, con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad entre enero y marzo de 2013.

4. **Escenario D:** Ajustes a cada programa de construcción con acciones puntuales y actualizadas según la situación real de los contratos – con el objetivo de garantizar la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad lo más temprano posible compatible con este escenario, que resulta entre julio y agosto de 2013.

- Las treinta (30) personas encuestadas respondieron la encuesta y su procesamiento condujo a la definición de una **probabilidad ponderada de ocurrencia de los peligros**.

En cuanto a la probabilidad de ocurrencia de los peligros, la encuesta realizada arrojó los resultados globales por contrato y por escenario que se presentan en las tablas 3 y 4. Una primera lectura de la información muestra que se tiene una percepción generalizada para los dos contratos según la cual, a medida que se pasa sucesivamente del escenario A al escenario D disminuye la posibilidad de ocurrencia de los peligros. La probabilidad se reduce de 60,8% en A a 37,3% en D en el contrato Civil Principal, mientras que se reduce de 64,4% en A a 39,1% en D en el contrato Electromecánico Principal. La columna número en ambas tablas representa el conjunto de respuestas recibidas por descriptor verbal para los 16 peligros del contrato N° 1.1.104.003.05 y los 10 del contrato N° 3.1.104.001.03.

CONTRATO N° 1.1.104.003.05									
Descriptor Verbal	Probabilidad	ESCENARIO A		ESCENARIO B		ESCENARIO C		ESCENARIO D	
		Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Virtualmente cierto	99%	61	13,6%	19	4,2%	23	5,1%	11	2,4%
Muy Probable	90%	128	25,9%	117	23,7%	82	16,6%	45	9,1%
Probable	50%	174	19,6%	200	22,5%	194	21,8%	191	21,5%
Poco Probable	10%	78	1,8%	105	2,4%	144	3,2%	189	4,2%
Prácticamente Imposible	1%	4	0,0%	4	0,0%	2	0,0%	9	0,0%
Totales		445	60,8%	445	52,7%	445	46,7%	445	37,3%

Tabla 3. Resultados de la encuesta para el Contrato N° 1.1.104.003.05
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO N° 3.1.104.001.03									
Descriptor Verbal	Probabilidad	ESCENARIO A		ESCENARIO B		ESCENARIO C		ESCENARIO D	
		Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Virtualmente cierto	99%	49	17,4%	8	2,8%	22	7,8%	7	2,5%
Muy Probable	90%	82	26,5%	66	21,3%	53	17,1%	26	8,4%
Probable	50%	107	19,2%	152	27,2%	132	23,7%	137	24,6%
Poco Probable	10%	39	1,4%	49	1,8%	69	2,5%	102	3,7%
Prácticamente Imposible	1%	2	0,0%	4	0,0%	3	0,0%	7	0,0%
Totales		279	64,4%	279	53,1%	279	51,0%	279	39,1%

**Tabla 4. Resultados de la encuesta para el Contrato N° 3.1.104.001.03
Fuente: Propia (2009)**

5.5. RANGO DE LAS CONSECUENCIAS Y ESTIMACIÓN DE RIESGOS.

✚ Consecuencias generales de la manifestación de los peligros.

- La manifestación de cada peligro genera una consecuencia. Para el caso específico del riesgo implicado por la toma de decisiones que se analiza, se consideró como unidad de medida de la consecuencia el número de días que la ocurrencia del peligro podría retrasar la puesta en servicio de la primera unidad de generación del Proyecto Tocomá. La unidad de medida tiene que ser analizada en dos contextos: el efecto sobre el tiempo de permanencia del contratista en obra, con los correspondientes costos que el exceso de permanencia referido a la programación contractual significan y el costo representado como el efecto negativo por la pérdida de ingreso por venta de energía a generar que podía ser colocada en un mercado con demanda en aumento.
- En términos conceptuales las consecuencias de la manifestación de los peligros en los casos de seguridad de presas se clasifican como directas o indirectas; las primeras se refieren a pérdidas de la organización por efectos de la acción de un peligro como podría ser

la falla de alguno de los componentes de una presa, mientras que las segundas están referidas a aquellas afectaciones a terceros con costos que eventualmente pueden ser reclamados con derecho a la organización. Ejemplos de este tipo de consecuencias, la paralización de la producción de rubros importantes de alto valor agregado o la suspensión temporal o total de las actividades comerciales y operacionales de uno o varios componentes del sector económico nacional por suspensión del servicio de energía; como referencia, en el Plan para el Manejo de Crisis de EDELCA del 06/12/2001, los daños de este tipo se clasifican desde insignificantes cuando la pérdida de operación corresponde a una cantidad inferior a 1.250 MWH, hasta catastrófico cuando la afectación es de más de 5.000 MWH. Por su carácter sociológico otras consecuencias son menos analizadas pero no por ello dejan de ser altamente importantes: la pérdida de imagen corporativa de la organización por actitudes y comportamientos que la sociedad perciba como ineficientes e ineficaces, es una de ellas; el incumplimiento del objetivo de responsabilidad social que le compete a toda organización es otra a la que debe hacerse mención también como referencia, en el mismo Plan para el Manejo de Crisis de EDELCA del 06/12/2001, los daños de este tipo se clasifican desde insignificantes cuando la difusión del siniestro sólo se produce en la instalación, hasta el nivel catastrófico cuando la afectación es conocida a nivel internacional. Ambas afectaciones pueden ser evaluadas y ser valorizadas en términos económicos y darle completitud a un análisis de riesgo de la organización.

✚ **Consecuencias particulares de la manifestación de los peligros, en los escenarios planteados.**

- Dentro del contexto de este análisis las *consecuencias* estarán vinculadas a dos áreas específicas: a) La **consecuencia directa por permanencia adicional** de los contratistas en sitio como resultado de un desequilibrio entre las actividades del Contrato Civil Principal (N° 1.1.104.003.05) y las del Contrato Electromecánico Principal (N° 3.1.104.001.03), que desplazan la puesta en operación de la primera unidad del Proyecto Tocomá para fechas posteriores a la del escenario A (Julio 2012). b) La **consecuencia por pérdida de ingreso** de EDELCA por la venta de energía que podría ser incorporada al Sistema Eléctrico Nacional en fecha más temprana.
- La estimación de la variable *consecuencia* en caso de ocurrencia de cada peligro, se hizo de manera consensuada en el Equipo de Trabajo utilizando las lecciones aprendidas del Proyecto Caruachi. Cada una de ellas se caracteriza por un valor mínimo y uno máximo del número de días que se estima tendrían que agregarse al Proyecto por la ocurrencia del peligro. El intervalo definido de esa manera, conjuntamente con el valor más probable entre esos mínimos y máximos define una función beta-PERT de la cual se infieren los valores en días que puede tomar la consecuencia asociada a cada peligro. El valor más probable en el intervalo se calculó por simulación de una distribución uniforme entre los valores mínimos y máximos, para proporcionarle más aleatoriedad al proceso de formación de la función beta-PERT. Los resultados obtenidos con la metodología se consideraron que aplicaban en las mismas magnitudes para cada uno de los escenarios.

Es importante destacar que al realizar la primera corrida para calcular el valor de riesgo se observó que los escenarios B y C arrojaban resultados similares al constituirse en escenarios donde la primera unidad comienza a generar en marzo de 2013, por lo que se descartó el escenario C y se continuaron las evaluaciones y cálculos únicamente con los escenarios A, B y D.

Los cálculos del valor más probable en los intervalos definidos para cada peligro se ejecutaron simulando una distribución uniforme con los parámetros mínimos y máximos de los intervalos seleccionados por el Equipo de Trabajo, escogiendo el valor representativo del 70% los casos para 1.000 repeticiones de la distribución.

Los valores probables calculados para el Contrato N° 1.1.104.003.05 – junto con los máximos y mínimos del intervalo escogido para cada peligro – se muestran en la Tabla 5, utilizada para registrar otros resultados del Escenario A estudiado y se repiten en las Tablas 6 y 7 correspondientes al registro de otros resultados para los Escenarios B y D que se analizan, por razones de uniformidad de la presentación; los valores calculados para el Contrato Electromecánico Principal – con las mismas premisas utilizadas para el Contrato Civil Principal – se muestran en las Tablas 8, 9 y 10 que contienen otros resultados para el Contrato N° 3.1.104.001.03: la Tabla 8, del Escenario A; la Tabla 9, del Escenario B y la Tabla 10 del Escenario D. Los valores definen funciones probabilísticas beta-PERT para cada peligro, que se utilizan para generar el número de días que posiblemente pueda retrasarse la obra ante la ocurrencia de un peligro seleccionado; para ello se calcularon los parámetros alfa y beta de la distribución para cada peligro, se promediaron estos valores obtenidos para los 16 peligros del contrato N° 1.1.104.003.05 y para los 10 peligros del contrato N° 3.1.104.001.03 y con

el valor promedio de los parámetros alfa y beta de la distribución, se simularon 1.000 replicaciones, para cada peligro, para cada escenario y para cada contrato, de la variable aleatoria definida como número de días que posiblemente se retrase la obra como consecuencia de la ocurrencia del peligro. Del conjunto de datos generado en el proceso, se seleccionó el valor representativo del 70% de los casos para cada consecuencia asociada a la ocurrencia de cada peligro en cada escenario escogido y en cada contrato.

Restricciones de las categorías de peligros.

- Al aplicar la metodología para calcular el valor del riesgo en días de permanencia adicional, se acordó que la ocurrencia de todos los peligros durante el desarrollo del Proyecto debía ser objeto de una consideración especial, para tomar en cuenta que la manifestación masiva de todas las categorías se percibía como de baja probabilidad de ocurrencia. Para analizarla en ese contexto se fundamentó el *espacio probabilístico* que generan las combinaciones de los 16 peligros del contrato N° 1.1.104.003.05 agrupados en 7 categorías y los 10 peligros del contrato N° 3.1.104.001.03 agrupados en 5 categorías. Cada categoría genera un espacio probabilístico cuyos componentes pueden calcularse de la manera siguiente: una categoría sin combinar con otra está representada en ese espacio por ella misma como unidad, es decir el *número combinatorio* $C(6,0)$; combinada con otra está representada por las combinaciones de 6 categorías tomadas una a una y se expresa matemáticamente como el número combinatorio $C(6,1)$; combinada con 2 por el número combinatorio $C(6,2)$ y sucesivamente hasta combinarse con las otras 6 y estar representada por el número $C(6,6)$. La suma de estos valores completa 64 eventos para cada

categoría que define el conjunto total de opciones para que se presente una categoría individualmente o combinada con otras. Porcentualmente acumulados, los resultados para una categoría que se presenta sin combinarse con otra, que se combina con otra, luego combinada con otras 2 y sucesivamente hasta con las 6 restantes, son respectivamente de 1,6%, 10,9%, 34,4%, 65,6%, 89,1%, 98,4% y 100,0% infiriéndose que, si tomamos como aceptable hasta 4 de las 7 categorías individualmente consideradas o en grupos de 2, 3 o 4 categorías, se está contemplando el 65,6% de los casos. Las mismas consideraciones son válidas para las 5 categorías del Contrato N° 3.1.104.001.03, para el cual los valores acumulados asociados a una categoría individualmente considerada o combinada con otras 2, 3, 4 ó 5, son respectivamente, 6,3%, 31,3%, 68,8%, 93,8% y 100,0%. Con los elementos de juicio que se describen, para el contrato N° 1.1.104.003.05 se seleccionó la posibilidad de ocurrencia de 4 de las 7 categorías, equivalente aproximadamente al 66% de los casos y para el contrato N° 3.1.104.001.03, 3 de las 5 categorías, equivalentes al 69% de los casos. Las diferencias de 34% o 31% con el porcentaje total no constituyen valores significativos para el nivel de desarrollo de este estudio.

Manifestación de los Peligros y sus Consecuencias en el Plan Maestro del Proyecto.

- El conjunto de peligros analizado y sus consecuencias asociadas, se incorporaron a las actividades previstas en los Contratos N° 1.1.104.003.05 y N° 3.1.104.001.03 para obtener una cuantificación del riesgo que contemple la interacción entre las Obras

Civiles y las Obras Electromecánicas. EDELCA dispone de los programas de construcción para cada contrato y unas fechas contractuales que les sirven de referencia; los programas se empezaron a vincular entre ellos en fecha temprana, hasta llegar a una versión más elaborada que contempla intervenciones previstas de los contratos por la vía de medidas de aceleración, para ubicar la puesta en marcha de la primera unidad del Proyecto Tocomá en julio de 2012. El programa, desarrollado en Project, puede constituirse en el Plan Maestro del Proyecto y se asumió como el Programa Específico del Escenario A a los efectos de este análisis. Se articula fundamentado en macro actividades convenientemente vinculadas entre sí que permiten hacer pruebas de sensibilidad de la optimización del Programa de Construcción por los efectos de las actividades de los Contratistas Civil Principal y Electromecánico Principal. El Plan Maestro requiere un trabajo adicional para convertirlo en herramienta definitiva de seguimiento y control para el uso del nivel gerencial – particularmente en lo referido a fabricación y procura – pero es amplio y suficiente para el objetivo previsto en este análisis de optimización. El Programa Específico asociado al Escenario A desarrollado hasta ahora, tiene 436 actividades y muestra la puesta en operación comercial de la primera unidad para el 27 de junio de 2012, producto de la aceleración de varias actividades de cada uno de los dos contratos involucrados. A partir del Plan Maestro se generó un Programa Específico para el Escenario B eliminando las aceleraciones originalmente contempladas para el Contrato N° 1.1.104.003.05 mientras se mantenían las asociadas al Contrato N° 3.1.104.001.03. El Programa como es natural se maneja también con 436 actividades y desplaza la puesta en servicio de la primera unidad para el 29 de marzo de

2013. Igualmente se generó un Programa Específico asociado al Escenario C a partir del programa del Escenario B; se eliminaron las aceleraciones del Contrato N° 3.1.104.001.03 y la fecha de puesta en operación comercial de la primera unidad se mantuvo como 29 de marzo de 2013. Un análisis de los efectos de las aceleraciones sobre las actividades demostró que 24 de ellas (6%) redujeron su holgura: 2 en 22 días y 22 en 1 día; 107 (25%) se mantuvieron como actividades críticas y 305 (69%) la aumentaron entre 10 días y 275 días. El Programa Específico generado de 436 actividades para el Escenario – fue descartado del análisis de riesgo por la similitud de los resultados de las primeras muestras con el Escenario B y por el incremento generalizado en las holguras de las actividades, por lo que no se consideró necesario replicarlo. Inclusive aquellas actividades que disminuyeron la holgura en 22 días tenían originalmente un intervalo suficientemente amplio, por lo que no se afectó ninguna actividad crítica y por tanto no se alteró la fecha de puesta en servicio de la primera unidad. Finalmente el Programa Específico asociado al escenario D – con 176 actividades mantiene los programas de trabajo contractuales (el Civil Principal con una prórroga de 5.5 meses con respecto su fecha original y el Electromecánico Principal con 8 meses de atraso en relación a la fecha original del Proyecto), de ambos contratistas y como consecuencia de la lógica interna de los dos programas sin optimización, desplaza la fecha de puesta en servicio de la unidad 1 para el 03 de agosto de 2013. El Programa Específico para este escenario se tomó de las primeras versiones preparadas para el Plan Maestro y no estaba suficientemente estructurado ni rigurosamente vinculado entre los contratos para clasificarse como una versión definitiva; no obstante, constituyó un valor agregado al conocimiento

de las alteraciones del Plan por efectos de las actividades contractuales.

Impactos sobre la fecha de operación.

- Días de permanencia adicional.

El procedimiento para encontrar las variaciones a las fechas de puesta en servicio de la primera unidad por efectos de la acción de los peligros, contempló un proceso de selección para cada peligro, de aquellas actividades que eran críticas, sub críticas, o que podían convertirse en alguna con esas características, por el número de días que le suma a la actividad la manifestación del peligro en el Escenario correspondiente del Programa Específico, calculado según se describe más adelante.

El proceso de selección de las actividades se produjo con procedimientos aleatorios por Contrato. Para cada peligro en un Escenario se escogió el conjunto de actividades cuya holgura en el Plan Maestro era igual o menor que la moda calculada a partir de los datos mínimo número de días y máximo número de días definido por el Equipo de Trabajo. Para el conjunto de actividades críticas y sub críticas, ampliado por aquellas que podrían convertirse en críticas y postergar la finalización del proyecto, se generaron números aleatorios de una distribución discreta y se seleccionó con ellos la actividad representativa de la afectación por la ocurrencia del peligro.

Seleccionada la actividad se calculó en cuánto tiempo se modificaba la fecha de entrada en operación de la primera unidad en el Programa Específico original del escenario, utilizando las herramientas propias del Project, modificando la duración de la actividad en el Programa Específico por el conjunto de tres duraciones para las cuales el software

proporciona fechas de terminación optimista, esperada y pesimista, dadas para los tiempos mínimo, moda o máximo respectivamente. A los efectos de este caso particular de Análisis de Optimización se seleccionó como representativa – entre las tres fechas de terminación ofrecidas por el Project – la fecha de terminación esperada procesada por el software y se calculó la diferencia en días que se generaba en la actividad “Pruebas de la Primera Unidad”, por el aumento del número de días ($duración\ nueva = duración\ anterior + moda$) en la actividad seleccionada, para obtener el número de días adicionales estimados de permanencia adicional en obra de cada contratista.

El procedimiento se repitió para cada Programa Específico y para cada Contrato agregando a las duraciones de las actividades del Programa seleccionadas aleatoriamente, los valores mínimos, máximos y probables correspondientes al número de días que adiciona el peligro al Escenario. Los mínimos y máximos fueron los definidos por el Equipo de Trabajo descritos en párrafos anteriores y los días probables aquellos obtenidos según se muestra en los apartes que refieren al tema. El método generó un conjunto de días esperados de retraso, adicionales a los propios del escenario para el contrato N° 1.1.104.003.05 y otro conjunto de días de las mismas características para el contrato N° 3.1.104.001.03. Todos los valores fueron obtenidos por diferencia con la fecha esperada de pruebas de la primera unidad, actividad que es modificada interactivamente por el Project a requerimiento del usuario, para mostrar el efecto de las actividades con una duración mayor que la original en el Programa Específico ($duración\ nueva = duración\ anterior + moda$). Las fechas de terminación optimista y pesimista ofrecidas por el Project como resultado adicional, se utilizaron como referencia comparativa dentro del Escenario.

El número de días cuantificados representa valores que eventualmente se deberían reconocer a cada contratista por permanencia adicional en obra, consecuencia de los impactos en el Programa de los peligros evaluados. Corresponde a un número de días adicionales a la fecha de puesta en operación de la primera unidad establecida en el Plan Específico estudiado y es un valor esperado consecuencia de los factores probabilísticos considerados.

- Días de pérdida de venta de energía.

Para obtener el efecto de la pérdida de ingreso por venta de energía, se calcularon los días de pérdida como la diferencia entre las fechas dadas por los Programas Específicos de cada escenario para la puesta en operación comercial de la primera unidad y el que se usa como patrón de comparación, definido por el Escenario A, 27/06/2012.

Los valores de días de pérdida se suman al promedio de los calculados para cada Contrato como consecuencia de la ocurrencia de los peligros en los Programas Específicos de cada escenario, obteniéndose la totalidad de días de pérdida de venta de energía esperados en cada escenario.

✚ Valoración de las consecuencias por la acción de los peligros.

- Con el objeto de calcular el valor esperado de las consecuencias por la acción de los peligros, se consideraron los costos conocidos de los contratos Civil y Electromecánico Principal involucrados en el estudio. De las estructuras contractuales se determinaron los costos indirectos de cada contrato, así como los costos directos correspondientes a la mano de obra y equipos, los cuales son

también susceptibles de ser reclamables por días de pérdida en la programación. Estos costos se llevaron a US MM\$ EQ/día como unidad de medida a ser aplicables a los días de pérdida. Igualmente se calcularon los costos diarios por la pérdida de ingresos por venta de energía, utilizando para ello los pronósticos de tarifas y producción preparados por la Dirección de Planificación de EDELCA.

Costos por permanencia y por pérdida de ingreso.

- Las *consecuencias directas* representativas del costo por permanencia en obra adicional del contratista por efectos de la acción de los peligros, se valoraron como el producto del número esperado de días de retraso generados por el peligro según la metodología descrita y el costo diario equivalente para cada contrato en cada escenario. (0,341 MM\$EQ/día para el Contrato N° 1.1.104.003.05 y 0,072 MM\$EQ/día para el Contrato N° 3.1.104.001.03).

Contrato 1.1.104.003.05 (104-31)				
<i>Costos directos excluyendo materiales</i>				
US \$	Costo Diario Directos	26.318,94	US \$/Dia	
BsF	Costo Diario Directos	129.089.638,50	BsF/Dia	
<i>Costos indirectos</i>				
US \$	Costo Diario Indirectos	64.523,79	US \$/Dia	
BsF	Costo Diario Indirectos	408.652.856,79	BsF/Dia	
<i>Total contrato 031</i>		340.955,523	US \$/Dia EQ	
Premisas				
Los Costos Directos e Indirectos se calcularon con base al promedio mensual del flujo de caja				
En los Costos Directos no se tomaron en cuenta los costos de los materiales (se estimaron en 40%)				
Para el calculo de los costos diarios se consideraron 30 dias por mes				

Cuadro 1. Costos directos e indirectos del Contrato N° 1.1.104.003.05

Fuente: EDELCA (2009 e)

Contrato 1.1.104.003.03 (104-200)				
<i>Costos directos excluyendo materiales</i>				
US \$	Costo Diario Directos	62.828,48	US \$/Dia	
BsF	Costo Diario Directos	15.357,41	BsF/Dia	
<i>Costos indirectos</i>				
US \$	Costo Diario Indirectos	9.185,45	US \$/Dia	
BsF	Costo Diario Indirectos	7.487,41	BsF/Dia	
		72.024,558	US \$/Dia EQ	
Premisas				
Los Costos Directos e Indirectos se calcularon con base al promedio mensual del flujo de caja				
En los Costos Directos no se tomaron en cuenta los costos de los materiales (se estimaron en 70%)				
Para el calculo de los costos diarios se consideraron 30 dias por mes				
En los costos directos de montaje (BsF) no se consideran materiales				

Cuadro 2. Costos directos e indirectos del Contrato N° 3.1.104.001.03

Fuente: EDELCA (2009 e)

El costo diario calculado como pérdida de ingreso por venta de energía no generada y no colocada en el mercado, se estimó en 681.000 US \$ / día

calendario de adelantamiento, resultado de una venta aproximada de 5.300 GWH en el período considerado.

+ Consecuencias determinadas por las actividades del Plan Maestro.

- Para calcular la *pérdida por el número de días de permanencia adicional* de los contratistas en obra para cada Contrato y cada Escenario, se aplicó la fórmula siguiente: producto de la probabilidad de ocurrencia del peligro, por la probabilidad de ocurrencia de un número de categorías seleccionado por el Equipo de Trabajo (cuatro de siete en el Contrato N° 1.1.104.003.05 y tres de cinco en el Contrato N° 3.1.104.001.03), por el número de días que se agregan a la fecha de entrada en operación de la primera unidad debido a los impactos generados por eventuales retrasos en la ejecución de las actividades del Plan Maestro. Este resultado se multiplicó por el costo diario evaluado como efectivamente reclamable por permanencia adicional en obra de cada contratista, para obtener el monto en MM\$EQ por Programa Específico y por Contrato.
- La *pérdida de ingreso por energía no generada y no colocada* por Escenario se procesó de acuerdo al siguiente procedimiento. En primer lugar se hizo la suma de dos variables de tiempo: a) el promedio simple del número de días esperados de permanencia adicional en sitio de cada contratista, resultante de las operaciones sobre los Programas Específicos para cada Escenario y para cada Contrato; los valores fueron calculados según se describió en el párrafo titulado Días de permanencia adicional (página 82), b) el número de días de generación no colocada en el mercado para el escenario en estudio, referido a la línea base o línea de comparación correspondiente a la fecha de puesta en operación de la primera

unidad en el Escenario A, 27 de junio 2012. Posterior a este procesamiento se aplicó la fórmula producto de la probabilidad de ocurrencia del peligro, por la probabilidad de ocurrencia del número de categorías seleccionado por el Equipo de Trabajo, por el número de días resultante de la agregación que se indicó arriba en los sub apartes a) y b). El resultado se multiplicó por el costo diario calculado por pérdida de ingreso por venta de energía (0,681 MM\$EQ/día), monto que representa la cuantificación de la pérdida estimada por venta de energía para cada peligro.

Presentación en Matrices de Riesgo.

Los resultados se agruparon en matrices de riesgo por escenario que muestran para cada uno de los tres escenarios seleccionados para el estudio – la información siguiente: a) el peligro estudiado; b) la probabilidad de simultaneidad del conjunto de categorías del contrato; c) la probabilidad de ocurrencia del peligro; d) el número de días estimado como consecuencia de la aplicación del valor mínimo, máximo o probable que se afectan por la acción del peligro; e) el conjunto de días de diferencia con la línea base, en este caso el Escenario A y su fecha de puesta en marcha de la operación comercial de la primera unidad, 27/06/2012; f) el número esperado de días que se afecta la fecha prevista para la puesta en operación de la primera unidad por efecto de los peligros y que representa un período de permanencia adicional en obra de cada contratista; g) la cuantificación del riesgo como producto de la probabilidad de ocurrencia del peligro y las consecuencias de esta ocurrencia. Las matrices se muestran en las Tablas 05 a la 18, seguidamente se describe el contenido de cada Tabla por bloques de información.

CONTRATO N° 1.1.104.003.05 DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO		POS4c_031= 0,656				Días por diferencia con línea base 27/06/2012			CONSECUENCIAS por las actividades del Plan Maestro			
		Prob1	mDías1	MDías1	PDías1	Total	d031-lb	d200-lb	a031	d031-Act	d031-esp	d031-tot
1	Demora en la elaboración y aprobación de la ingeniería	0,69	15	45	36,3				89	36	16	16
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	0,50	30	90	72,5				38			
3	Suministro insuficiente de cemento	0,53	15	30	25,3				88			
4	Suministro insuficiente de explosivos	0,36	30	60	50,4				69	51	12	12
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	0,60	25	75	60,3				102	56	22	22
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores	0,68	-	5	3,4				87			
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	0,73	12	60	46,0				69	46	22	22
8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	0,80	30	90	71,7				46	42	22	22
9	Baja productividad laboral por operación morrocot, desmotivación y logística	0,69	12	37	30,1				117			
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	0,59	10	20	16,8				26	16	6	6
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	0,73	4	10	8,3				89	9	4	4
12	Demora en el transporte y nacionalización de equipos	0,63	10	30	24,2				341	12	5	5
13	Demoras en la obtención de recursos financieros	0,64	45	90	76,9				139	38	16	16
14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	0,65	5	25	19,2				49	20	8	8
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	0,41	4	10	8,2				52	9	2	2
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	0,52	60	250	194,9				99	3	1	1
TOTALES		0,40									137	137

Tabla 5. Contrato N° 1.1.104.003.05. Escenario A. Peligros y consecuencias
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO 1.1.104.003.05 DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO		POS4c_031= 0,656				Días por diferencia con línea base 27/06/2012			CONSECUENCIAS por las actividades del Plan Maestro			
		Prob1	mDías1	MDías1	PDías1	Total	d031-lb	d200-lb	a031	d031-Act	d031-esp	d031-tot
1	Demora en la elaboración y aprobación de la ingeniería	0,50	15	45	36,3	22	11	12	121			11
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	0,49	30	90	72,5	22	10	12	123			10
3	Suministro insuficiente de cemento	0,54	15	30	25,3	9	9		349			9
4	Suministro insuficiente de explosivos	0,34	30	60	50,4	6	6		47			6
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	0,50	25	75	60,3	22	11	11	79			11
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores	0,62		5	3,4	10	10		76			10
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	0,51	12	60	46,0	8	8		295			8
8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	0,74	30	90	71,7	27	15	12	2			15
9	Baja productividad laboral por operación morrocot, desmotivación y logística	0,64	12	37	30,1	25	13	12	131	29	12	25
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	0,51	10	20	16,8	21	11	10	415			11
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	0,55	4	10	8,3	22	11	11	82			11
12	Demora en el transporte y nacionalización de equipos	0,56	10	30	24,2	23	12	11	121			12
13	Demoras en la obtención de recursos financieros	0,54	45	90	76,9	21	11	10	37			11
14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	0,59	5	25	19,2	24	12	12	418			12
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	0,34	4	10	8,2	6	6		111	8	2	7
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	0,48	60	250	194,9	8	8		100			8
TOTALES		0,35				275	164	111			14	177

Tabla 6. Contrato N° 1.1.104.003.05. Escenario B. Peligros y consecuencias.
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO N° 1.1.104.003.05 DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO		POS4c_031= 0,656				Días por diferencia con línea base 27/06/2012			CONSECUENCIAS por las actividades del Plan Maestro			
		Prob1	mDías1	MDías1	PDías1	Total	d031-lb	d200-lb	a031	d031-Act	d031-esp	d031-tot
1	Demora en la elaboración y aprobación de la ingeniería	0,33	15	45	36,3	27	14	13				14
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	0,39	30	90	72,5	36	17	19				17
3	Suministro insuficiente de cemento	0,39	15	30	25,3	13	13					13
4	Suministro insuficiente de explosivos	0,34	30	60	50,4	11	11					11
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	0,28	25	75	60,3	26	12	14				12
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores	0,40		5	3,4	13	13					13
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	0,32	12	60	46,0	11	11					11
8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	0,54	30	90	71,7	40	22	18				22
9	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	0,49	12	37	30,1	39	21	18				21
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	0,37	10	20	16,8	30	16	14				16
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	0,29	4	10	8,3	29	13	17				13
12	Demora en el transporte y nacionalización de equipos	0,33	10	30	24,2	30	14	16				14
13	Demoras en la obtención de recursos financieros	0,32	45	90	76,9	28	14	14				14
14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	0,58	5	25	19,2	48	24	23				24
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	0,27	4	10	8,2	9	9					9
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	0,33	60	250	194,9	11	11					11
TOTALES		0,24				402	235	167				235

Tabla 7. Contrato N° 1.1.104.003.05. Escenario D. Peligros y consecuencias
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO 3.1.104.001.03 DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO		POS3c_200= 0,688				Días por diferencia con línea base 27/06/2012			CONSECUENCIAS por las actividades del Plan Maestro			
		Prob2	mDías2	MDías2	PDías2	Total	d031-lb	d200-lb	a200	d200-Act	d200-esp	d200-tot
1	Demoras en la elaboración y aprobación de la ingeniería del Contratista	0,73	30	60	50,2				77	50	25	25
2	Escasez de acero en el mercado mundial	0,55	60	120	101,7				77	101	38	38
3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos	0,64	8	32	25,2				78	21	9	9
4	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	0,65	25	75	61,1				122	57	25	25
5	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	0,63	10	35	27,8				131	27	12	12
6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	0,62		8	5,5				122	1	0	0
7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento	0,69	5	15	12,3				131	12	6	6
8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	0,66	20	60	48,9				78	44	20	20
9	Demoras en la obtención de recursos financieros	0,65	45	90	76,7				77	76	34	34
10	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	0,62		5	3,5				122			
TOTALES		0,44									169	169

Tabla 8. Contrato N° 3.1.104.001.03. Escenario A. Peligros y consecuencias
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO 3.1.104.001.03 DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO		POS3c_200= 0,688				Días por diferencia con línea base 27/06/2012			CONSECUENCIAS por las actividades del Plan Maestro			
		Prob2	mDías2	MDías2	PDías2	Total	d031-lb	d200-lb	a200	d200-Act	d200-esp	d200-tot
1	Demoras en la elaboración y aprobación de la ingeniería del Contratista	0,54	30	60	50,2	22	11	12	78			12
2	Escasez de acero en el mercado mundial	0,55	60	120	101,7	22	10	12	77			12
						9	9					
						6	6					
3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos	0,51	8	32	25,2	22	11	11	77			11
						10	10					
						8	8					
4	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	0,57	25	75	61,1	27	15	12	78			12
5	Baja productividad laboral por operación morrocay, desmotivación y logística	0,56	10	35	27,8	25	13	12	132	27	10	22
6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	0,49		8	5,5	21	11	10	78			10
7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento	0,52	5	15	12,3	22	11	11	77			11
8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	0,53	20	60	48,9	23	12	11	132	46	17	28
9	Demoras en la obtención de recursos financieros	0,48	45	90	76,7	21	11	10	78			10
10	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	0,57		5	3,5	24	12	12	131	4	1	13
						6	6					
						8	8					
TOTALES		0,37				275	164	111			28	140

Tabla 9. Contrato N° 3.1.104.001.03. Escenario B. Peligros y consecuencias
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO 3.1.104.001.03 DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO		POS3c_200= 0,688				Días por diferencia con línea base 27/06/2012			CONSECUENCIAS por las actividades del Plan Maestro			
		Prob2	mDías2	MDías2	PDías2	Total	d031-lb	d200-lb	a200	d200-Act	d200-esp	d200-tot
1	Demoras en la elaboración y aprobación de la ingeniería del Contratista	0,31	30	60	50,2	27	14	13				13
2	Escasez de acero en el mercado mundial	0,44	60	120	101,7	36	17	19				19
						13	13					
						11	11					
3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos	0,33	8	32	25,2	26	12	14				14
						13	13					
						11	11					
4	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	0,43	25	75	61,1	40	22	18				18
5	Baja productividad laboral por operación morrocay, desmotivación y logística	0,43	10	35	27,8	39	21	18				18
6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	0,33		8	5,5	30	16	14				14
7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento	0,39	5	15	12,3	29	13	17				17
8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	0,37	20	60	48,9	30	14	16				16
9	Demoras en la obtención de recursos financieros	0,34	45	90	76,7	28	14	14				14
10	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	0,55		5	3,5	48	24	23				23
						9	9					
						11	11					
TOTALES		0,27				402	235	167				167

Tabla 10. Contrato N° 3.1.104.001.03. Escenario D. Peligros y consecuencias
Fuente: Propia (2009)

Cualquiera de los contratistas: en las Tablas 5, 6 y 7 están las Consecuencias asociadas al Contrato N° 1.1.104.003.05 y en las 8, 9 y 10 las vinculadas con el Contrato N° 3.1.104.001.03.

Las Tablas contienen los campos del primer bloque que se describen a continuación; en algunos de ellos las variables contienen un descriptor 1 o 2 al final del nombre del campo y para ellos debe asumirse que la mención a alguna de las variables con el indicador 1 corresponderá a un campo propio del Contrato N° 1.1.104.003.05 y si el indicador referido es el número 2, al Contrato N° 3.1.104.001.03.

Número del contrato en estudio, definición abreviada del contrato;

PosOr031 y *PosOr0200*, número correlativo identificador de los peligros entre los números 1 y 16 para el Contrato N° 1.1.104.003.05 y entre los números 1 y 10 para el Contrato N° 3.1.104.001.03; *Descripción del peligro*, manifestación del peligro considerado; *probabilidad prob1* y *prob2*, valores de las probabilidades de ocurrencia calculadas para cada peligro y cada contrato en los escenarios en estudio y resultado de la encuesta realizada;

mDías, valor mínimo en el intervalo definido por el grupo de trabajo para cada peligro;

MDías valor máximo en el intervalo definido por el grupo de trabajo para cada peligro;

pDías moda estimada calculada como el valor más probable estimado para cada peligro entre el valor mínimo y el máximo del intervalo considerado;

POS4c_031, probabilidad de ocurrencia simultánea de 4 categorías en el Contrato N° 1.1.104.003.05;

POS3c_200 probabilidad de ocurrencia simultánea de 3 categorías en el Contrato N° 3.1.104.001.03.

Los campos del segundo bloque son tres:

Total, equivalente a los días de diferencia con la línea base referidos como la diferencia entre la fecha prevista para la puesta en operación de la primera unidad del Escenario en consideración y la fecha de la Línea Base, 27-06-2012;

d031_lb, días de diferencia con la línea base atribuibles al Contrato N° 1.1.104.003.05;

d200_lb, días de diferencia con la línea base atribuibles al Contrato N° 3.1.104.001.03; la suma de ambos corresponde al total de días de diferencia con la línea base.

El Tercer bloque de información de la Tabla por Contrato y por Escenario corresponde a la consecuencia de la ocurrencia del peligro medida como el número de días que el proyecto podría retrasarse por rendimientos no compatibles con los previstos en las actividades contractuales contempladas. La Tabla contiene cuatro campos en el bloque:

a031, indicativo de la actividad seleccionada aleatoriamente con técnicas de simulación, como la afectada por un rendimiento inadecuado;

d031_Act, representativa del valor esperado dado por el software Project cuando se proveen como dato al software los tiempos optimista, probable o pesimista definidos por los valores mínimo, probable o máximo del intervalo escogido por el grupo de expertos;

d031_esp, para designar el valor esperado de la consecuencia ante la ocurrencia del peligro específico.

El conjunto constituido por los tres bloques de información de las Tablas 7 a la 12 permitirá el cálculo de las consecuencias – directas e indirectas en términos monetarios – generadas por la ocurrencia de los peligros; para ello

se utilizaron los valores determinados para los costos por día eventualmente que se estima requeriría el contratista si se producen retrasos en la obra no imputables a su ejecución contractual.

Las consecuencias están expresadas en las Matrices de Riesgo Consolidado de las Tablas 11, 12 y 13 en millones de dólares USA equivalentes y en ellas se agregan los montos calculados por permanencia adicional en obra y por pérdida de ingreso por venta de energía, para cada peligro.

DESCRIPCIÓN DEL PLIEGO 1.1.104.003.05		DESCRIPCIÓN DEL PLIEGO 3.1.104.001.03		0,341 MM\$Eq031	0,072 MM\$Eq200	0,681 MM\$ Ingre	MM \$ total	Ranking
1	Demora en la elaboración y aprobación de la ingeniería	1	Demoras en la elaboración y aprobación de la ingeniería del Contratista	5,6	1,8	14,0	21,4	3
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	2	Escasez de acero en el mercado mundial		2,8	13,0	15,8	5
3	Suministro insuficiente de cemento							15
4	Suministro insuficiente de explosivos			4,1		4,1	8,2	8
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos	7,5	0,7	10,6	18,7	4
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores							16
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción			7,5		7,5	15,0	6
8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	4	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	7,5	1,8	16,1	25,4	1
9	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	5	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística		0,8	4,0	4,8	11
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	2,1	0,0	2,2	4,3	12
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento	1,4	0,4	3,3	5,1	10
12	Demora en el transporte y nacionalización de equipos	8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	1,6	1,4	8,4	11,5	7
13	Demoras en la obtención de recursos financieros	9	Demoras en la obtención de recursos financieros	5,4	2,4	17,0	24,9	2
14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	10	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	2,9		2,9	5,7	9
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato			0,8		0,8	1,6	13
16	Demora en el desvío y/o cierre del río			0,3		0,3	0,7	14
TOTALES				46,7	12,2	104,2	163,1	

**Tabla 11. Contratos N° 1.1.104.003.05 y N° 3.1.104.001.03. Escenario A.
Matriz de Riesgo Consolidado
Fuente: Propia (2009)**

DESCRIPCIÓN DEL PLIEGO 1.1.104.003.05		DESCRIPCIÓN DEL PLIEGO 3.1.104.001.03		0,341 MM\$Eq031	0,072 MM\$Eq200	0,681 MM\$ Ingre	MM \$ total	Ranking
1	Demora en la elaboración y aprobación de la ingeniería	1	Demoras en la elaboración y aprobación de la ingeniería del Contratista	3,6	0,8	15,0	19,5	6
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	2	Escasez de acero en el mercado mundial	3,5	0,8	15,0	19,4	7
3	Suministro insuficiente de cemento	3		3,0		6,0	9,0	12
4	Suministro insuficiente de explosivos	4		1,9		3,8	5,7	16
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos	3,6	0,8	14,6	19,1	8
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores	6		3,4		6,9	10,3	11
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	7		2,8		5,6	8,4	13
8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	5,1	0,8	18,2	24,2	3
9	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	9	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	8,6	1,6	24,4	34,6	1
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	3,7	0,7	14,3	18,7	10
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	11	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento	3,9	0,8	15,2	19,9	5
21 2	Demora en el transporte y nacionalización de equipos	12	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	4,0	2,0	21,3	27,3	2
13	Demoras en la obtención de recursos financieros	13	Demoras en la obtención de recursos financieros	3,9	0,7	14,4	19,0	9
14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	4,2	1,0	17,1	22,3	4
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	15		2,5		4,4	6,9	15
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	16		2,7		5,3	8,0	14
TOTALES				60,5	10,1	201,6	272,2	

**Tabla 12. Contratos N° 1.1.104.003.05 y N° 3.1.104.001.03. Escenario B.
Matriz de Riesgo Consolidado
Fuente: Propia (2009)**

DESCRIPCIÓN DEL PLIEGO 1.1.104.003.05		DESCRIPCIÓN DEL PLIEGO 3.1.104.001.03		0,341 MM\$Eq031	0,072 MM\$Eq200	0,681 MM\$ Ingre	MM \$ total	Ranking
1	Demora en la elaboración y aprobación de la ingeniería	1	Demoras en la elaboración y aprobación de la ingeniería del Contratista	4,8	0,9	18,5	24,2	9
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	2	Escasez de acero en el mercado mundial	5,7	1,4	24,3	31,3	4
3	Suministro insuficiente de cemento	3		4,5		9,0	13,6	12
4	Suministro insuficiente de explosivos	4		3,9		7,7	11,6	13
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos	4,1	1,0	17,9	23,1	10
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores	6		4,6		9,2	13,8	11
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	7		3,7		7,3	11,0	15
8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	8	Paralización de la obra por conflictos laborales, huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	7,6	1,3	27,4	36,3	2
9	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	9	Baja productividad laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	7,0	1,3	26,2	34,5	3
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	5,4	1,0	20,1	26,5	6
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	11	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento	4,3	1,2	20,1	25,6	7
21 2	Demora en el transporte y nacionalización de equipos	12	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	4,8	1,2	20,6	26,6	5
13	Demoras en la obtención de recursos financieros	13	Demoras en la obtención de recursos financieros	4,7	1,0	19,1	24,8	8
14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	14	Impacto por cambios de las variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	8,3	1,7	32,4	42,4	1
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	15		3,1		6,2	9,4	16
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	16		3,8		7,6	11,4	14
TOTALES				80,2	12,0	273,7	366,0	

**Tabla 13. Contratos N° 1.1.104.003.05 y N° 3.1.104.001.03. Escenario D.
Matriz de Riesgo Consolidado.
Fuente: Propia (2009)**

Las Tablas 11, 12 y 13 corresponden a los Escenario A, B y D respectivamente y agrega los resultados para los dos contratos; presentan nueve campos en tres bloques de información. Primer bloque: para el Contrato N° 1.1.104.003.05:

PosOri031, número del peligro en las Tablas 07, 08 o 09;

Descripción del Peligro031, expresión verbal del peligro considerado.

Segundo bloque: para el Contrato N° 3.1.104.001.03:

PosOri200, número del peligro en las Tablas 10, 11 o 12

Descripción del Peligro200, expresión verbal del peligro considerado.

Tercer bloque:

MM\$Eq031, valor monetario de la consecuencia para el Contrato N° 1.1.104.003.05;

MM\$Eq200, valor monetario de la consecuencia para el Contrato N° 3.1.104.001.03;

MM\$Ingre, valor monetario de la pérdida de ingreso por venta de energía;

MM\$Total, valor monetario agregado de los tres campos anteriores;

Ranking, posicionamiento relativo de los valores monetarios totales por peligro.

5.6. GESTIÓN PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGO.

- Dentro de la Gerencia de los Riesgos, se contempla establecer medidas para mitigar, reducir o inclusive eliminar los riesgos, en ese sentido el Equipo de Trabajo encargado de este estudio sobre los riesgos propios del proyecto, desarrolló un listado general de las posibles medidas mitigatorias, algunas de ellas fundamentadas en

lecciones aprendidas del Proyecto Caruachi y otras basadas en experiencias propias de los participantes.

- Una vez identificadas las posibles medidas de mitigación para cada peligro, se realizó una encuesta que permitió detectar la percepción sobre la efectividad de intervención sobre los contratos. En la encuesta se intentaba definir una nueva percepción del grupo: la efectividad de las medidas mitigatorias de carácter general que habían sido diseñadas, para evaluar el grado de modificación que podría generarle a los Escenarios considerados.
- Las medidas – se solicitó a cada encuestado – calificarlas por separado según las categorías descritas verbalmente como de *Mitigación Total, de Alta Efectividad, de Mediana Efectividad, Poco Efectiva o de Mínimo Efecto*, para cada uno de los tres (3) Escenarios objeto del análisis. Las personas respondieron la encuesta y su procesamiento condujo a la definición de una *probabilidad ponderada* del efecto de las medidas mitigatorias para cada peligro y para cada contrato. El carácter de las medidas enunciadas es general; algunas contienen más de una acción específica, lo que las hace difusas; no obstante, los resultados de la encuesta mostraron un grado de coherencia que permite profundizar sobre ellas en ampliaciones al estudio que se presenta en este documento, profundizaciones que se elaborarán con posterioridad a esta revisión. Los resultados se agruparon por escenario en matrices similares a las matrices de riesgo, ampliadas para contemplar los efectos mitigatorios.

En conclusión, la recolección se realizó con un enfoque cualitativo aplicado a un grupo de expertos en materia de riesgos. Esta recolección se hizo en dos etapas. En la primera etapa se realizó un levantamiento de la información, y en la segunda etapa se utilizó un enfoque cualitativo, con el objeto de revisar,

validar y completar la información referente a los riesgos del proyecto Tocomá y bajo un enfoque cuantitativo donde se pretende mostrar en tablas, las probabilidades de ocurrencia y los porcentajes de la encuesta aplicada en los diferentes escenarios que permitió dar conclusiones a los datos extraídos o recogidos por medio de los instrumentos utilizados.

Adicionalmente, en función de los resultados obtenidos se incursionó en la evaluación de medidas de mitigación de los riesgos. En este contexto se identificaron en una primera fase las medidas generales que pudieran contribuir a la gerencia de dichos riesgos, algunas de ellas fundamentadas en lecciones aprendidas del proyecto Caruachi. El carácter de las medidas enunciadas es general; algunas contienen más de una acción específica, lo que las hace difusas; no obstante, los resultados de la evaluación mostraron un grado de coherencia que permite profundizar sobre ellas. Los resultados se agruparon por escenario en matrices similares a las matrices de riesgo, ampliadas para contemplar los efectos mitigatorios.

A continuación se muestra en las tablas 14 y 15 las medidas identificadas para cada contrato y en la tabla 19 una síntesis en la cual se muestra la cuantificación de los riesgos sin y con medidas de mitigación.

CONTRATO 031		
	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	MITIGACIÓN DEL PELIGRO
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la Ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	Incremento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores nacionales e internacionales
3	Suministro insuficiente de cemento	Diversificación de proveedores nacionales e internacionales
4	Suministro insuficiente de Explosivos	Acuerdos con el Estado para garantizar el suministro oportuno
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores nacionales	Gestiones ante los Organismos del Estado para asegurar el suministro oportuno de los proveedores nacionales.
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	Implementación de un adecuado stock de repuestos, garantizar el mantenimiento de equipos y plantas y un eventual incremento de estos recursos
8	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	Conformación de equipo de trabajo para la prevención y/o resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTASS, OIV y Sindicatos)
9	Baja Productividad Laboral por operación morrocay, desmotivación y logística	Implementación de bonos por producción a los trabajadores. Seguimiento riguroso del cumplimiento por parte del Contratista de las obligaciones contractuales
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativa vigente por parte del contratista y EDELCA
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	Coordinación adecuada entre contratistas
12	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos
13	Demora en la obtención de recursos financieros	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos del Estado y Financieros
14	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	N/A
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	Asegurar el cumplimiento estricto del programa de construcción

Tabla N° 14. Medidas de Mitigación para Contrato Civil Principal
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO 200		
	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	MITIGACIÓN DEL PELIGRO
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería del Contratista (200)	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la Ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA
2	Escasez de Acero en el mercado mundial (200)	Aseguramiento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores
3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos (200)	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos
4	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal (200)	Conformación de equipo de trabajo para resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)
5	Baja Productividad Laboral por operación morrococoy, desmotivación y logística (200)	Implementación de bonos por producción a los trabajadores
6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial (200)	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativa vigente por parte del contratista y EDELCA
7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento (200)	Incremento de las áreas de ensamblaje y coordinación de áreas
8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos (200)	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos
9	Demora en la obtención de recursos financieros (200)	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos financieros
10	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.) (200)	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista

Tabla N° 15. Medidas de Mitigación para Contrato Electromecánico Principal
Fuente: Propia (2009)

A continuación presentaremos las Tablas 16, 17 y 18, Matrices de Riesgos Mitigados Esperados, correspondientes a los Escenarios A, B y D; la cual contiene diez campos en cuatro bloques de información.

CONTRATO N° 1.1.104.003.05		CONTRATO N° 3.1.104.001.03		Factores de mitigación		RIESGO MITIGADO ESPERADO MM US \$ EQ			
ESCENARIO A		ESCENARIO A		031	200	031	200	Ingre	Total
MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA 1		MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA 2		mitg1	mitg2				
1	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA	1	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la ingeniería del contratista	0,55	0,59	3,1	1,1	8,0	12,2
2	Incremento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores nacionales internacionales	2	Aseguramiento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores	0,72	0,72		2,0	9,4	11,4
3	Diversificación de proveedores nacionales internacionales			0,62					
4	Acuerdos con el Estado para garantizar el suministro oportuno			0,61		2,5		2,5	5,0
5	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos	3	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos	0,45	0,49	3,4	0,3	5,0	8,7
6	Gestiones ante los Organismos del Estado para asegurar el suministro oportuno de los proveedores nacionales			0,45					
7	Implementación de un adecuado stock de repuestos, garantizar el mantenimiento de equipos y plantas y un eventual incremento de estos recursos			0,64		4,8		4,8	9,5
8	Conformación de equipos de trabajo para la prevención y/o resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)	4	Conformación de equipos de trabajo para resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)	0,53	0,54	4,0	1,0	8,7	13,6
9	Implementación de bonos por producción a los trabajadores. Seguimiento riguroso del cumplimiento por parte del Contratista de las obligaciones contractuales	5	Implementación de bonos de producción a los trabajadores	0,75	0,72		0,6	2,9	3,5
10	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativas vigentes por parte del contratista y EDELCA	6	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativas vigentes por parte del contratista y EDELCA	0,60	0,66	1,3	0,0	1,4	2,7
11	Coordinación adecuada entre contratistas	7	Incremento de las áreas de ensamble y coordinación de áreas	0,49	0,63	0,7	0,3	1,9	2,8
12	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos	8	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos	0,49	0,52	0,8	0,7	4,3	5,8
13	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos del estado y Financieros	9	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos Financiero	0,53	0,58	2,9	1,4	9,4	13,7
14	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista	10	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista	0,43	0,44	1,2		1,2	2,5
15	N/A								
16	Asegurar el cumplimiento estricto del programa de construcción			0,60	0,60	0,2		0,2	0,4
TOTALES				0,53	0,54	24,8	7,4	59,6	91,7

Tabla 16. Contratos N° 1.1.104.003.05 y N° 3.1.104.001.03. Escenario A. Matriz de Riesgos Mitigados Esperados
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO 1.1.104.003.05		CONTRATO 3.1.104.001.03		Factores de mitigación		RIESGO MITIGADO ESPERADO MM US \$ EQ			
ESCENARIO B		ESCENARIO B		031	200	031	200	Ingre	Total
MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA 031		MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA 200		mitg1	mitg2				
1	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA	1	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA	0,66	0,68	2,4	0,6	10,1	13,1
2	Incremento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores nacionales internacionales	2	Aseguramiento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores	0,73	0,74	2,6	0,6	11,0	14,2
3	Diversificación de proveedores nacionales internacionales			0,72		2,2		4,3	6,5
4	Acuerdos con el Estado para garantizar el suministro oportuno			0,74		1,4		2,8	4,2
5	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos	3	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos	0,56	0,61	2,0	0,5	8,5	11,0
6	Gestiones ante los Organismos del Estado para asegurar el suministro oportuno de los proveedores nacionales			0,58		2,0		4,0	6,0
7	Implementación de un adecuado stock de repuestos, garantizar el mantenimiento de equipos y plantas y un eventual incremento de estos recursos			0,75		2,1		4,2	6,3
8	Conformación de equipos de trabajo para la prevención y/o resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)	4	Conformación de equipos de trabajo para resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)	0,59	0,57	3,0	0,5	10,5	14,1
9	Implementación de bonos por producción a los trabajadores. Seguimiento riguroso del cumplimiento por parte del Contratista de las obligaciones contractuales	5	Implementación de bonos de producción a los trabajadores	0,77	0,76	6,6	1,2	18,6	26,3
10	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativas vigentes por parte del contratista y EDELCA	6	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativas vigentes por parte del contratista y EDELCA	0,72	0,73	2,7	0,5	10,3	13,5
11	Coordinación adecuada entre contratistas	7	Incremento de las áreas de ensamble y coordinación de áreas	0,59	0,73	2,3	0,6	10,0	12,9
12	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos	8	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos	0,61	0,67	2,4	1,4	13,6	17,4
13	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos del estado y Financieros	9	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos Financiero	0,63	0,65	2,4	0,5	9,2	12,1
14	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista	10	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista	0,48	0,51	2,0	0,5	8,5	11,0
15	N/A								
16	Asegurar el cumplimiento estricto del programa de construcción			0,65		1,7		3,5	5,2
TOTALES						37,8	6,8	129,2	173,8

Tabla 17. Contratos N° 1.1.104.003.05 y N° 3.1.104.001.03. Escenario B. Matriz de Riesgos Mitigados Esperados
Fuente: Propia (2009)

CONTRATO 1.1.104.003.05		CONTRATO 3.1.104.001.03		Factores de mitigación		RIESGO MITIGADO ESPERADO MM US \$ EQ			
ESCENARIO D		ESCENARIO D		031	200	031	200	Ingre	Total
MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA 1		MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA 2		mitg1	mitg2				
1	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA	1	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA	0,76	0,75	3,6	0,7	14,0	18,3
2	Incremento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores nacionales internacionales	2	Aseguramiento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores	0,72	0,77	4,1	1,1	18,1	23,3
3	Diversificación de proveedores nacionales internacionales			0,76		3,4		6,9	10,3
4	Acuerdos con el Estado para garantizar el suministro oportuno			0,77		3,0		6,0	8,9
5	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos	3	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos	0,66	0,72	2,7	0,7	12,4	15,9
6	Gestiones ante los Organismos del Estado para asegurar el suministro oportuno de los proveedores nacionales			0,72		3,3		6,6	10,0
7	Implementación de un adecuado stock de repuestos, garantizar el mantenimiento de equipos y plantas y un eventual incremento de estos recursos			0,79		2,9		5,8	8,7
8	Conformación de equipos de trabajo para la prevención y/o resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)	4	Conformación de equipos de trabajo para resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)	0,61	0,64	4,7	0,8	17,2	22,7
9	Implementación de bonos por producción a los trabajadores. Seguimiento riguroso del cumplimiento por parte del Contratista de las obligaciones contractuales	5	Implementación de bonos de producción a los trabajadores	0,70	0,76	4,9	1,0	19,1	25,0
10	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativas vigentes por parte del contratista y EDELCA	6	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativas vigentes por parte del contratista y EDELCA	0,74	0,77	4,0	0,8	15,2	20,0
11	Coordinación adecuada entre contratistas	7	Incremento de las áreas de ensamble y coordinación de áreas	0,66	0,80	2,8	1,0	14,6	18,4
12	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos	8	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos	0,70	0,77	3,4	0,9	15,2	19,4
13	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos del estado y Financieros	9	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos Financiero	0,73	0,73	3,4	0,8	14,0	18,1
14	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista	10	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista	0,57	0,61	4,7	1,0	19,0	24,7
15	N/A								
16	Asegurar el cumplimiento estricto del programa de construcción			0,74		2,8		5,6	8,4
TOTALES						53,8	8,7	189,7	252,2

Tabla 18. Contratos N° 1.1.104.003.05 y N° 3.1.104.001.03. Escenario D. Matriz de Riesgos Mitigados Esperados
Fuente: Propia (2009)

El primer bloque contiene para el Contrato N° 1.1.104.003.05 los campos siguientes: *PosOri1* indicativo del número del peligro enunciado en las tablas anteriores, en correspondencia con la medida de mitigación sugerida que se expresa en el campo *Medida de Mitigación Propuesta 031*.

El segundo bloque de información muestra el número del peligro en el Contrato N° 3.1.104.001.03, *PosOri200* y la medida de mitigación propuesta para ese peligro particular en el campo *Medida de Mitigación Propuesta 200*.

El tercer bloque contiene dos campos: *mitig1* y *mitig2* indicativos de los factores de mitigación detectados de los resultados de la encuesta vinculada a las medidas de mitigación para cada uno de los contratos.

Finalmente el cuarto bloque de información presenta en millones de dólares USA equivalentes los valores del riesgo ya mitigado por los factores mostrados:

MM\$Eq031, valor monetario de la consecuencia mitigado por la intervención del Contrato N° 1.1.104.003.05;

MM\$Eq200, valor monetario de la consecuencia mitigado por efecto de la intervención del Contrato N° 3.1.104.001.03;

MM\$Ingre, valor monetario de la pérdida de ingreso por venta de energía mitigado por la intervención de ambos contratos;

MM\$Total, valor monetario agregado de los tres campos anteriores mitigado por la intervención de los contratos.

En resumen después de evaluar la ocurrencia de los peligros como consecuencia de las medidas de mitigación estimadas y comparando los resultados de los riesgos sin mitigar, los resultados obtenidos fueron:

PELIGROS ANALIZADOS	CONCEPTO	Escenario A		Escenario B		Escenario D	
		27/06/2012		29/03/2013		03/08/2013	
		S/Mitig	C/Mitig	S/Mitig	C/Mitig	S/Mitig	C/Mitig
Asociados al Ctto. 104-31	Valor esperado en MM US \$ EQ por eventual permanencia adicional	46,8	24,8	60,5	37,8	80,3	53,8
Asociados al Ctto. 104-200	Valor esperado en MM US \$ EQ por eventual permanencia adicional	12,2	7,4	10,1	6,8	12,0	8,7
Asociados a ambos Contratos	Pérdida de ingreso en MM US \$ EQ por energía generada no colocada en el mercado	104,2	59,6	201,6	129,2	273,7	189,7
Valor esperado del riesgo	MM US \$ EQ	163,1	91,7	272,2	173,8	366,0	252,2
Valor presente del riesgo al 10%	MM US \$ EQ	163,1	91,7	252,6	161,3	325,8	224,6
Días equivalentes de retraso	Días equivalentes	153,0	86,1	236,9	151,3	305,7	210,7

Tabla 19. Comparación de Escenarios sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación

Fuente: Propia (2009)

La Tabla 19 resume los resultados al más alto nivel de agregación. Para cada Escenario se muestran en millones de \$ equivalentes a precios de 2012, los valores esperados sin mitigación y los valores esperados consecuencia de la intervención de los contratos; para un precio unitario promedio calculado de 1,066 millones de \$ por día se muestran también los días equivalentes de retraso en cada escenario con y sin intervención:

Para el Escenario A, 163,1 MM\$US sin mitigación y 91,7 MM\$US con mitigación con 153 y 86 días equivalentes de retraso.

Para el Escenario B, 252,6 MM\$USA sin mitigación y 161,3 MM\$USA con mitigación con 237 y 151 días equivalentes de retraso.

Para el Escenario D, 325,8 MM\$USA sin mitigación y 224,6 MM\$USA con mitigación con 306 y 211 días equivalentes de retraso.

5.7. INCORPORACIÓN DE OTROS FACTORES.

- En el proceso de cálculo – para la siguiente fase de ejecución de este Informe – se ha previsto incorporar el grado de incertidumbre al análisis de riesgo. Generalmente los valores utilizados en el cálculo están dados con propiedades determinísticas, obviando el hecho real del carácter probabilístico de todos los fenómenos de la naturaleza; este carácter probabilístico le confiere incertidumbre al conjunto de resultados, incertidumbre que debe tratar de calcularse para poder modificar los valores obtenidos con los datos determinísticos y tomar en cuenta la característica aleatoria de los fenómenos en estudio. Existen métodos estadísticamente muy rigurosos para definir los valores de la incertidumbre; en este documento se usará el criterio de la función beta-PERT a la que hemos venido haciendo referencia,

como una función de pérdida o de daño que eventualmente nos permita calcular un factor alfa corrector de los cálculos determinísticos.

- Otro elemento a agregar lo constituirá el análisis de valores utilizados en los cálculos, como elementos pertenecientes a conjuntos difusos, lo que algunos autores denominan el Análisis de la Lógica Borrosa. El desarrollo, al igual que en el caso de las funciones de pérdida beta-PERT, permitirá también mejorar los resultados del estudio desarrollado con datos determinísticos.

5.8. EXPERIENCIA EN OTROS PROYECTOS.

5.8.1 Experiencia de Caruachi

La demora en el inicio de los trabajos civiles principales, ocasionada por el retraso en la firma del contrato de préstamo para el financiamiento de estas obras, desplazaron las metas de generación del proyecto Caruachi en aproximadamente dos (2) años.

EDELCA y el Consorcio KVAERNER-GE CANADA para minimizar el impacto de este retraso en la ejecución de las obras electromecánicas principales, estableció como mecanismo de adecuación, requisitos específicos de almacenamiento para ciertos equipos, identificando aquellos cuya fabricación debería demorarse para evitar su deterioro por el almacenamiento prolongado, situación que trajo como consecuencia la extensión del período de ejecución del contrato.

Posteriormente EDELCA tomando en cuenta el crecimiento de la demanda eléctrica nacional, solicitó al contratista civil y electromecánico principales, el análisis del adelantamiento del Programa de Ejecución de las obras contratadas. Atendiendo a este requerimiento, el Consorcio KVAERNER-GE CANADA y el Consorcio DRAVICA presentaron

propuestas y ofertas que consistían en adelantar la puesta en operación comercial de ocho (08) unidades generadoras. Este adelanto se lograría incrementando hasta siete (7) el número de turbinas y generadores a instalar de manera simultánea, en lugar de cuatro (4) que contemplaba el programa original.

Para ejecutar la propuesta era necesario el esfuerzo individual o la coordinación de ambos contratistas en las siguientes actividades:

- Acelerar la fabricación de componentes de las turbinas.
- Modificar la capacidad del gancho auxiliar de la grúa puente.
- Incrementar el número de herramientas y equipos de montaje.
- Incrementar el número de supervisores y empleados directos.
- Extender el área de ensamblaje de los rotores, estatores, ménsulas y los conjuntos de rodets y ejes de turbinas.

El programa de recuperación permitió adelantar la operación comercial de las unidades en los tiempos que se muestran a continuación:

UNIDAD	FECHA ORIGINAL DE PUESTA EN OPERACIÓN	FECHA NUEVA DE PUESTA EN OPERACIÓN	ADELANTO
2	01-08-2003	01-07-2003	1 mes
3	01-12-2003	01-10-2003	2 meses
4	01-03-2004	01-12-2003	3 meses
5	01-06-2004	01-02-2004	4 meses
6	01-09-2004	01-04-2004	5 meses
7	01-12-2004	01-06-2004	6 meses
8	01-03-2005	01-08-2004	7 meses

9 A 12 Tres (3) meses entre unidades

Tabla 20. Programa de Recuperación
Fuente: Propia (2009)

La viabilidad y la ejecución exitosa de este plan de terminación adelantada contemplaron la regulación de los términos de los programas de ambos contratistas, en cuanto a la forma y fases en la cual se ejecutaría y en la administración por cambios en la aplicación de penalidades.

Se establecieron hitos de cumplimiento para ambos contratistas a los que les fueron asociados a condiciones de pagos y bonificaciones con el objeto de asegurar la ejecución de las actividades bajo el alcance de la modificación contractual.

Entre las metas se encontraban el adelanto de la compra de materiales y herramientas, el desvío oportuno del río, la culminación de los trabajos de concreto de primera etapa antes de la fecha prevista, finalización anticipada del concreto incluyendo empotramiento de guías, marcos y sellos, en la salida del Tubo de Aspiración de todas las unidades, entrega temprana de la Nave de Montaje e hitos que materializaban el objetivo de la aceleración, como fueron las unidades generadoras listas para inicio de pruebas de acuerdo al programa de adelantamiento y la operación comercial de las unidades en las fechas establecidas.

Sin embargo, durante la vigencia del programa de adelantamiento, el proyecto estuvo inmerso en numerosas dificultades, principalmente de orden laboral, situaciones que fueron resueltas al concretarse un Acuerdo Transaccional con el contratista civil principal, que permitió la coordinación y el acoplamiento de las actividades entre ambos contratistas, permitiendo al Proyecto Caruachi:

- Colocar anticipadamente al Sistema Interconectado Nacional 3.000 GWh de energía en el período julio 2003 – mayo 2005.
- Satisfacer parte de la energía requerida por el sistema.

5.8.2 Experiencia de los últimos desarrollos termoeléctricos

En la figura N° 26 a continuación se ha representado esquemáticamente como se han atrasado las fechas de entrada en operación de los principales desarrollos termoeléctricos o proyectos estructurantes.

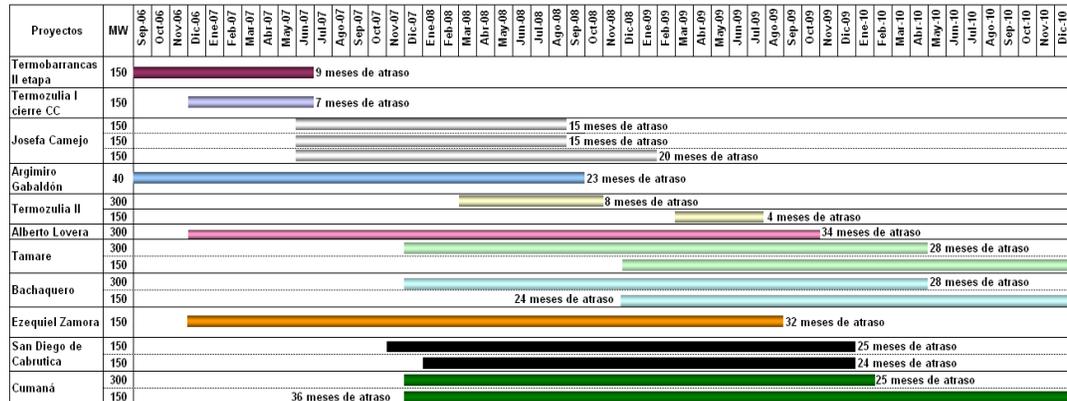


Figura 26. Atraso en meses presentado en los principales proyectos termoeléctricos

Fuente: EDELCA (2009 e)

Se observa que durante los últimos tres años, los desarrollos termoeléctricos han presentado atrasos en la fecha programada de entrada en operación, que varían desde 4 hasta 36 meses.

En cuanto a la capacidad instalada, en el gráfico 1 se observa que para los años 2006 y 2007 se tenía programada la entrada en operación de 2.440 MW en nuevos desarrollos termoeléctricos, no obstante sólo entraron 300 MW (12,3% de lo programado).

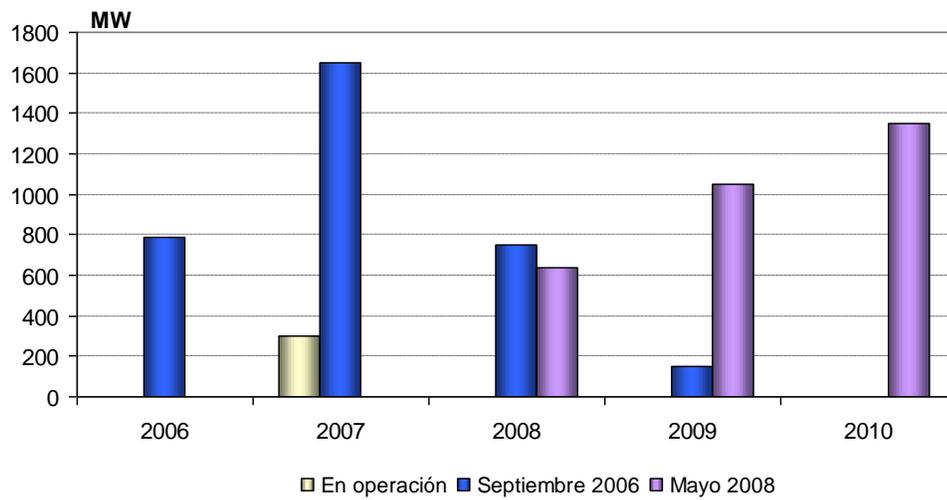


Gráfico 1. Atraso en MW presentado en los principales proyectos termoeléctricos
Fuente: EDELCA (2009 e)

En vista de las necesidades de instalación de generación que requiere el Sistema Eléctrico Nacional y la experiencia de los proyectos termoeléctricos, es de gran importancia recuperar el cronograma de entrada en operación de las unidades de Tocomá.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En relación con los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

- De los riesgos que se pueden presentar a lo largo de la ejecución del Proyecto Tocomá, el escenario A (Escenario Optimizado) presenta una valorización menor en costo y tiempo de pérdida, respecto a los escenarios B y D, por lo que a los efectos de una toma de decisión, el escenario A es el más factible a la hora de ejecutar el proyecto, garantizando la fecha de puesta en servicio de la 1ª Unidad en julio 2012, aun cuando tiene la mayor probabilidad de ocurrencia por el corto plazo de ejecución de la obra.
- Aun cuando el esquema de recuperación del cronograma del Proyecto Tocomá presenta una mayor probabilidad de ocurrencia de los peligros detectados, bajo este esquema los riesgos que se pueden presentar tiene una valoración menor en costo y tiempo de pérdida, respecto a cualquier escenario de no recuperación.
- Las acciones de mitigación frente a los posibles peligros que se estiman puedan suceder, representan un efecto positivo que conlleva a una disminución considerable en la valoración de los riesgos.

Recomendaciones:

- Resulta económicamente atractivo, bajo las premisas planteadas en este estudio, ejecutar el esquema propuesto para recuperar la entrada en operación de las unidades de la Central Tocomá.
- Evaluar la posibilidad de disminución de los costos asociados a la recuperación del cronograma del Proyecto Tocomá, en vista de la importancia que representa para el País y para el Sector Eléctrico la energía que entregará esta central.

- De determinarse la no conveniencia del adelanto del Proyecto Tocomá, se recomienda evaluar la posibilidad de dirigir los recursos económicos al desarrollo de nuevos proyectos termoeléctricos.
- Tomar las previsiones e implementar los correctivos necesarios, para evitar futuros atrasos en la construcción y ejecución de la central.

BIBLIOGRAFÍA

Centro para Toxicología de la Universidad de Arizona (2004). Evaluación de Riesgos Ambientales. Recuperado, el 17 de marzo de 2009, de <http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/c3-1-2.html>

Correa, S., Puerta, A. y Restrepo, B. (2002). *Investigación Evaluativa*. ARFO editores e impresores Ltda. Colombia

Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA) (2009 a). Nuestra Empresa. Recuperado, el 24 de febrero de 2009, de http://intranet.edelca.com.ve/nuestra_empresa/quienes.htm

Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA) (2009 b). Plan Estratégico 2009-2013. Recuperado, el 24 de febrero de 2009, de http://intranet.edelca.com.ve/el_negocio/pdf/informe_final_plan_estrat2009_2013.pdf

Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA) (2009 c). *PGP*. Recuperado, el 12 de abril de 2009, de <http://intranet2.edelca.com.ve/pgp/epmp.htm>

Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA) (2009 d). *Informe Mensual del Proyecto Tocoma Marzo 2009*. Recuperado, el 12 de abril de 2009, de <http://macagua12/gpp/>

Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA) (2009 e). *Tocoma*. Recuperado, el 12 de abril de 2009, de <http://macagua12/DGP/>

International Commission of Large Dams (ICOLD) (2003). *Risk Assessment in Dam Safety Management*. Boletín 130.

Ivorra, J. (2002). 3er Congreso Ibero Americano de Gerencia de Proyectos. *La Gerencia de Riesgos-Factor Crítico de Éxito*. Recuperado el 07 de abril de 2009

en:www.willydev.net/InsiteCreation/v1.0/descargas/willydev_gerenciaderiesgosfactorcriticodeexito.pdf

Lugena, E. (2008). Manejo de Riesgos durante el Ciclo de Vida de Proyectos. Recuperado el 08 el de marzo del en: [http:// www.pmi-v.org.ve](http://www.pmi-v.org.ve).

Palacios, L. E. (2007). *Principios esenciales para realizar proyectos. Un enfoque latino*. (4ta Edición). Caracas. Publicaciones UCAB. Venezuela.

Pérez, A. (2002). Guía Metodológica para Anteproyectos de Investigación. 1 era. Edición. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica.

Project Management Institute, Inc. (2004). *Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK® Guide)*. (3ra Edición). Pennsylvania: Lexicomm Internacional Ltd.

República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 38.736 (2007). Decreto N° 5.330. *Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico*.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas. Fondo editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL).Venezuela.

Universidad Pontificia de Salamanca (1997). *Curso de Gerencia de Riesgos y Seguros en la Empresa*. Madrid. Ediciones MAPFRE. España.

ANEXOS

ANEXO Nº 1
PROYECTO TOCOMA
ENCUESTA PARA EL CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LOS PELIGROS

¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de los peligros presentes en cada Contrato?

Nº	CONTRATO 1.1.104.003.05 (104-31) <i>DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO</i>	ESCENARIOS			
		A	B	C	D
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería				
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural				
3	Suministro insuficiente de cemento				
4	Suministro insuficiente de Explosivos				
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares				
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores nacionales				
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción				
8	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal				
9	Baja Productividad Laboral por operación morrocay, desmotivación y logística				
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial				
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares				
12	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos				
13	Demora en la obtención de recursos financieros				
14	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)				
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato				
16	Demora en el desvío y/o cierre del río				

ESCALA:

- 1 Virtualmente Cierto
- 2 Muy Probable
- 3 Probable
- 4 Poco Probable
- 5 Prácticamente Imposible

ANEXO Nº 1
PROYECTO TOCOMA
ENCUESTA PARA EL CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE
LOS PELIGROS

¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de los peligros presentes en cada Contrato?

Nº	<i>CONTRATO 3.1.104.001.03 (200)</i>	<i>ESCENARIOS</i>			
	<i>DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería del Contratista				
2	Escasez de Acero en el mercado mundial				
3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos				
4	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal				
5	Baja Productividad Laboral por operación morrococoy, desmotivación y logística				
6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial				
7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento				
8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos				
9	Demora en la obtención de recursos financieros				
10	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)				

ESCALA:

- 1 Virtualmente Cierto
- 2 Muy Probable
- 3 Probable
- 4 Poco Probable
- 5 Prácticamente Imposible

**ANEXO Nº 2
PROYECTO TOCOMA**

ENCUESTA PARA MEDIR EL BENEFICIO DE LA MITIGACIÓN DE LOS PELIGROS

¿Qué percepción tiene sobre el beneficio que la medida de mitigación tiene sobre la reducción del impacto del peligro?

Nº	CONTRATO 1.1.104.003.05 (104-31) DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	MITIGACIÓN DEL PELIGRO	ESCENARIOS			
			A	B	C	D
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la Ingeniería del contratista y posible incremento de los recursos de EDELCA				
2	Suministro insuficiente de cabillas y acero estructural	Incremento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores nacionales e internacionales				
3	Suministro insuficiente de cemento	Diversificación de proveedores nacionales e internacionales				
4	Suministro insuficiente de Explosivos	Acuerdos con el Estado para garantizar el suministro oportuno				
5	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos hidromecánicos y auxiliares	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos				
6	Demoras en los trámites de obtención de divisas e importación de insumos por proveedores nacionales	Gestiones ante los Organismos del Estado para asegurar el suministro oportuno de los proveedores nacionales.				
7	Baja productividad de equipos y plantas de construcción	Implementación de un adecuado stock de repuestos, garantizar el mantenimiento de equipos y plantas y un eventual incremento de estos recursos				
8	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	Conformación de equipo de trabajo para la prevención y/o resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTASS, OIV y Sindicatos)				
9	Baja Productividad Laboral por operación morrocay desmotivación y logística	Implementación de bonos por producción a los trabajadores. Seguimiento riguroso del cumplimiento por parte del Contratista de las obligaciones contractuales				
10	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativa vigente por parte del contratista y EDELCA				
11	Falta de disponibilidad de grúa puente para izamiento de equipos auxiliares	Coordinación adecuada entre contratistas				
12	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos				
13	Demora en la obtención de recursos financieros	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos del Estado y Financieros				
14	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista				
15	Paralización de actividades por lluvia y caudales del río que exceden los previstos en el contrato	N/A				
16	Demora en el desvío y/o cierre del río	Asegurar el cumplimiento estricto del programa de construcción				

ESCALA:

- 1 Mitigación Total
- 2 Alta Efectividad
- 3 Mediana Efectividad
- 4 Poco Efectiva
- 5 Mínimo Efecto

ANEXO Nº 2
PROYECTO TOCOMA

ENCUESTA PARA MEDIR EL BENEFICIO DE LA MITIGACIÓN DE LOS PELIGROS

¿Qué percepción tiene sobre el beneficio que la medida de mitigación tiene sobre la reducción del impacto del peligro?

Nº	CONTRATO 3.1.104.001.03 (200)		ESCENARIOS			
	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	MITIGACIÓN DEL PELIGRO	A	B	C	D
1	Demora en la elaboración y aprobación de la Ingeniería del Contratista	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA de la entrega oportuna de la Ingeniería del contratista				
2	Escasez de Acero en el mercado mundial	Aseguramiento de inventarios mediante pago adelantado para compras anticipadas. Diversificación de proveedores				
3	Bajo rendimiento en la fabricación de equipos	Seguimiento riguroso por parte de EDELCA en la fabricación y suministro de los equipos				
4	Paralización de la obra por conflictos laborales huelgas, conflictos sindicales, ingreso de personal	Conformación de equipo de trabajo para resolución oportuna de conflictos laborales (MINPPTRASS, OIV y Sindicatos)				
5	Baja Productividad Laboral por operación morrocoy, desmotivación y logística	Implementación de bonos por producción a los trabajadores				
6	Paralización de la obra por accidentes debido a deficiencias en la Seguridad Industrial	Control y seguimiento riguroso del cumplimiento de las normativa vigente por parte del contratista y EDELCA				
7	Falta de área para premontaje y de equipos de izamiento	Incremento de las áreas de ensamblaje y coordinación de áreas				
8	Demoras en el transporte y nacionalización de equipos	Control y seguimiento de los trámites de nacionalización y transporte de los equipos				
9	Demora en la obtención de recursos financieros	Control y seguimiento de los pagos al contratista y trámites ante los Organismos financieros				
10	Impacto por cambio de las Variables Macroeconómicas (tasa de cambio, inflación, etc.)	Evaluación oportuna de estos impactos sobre la situación del contratista				

ESCALA:

- 1 Mitigación Total
- 2 Alta Efectividad
- 3 Mediana Efectividad
- 4 Poco Efectiva
- 5 Mínimo Efecto