

**APLICACIÓN DE LA PROSPECTIVA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS
DURANTE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DEL SECTOR DE
HIDROCARBUROS**

**ING. GLORIA ISABEL MANTILLA DURÁN
ING. VLADIMIR GONZALEZ BARBA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION
BUCARAMANGA**

2010

**APLICACIÓN DE LA PROSPECTIVA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS
DURANTE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DEL SECTOR DE
HIDROCARBUROS**

**ING. GLORIA ISABEL MANTILLA DURÁN
ING. VLADIMIR GONZALEZ BARBA**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**DIRECTOR:
ING. MIKEL IBARRA FERNANDEZ
MBA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION
BUCARAMANGA**

2010

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1. ANÁLISIS Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS.....	3
1.1. PROCESOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS DE PROYECTOS....	4
1.1.1. Planeación de la administración de riesgos	4
1.1.2. Identificación de Riesgos	4
1.1.3. Análisis cualitativo de Riesgos.....	4
1.1.4. Análisis cuantitativo de Riesgos.....	4
1.1.5. Planeación de la respuesta al riesgo	5
1.1.6. Seguimiento y Control del riesgo	5
2. PROSPECTIVA	7
2.1. ANÁLISIS DE FUTUROS POSIBLES, PROBABLES Y DESEABLES.....	8
2.1.1. Metodología	9
CAPÍTULO II: DESARROLLO Y APLICACIÓN DE MODELO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	15
3. DESARROLLO MODELO PROSPECTIVO	15
3.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	15

3.2. ANÁLISIS DE IMPACTO.....	16
3.3. ANÁLISIS DE IMPACTO CRUZADO	21
3.3.1. Creación del Proyecto.....	21
3.3.2. Ingreso de Hipótesis	22
3.3.3. Creación de Expertos	25
3.3.4. Ingreso de Probabilidades simples	26
3.3.5. Ingreso de Probabilidades simples condicionales si realización	28
3.3.6. Ingreso de Probabilidades simples condicionales si no realización	29
3.4. DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS	31
3.5. ACCIONES DE MITIGACIÓN DE RIESGOS.....	35
4. APLICACIÓN DEL MODELO PROSPECTIVO	36
4.1. GENERALIDADES	36
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	36
4.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	38
4.4. ANÁLISIS DE IMPACTO.....	39
4.5. ANÁLISIS DE IMPACTO CRUZADO	46
4.5.1. Creación del Proyecto.....	48
4.5.2. Ingreso de Hipótesis	48
4.5.3. Creación de Expertos	48
4.5.4. Ingreso de Probabilidades Simples.....	48
4.5.5. Ingreso de Probabilidades condicionales si realización	50
4.5.6. Ingreso de Probabilidades condicionales si no realización	51
4.6. DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS	52
4.7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	55
4.7.1. Escenario Tendencial	55
4.7.2. Escenario de Riesgos 1 y 2	55
4.8. ACCIONES DE MITIGACIÓN DE RIESGOS.....	57

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 62

BIBLIOGRAFIA 64

ANEXOS..... 66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Formato para Registro de Riesgos en Proyectos	16
Figura 2. Formato Valoración de Impacto de Riesgos en Proyectos	18
Figura 3. Formato Matriz de Colores por Expertos	19
Figura 4. Formato Matriz de Resultados	20
Figura 5. Creación del proyecto SMIC	22
Figura 6. Despliegue lista de Hipótesis	23
Figura 7. Ficha de Hipótesis	24
Figura 8. Lista de hipótesis del proyecto	25
Figura 9: Lista de Expertos	26
Figura 10. Probabilidades simples	27
Figura 11. Matriz probabilidades condicionales si realización	29
Figura 12. Probabilidades condicionales si no realización	31
Figura 13. Matriz soluciones contrastadas	32
Figura 14. Esquema de Montaje	37
Figura 15: Riesgos identificados	40
Figura 16a. Valoración de impacto experto 1	41
Figura 16b. Valoración de impacto experto 2	42
Figura 16c. Valoración de impacto experto 3	43
Figura 16d. Valoración de impacto experto 4	44
Figura 17. Matriz de Colores por experto	45
Figura 18. Matriz de Resultados	47
Figura 19. Probabilidades Riesgos Proyectos de Montaje	49
Figura 20. Probabilidades simples	50
Figura 21. Matriz Probabilidades de Condicionales si realización	51
Figura 22. Matriz Probabilidades de Condicionales si no realización	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Decisión de colores François Regnier.	17
Tabla 2. Probabilidad de escenarios de riesgo	33
Tabla 3. Matriz Plan de Acción de Mitigación de Riesgos	58

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Formato para Registro de Riesgos en Proyectos	67
ANEXO B. Formato Valoración de Impacto de Riesgos en Proyectos	69
ANEXO C. Formato Matriz de Colores por Expertos	70
ANEXO D. Formato Matriz de Resultados	71
ANEXO E. Software SMIC. Versión 6.0. LIPSOR 2004.	

RESUMEN

TITULO: APLICACIÓN DE LA PROSPECTIVA PARA LA IDENTIFICACION DE RIESGOS DURANTE LA EJECUCION DE PROYECTOS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS.*

AUTORES: MANTILLA DURAN, Gloria Isabel, GONZALEZ BARBA Vladimir.**

PALABRAS CLAVES: riesgo, hidrocarburos, prospectiva, tecnologica, escenario, estrategia.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este documento es proponer un modelo para la identificación y clasificación de riesgos presentes durante la etapa de construcción de proyectos del sector de Hidrocarburos.

Se planteará un modelo con aplicación prospectiva tecnológica que brinde no sólo el análisis e identificación de riesgo de manera aislada sino que permita de manera didáctica, ágil y gráfica a los administradores, líderes de proyectos, ejecutores y planeadores, desarrollar las estrategias para mitigar los riesgos durante la fase de ejecución de un proyecto. Lo anterior a través de los registros de riesgos materializados y de la consulta de expertos, implementando el análisis de matrices de impacto cruzado que permita identificar el escenario tendencial de riesgo y el escenario apuesta empleando el software SMIC®. Este modelo permite analizar la ocurrencia de eventos independientes o que guardan relación entre sí, facilitando el desarrollo de la estrategia de control del escenario tendencial y del escenario apuesta.

Actualmente los riesgos se analizan de forma independiente, pero es fácil notar que muchos riesgos están relacionados entre sí, por lo cual la materialización de un riesgo puede generar que otros riesgos se presenten en el proyecto de forma simultánea, generando lo que podríamos denominar escenarios de riesgos.

Dichos escenarios estarían compuestos por los posibles riesgos de mayor impacto, y permitirían analizar el comportamiento que podrían tener riesgos relacionados entre sí.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil – Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción – Director MBA Mikel I. Ibarra Fernández.

SUMMARY

TITLE: PROSPECTIVE APPLICATION FOR THE RISK IDENTIFICATION DURING THE EXECUTION OF PROJECTS OF THE HYDROCARBON SECTOR **

AUTHORS: MANTILLA DURAN, Gloria Isabel, GONZALEZ BARBA Vladimir **

KEY WORDS: risk, hydrocarbons, prospective, technological, scene, strategy

DESCRIPTION:

The objective of this document is to propose a model for the identification and classification of risks during the stage of construction of projects of the Hydrocarbon sector.

It will be consider a model with technological prospective application that offers not only to the analysis and risk identification of isolated way but it allows of didactic, agile and graphical way the administrators, leaders of projects, executors and gliders, to develop the strategies to mitigate the risks during the phase of execution of a project. Previous through the registries of materialized risks and the consultation of experts, implementing the analysis of cross impact matrices that allows to identify the tendential scene of risk and the scene bets using software SMIC®. This model allows to analyze the occurrence of independent events or that has relation to each other, facilitating the development of the strategy of control of the tendential scene and the scene it bets.

At the moment the risks are analyzed of independent form, but it is easy to notice that many risks are related to each other, thus the materialization of a risk can generate that other risks appear in the project of simultaneous form, generating what we could denominate scenes of risks. These scenes would be made up of the possible risks of greater impact, and would allow to analyze the behavior that could have related risks to each other.

* Monograph.

** Faculty of Physical Mechanical Engineering, School of Civil Engineering – Specialization in Management of Construction Projects - MBA Mikel I. Ibarra Fernandez.

INTRODUCCIÓN

Los eventos de riesgos son situaciones futuras o circunstancias que existen por fuera del control del gerente de proyecto y de su equipo, que tendrán un impacto negativo (amenaza) o positivo (oportunidad) en el proyecto si ocurren. Es por esto que gerenciar los riesgos, se considera factor crítico para el éxito de un proyecto.

Gerenciar los riesgos incluye identificar y analizar los posibles impactos y/o consecuencias que tengan estos riesgos si llegan a materializarse, permite al equipo de dirección del proyecto establecer estrategias ó cambios que lleven a maximizar la probabilidad y consecuencias de eventos positivos y minimizar la probabilidad y consecuencias de eventos perjudiciales.

El proceso de administración de riesgos lleva consigo inmerso la etapa de identificación de los riesgos la cual es de vital importancia puesto que es el proceso de comprender qué eventos potencialmente podría dañar o mejorar a un proyecto en particular y su probabilidad de ocurrencia.

Gracias al desarrollo de nuevas tecnologías es posible desarrollar metodologías y procesos que conllevan un análisis prospectivo a través del cual se pueda identificar aquellos escenarios futuros (escenarios de riesgos) más probables. Dos de estos métodos son: El Ábaco de François Regnier y el Método de Impacto Cruzado SMIC. El primero es un método original de consulta a expertos a través del cual se busca identificar los riesgos reduciendo el margen de incertidumbre y determinar la intensidad del riesgo en el presente. El segundo permite apreciar la probabilidad que tienen los eventos de aparecer en el futuro procesando los resultados de encuestas a expertos con un software especialmente diseñado para prospectiva (SMIC®).

Con estas herramientas mencionadas anteriormente, se buscará diseñar un modelo más actualizado que sirva como base para el establecimiento de estrategias de control, mitigación y aprovechamiento de los riesgos durante la fase de ejecución de los proyectos, basado en el análisis prospectivo para la identificación de los mismos apoyándonos en matrices de impacto cruzado y a su vez aplicarlo a un proyecto del sector de hidrocarburos en la cual se obtenga una estrategia base para la etapa de ejecución de obra del mismo.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo prospectivo para la identificación de riesgos aplicado a la fase de obra en proyectos del sector de hidrocarburos enfocada al diseño de una estrategia de gestión del riesgo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer un modelo para determinar los riesgos de mayor incidencia durante la ejecución de obra de proyectos en la industrial del petróleo.
- Determinar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos establecidos anteriormente, basado en datos históricos de ocurrencia y el juicio de expertos.
- Determinar el grado de criticidad de los riesgos establecidos basado en el juicio de expertos.
- Determinar el escenario de riesgo tendencial y apuesta
- Diseñar una estrategia de gestión de riesgo para un proyecto a través de la interpretación de resultados basado en el análisis prospectivo del software SMIC.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1. ANÁLISIS Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS

Un riesgo es un evento, el cual es incierto y tiene un impacto negativo o positivo y tiene tres componentes primarios: un evento (un cambio deseado o no), una probabilidad de ocurrencia de este evento y el impacto de este evento.

La administración del riesgo del proyecto es el arte y la ciencia de identificar, analizar, y responder a los riesgos a lo largo de la vida de un proyecto, con el propósito de lograr los objetivos del proyecto.

La administración de riesgo del proyecto puede tener un impacto positivo en la selección de proyectos, en la determinación del alcance de los proyectos, y desarrollar estimados más reales de costos y plazos.

Los riesgos pueden clasificarse en categorías según el área de trabajo o análisis de la siguiente manera:

- Riesgos técnicos, de calidad ó desarrollo: confiar en tecnología compleja y no comprobada, metas irreales, cambios en la tecnología ó en los estándares durante el proyecto.
- Riesgos de administración de proyectos: baja definición de estrategia de ejecución del proyecto, baja definición de calidad y cantidad de recursos, planeación y administración inadecuada.
- Riesgos Organizacionales: por ejemplo inconsistencia en costo, tiempo, alcance, objetivos, interrupción de presupuesto, priorización de recursos.

- Riesgos externos: cambios en regulación legal, oferta y demanda de mano de obra, siniestros, terremotos, desastres específicos a una planta, aspectos macroeconómicos.

1.1. PROCESOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS DE PROYECTOS

1.1.1. Planeación de la administración de riesgos

Durante esta fase se realiza la estructuración de las actividades de administración de riesgos y los profesionales que estarán a cargo de cada una de estas actividades.

1.1.2. Identificación de Riesgos

En esta fase se determinan los riesgos que podrán afectar el proyecto y se documentan sus características.

1.1.3. Análisis cualitativo de Riesgos

Durante esta fase se valora el impacto y la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados. Durante esta fase se deberá priorizar los riesgos en relación con su efecto potencial sobre el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

1.1.4. Análisis cuantitativo de Riesgos

En este paso se analiza numéricamente la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos, sus consecuencias sobre los objetivos del proyecto, así como el dimensionamiento del riesgo total del proyecto.

1.1.5. Planeación de la respuesta al riesgo

Durante esta fase se desarrollan las opciones y se determinan las acciones para aprovechar las oportunidades y reducir las amenazas que incidirán sobre el cumplimiento de los objetivos del proyecto, así mismo incluye la identificación de los responsables en la ejecución de las acciones para manejar los riesgos.

1.1.6. Seguimiento y Control del riesgo

Se seleccionarán estrategias alternativas, se implementarán planes de contingencia, se tomarán acciones correctivas o se replanteará el proyecto y a su vez se monitorearán los riesgos, se asegurará la ejecución del plan de respuesta a los riesgos y se evaluará la efectividad de los mismos en la reducción de los riesgos.

La fase de identificación de riesgos es probablemente la más importante en el proceso de administración de riesgos, más difícil y con la mayor posibilidad de cometer errores. Una acertada identificación de riesgos es la base para un buen proceso de gerenciamiento de los mismos permitiendo el establecimiento de estrategias en búsqueda de la obtención de las metas trazadas para cada proyecto.

Este proceso ha sido desarrollado en la mayoría de los proyectos, especialmente en la industria petrolera, a través del método Delphi a través del cual se logra un consenso de expertos en relación con los riesgos del proyecto; los expertos se deben identificar, pero su participación debe ser anónima. A través de un facilitador se consiguen las respuestas a un cuestionario para obtener el listado de los riesgos más importantes y se circulan entre los diferentes expertos, con el fin

de obtener en orden de importancia y clasificación de los principales riesgos. A través de esta técnica se busca lograr objetividad en lo resultados.

Esta metodología no llena la totalidad de las expectativas de los administradores de proyectos actuales al ser una herramienta básica en la identificación y cuantificación de riesgos que realiza análisis de manera individual y no tiene en cuenta la simultaneidad de ocurrencia de eventos.

2. PROSPECTIVA

Las situaciones que ocurrirán durante el desarrollo de un proyecto y que lo afectarán de manera positiva o negativa son objeto de estudio cuando tratamos de visualizar y garantizar el cumplimiento de las metas del mismo. Tener certeza total de lo que sucederá en el futuro es imposible pero es posible analizar el pasado y presente para intentar descifrar los acontecimientos futuros, resaltando que el futuro no es único y que éste se podrá cambiar, mejorar, o evitar; es decir, nuestras decisiones son y será relevantes y es por esta razón que se desarrolla la prospectiva: para poder influir en el futuro.

La prospectiva es una disciplina con visión global, sistémica, dinámica y abierta que explica los posibles futuros, no sólo por los datos del pasado sino fundamentalmente teniendo en cuenta las evoluciones futuras de las variables (cuantitativas y sobretodo cualitativas) así como los comportamientos de los actores implicados, de manera que reduce la incertidumbre, ilumina la acción presente y aporta mecanismos que conducen al futuro aceptable, conveniente o deseado.¹

El propósito de la Metodología Prospectiva es explorar, crear y probar sistemáticamente todas estas visiones del futuro, probable, posible y deseable, y en base a ellas y a sus consecuencias, orientar las estrategias y acciones para el logro de las metas y objetivos de los proyectos.

¹ Instituto de Prospectiva Estratégica www.prospecti.es

2.1. ANÁLISIS DE FUTUROS POSIBLES, PROBABLES Y DESEABLES

Ahora más que nunca la gerencia del riesgo en proyectos necesita herramientas que ayuden a tomar decisiones en un clima de complejidad, conflicto e incertidumbre. En estas condiciones se hace necesario explorar el futuro para poder anticiparse a los problemas.

El futuro no está totalmente determinado; siempre está abierto a múltiples desenlaces - futuribles -.

La representación de los futuribles nos ofrece dos opciones: adaptarse o influir en el futuro. Esperar a que lleguen los problemas o las situaciones irreversibles para plantearnos qué debemos hacer corresponde a la primera opción: es una actitud reactiva (de apagafuegos). La prospectiva propone otra actitud - la proactiva - para encarar el futuro; significa que se opta por anticiparse a los problemas que puedan aparecer, reflexionando sobre el futuro, se construye e influye sobre él, reduciendo los riesgos de la complejidad e incertidumbre que implica lo desconocido. De esta manera se tendrá la capacidad de respuesta adecuada para actuar ante las variaciones del entorno.

En efecto, la prospectiva se centra en el análisis de los distintos futuros - los posibles, los probables y los deseables - mediante técnicas que estudian cualitativa y cuantitativamente las variables que configurarán los diferentes futuros en un horizonte temporal determinado, sus características, las interdependencias entre ellas, sus límites y cuantas circunstancias influyan en la identificación de los futuribles. Es decir, se elaboran conjuntos de hipótesis sobre panoramas de futuros que tienen las siguientes características:

- se considera que no existe un único futuro sino que pueden darse múltiples futuros: futuribles.
- el enfoque del análisis es global, cualitativo más que cuantitativo, estructural y sistémico: cada variable tiene importancia en tanto en cuanto se relacione (influya y/o dependa) con otras variables.
- se estudia la evolución probable de las variables - claves: carácter dinámico.
- los proyectos, objetivos, comportamientos, fuerzas y medios de los actores (agentes que intervienen y/o influyen en el sistema estudiado) son esenciales para evaluar las alternativas estratégicas: análisis del juego de actores.
- las combinaciones de hipótesis que se elaboran han de ser explicativas, coherentes y facilitadoras de los procesos reflexión-decisión-acción: desarrollo estratégico.

2.1.1. Metodología

Mediante el uso de metodologías que son empleadas ampliamente en distintas disciplinas científicas, la prospectiva busca identificar los escenarios futuros más probables, posibles y deseables hacia los cuales debe enrumbarse el equipo del proyecto. Existen más de 120 metodologías distintas, aunque las más usadas son:

- Consultas Delphi
- Impactos cruzados
- Ábaco de Régnier

El establecimiento de escenarios para realizar análisis de riesgos deberá partir de la recreación de la ocurrencia o no de riesgos en cada proyecto.

2.1.1.1. Método Delphi

El método Delphi², cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo de Delphos, parece que fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el seno del Centro de Investigación estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro. Linston y Turoff³ definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo.

Una Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes. Por lo tanto, la capacidad de predicción de la Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos.

Es decir, el método Delphi procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima (actualmente es habitual realizarla haciendo uso del correo electrónico o mediante cuestionarios web establecidos al efecto) para evitar los

² Para una buena descripción del método Delphi, ver Landeta, Jon. (1999) *El método Delphi. Una Técnica de previsión para la incertidumbre*. Ariel. Barcelona y Godet, Michel. (1996) *Manuel de Prospective Strategique*. Dunod. Paris.

³ Linstone, H., Turoff, M. : « The Delphi Method. Techniques and Applications », Addison-Wesley, 1975, p.3

efectos de "líderes". El objetivo de los cuestionarios sucesivos, es "disminuir el espacio intercuartil precisando la mediana".

Las preguntas se refieren, por ejemplo, a las probabilidades de realización de hipótesis o de acontecimientos con relación al tema de estudio (que en nuestro caso sería la ocurrencia de eventos deseables o indeseables durante la ejecución de proyectos del sector de hidrocarburos). La calidad de los resultados depende, sobre todo, del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los expertos consultados.

En la familia de los métodos de pronóstico, habitualmente se clasifica al método delphi dentro de los métodos cualitativos o subjetivos.

2.1.1.2. Ábaco de Francois Regnier

El ábaco de Régnier, es un método original de consulta a expertos, concebido por el Doctor François Régnier, con el fin de interrogar a los expertos y tratar sus respuestas en tiempo real o por vía postal a partir de una escala de colores.

La lógica utilizada por el ábaco es de los tres colores del semáforo (verde, naranja y Rojo) completados con el verde claro, el rojo claro (permitiendo de este modo suavizar las opiniones). El blanco permite el voto en blanco y el negro la abstención. Se trata, por tanto, de una escala de decisión coloreada.

Como primera fase de este método, se debe definir lo más preciso posible la problemática a estudiar. Esta problemática será abordada con cuidado y descomponiendo en elementos (o ítems). Estos ítems serán las afirmaciones, extendiéndose el campo de discusión, sobre la evolución del pasado /o sobre la

visión de futuro. Cada experto se pronuncia individualmente en cada afirmación utilizando la escala coloreada puesta a su disposición.

Una vez definida la problemática se deberán tratar las respuestas coloreadas en forma de matriz, donde se representa: en filas los ítems que definen el problema y en columnas los expertos que participan en el estudio. La imagen de mosaico constituye un verdadero panorama de información cualitativa, siendo visible simultáneamente la posición de cada uno de los expertos sobre el problema.

Es sobre la base de la imagen coloreada donde comienza el debate y/o la explicación del voto: el procedimiento es abierto y cada uno puede, en todo momento, cambiar el color y justificar su cambio de opinión.

El método es eficaz, simple y rápido. Permite a los que divergen expresarse (y valorar sus opiniones). Se trata de un excelente medio de comunicación: no es el consenso lo que se busca, sino mas bien el intercambio y el debate entre los individuos.

2.1.1.3. Método de Impactos Cruzados

El método de los impactos cruzados es una forma de analizar los escenarios permite la investigación metódica de las interrelaciones que puedan producirse entre diferentes eventos que está previsto que ocurran. Asimismo, se pueden investigar los efectos que la ocurrencia o no ocurrencia de un determinado evento pueden provocar en la probabilidad de ocurrencia de los demás sucesos previstos.

Se dice que existe impacto cruzado entre dos sucesos cuando la probabilidad de que ocurra uno de ellos varía en función de que acontezca o no el otro. Si la probabilidad de ocurrencia aumenta, se dice que el sentido del impacto es

positivo; si la probabilidad disminuye, el sentido del impacto se dice que es negativo; si la probabilidad no varía, se dice que no existe impacto cruzado.⁴

Las anteriores situaciones pueden ser representadas adecuadamente en una matriz resumen de los posibles impactos cruzados entre los diferentes sucesos sometidos a estudio. La fila representa el suceso cuya influencia se trata de determinar y la columna el suceso influido.

Para realizar un análisis de impacto cruzado se debe iniciar por definir los eventos que serán objeto del análisis.

Dado que el número de interacciones de los pares de eventos que se considerarán es igual a $n^2 - n$ (donde n es el número de eventos), el número de interacciones que se considerarán aumenta rápidamente a medida que aumenta el número de eventos.

Este grupo inicial de eventos generalmente es obtenido a través de la entrevista a expertos, consultas e investigaciones.

Una vez que se determina el grupo de eventos, el siguiente paso es calcular la probabilidad inicial de cada evento. Estas probabilidades indican la posibilidad de que cada evento suceda en el futuro. En la aplicación inicial de impacto cruzado y en algunas aplicaciones actuales, la probabilidad de cada evento está especificada, suponiendo que los otros eventos no hubieran ocurrido. De este modo, la probabilidad de cada evento se juzga por separado y el análisis de

⁴ Dalkey, Norman. "Un modelo elemental del impacto cruzado", Previsión tecnológica y cambio social, Vol. 3, N° 3, 341-351, 1972.

impacto cruzado se utiliza para ajustar las probabilidades iniciales con las influencias de otros eventos.⁵

El siguiente paso en el análisis es estimar las probabilidades condicionales.

Típicamente, los impactos se estiman según la pregunta. "Si el evento n ocurre, ¿cuál es la nueva probabilidad del evento m?" De este modo, si la probabilidad del evento m se calculara originalmente en 0,50, podría considerarse que la probabilidad de que ocurra el evento m es de 0,80, si ocurriera el evento n. La totalidad de la matriz de impacto cruzado se completa formulando esta pregunta para cada combinación de eventos que ocurren y eventos que sufren un impacto.

A partir de esta matriz se obtiene un listado de escenarios más probables, que son determinados por la ocurrencia o no de cada uno de los eventos relacionados, y a partir de estos se escogerá el escenario que se considera más apropiado para la obtención del objetivo, este escenario se denomina Escenario Apuesta, mientras que el escenario con la mayor probabilidad se denomina Escenario Tendencial que corresponderá al evento que sucederá en el futuro si las variables analizadas siguieran su recorrido como se observa en el presente.

⁵ Ducos, G. "Delphi y el análisis de las interacciones", *Futuribles*, N° 71, 1984. Duval, Fontela y A. Gabus. "Impacto Cruzado: Manual de conceptos y aplicaciones", Ginebra: Battelle-Ginebra, 1974.

CAPÍTULO II: DESARROLLO Y APLICACIÓN DE MODELO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

3. DESARROLLO MODELO PROSPECTIVO

3.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

La identificación de riesgos del proyecto a analizar se deberá realizar a través de la elaboración de una lista de elementos de riesgos específicos para el proyecto. Si se dispone de información histórica de proyectos cuyo objeto o alcance sean similares, esta se deberá tener en cuenta a fin de abarcar con mayor seguridad los eventos de riesgo de mayor incidencia para el proyecto.

La elaboración de la lista de riesgo requiere de la participación de expertos que conozcan el alcance del proyecto y las condiciones (físicas, sociales, económicas, climáticas, etc..) en las cuales se desarrollará el mismo. Los expertos deberán desarrollar de forma concertada el Formato para Registro de Riesgos en Proyectos GMVG-001. Ver Figura 1 (Anexo A).

Figura 1. Formato para Registro de Riesgos en Proyectos

FORMATO PARA REGISTRO DE RIESGOS EN PROYECTOS		COD: GMYG-001		
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE BALAS DE ALMACENAMIENTO"		FECHA: 01/01/2010		
		REV: 0		
UBICACIÓN:	PUERTO ZAFRA			
LÍDER DE PROYECTO:	ISMARDO PIRAQUIVE			
PRESUPUESTO: (\$MUS)	250			
DURACIÓN:	2 AÑOS			
REGISTRO DE RIESGOS				
Nº	CATEGORÍA	RIESGO	CAUSA RAÍZ	AMENAZA / OPORTUNIDAD
1	COMPRAS	Mala Calidad de Materiales	Proveedor no idóneo	AMENAZA
2	TECNICOS	Falla en equipo de Montaje	mantenimiento inadecuado	AMENAZA
3	EJECUCIÓN Y MONTAJE	No disponibilidad de Grua	mala de planeación	AMENAZA
4	SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	Exposición a atmosferas peligrosas	Emanaciones	AMENAZA
5				
7				
8				
9				

3.2. ANÁLISIS DE IMPACTO

Una vez establecidos los riesgos de mayor incidencia para el proyecto, se procede a realizar la implementación del método de consulta a expertos del doctor François Régnier.

Se implementa la lógica de 6 colores para interrogar a los expertos mediante una tabla de decisión de colores de la siguiente manera:

Tabla 1. Decisión de colores François Regnier.

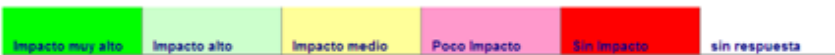
Impacto muy alto
Impacto alto
Impacto medio
Poco Impacto
Sin Impacto
Sin Respuesta

A cada experto se le deberá realizar un cuestionario en el cual seleccionará el grado de impacto que ocasionaría la materialización de cada uno de los riesgos obtenidos del proceso de identificación sobre el presupuesto, calidad o el tiempo de ejecución del proyecto en análisis. Se deberá desarrollar el formato GMVG-002. Ver Figura 2. (Anexo B).

Ejemplo:

- encuestador: ¿Qué impacto genera sobre el proyecto el tener fallas en el equipo de montaje?)
- experto 2: Impacto medio

Figura 2. Formato Valoración de Impacto de Riesgos en Proyectos

FORMATO VALORACIÓN DE IMPACTO DE RIESGOS EN PROYECTOS		COD: GMVG-002
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE BALAS DE ALMACENAMIENTO"		FECHA: 01/01/2010
		REV: 0
UBICACIÓN:	PUERTO ZAFRA	
LÍDER DE PROYECTO:	ISNARDO PIRAQUIYE	
PRESUPUESTO: (\$MUS)	250	
DURACIÓN:	2 AÑOS	
VALORACIÓN DE IMPACTO		
		
EXPERTO	RIESGO	IMPACTO
EXPERTO 1	Mala Calidad de Materiales	Impacto muy alto
EXPERTO 1	Falla en equipo de Montaje	Impacto medio
EXPERTO 1	No disponibilidad de Grua	Impacto muy alto
EXPERTO 1	Exposición a atmosferas peligrosas	Poco impacto
EXPERTO 2	Mala Calidad de Materiales	Impacto medio
EXPERTO 2	Falla en equipo de Montaje	Impacto medio
EXPERTO 2	No disponibilidad de Grua	Impacto muy alto
EXPERTO 2	Exposición a atmosferas peligrosas	Sin impacto
EXPERTO 3	Mala Calidad de Materiales	Impacto medio
EXPERTO 3	Falla en equipo de Montaje	Impacto medio
EXPERTO 3	No disponibilidad de Grua	Impacto muy alto
EXPERTO 3	Exposición a atmosferas peligrosas	Poco impacto

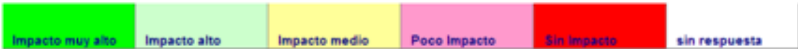
Cada respuesta coloreada de cada uno de los expertos se tratará en forma de matriz, donde se representa: en filas los ítems que definen los riesgos y en columnas los expertos que participan en el análisis. Se deberá desarrollar el formato GMVG-003. Ver figura 3. (Anexo C).

Figura 3. Formato Matriz de Colores por Expertos

FORMATO MATRIZ DE COLORES POR EXPERTOS		COD: GMVG-003			
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE BALAS DE ALMACENAMIENTO"		FECHA: 01/01/2010			
		REV: 0			
UBICACIÓN:	PUERTO ZAFRA				
LÍDER DE PROYECTO:	ISNARDO PIRAQUIVE				
PRESUPUESTO: (\$MUS)	250				
DURACIÓN:	2 AÑOS				
MATRIZ DE COLORES					
RIESGO	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4	
Mala Calidad de Materiales	Green	Yellow	Yellow		
Falla en equipo de Montaje	Yellow	Yellow	Yellow		
No disponibilidad de Grua	Green	Green	Green		
Exposición a atmosferas peligrosas	Pink	Red	Pink		

Una vez realizada la matriz de colores para todos los expertos, se procederá a la obtención de los resultados. Estos resultados se obtienen a partir de la tabulación de los colores resultantes para cada uno de los eventos de riesgo, y se ordenan según estos colores de mayor impacto a menor impacto sobre el proyecto de análisis. Se deberá desarrollar el formato GMVG-004. Ver figura 4. (Anexo D).

Figura 4. Formato Matriz de Resultados

FORMATO MATRIZ DE RESULTADOS		COD: GMYG-004		
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE BALAS DE ALMACENAMIENTO"		FECHA: 01/01/2010		
		REV: 0		
UBICACIÓN:	PUERTO ZAFRA			
LÍDER DE PROYECTO:	ISNARDO PIRAQUIVE			
PRESUPUESTO: (\$MUS)	250			
DURACIÓN:	2 AÑOS			
MATRIZ DE COLORES				
				
RIESGO				
No disponibilidad de Grúa				
Mala Calidad de Materiales				
Falla en equipo de Montaje				
Exposición a atmosferas peligrosas				

En el ejemplo presentado, podemos observar que el riesgo que generaría el mayor impacto sobre el proyecto sería la no disponibilidad de grúa, seguido de el uso de materiales de mala calidad.

3.3. ANÁLISIS DE IMPACTO CRUZADO

A partir del resultado obtenido del análisis de impacto mediante escala de colores, se toman como base los riesgos con mayor incidencia o impacto sobre el proyecto según la consulta realizada a los expertos.

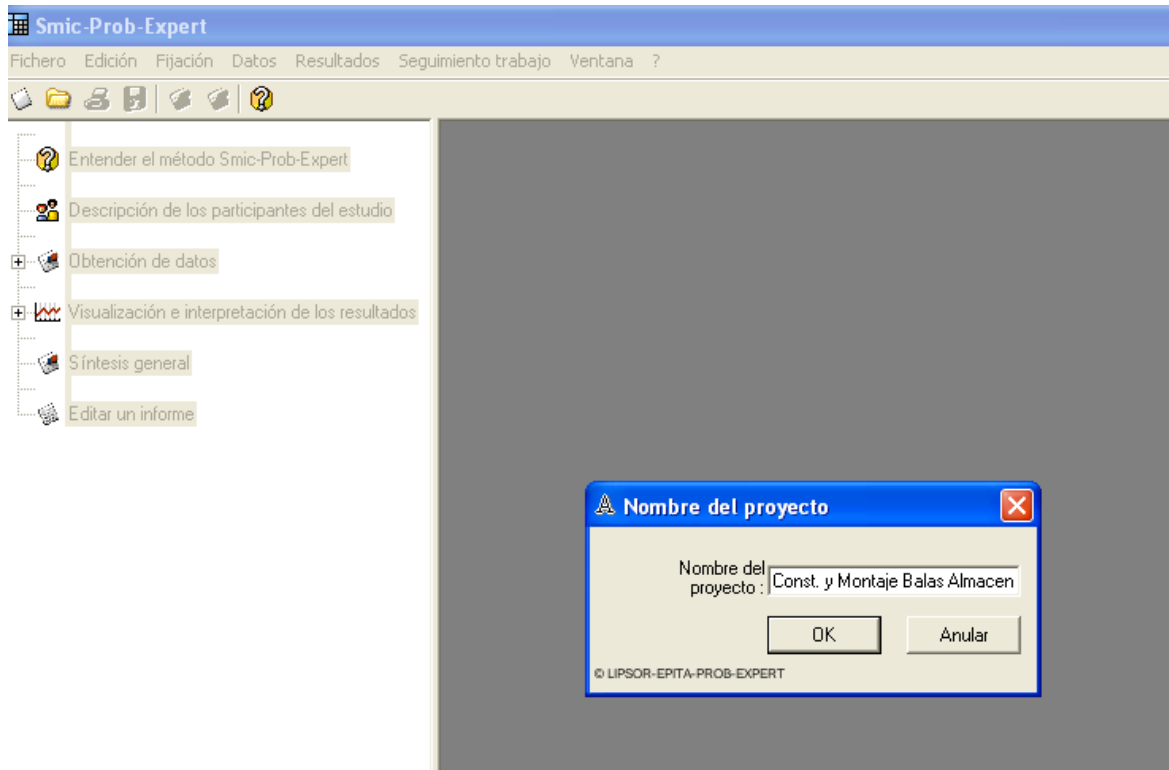
Cada uno de estos riesgos corresponde a posibles eventos, los cuales serán analizados de manera interrelacionada a través del software SMIC.

A continuación describiremos el paso a paso para introducir la información en el software SMIC:

3.3.1. Creación del Proyecto

En la pestaña *Fichero*, seleccionar la opción *Nuevo*, a través del cual aparecerá una ventana para ingresar el nombre del proyecto. Aparecerá la pantalla de la figura 5.

Figura 5. Creación del proyecto SMIC

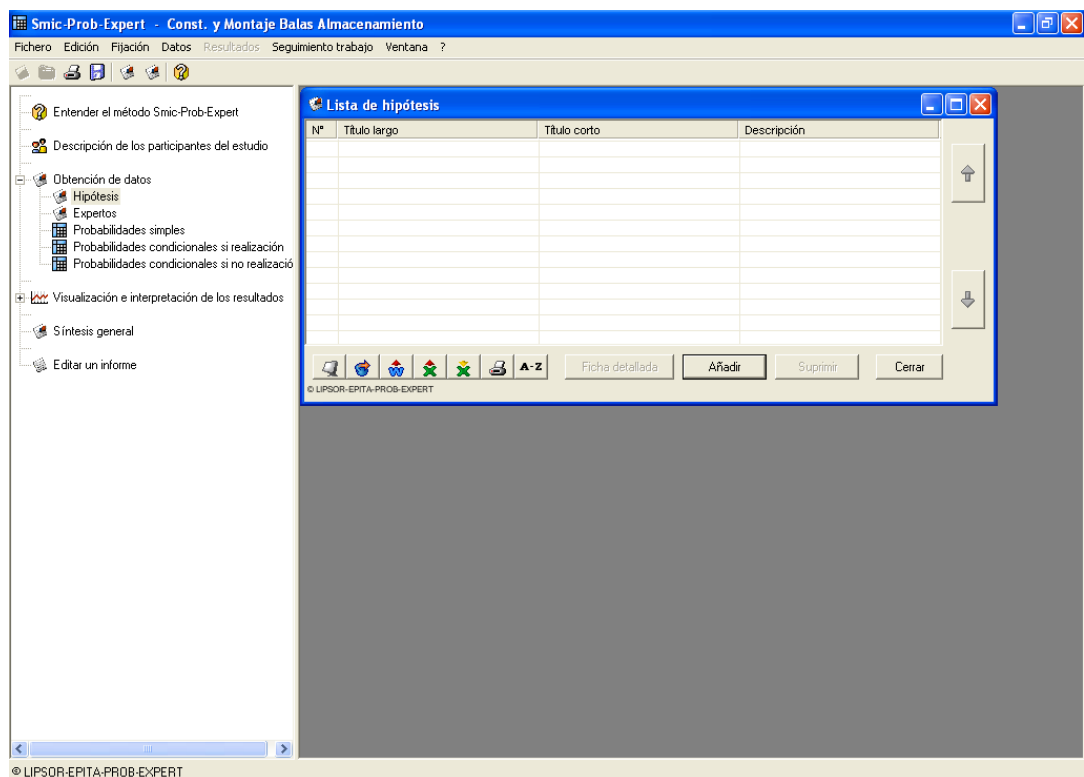


3.3.2. Ingreso de Hipótesis

Se ingresarán los eventos de riesgo obtenidos en la Matriz de Resultados al software SMIC, los cuales corresponderán a las hipótesis. Dado que el número de interacciones de los pares de eventos que se considerarán es igual a $n^2 - n$ (donde n es el número de eventos), el número de interacciones que se considerarán aumenta rápidamente a medida que aumenta el número de eventos. El software sólo permite analizar 6 eventos y sus respectivas combinaciones, por lo cual del paso del Abaco se escogen los 6 riesgos con mayor impacto para su análisis. Para nuestro proyecto ejemplo consideraremos los 4 eventos de riesgo hallados.

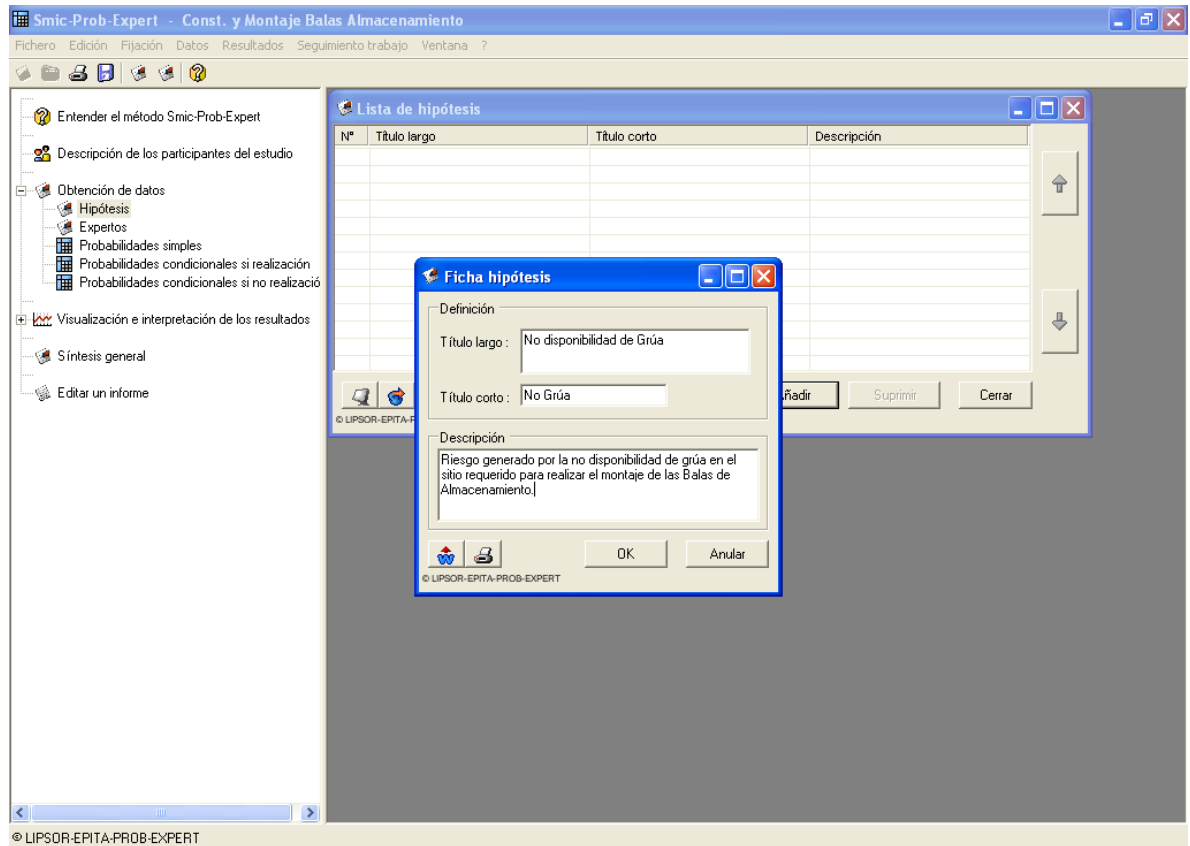
- a. Sobre el menú de acceso rápido ubicado en la parte izquierda de la pantalla, despliegue la carpeta *obtención de datos*.
- b. Pulsar doble click sobre el comando *hipótesis*. Aparecerá la pantalla de la figura 6.

Figura 6. Despliegue lista de Hipótesis



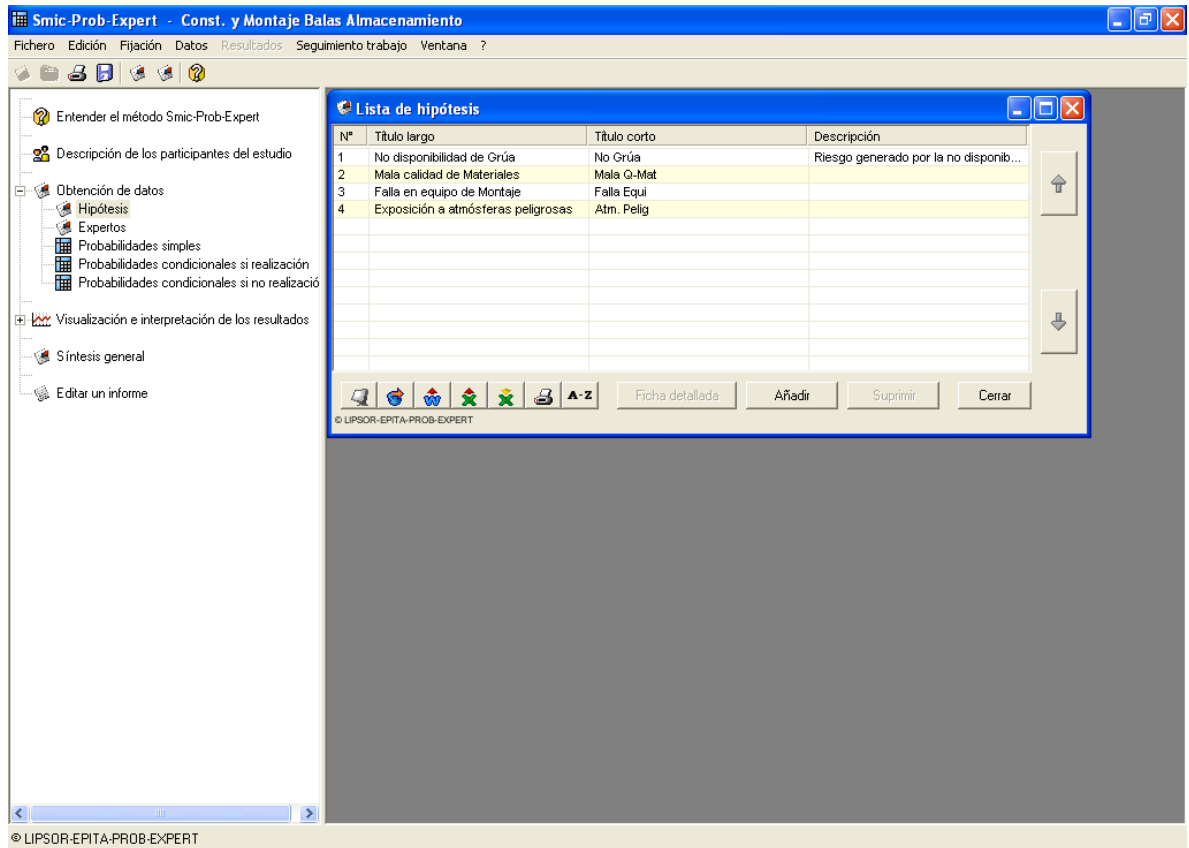
- c. En la ventana *Lista de Hipótesis* pulse el comando *Añadir*. Aparecerá la ventana *ficha de hipótesis* donde se ingresará el nombre del evento de riesgo en la casilla *título largo*, una abreviación del evento en la casilla *título corto* y una breve descripción del evento de riesgo en la casilla *Descripción*. Haga click en *OK* para guardar la información. Ver figura 7.

Figura 7. Ficha de Hipótesis



d. Repita los pasos a, b y c para el ingreso de cada evento de riesgo. Ver figura 8.

Figura 8. Lista de hipótesis del proyecto

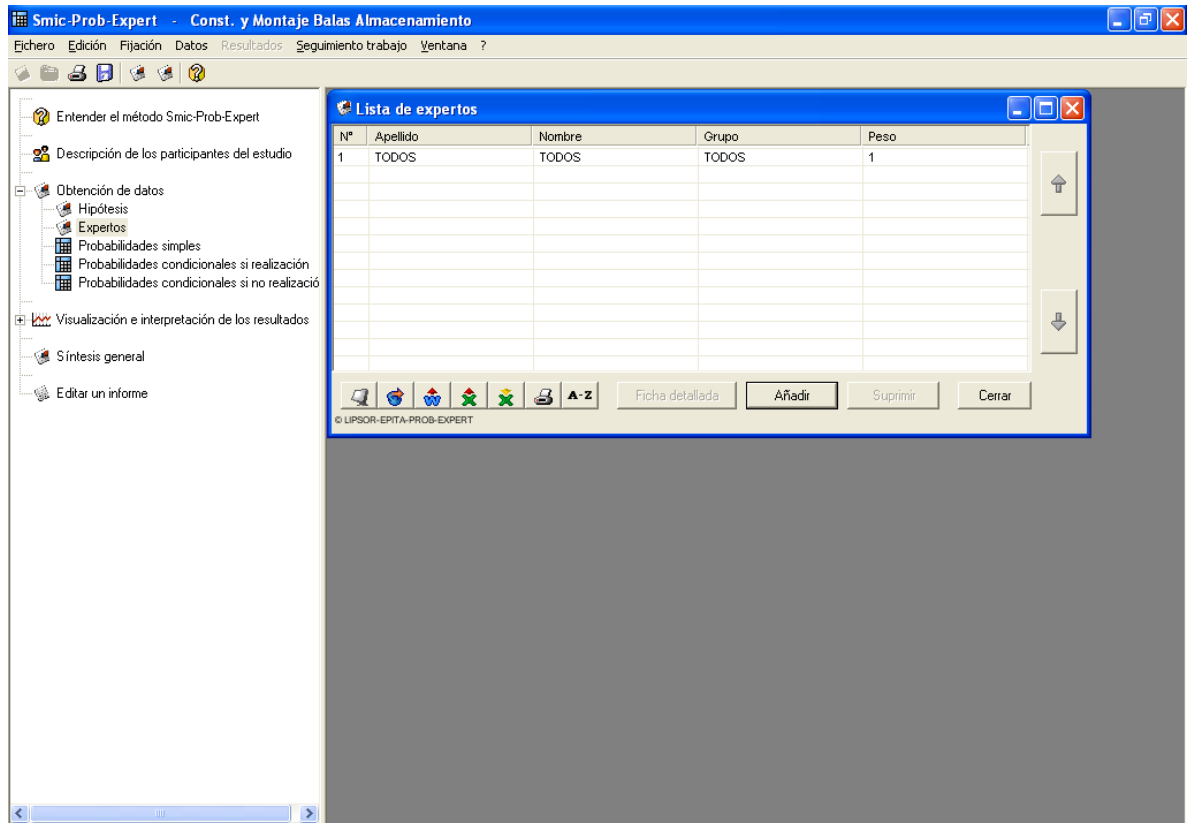


3.3.3. Creación de Expertos

Se creará un único grupo denominado “Todos” a través del cual se ingresarán las probabilidades promediadas de cada experto para cada evento de riesgo.

- Sobre el menú de acceso rápido ubicado en la parte izquierda de la pantalla, despliegue la carpeta *obtención de datos*.
- Pulsar doble click sobre el comando *expertos*. Aparecerá la ventana *lista de expertos*. Pulsar *añadir* para realizar el ingreso del grupo de expertos denominado “Todos”. Ver figura 9.

Figura 9: Lista de Expertos



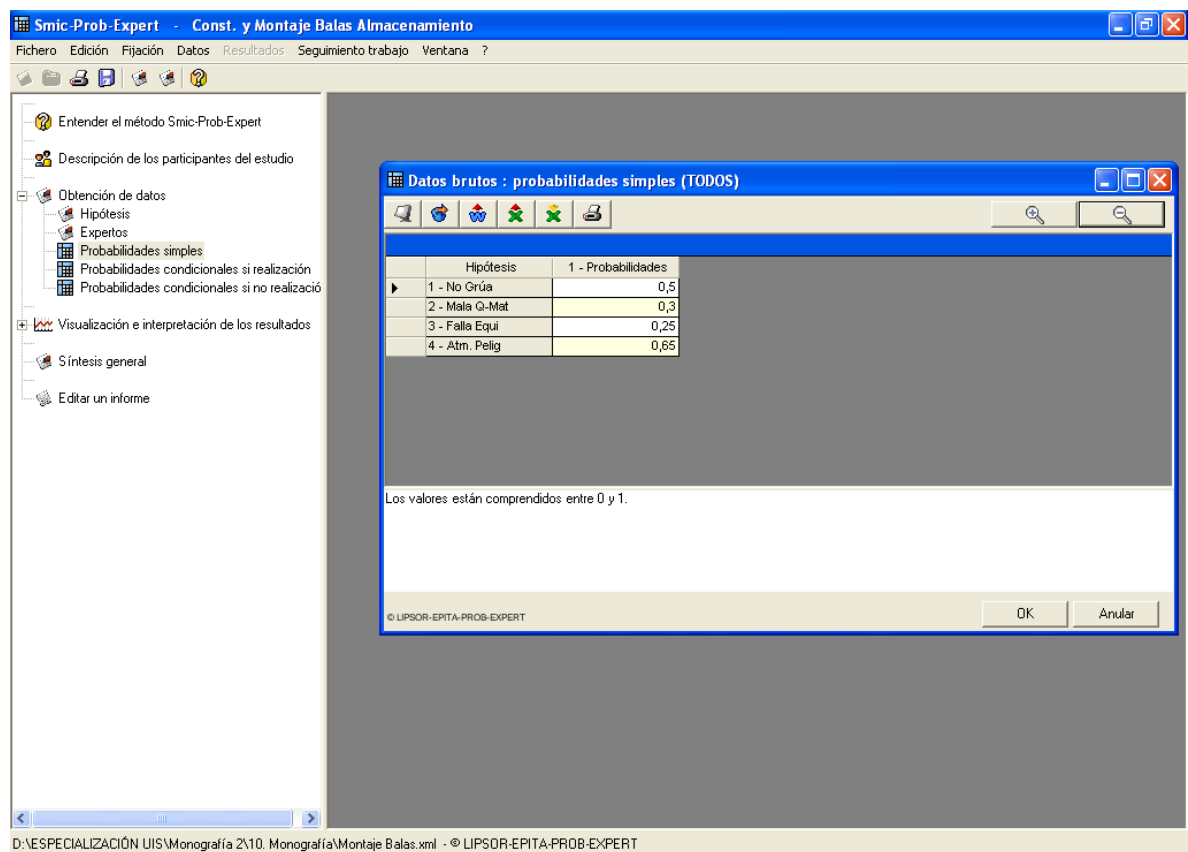
3.3.4. Ingreso de Probabilidades simples

Esta probabilidad inicial es tomada de datos históricos de eventos sucedidos en proyectos similares al estudiado. Si no se cuenta con datos históricos será necesario realizar un juicio de expertos para asignar la probabilidad a cada evento de manera independiente. El rango de asignación de probabilidad será de 0 a 1, donde 0 es no probable y 1 es totalmente probable.

- a. Sobre el menú de acceso rápido ubicado en la parte izquierda de la pantalla, despliegue la carpeta *obtención de datos*.

- b. Pulsar doble click sobre el comando *probabilidades simples*. Aparecerá la ventana *selección de elementos a fijar*, seleccionar *Todos* y pulsar *Ok*. Aparecerá la ventana de *asignación de probabilidades simples* en la cual se introducirán las probabilidades para cada evento. Ver figura 10.

Figura 10. Probabilidades simples



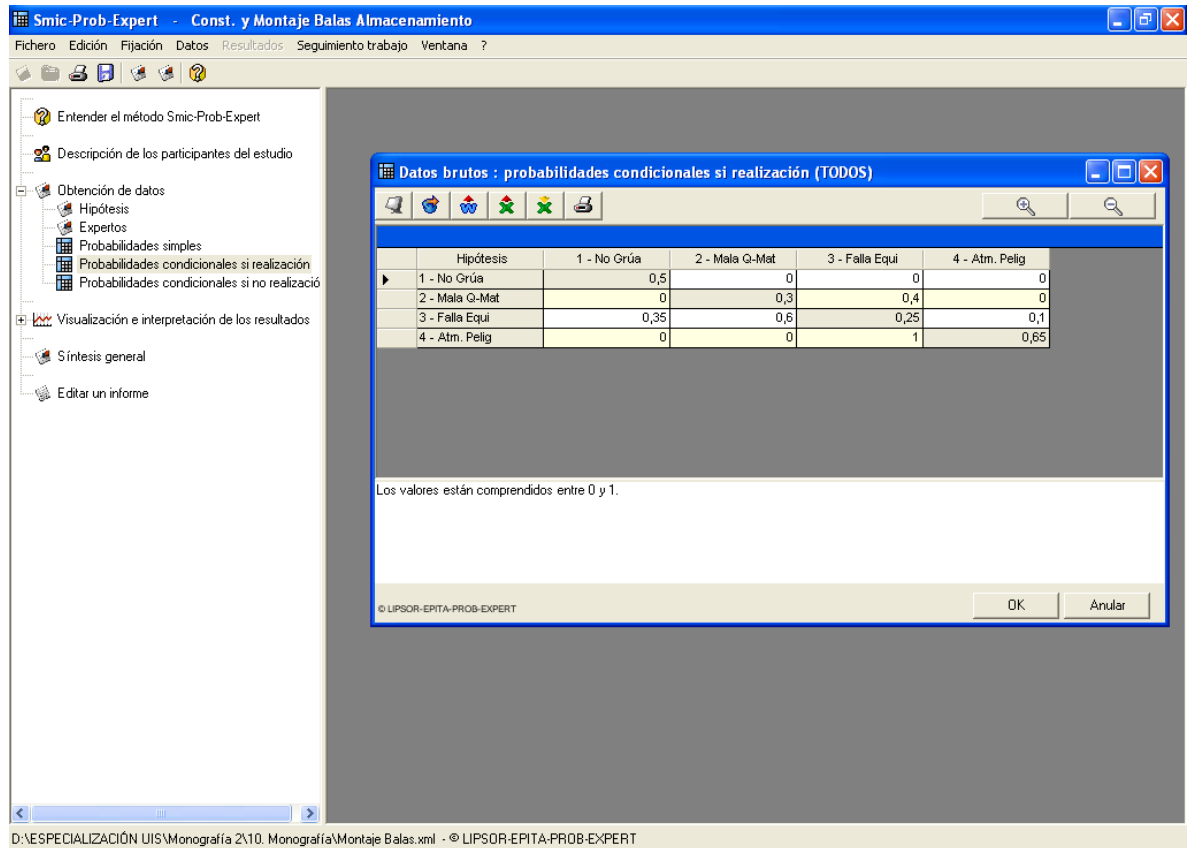
De este modo, la probabilidad de cada evento se juzga por separado y el análisis de impacto cruzado se utilizará para ajustar las probabilidades iniciales con las influencias de otros eventos. Estas probabilidades simples pueden ser definidas por históricos o por juicio de expertos

3.3.5. Ingreso de Probabilidades simples condicionales si realización

El siguiente paso en el análisis es estimar las probabilidades condicionales mediante la pregunta a los expertos: "Si el evento n ocurre, ¿cuál es la nueva probabilidad del evento m?" de esta manera se desarrolla la matriz de impacto cruzado para cada combinación de riesgos que se materializan y eventos que sufren un impacto. La totalidad de la matriz de impacto cruzado se completa formulando esta pregunta para cada combinación de eventos que ocurren y eventos que sufren un impacto y se ingresa al SMIC de la siguiente manera:

- a. Sobre el menú de acceso rápido ubicado en la parte izquierda de la pantalla, despliegue la carpeta *obtención de datos*.
- b. Pulsar doble click sobre el comando *probabilidades condicionales si realización*. Aparecerá la ventana *selección de elementos a fijar*, seleccionar *Todos* y pulsar *Ok*. Aparecerá la ventana de *asignación de probabilidades condicionales si realización* en la cual se introducirán las probabilidades para cada evento de manera interrelacionada con los otros eventos. Ver figura 11.

Figura 11. Matriz probabilidades condicionales si realización



Ejemplo:

- Encuestador: ¿Cual es la probabilidad de falla de un equipo si se usan materiales de mala calidad en el proyecto?
- Grupo de expertos: 0,6

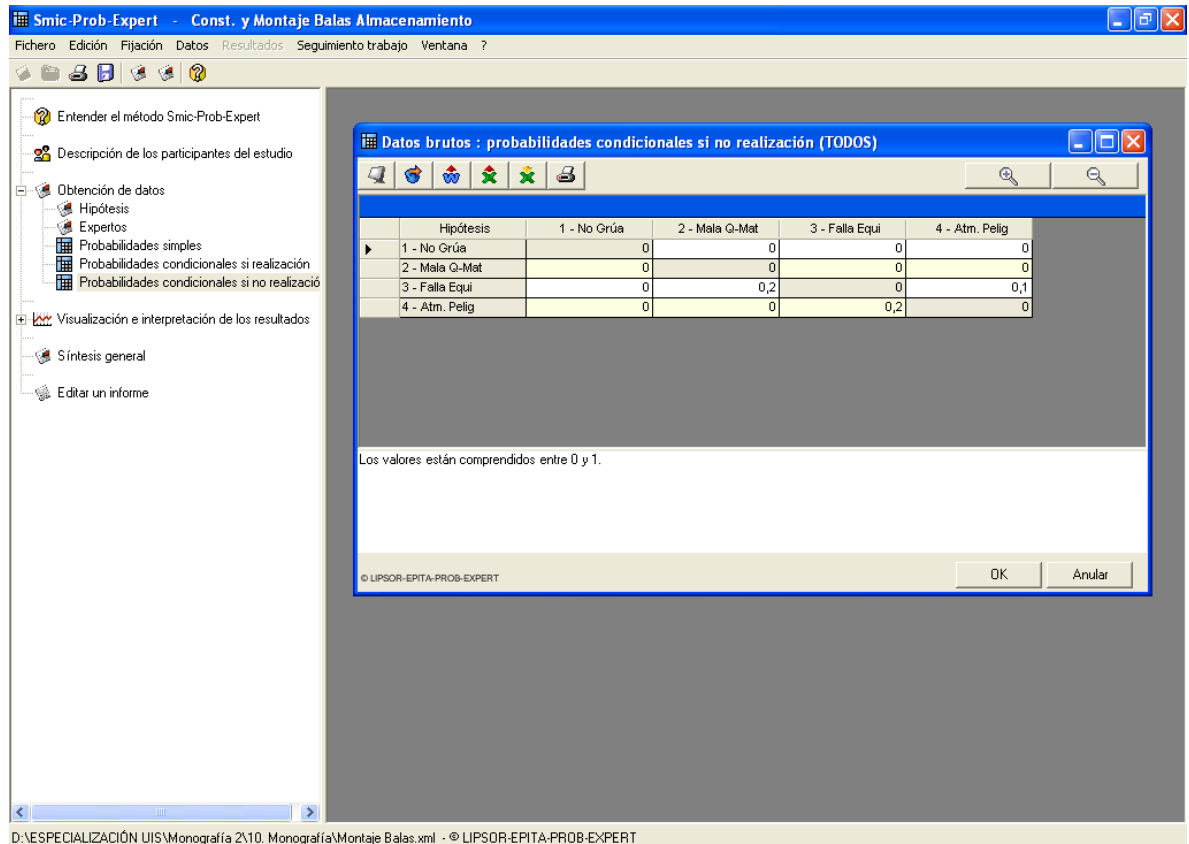
3.3.6. Ingreso de Probabilidades simples condicionales si no realización

Se repite la acción anterior, mediante la pregunta a los expertos: "Si el evento n NO ocurre, ¿cuál es la nueva probabilidad del evento m?" de esta manera se

desarrolla la matriz de impacto cruzado si no hay realización. Igualmente se ingresa al SMIC de la siguiente manera:

- a. Sobre el menú de acceso rápido ubicado en la parte izquierda de la pantalla, despliegue la carpeta *obtención de datos*.
- b. Pulsar doble click sobre el comando *probabilidades condicionales si no realización*. Aparecerá la ventana *selección de elementos a fijar*, seleccionar *Todos* y pulsar *Ok*. Aparecerá la ventana de *asignación de probabilidades condicionales si no realización* en la cual se introducirán las probabilidades para cada evento de manera interrelacionada con los otros eventos. Ver figura 12.

Figura 12. Probabilidades condicionales si no realización



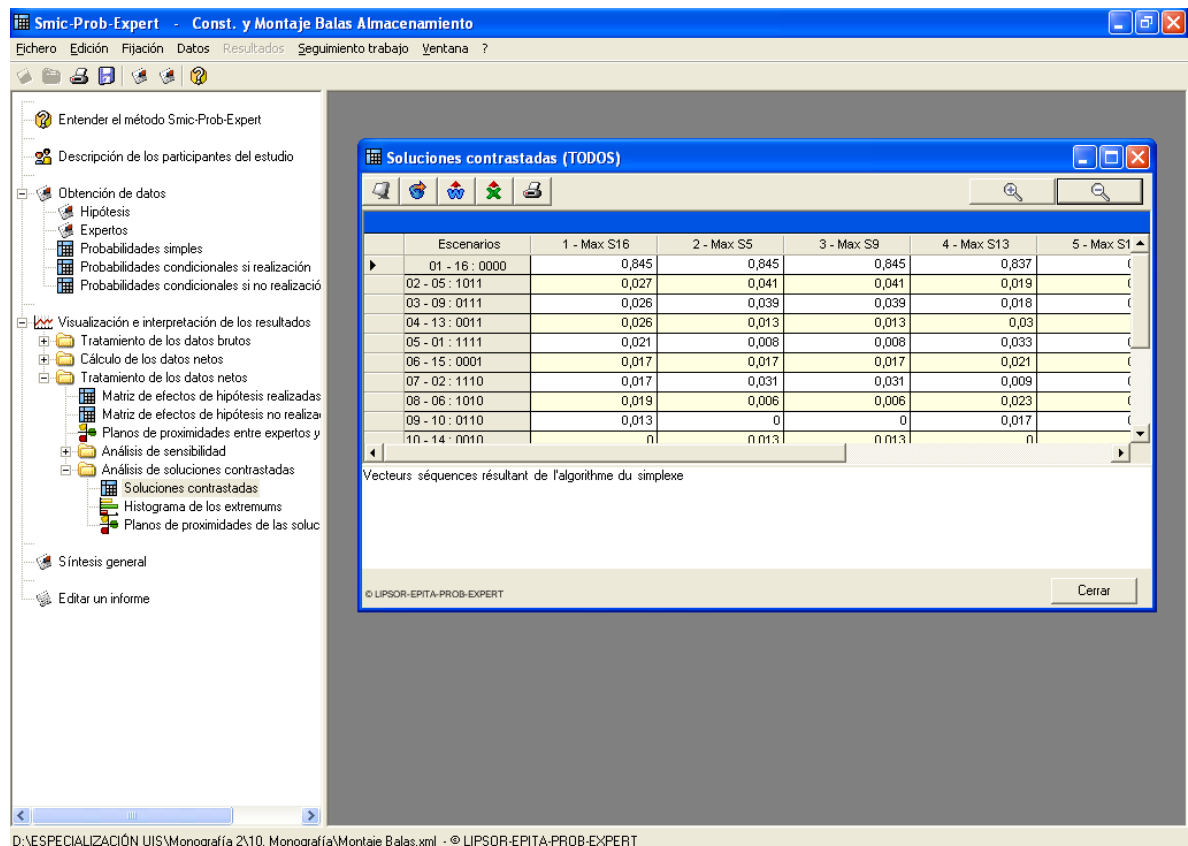
3.4. DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS

A partir de estas matrices se obtiene un listado de escenarios más probables, que son determinados por la ocurrencia o no de cada uno de los eventos relacionados, y a partir de estos se escogerá el escenario que se considera más apropiado para la obtención del objetivo, este escenario se denomina Escenario Apuesta, mientras que el escenario con la mayor probabilidad se denomina Escenario Tendencial que corresponderá al evento que sucederá en el futuro si las variables analizadas siguieran su recorrido como se observa en el presente. Para la

determinación de los escenarios a través del software SMIC se realizan los siguientes pasos:

- a. Sobre el menú de acceso rápido ubicado en la parte izquierda de la pantalla, despliegue la carpeta *visualización e interpretación de los resultados*, despliegue la carpeta *Tratamiento de los datos netos*, despliegue la carpeta *Análisis de soluciones contrastadas* y cliquee *Soluciones Contrastadas*. Ver figura 13.

Figura 13. Matriz soluciones contrastadas




- a. Los datos obtenidos se exportarán a Excel a través del ícono . Una vez en Excel se ordenarán los escenarios de mayor a menor probabilidad de la primera columna que corresponde a la curva de mínimos cuadrados que arroja los resultados de probabilidad mayores.

Tabla 2. Probabilidad de escenarios de riesgo

Escenario	Max S16	Escenario
01 - 16 : 0000	0,845	Tendencial y Apuesta
02 - 05 : 1011	0,027	Escenario de Riesgos 1
03 - 09 : 0111	0,026	Escenario de Riesgos 2
04 - 13 : 0011	0,026	
05 - 01 : 1111	0,021	
08 - 06 : 1010	0,019	
06 - 15 : 0001	0,017	
07 - 02 : 1110	0,017	
09 - 10 : 0110	0,013	
11 - 03 : 1101	0,004	
10 - 14 : 0010	0	
12 - 11 : 0101	0	
13 - 07 : 1001	0	
14 - 04 : 1100	0	
15 - 12 : 0100	0	
16 - 08 : 1000	0	

El escenario tendencial corresponde al escenario con la mayor probabilidad de ocurrencia una vez desarrollado el análisis. El escenario apuesta corresponderá al

escenario objeto del proyecto, es decir al escenario que se desea ocurra y a partir del cual se desarrollará la estrategia de mitigación y control de los riesgos.

Es de saberse que el escenario apuesta para analizar riesgos de proyectos corresponderá a la no ocurrencia de ninguna de las hipótesis escenario (0000). En el ejemplo observamos que existe un escenario de riesgos con una probabilidad de 0,027 que corresponde al escenario 1011 es decir:

- (1) No habrá disponibilidad de grúa en la región para realizar el montaje de las balas de almacenamiento.
- (0) Se implementarán materiales con la calidad requerida para el proyecto.
- (1) Habrá falla en las balas a montar.
- (1) Habrá exposición a atmósferas peligrosas

Es importante resaltar que se espera que el escenario tendencial sea el mismo apuesta (000000), ya que en la inmensa mayoría de los casos las probabilidades de los riesgos son bajas, lo importante de este análisis es que permitirá evaluar cuáles son las combinaciones de riesgos que se presentarán con mayor probabilidad si alguno de éstos se materializa.

Podemos observar que las probabilidades individuales (probabilidades simples) de cada uno de los riesgos se ven modificadas por la interrelación de cada uno de los otros riesgos en análisis obteniendo así un escenario de riesgos y no sólo la probabilidad de riesgos aislados.

3.5. ACCIONES DE MITIGACIÓN DE RIESGOS

A partir de los escenarios de riesgo obtenidos, se procederá al desarrollo de un plan de acción para establecer estrategias ó cambios que lleven a maximizar la probabilidad y consecuencias de eventos positivos y minimizar la probabilidad y consecuencias de eventos perjudiciales para el proyecto.

Con el propósito de evitar la materialización de los escenarios de riesgo más probables se debe desarrollar un plan de mitigación que incluya todas las acciones requeridas para lograr este objetivo.

Es decir que para evitar que se materialice el escenario de riesgos 1011 se deberá:

- Calcular y congelar la capacidad de carga requerida y determinar la grúa requerida para realizar el montaje de las balas con anticipación.
- Se deberá gestionar y asegurar la disponibilidad de la grúa y el operador
- Determinar rutinas de seguimiento al proveedor de las balas de almacenamiento, que incluyan: Verificación de construcción Vs planos de fabricación, Visitas de QA/QC (aseguramiento y control de la calidad), Establecer procedimientos para asegurar el seguimiento de pruebas hidrostáticas y radiográficas para el recibo a satisfacción del equipo y demás.
- Se deberá garantizar la permanencia en campo de probadores y detectores de H2S y atmósferas peligrosas por cada frente de trabajo.

Es conveniente realizar una matriz con las acciones de mitigación de los riesgos a través de lluvia de ideas de los expertos a fin de desarrollar de manera más detallada la estrategia de gestión del riesgo.

4. APLICACIÓN DEL MODELO PROSPECTIVO

4.1. GENERALIDADES

Esta aplicación se desarrolla a partir de ocho proyectos referentes al montaje de equipos ejecutados en unidades de proceso del sector de hidrocarburos.

La información referente a los riesgos analizados y materializados fueron suministrados por evaluadores, planeadores, ejecutores y líderes de 8 proyectos del sector. Esta información es tabulada y a partir de esta se aplica el modelo propuesto para la identificación de riesgos para la fase de ejecución de proyectos a través de un análisis prospectivo y el juicio de 4 expertos obteniendo así los escenarios tendencial y apuesta.

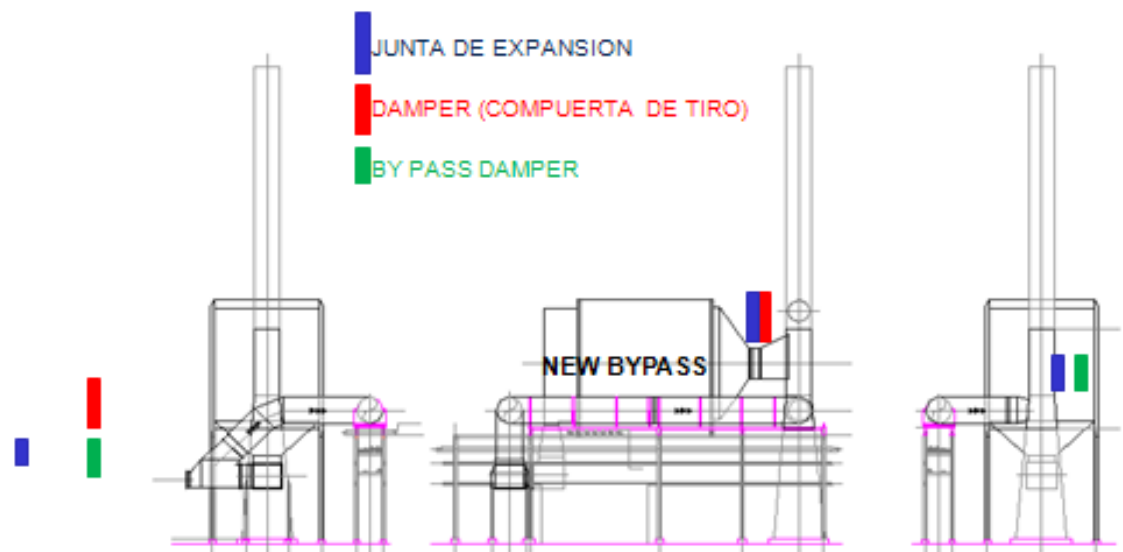
El grado de criticidad es obtenido a partir del juicio de expertos compuesto por 4 ingenieros los cuales han participado en la ejecución y planeación del proyecto objeto de nuestro análisis a través del método del ábaco de François Regnier y el grado de incidencia es determinado a partir del método de impactos cruzados mediante el software SMIC®, permitiendo así la elaboración de un plan de acción para realizar la mitigación de los riesgos durante la ejecución del proyecto.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El modelo desarrollado se aplicará al proyecto “Instalación de Precipitador Electrostático y Bypass” consistente en la instalación de una nueva tecnología para el control de emisiones y material particulado cumpliendo con la nueva regulación nacional del Ministerio del Medio Ambiente. El nuevo ESP se ubicará en el sitio del actual ESP requiriéndose en primera instancia el desmantelamiento de éste, para lo cual se construirá previamente un by pass entre el E-527 y la

Chimenea (para enviar los gases directamente hacia la chimenea sin pasar por el Precipitador Electrostático) que permita realizar el desmantelamiento del actual Precipitador y el montaje del nuevo Precipitador con planta en Operación y en un futuro facilitar las actividades de mantenimiento del nuevo ESP. (Ver figura 2z)

Figura 14. Esquema de Montaje



Las principales obras requeridas son:

- Desmantelamiento de carcasa antiguo ESP
- Desconexión y desinstalación de acometidas de fuerza y control de los equipos asociados con el ESP existente
- Montaje bypass con planta en operación
- Obras civiles y construcción estructura de soporte del ESP y bypass
- Montaje del ESP
- Obras civiles de adecuación

- Alimentación y Conexionado eléctrico
- Instalación de instrumentación
- Adecuación de la subestación eléctrica
- Conexión e instalación de válvulas motorizadas
- Reemplazo de analizadores existentes
- Configuración al DCS

Para el desarrollo de este proyecto se contempla la compra anticipada del ESP y el bypass por parte del dueño del proyecto y la contratación de las obras de Montaje.

La aplicación del modelo a éste proyecto específico fue realizado mediante 4 expertos planeadores:

- Experto 1 (e1): Ingeniero mecánico – Planeador de proyectos
- Experto 2 (e2): Ingeniero de Petróleos – Planeador de proyectos
- Experto 3 (e3): Ingeniero de instrumentación – Ejecutor
- Experto 4 (e4): Ingeniero Civil – Ejecución - Ejecutor

4.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los expertos desarrollaron de forma concertada el Formato para Registro de Riesgos en Proyectos GMVG-001. La lista de los riesgos para el proyecto “Instalación de Precipitador Electrostático y Bypass” se presentan en la figura 15.

4.4. ANÁLISIS DE IMPACTO

A cada experto se le realizó un cuestionario en el cual seleccionó el grado de impacto que ocasionaría la materialización de cada uno de los riesgos en el proyecto.

La valoración de impacto de riesgos realizada por cada experto para el proyecto “Instalación de Precipitador Electrostático y Bypass” se presentan en las figuras 16a, 16b, 16c y 16d.

Figura 15: Riesgos identificados

FORMATO PARA REGISTRO DE RIESGOS EN PROYECTOS		COD: GMVG-001	
PROYECTO: "INSTALACIÓN DE PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO Y BYPASS"		FECHA: 01/01/2010	
		REV: 0	
UBICACIÓN:	PUERTO CIPAGUE		
LÍDER DE PROYECTO:	OSCAR MOLAGAVITA		
PRESUPUESTO: (\$MUS)	11		
DURACIÓN:	20 MESES		
REGISTRO DE RIESGOS			
No	CATEGORÍA	RIESGO	AMENAZA / OPORTUNIDAD
1	EJECUCIÓN Y MONTAJE	Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexonado eléctrico y de instrumentación.	AMENAZA
2	EJECUCIÓN Y MONTAJE	Pérdida de tiempo por trámites de permisos con Operaciones.	AMENAZA
3	EJECUCIÓN Y MONTAJE	No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas.	AMENAZA
	Mano de izaje y su área de	AMENAZA	4 EJECUCIÓN Y MONTAJE Falta de espacio para ubicación de equipos, maqui maniobra.
		AMENAZA	5 EJECUCIÓN Y MONTAJE Mano de Obra no calificada
		AMENAZA	6 EJECUCIÓN Y MONTAJE Uso de materiales no sugeridos en la ingeniería
	de la Planta	AMENAZA	7 EJECUCIÓN Y MONTAJE Daños a las estructuras existentes y reutilizables de
		AMENAZA	8 EJECUCIÓN Y MONTAJE Pérdida de tiempo por USO
		AMENAZA	9 EJECUCIÓN Y MONTAJE Equipos en mal estado o ausentes
	contemplados dentro del	AMENAZA	10 EJECUCIÓN Y MONTAJE Obras adicionales en el contrato que no se tenían c objeto del contrato.
	Planta	AMENAZA	11 EJECUCIÓN Y MONTAJE Interferencias con otros proyectos o trabajos en la f
		AMENAZA	12 EJECUCIÓN Y MONTAJE Mala calidad de materiales
		AMENAZA	13 EJECUCIÓN Y MONTAJE Procedimientos de construcción deficientes
		AMENAZA	14 EJECUCIÓN Y MONTAJE Condiciones climáticas adversas
		AMENAZA	15 EJECUCIÓN Y MONTAJE Configuración incorrecta de DCS
	H2S	AMENAZA	16 EJECUCIÓN Y MONTAJE Intoxicación- Paro de actividades por escapes de
		AMENAZA	17 EJECUCIÓN Y MONTAJE Uso de andamios no certificados (Sin tarjeta Verde,
	H2S	AMENAZA	18 EJECUCIÓN Y MONTAJE Exposición a atmósferas peligrosas - presencia de
	ión Personal	AMENAZA	19 EJECUCIÓN Y MONTAJE Selección inadecuada de los elementos de Protecc
	Exposición a altas temperaturas, líneas vivas y radiación solar	AMENAZA	20 EJECUCIÓN Y MONTAJE Exj
	Exposición a corrientes eléctricas, por existencia de conexiones energizadas ante trabajos de ejecución,	AMENAZA	21 EJECUCIÓN Y MONTAJE Exj dur

Figura 16a. Valoración de impacto experto 1

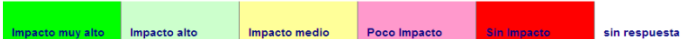
FORMATO VALORACIÓN DE IMPACTO DE RIESGOS EN PROYECTOS		COD: GMVG-002
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE BALAS DE ALMACENAMIENTO"		FECHA: 01/01/2010
		REV: 0
UBICACIÓN:	PUERTO CIPAGUE	
LÍDER DE PROYECTO:	OSCAR MOLAGAVITA	
PRESUPUESTO: (\$MUS)	11	
DURACIÓN:	20 MESES	
VALORACIÓN DE IMPACTO		
		
EXPERTO	RIESGO	IMPACTO
EXPERTO 1	01. Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexonado eléctrico y de instrumentación.	Impacto muy alto
EXPERTO 1	02. Pérdida de tiempo por trámites de permisos con Operaciones.	Impacto medio
EXPERTO 1	03. No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas.	Impacto muy alto
EXPERTO 1	04. Falta de espacio para ubicación de equipos, maquinaria de izaje y su área de maniobra.	Impacto medio
EXPERTO 1	05. Mano de Obra no calificada	Impacto alto
EXPERTO 1	06. Uso de materiales no sugeridos en la ingeniería	Impacto alto
EXPERTO 1	07. Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta	Impacto muy alto
EXPERTO 1	08. Pérdida de tiempo por USO	Impacto medio
EXPERTO 1	09. Equipos en mal estado o ausentes	Impacto muy alto
EXPERTO 1	10. Obras adicionales en el contrato que no se tenían contemplados dentro del objeto del contrato.	Impacto alto
EXPERTO 1	11. Interferencias con otros proyectos o trabajos en la Planta	Impacto medio
EXPERTO 1	12. Mala calidad de materiales	Impacto muy alto
EXPERTO 1	13. Procedimientos de construcción deficientes	Impacto alto

Figura 16b. Valoración de impacto experto 2

FORMATO VALORACIÓN DE IMPACTO DE RIESGOS EN PROYECTOS		COD: GMVG-002
PROYECTO: "INSTALACION DE PRECIPITADOR ELECTROSTATICO Y BY PASS"		FECHA: 01/01/2010
REV: 0		
UBICACIÓN:	PUERTO CIPAGUE	
LÍDER DE PROYECTO:	OSCAR MOLAGAVITA	
PRESUPUESTO: (\$MUS)	11	
DURACIÓN:	20 MESES	
VALORACIÓN DE IMPACTO		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> sin respuesta </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> Impacto muy alto Impacto alto Impacto medio Poco Impacto Sin Impacto </div>	
IMPACTO	EXPERTO	RIESGO
Impacto medio	EXPERTO 2	01.Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para co

Figura 16c. Valoración de impacto experto 3


FORMATO VALORACIÓN DE IMPACTO DE RIESGOS EN PROYECTOS		COD: GMVG-002
PROYECTO: "INSTALACION DE PRECIPITADOR ELECTROSTATICO Y BY PASS"		FECHA: 01/01/2010
		REV: 0
UBICACIÓN:	PUERTO CIPAGUE	
LÍDER DE PROYECTO:	OSCAR MOLAGAVITA	
PRESUPUESTO: (\$MUS)	11	
DURACIÓN:	20 MESES	
VALORACIÓN DE IMPACTO		
		
EXPERTO	RIESGO	IMPACTO
EXPERTO 3	01.Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para c	Impacto alto
EXPERTO 3	02.Pérdida de tiempo por trámites de permisos con Operaciones.	Poco Impacto
EXPERTO 3	03.No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región	Impacto muy alto
EXPERTO 3	04.Falta de espacio para ubicación de equipos, maquinaria de izaje y s	Impacto alto
EXPERTO 3	05.Mano de Obra no calificada	Poco Impacto
EXPERTO 3	06.Uso de materiales no sugeridos en la Ingeniería	Impacto muy alto
EXPERTO 3	07.Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta	Poco Impacto
EXPERTO 3	08.Pérdida de tiempo por USO	Poco Impacto

Figura 16d. Valoración de impacto experto 4

FORMATO VALORACIÓN DE IMPACTO DE RIESGOS EN PROYECTOS		COD: GMVG-002
PROYECTO: "INSTALACION DE PRECIPITADOR ELECTROSTATICO Y BY PASS"		FECHA: 01/01/2010
		REV: 0
IN:	PUERTO CIPAGUE	UBICACIÓN:
PROYECTO:	OSCAR MOLAGAVITA	LÍDER DE PROYECTO:
INVERSIÓN (\$MUS)	11	PRESUPUESTO:
DURACIÓN (MESES):	20 MESES	DURACIÓN:
CLASIFICACIÓN DE IMPACTO		VALORACIÓN DE RIESGO
IMPACTO		EXPERTO
Impacto muy alto		EXPERTO 4
Técnicas y protocolos para control de calidad		01.Incumplimiento en las especificaciones técnicas

La matriz de colores que se obtiene según la respuesta de cada experto es la siguiente (Ver figura 17):

Figura 17. Matriz de Colores por experto

FORMATO MATRIZ DE COLORES POR EXPERTOS					COD: GMVG-003
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE BALAS DE ALMACENAMIENTO"					FECHA: 01/01/2010
					REV: 0
UBICACIÓN:					PUERTO CIPAGUE
LÍDER DE PROYECTO:					OSCAR MOLAGAVITA
PRESUPUESTO: (\$MUS)					11
DURACIÓN:					20 MESES
MATRIZ DE COLORES					
■ Impacto muy alto ■ Impacto alto ■ Impacto medio ■ Impacto bajo ■ sin respuesta					
					RIESGO
	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4	
01. Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexión eléctrica y de instrumentación.					
02. Pérdida de tiempo por trámites de permisos con Operaciones					
03. No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas.					
04. Falta de espacio para ubicación de equipos, maquinaria de izaje y su área de maniobra.					
05. Mano de Obra no calificada					
06. Uso de materiales no sugeridos en la Ingeniería					
07. Daños a las estructuras existentes y reutilización de materiales de la Planta					
08. Pérdida de tiempo por USO					

La matriz de resultados que clasifica los riesgos de mayor a menor impacto es la siguiente (Ver Figura 18).

4.5. ANÁLISIS DE IMPACTO CRUZADO

A partir del resultado obtenido del análisis de impacto mediante escala de colores, se toman como base los riesgos con mayor incidencia o impacto sobre el proyecto según la consulta realizada a los expertos.

Los 6 riesgos de mayor impacto para el proyecto corresponderán a las hipótesis del proyecto.

Cada uno de éstos 6 riesgos corresponde a posibles eventos, los cuales serán analizados de manera interrelacionada a través del software SMIC siguiendo el modelo desarrollado.

Figura 18. Matriz de Resultados

FORMATO MATRIZ DE RESULTADOS		COD: GHVG-004	
PROYECTO: "INSTALACIÓN DE PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO Y BYPASS"		FECHA: 01/01/2010	
		REV: 0	
UBICACIÓN:		PUERTO CIPAGUE	
OSCAR MOLAGAVITA		LÍDER DE PROYECTO:	
11		PRESUPUESTO: (\$MUS)	
20 MESES		DURACIÓN:	
ES		MATRIZ DE COLOR	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> sin impacto sin respuesta </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Impacto muy alto Impacto alto Impacto medio Poco Imp </div>	
RIESGO			
ilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de			03 No disponib grúas.
eriales no sugeridos en la ingeniería			06 Uso de mat
anto en las especificaciones técnicas y protocolos para			01 Incumplimi
conexiónado eléctrico y de instrumentación.			
22 Incendio y/o Explosión durante la ejecución de los trabajos en la planta, por emergencia operacional (escape hidrocarburo y/o gases),			
07 Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta			
09 Equipos en mal estado o ausentes			
16 Intoxicación- Paro de actividades por escapes de H2S			
12 Mala calidad de materiales			

4.5.1. Creación del Proyecto

Se crea el archivo para el proyecto en el SMIC denominado “Montaje Equipo ESP”.

4.5.2. Ingreso de Hipótesis

Los 6 eventos de riesgo se ingresan al software a manera de hipótesis:

- 03 No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas. (Disp. Grúa)
- 06 Uso de materiales no sugeridos en la ingeniería (Mat NO ING)
- 01 Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexión eléctrico y de instrumentación. (Incump.Esp)
- 22 Incendio y/o Explosion durante la ejecución de los trabajos en la planta, por emergencia operacional (escape hidrocarburo y/o gases), (Incendio)
- 07 Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta (DañoEstruc)
- 09 Equipos en mal estado o ausentes (NOequipos)

4.5.3. Creación de Expertos

Se crea un grupo denominado “Todos” a través del cual se expresarán los 4 expertos.

4.5.4. Ingreso de Probabilidades Simples

Una vez realizado lo anterior, se procede a calcular la probabilidad inicial de cada evento e ingresarla en el Software. Esta probabilidad inicial corresponde a la

probabilidad histórica de estos riesgos en los 8 proyectos base de análisis. (Ver figura 19)

Figura 19. Probabilidades Riesgos Proyectos de Montaje

P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	PROB. HISTORICA			RIESGOS (PROYECTOS DE MONTAJE DE EQUIPOS)							P1	P	
-	-	1,00	-	-	-	-	0,250			1	Ejecución y Montaje	Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexionado eléctrico y de instrumentación.	1,00	-					
0,00	-	-	-	-	1,00	-	0,250			2	Ejecución y Montaje	Pérdida de tiempo por trámites de permisos con Operaciones.	-	1					
-	1,00	-	0,80	-	-	-	0,225			3	Ejecución y Montaje	No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas.	-	-					
[Redacted]																			
4	Ejecución y Montaje	Falta de espacio para ubicación de equipos, maquinaria de izaje y su área de maniobra.	0,10	-	-	0,20	-	-	-	-	0,038								
5	Ejecución y Montaje	Mano de Obra no calificada	-	-	0,20	-	-	-	0,10	-	0,038								
6	Ejecución y Montaje	Uso de materiales no sugeridos en la ingeniería	-	-	-	1,00	-	1,00	-	-	0,250								
7	Ejecución y Montaje	Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta	-	-	-	-	-	-	0,20	1,00	0,150								
[Redacted]																			
-	0,01	-	0,10	-	-	0,015			8	Ejecución y Montaje	Pérdida de tiempo por USO	0,01	-						
0,30	0,30	1,00	0,50	0,50	0,20	0,400			9	Ejecución y Montaje	Equipos en mal estado o ausentes	-	0,40						
0,20	-	0,40	0,10	0,10	0,40	0,188			10	Ejecución y Montaje	Obras adicionales en el contrato que no se tenían contemplados dentro del objeto del contrato.	0,30	-						
-	0,10	-	-	0,20	-	0,063			11	Ejecución y Montaje	Interferencias con otros proyectos o trabajos en la Planta	-	0,20						
[Redacted]																			
2	Ejecución y Montaje	Mala calidad de materiales	-	0,10	-	-	-	0,20	-	-	0,038			1					
3	Puesta en marcha y entrega	Procedimientos de construcción deficientes	-	-	0,10	-	-	-	-	-	0,013			1					
4	Ejecución y montaje	Condiciones climáticas adversas	0,10	-	-	0,10	-	-	0,10	-	0,038			1					
4	Ejecución y montaje	Configuración incorrecta de DCS	0,10	-	-	-	-	-	0,10	-	0,038			1					
[Redacted]																			
-	0,12	-	-	-	-	0,028			13	Ejecución y Montaje		-	0,10						

De este modo, la probabilidad de cada evento se juzga por separado y el análisis de impacto cruzado se utiliza para ajustar las probabilidades iniciales con las influencias de otros eventos. Estas probabilidades simples se ingresarán al software (Ver figura 20).

Figura 20. Probabilidades simples

	Probabilidades
1 : Disp. Grua	0,225
2 : Mat NO ING	0,25
3 : Incump.Esp	0,25
4 : Incendio	0,3
5 : DañoEstruc	0,15
6 : NOequipos	0,4

© LIPSOR-EPITA-PROB-EXPERT

4.5.5. Ingreso de Probabilidades condicionales si realización

Las probabilidades condicionales teniendo en cuenta la interrelación de un evento de riesgo con respecto al otro si este se materializa son las siguientes: (Ver figura 21)

Figura 21. Matriz Probabilidades de Condicionales si realización

	Disp. Grua	Mat NO ING	Incump. Esp	Incendio	DañoEstruc	NOequipos
1 : Disp. Grua	0,225	0	0	0	0	0
2 : Mat NO ING	0	0,25	0,425	0,175	0,1	0,525
3 : Incump. Esp	0	0,875	0,25	0	0,05	0,325
4 : Incendio	0,25	0,375	0,575	0,3	0,55	0,325
5 : DañoEstruc	0,25	0,325	0	0	0,15	0
6 : NOequipos	0	0,65	0,1	0	0	0,4

© LIPSOR-EPTA-PROB-EXPERT

4.5.6. Ingreso de Probabilidades condicionales si no realización

Se repite la acción anterior, mediante la pregunta a los expertos: "Si el evento n NO ocurre, ¿cuál es la nueva probabilidad del evento m?" de esta manera se desarrolla la matriz de impacto cruzado si no hay realización. (Ver figura 22)

Figura 22. Matriz Probabilidades de Condicionales si no realización

	Disp. Grua	Mat NO ING	Incump. Esp	Incendio	DañoEstruc	NOequipos
1 : Disp. Grua	0	0	0	0	0	0
2 : Mat NO ING	0	0	0	0	0	0
3 : Incump. Esp	0	0,1	0	0,1	0	0,1
4 : Incendio	0	0	0	0	0	0
5 : DañoEstruc	0	0	0	0,02	0	0
6 : NOequipos	0	0,02	0	0	0	0

© LIPSOR-EPIT-A-PROB-EXPERT

4.6. DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS

A partir de estas matrices se obtiene el listado de escenarios más probables, que son determinados por la ocurrencia o no de cada uno de los eventos relacionados.

Riesgos	Probabilidad	
01 - 64 : 000000	0,912	Escenario Tendencial
04 - 39 : 011001	0,029	Escenarios de riesgos 1
03 - 35 : 011101	0,022	Escenario de riesgo 2
02 - 01 : 111111	0,017	Escenario de riesgo 3
06 - 33 : 011111	0,017	
11 - 09 : 110111	0,016	
09 - 17 : 101111	0,008	
31 - 23 : 101001	0,008	
45 - 06 : 111010	0,008	

Riesgos	Probabilidad
47 - 54 : 001010	0,008
52 - 04 : 111100	0,008
55 - 52 : 001100	0,008
07 - 38 : 011010	0,002
08 - 24 : 101000	0,001
05 - 56 : 001000	0
10 - 49 : 001111	0
12 - 41 : 010111	0
13 - 25 : 100111	0
14 - 57 : 000111	0
15 - 05 : 111011	0
16 - 37 : 011011	0
17 - 21 : 101011	0
18 - 53 : 001011	0
19 - 13 : 110011	0
20 - 45 : 010011	0
21 - 29 : 100011	0
22 - 61 : 000011	0
23 - 03 : 111101	0
24 - 19 : 101101	0
25 - 51 : 001101	0
26 - 11 : 110101	0
27 - 43 : 010101	0
28 - 27 : 100101	0
29 - 59 : 000101	0
30 - 07 : 111001	0
32 - 55 : 001001	0

Riesgos	Probabilidad
33 - 15 : 110001	0
34 - 47 : 010001	0
35 - 31 : 100001	0
36 - 63 : 000001	0
37 - 02 : 111110	0
38 - 34 : 011110	0
39 - 18 : 101110	0
40 - 50 : 001110	0
41 - 10 : 110110	0
42 - 42 : 010110	0
43 - 26 : 100110	0
44 - 58 : 000110	0
46 - 22 : 101010	0
48 - 14 : 110010	0
49 - 46 : 010010	0
50 - 30 : 100010	0
51 - 62 : 000010	0
53 - 36 : 011100	0
54 - 20 : 101100	0
56 - 12 : 110100	0
57 - 44 : 010100	0
58 - 28 : 100100	0
59 - 60 : 000100	0
60 - 08 : 111000	0
61 - 40 : 011000	0
62 - 16 : 110000	0
63 - 48 : 010000	0

Riesgos	Probabilidad
64 - 32 : 100000	0

4.7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.7.1. Escenario Tendencial

De la información obtenida, se observa que lo más probable es que ningún riesgo se materialice:

Riesgos	Probabilidad	
01 - 64 : 000000	0,912	Escenario Tendencial

Es decir, lo más probable es que no se tenga dificultad para conseguir la grúa requerida para el montaje de los equipos en la región, los trabajos se desarrollarán bajo el uso de materiales especificados en la ingeniería desarrollada, cumpliendo con las especificaciones técnicas y protocolos para conexión eléctrico y de instrumentación. No se presentarán incendios ni explosiones durante la ejecución de los trabajos en la planta por escapes de hidrocarburo, ni se afectarán las instalaciones de la Planta. El ESP y el Bypass llegarán en buen estado y en la fecha prevista para su revisión y chequeo previo al montaje.

4.7.2. Escenario de Riesgos 1 y 2

Se observa que existen dos escenarios de riesgos con probabilidad de ocurrencia. Lo cual alerta la necesidad de un plan de control y mitigación de estos escenarios de riesgo con el fin de evitar su materialización durante la ejecución del proyecto.

Riesgos	Probabilidad	
04 - 39 : 011001	0,029	Escenarios de riesgos 1
03 - 35 : 011101	0,022	Escenario de riesgo 2

El escenario de riesgos 1 indica que el proyecto se desarrollará bajo el incumplimiento de especificaciones técnicas y protocolos para realizar el conexasión eléctrico y de instrumentación y control del ESP a la subestación existente y DCS ubicados en el cuarto de control y el incumplimiento en la fecha de entrega y calidad de los materiales del Precipitador Electrostático y el bypass por parte del proveedor a pesar de tener la grúa en sitio disponible para realizar el montaje del equipo según Plan de Ejecución, por lo cual en obra se realizan adecuaciones temporales mediante la implementación de materiales no sugeridos en la ingeniería que no garantizan la calidad de la obra.

El escenario de riesgo 2 indica que existe una probabilidad de 0,022 de desarrollar el proyecto bajo el incumplimiento de las especificaciones técnicas y protocolos para realizar los conexasiones eléctricos de instrumentación y control del ESP a la subestación existente y DCS ubicados en el cuarto de control, lo cual conlleva a la generación de explosiones durante la ejecución de los trabajos. Las explosiones afectan el estado del ESP y bypass por lo cual el Contratista de obra emplea materiales no sugeridos en la ingeniería para subsanar estas afectaciones lo cual no garantiza la calidad de los trabajos en la obra.

El escenario de riesgo 3 indica que el proyecto no contará con la disponibilidad de grúa para realizar el montaje del Precipitador electrostático y Bypass por lo cual se resuelve a emplear equipos menores para realizar el montaje de estos equipos

generando daños en los mismos y en las estructuras aledañas existentes en la planta consumiendo mayor cantidad recursos para ejecutar la labor de izamiento y afectando el tiempo de ejecución establecido, por lo cual se realiza de manera errónea el conexionado eléctrico y de instrumentación, incumpliendo con los protocolos establecidos para el desarrollo del mismo generando explosiones aisladas que dañarán el Precipitador Instalado.

4.8. ACCIONES DE MITIGACIÓN DE RIESGOS

Con el propósito de evitar la materialización de los escenarios de riesgo más probables (escenario de riesgo 1) se debe desarrollar un plan de mitigación que incluya todas las acciones requeridas para lograr este objetivo.

A continuación presentamos una matriz guía para el desarrollo del plan de mitigación de riesgos.

Tabla 3. Matriz Plan de Acción de Mitigación de Riesgos

ACCIONES DE MITIGACIÓN	03 No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas.	06 Uso de materiales no sugeridos en la ingeniería	01 Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexiónado eléctrico y de instrumentación.	22 Incendio y/o Explosión durante la ejecución de los trabajos en la planta, por emergencia operacional (escape hidrocarburo y/o gases),	07 Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta	09 Equipos en mal estado o ausentes
Realizar socialización del proyecto a personal de Operaciones de la Planta a intervenir			X			
Solicitar asignación de personal de Operaciones para firma de permisos para el proyecto				X		
Desarrollar protocolos y lista de chequeo para conexiónados eléctricos y de instrumentación			X			
Realizar visitas QA/QC periódicas		X	X			X
Contratar personal calificado			X			
Realizar plan de revisión inicial y semanal a equipos y herramientas					X	
Realizar control de calidad continuo a los suministros y procedimientos de construcción.		X			X	
Solicitar la programación de trabajos que interfieren con el proyecto						
Revisión de la Ingeniería		X	X			X

ACCIONES DE MITIGACIÓN	03 No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas.	06 Uso de materiales no sugeridos en la ingeniería	01 Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexión eléctrico y de instrumentación.	22 Incendio y/o Explosión durante la ejecución de los trabajos en la planta, por emergencia operacional (escape hidrocarburo y/o gases),	07 Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta	09 Equipos en mal estado o ausentes
Revisión de requisiciones de materiales y equipos		X	X			X
Realizar compras tempranas de materiales y equipos		X	X			X
Definir cantidad y mantener en campo detectores de H2S y medidores de atmósferas peligrosas				X		
Realizar identificación de monitores e hidrantes contraincendios				X		
Emplear únicamente medios de comunicación intrínsecamente seguros				X		
Emplear equipos y herramientas que no generen chispas en el área según su clasificación				X		
Desarrollar plan de izaje de las estructuras					X	
Congelar capacidad de carga requerida para la grúa - Determinar grúa requerida con antelación	X					
Gestionar y asegurar disponibilidad de grúa y operador	X					
Realizar seguimiento a los proveedores						X

ACCIONES DE MITIGACIÓN	03 No disponibilidad- dificultad para consecución de grúas en la región de grúas.	06 Uso de materiales no sugeridos en la ingeniería	01 Incumplimiento en las especificaciones técnicas y protocolos para conexiónado eléctrico y de instrumentación.	22 Incendio y/o Explosión durante la ejecución de los trabajos en la planta, por emergencia operacional (escape hidrocarburo y/o gases),	07 Daños a las estructuras existentes y reutilizables de la Planta	09 Equipos en mal estado o ausentes
de equipos						
Realizar revisión de planos y especificaciones de fabricación de equipos		X				X
Realizar protocolo de revisión de equipos una vez recibidos		X				X
Mantener en campo personal de seguridad (Vigías e inspectores HSE)				X	X	
Realizar aseguramiento de herramientas - accesorios - elementos de montaje					X	X
Revisión previa del procedimiento de montaje de grúa					X	
Revisión de procedimientos de arrancada de planta				X		
Realizar auditorías para verificar el cumplimiento del plan de izaje de cargas					X	
Realización de simulacros de emergencia y evacuación del personal				X		
Realizar taller de descontaminación de las unidades a ser intervenidas				X		
Verificación de sellado de aguas aceitosas (instalación mantas anti fuego)				X		

Según la matriz de mitigación anteriormente expuesta, la estrategia de ejecución para el proyecto será la siguiente:

Figura 23. Escenarios de riesgos

Riesgos	Probabilidad	
04 - 39 : 011001	0,029	Escenarios de riesgos 1
03 - 35 : 011101	0,022	Escenario de riesgo 2

Se designará un equipo de control y aseguramiento de la calidad quienes deberán desarrollar en conjunto con las áreas implicadas, protocolos para el conexionado eléctrico y de instrumentación siguiendo los lineamientos y especificaciones indicadas en la ingeniería del proyecto y protocolos de revisión para el recibo de equipos. Igualmente realizarán auditorías QA/QC de manera semanal durante la permanencia en obra. Durante estas auditorías se realizará el control de calidad continuo a los suministros y procedimientos de construcción.

Se realizará el seguimiento al fabricante del ESP y bypass mediante el establecimiento de reuniones semanales de avance, revisión de planos y especificaciones de fabricación a fin de dar cumplimiento a los requerimientos de la ingeniería desarrollada.

El equipo de ingeniería designado, deberá realizar las verificaciones de especificaciones y requerimientos de materiales a fin de realizar las compras de manera oportuna y bajo los requerimientos de calidad del cliente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El modelo de análisis prospectivo desarrollado aporta una forma de analizar los escenarios de riesgo a través del estudio de las interrelaciones que puedan producirse entre diferentes eventos que está previsto que ocurran. Asimismo, permite analizar los efectos que la materialización o no de un determinado riesgo pueden provocar en la probabilidad de ocurrencia de los demás riesgos previstos.
- Recomendamos la implementación del modelo en proyectos de gran complejidad en los cuales se detecten gran cantidad de riesgos que implicarían la asignación fuerte de recursos para gestionarlos y controlarlos. El método además de ser una herramienta eficaz, simple y rápida, permite enfocarse en los riesgos que impactarían en mayor medida al proyecto y analizarlos de manera correlacionada a fin de generar las estrategias y acciones de mitigación de estos eventos de riesgo.
- La calidad de los resultados obtenidos son función de la calidad de los expertos consultados y del conocimiento de los mismos respecto al proyecto en análisis.
- Es necesario implementar el análisis de riesgos que afecten positivamente la ejecución del proyecto (oportunidades) a fin de diseñar estrategias que propendan por el éxito del proyecto.
- El fin de este análisis es brindar un panorama sistémico de los riesgos y preparar planes de respuesta que involucren no sólo riesgos de forma

independiente, si no que preparen respuestas que permitan enfrentar una amplia variedad de escenarios de riesgos.

BIBLIOGRAFIA

- BENASSOULI P., MONTI R., "La planification par scénarios, le cas Axa France 2005", Futuribles, nº203. 1995.
- DUCOS G., "Delphi et analyses d'interaction", Futuribles, nº71. GODET M., "Impacts croisés: exemples d'applications", Futuribles, nº71. 1983.
- GODET M., Manuel de prospective stratégique, tome 2: L'art et la méthode, Dunod. 1997.
- HELMER O., Looking forward: a guide to futures research, Sage publications. 1983.
- HURTADO, C. Manejo Integral de Riesgos en Construcción, Universidad de los Andes. Bogotá. 2005.
- IBARRA FERNANDEZ, MIKEL. Manual Práctico de Prospectiva Estratégica.
- IVORRA VALERO, JOSE. Ponencia 3er Congreso Ibero Americano de Gerencia de Proyectos "La Gerencia de Riesgos – Factor Crítico de éxito". 2002.
- JACKSON, Y.. Administración de Proyectos de Riesgo Internacionales (IPRA), Ringstones Inc. 2004
- MARTINO J.P., Technological forecasting for decision making, Mac Graw Hill. 1993.

- MOJICA, FRANCISCO. La Construcción del Futuro - Convenio Andrés Bello Universidad Externado de Colombia. 2005.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE INC. 2004. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos PMBOK. Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 EE.UU.
- Software SMIC. Versión 6.0. LIPSOR 2004. Modelo desarrollado por Michel Godet y François Bourse. Producto de acceso libre y gratuitamente distribuido a través de Internet: www.3ie.org/lipsor


ANEXOS

	CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Compras	Riesgos asociados a las gestiones de compras (desde la gestión precontractual, su planeación hasta la entrega de los equipos). Incluyen entre otros temas selección de proveedores, reclamaciones, condiciones de entrega, planeación, recibo, trámites en la Importación y especificaciones de equipos o materiales comprados.
2	Técnicos	Riesgos asociados a la parte técnica de los proyectos por la planeación, ejecución y control de estudios que permitan seleccionar una tecnología, evaluar alternativas, definir alcances de temas especializados, pre-conceptualización técnica del proyecto, desarrollo de ingenierías.
3	Ejecución y Montaje	Riesgos asociados a los eventos que se puedan generar durante el desarrollo de todas las actividades de la ejecución, situaciones relacionadas con la construcción y el montaje que incluyen entre otros la disponibilidad de recursos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas), solicitudes de controles de cambios, cumplimiento del cronograma y presupuesto de ejecución, factores climáticos.
6	Salud, Seguridad y Ambiente	Riesgos asociados con Seguridad Industrial, Física y Salud Ocupacional, el cumplimiento de la gestión ambiental y los impactos ambientales, los impactos a la salud de la personas involucradas en el proyecto.

ANEXO C. Formato Matriz de Colores por Expertos

FORMATO MATRIZ DE COLORES POR EXPERTOS		COD: GMVG-003			
PROYECTO:		FECHA: 01/01/2010			
		REV: 0			
UBICACIÓN:					
LÍDER DE PROYECTO:					
PRESUPUESTO: (\$MUS)					
DURACIÓN:					
MATRIZ DE COLORES					
RIESGO		EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	EXPERTO 4

ANEXO D. Formato Matriz de Resultados

FORMATO MATRIZ DE RESULTADOS		COD: GMVG-004	
PROYECTO:		FECHA: 01/01/2010	
		REV: 0	
UBICACIÓN:			
LÍDER DE PROYECTO:			
PRESUPUESTO: (\$MUS)			
DURACIÓN:			
MATRIZ DE COLORES			
			
RIESGO			