



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE COMERCIO Y ADMINISTRACIÓN
UNIDAD SANTO TOMÁS
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DE MEGAPROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, PARA MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS, ESTUDIO DE CASO: TÚNEL EMISOR ORIENTE.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS.

PRESENTA

ING. HÉCTOR VILLANUEVA MARTÍNEZ

DIRECTORES DE TESIS

DR J. JESÚS CEJA PIZANO

**DR. EDGAR OLIVER CARDOSO
ESPINOSA**

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL, NOVIEMBRE DE 2013.





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de MÉXICO, D. F. siendo las 10:00 horas del día 12 del mes de DICIEMBRE del 2013 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de LA E. S. C. A. para examinar la tesis titulada:

“ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DE MEGAPROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, PARA MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS ESTUDIO DE CASO: TÚNEL EMISOR ORIENTE”

Presentada por el alumno:

VILLANUEVA

Apellido paterno

MARTÍNEZ

Apellido materno

HÉCTOR

Nombre(s)

Con registro:

A	1	1	0	6	7	7
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

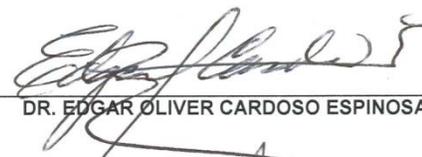
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis


DR. J. JESÚS CEVA PIZANO


DR. EDGAR OLIVER CARDOSO ESPINOSA


DR. JOSÉ LUIS FLORES GALAVIZ


M. EN C. ARTURO EVENCIO VELÁZQUEZ GONZÁLEZ


M. EN C. MARTÍN JESÚS MILLÁN MANJARREZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


DRA. MARÍA TRINIDAD CERECEDO MERCADO

SECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F., el día 12 del mes de Noviembre del año 2013, el que suscribe Héctor Villanueva Martínez alumno del programa de Maestría en Ciencias en Administración de Negocios, con número de registro A110677, adscrito a la Escuela Superior de Comercio y Administración unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional, manifiesto que es el autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de los Doctores: Dr. J. Jesús Ceja Pizano y Dr. Edgar Oliver Cardoso Espinosa, y cede los derechos del trabajo titulado "Análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, para maximizar las utilidades en las empresas constructoras estudio de caso: túnel emisor oriente", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o directores del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo al siguiente correo electrónico: snae_hvm@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Ing. Héctor Villanueva Martínez

AGRADECIMIENTOS

Con este trabajo culmina una de las etapas más importantes de mi vida, la cual me ha enseñado mucho sobre el maravilloso mundo de la administración, esto no hubiera sido posible sin la guía, ayuda y protección de Dios.

En este duro, difícil y complicado camino, siempre hubo un gran motor, una motivación a la cual les agradezco infinitamente por apoyarme en todo momento, mi familia, gracias a mis padres que siempre han estado a mi lado y a mis hermanos Víctor Hugo y Roberto, a mis queridos abuelos, por enseñarme que la vida se gana trabajando duro, a todos mis tíos, tías, primos, primas, amigos y amigas.

Sin duda este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de mis directores de tesis, el Dr. J. Jesús Ceja Pizano y Dr. Edgar Oliver Cardoso Espinosa, gracias por enseñarme a que un buen maestro es aquel que le dedica tiempo a sus alumnos, aquel que está siempre dispuesto a resolver dudas, aquel que transmite su conocimiento a las futuras generaciones.

Por último y no menos importante le agradezco a las empresas: Constructora Mexicana de Infraestructura Subterránea, S.A. de C.V. (COMISSA) y a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) por todas las facilidades, permisos y ayuda brindada para poder realizar este trabajo de investigación.

Índice General

Título	Página
Índice General.....	5
Índice de Imágenes.....	11
Índice de Tablas.....	13
Índice de Cuadros.....	13
Índice de Diagramas.....	14
Índice de Figuras.....	15
Índice de Gráficas.....	16
Resumen.....	18
Abstrac.....	19
Introducción.....	20
Glosario.....	21
Siglas.....	21
CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS.....	23
1.1 La Problemática.....	25
1.1.1 La Idea.....	25
1.2 Observación Empírica.....	27
1.3 Planteamiento del Problema.....	28
1.4 Objetivos de la Investigación.....	28
1.4.1 Objetivo General.....	28
1.4.2 Objetivos Específicos.....	28
1.5 Preguntas de Investigación.....	29

1.6 Justificación.....	29
1.7 Hipótesis de Trabajo	30
1.8 Variables de la Investigación.....	30
1.9 Tipo de Investigación	30
1.10 Diseño de la Investigación.....	32
1.11 Referente Temporal	32
1.12 Referente Geográfico	33
1.13 Método de la Investigación.....	36
1.14 Línea de Investigación.....	39
1.15 Matriz de Congruencia	40
CAPÍTULO II. MARCO CONTEXTUAL, PROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE EN EL CONTEXTO MUNDIAL.	
	41
2.1 Contexto Histórico. Los romanos	43
2.2 Definición y Función de los Sistemas de Aguas Residuales	47
2.2.1 Clasificación de los Sistemas de Aguas Residuales	47
2.3 Un modelo Global: Sistemas de Aguas Residuales	49
2.4 Europa.....	49
2.4.1 Francia, Biarritz	49
2.4.2 Francia, Les Sables d'Olonne.....	52
2.4.3 Hungría, Budapest	53
2.4.4 Suiza	55
2.5 Asia	58
2.5.1 Singapur	58
2.5.2 China	59
2.6 Oceanía.....	61

2.6.1 Australia, Melbourne	61
2.6.2 Australia, Perth.....	63
2.7 África	64
2.7.1 Sudáfrica, Durban	64
2.7.2 Sudáfrica, Johannesburgo.....	66
2.8 EE.UU.	68
2.8.1 Texas	68
2.8.2 Ohio	69
2.8.3 Clinton	70
2.9 América Latina	73
2.9.1 Perú	73
2.9.2 Colombia	75
2.10 Presupuesto del Túnel Emisor Oriente.....	77
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL	
EMISOR ORIENTE.	79
3.1 Análisis de Riesgo en la Planeación	81
3.1.1 Definición de Riesgo.....	81
3.1.2 ¿Qué es el Análisis de Riesgo?	86
3.1.3 ¿Qué Pretende el Análisis de Riesgo?	86
3.1.4. Tipo y Factores de Riesgo.....	87
3.1.5 Origen de los Riesgos	90
3.1.6 Categorías de los Riesgos	90
3.2 Administración del Riesgo	91
3.2.1 Planificación de la Gestión de Riesgos	93
3.2.3 Costos de los Riesgos.....	96

3.3 Metodología de Análisis de Riesgos	97
3.3.1 Visión General del Proceso del Manejo de los Riesgos	97
3.3.2 Correlación Entre el Proceso de Construcción y el Manejo del Riesgo.....	99
3.4 Análisis del Riesgo y sus Etapas.....	101
3.4.1 Análisis Cualitativo del Riesgo	102
3.4.2 Análisis Cuantitativo del Riesgo	111
3.5 Análisis de Riesgo y Métodos	120
3.5.1 Amenazas de la Empresa	120
3.5.2 Incertidumbre del Futuro	121
3.5.3 Técnicas de Pronósticos	122
3.5.4. Análisis Externo.....	123
3.5.5 Análisis Interno.....	125
CAPÍTULO IV. INVESTIGACIÓN DE CAMPO. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	127
4.1 La Encuesta	129
4.1.1 Técnica Utilizada	129
4.1.2 Matriz de Congruencia	130
4.1.3 Determinación de la Muestra.....	136
4.1.4 Diseño y Validación del Instrumento Estadístico	137
4.1.5 El Cuestionario	138
4.2 Resultados y Análisis	143
4.2.1 Graficas de los Resultados Obtenidos Mediante las Encuestas.	149
4.3 Análisis General por Dimensión de los Datos Arrojados por la Aplicación del Instrumento	184
CAPÍTULO V. PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE	189

5.1 Propuesta de Metodología de Análisis de Riesgos en la Planeación de la Construcción del Túnel Emisor Oriente en Ecatepec de Morelos, para la Empresa Constructora.....	191
5.2 Componente de Riesgo Climático	194
5.2.1 Análisis de la Estructura de la Fase 1	196
5.2.1.1 Identificación de las Necesidades en la Empresa	196
5.2.1.2 Identificación de Riesgo Climático.....	196
5.2.1.3 Identificación de Puntos de Seguridad para Contingencias Ocasionados por Riesgos Climáticos.....	201
5.2.1.4 Indicadores de Evaluación de Riesgos.....	202
5.3 Componente de Riesgo Financiero	204
5.3.1 Análisis de la Estructura de la Fase 2	205
5.3.1.1 Identificación de las Necesidades en la Empresa	205
5.3.1.2 Identificación de Puntos de Riesgo Financiero Económicos	205
5.3.1.3 Identificación de Puntos de Riesgo Financiero Técnicos	208
5.3.1.4 Indicadores de Evaluación de Riesgos.....	209
5.4 Componente de Riesgo de Negocio.....	210
5.4.1 Análisis de la estructura de la Fase 3.....	211
5.4.1.1 Identificación de las Necesidades en la Empresa	211
5.4.1.2 Identificación de Puntos de Riesgo de Negocio en la Construcción del Túnel Emisor Oriente	212
5.4.1.3 Indicadores de Evaluación de Riesgos de Negocio	213
5.5 Propuesta de Elaboración para Planes de Revisión	214
5.5.1 Plan de Revisión para el Riesgo Climático.....	214
5.5.1.1 Plan de Revisión de Riesgos Climáticos	214

5.5.2 Plan de Revisión Para el Riesgo Financiero en Investigación del Subsuelo y Aspectos Jurídicos de la Tenencia de la Tierra.....	216
5.5.2.1 Plan de Revisión de Riesgos Financieros Económicos y Técnicos.....	216
5.5.3 Plan de revisión para el riesgo de negocio.....	218
5.5.3.1 Plan de Revisión de Riesgos de Negocio para la Firma de un Contrato de Obra Subterránea.....	218
Conclusiones.....	221
Alcance a la luz de la propuesta	224
Recomendaciones.....	227
Referencias	229
Anexos	238

Índice de Imágenes

Imagen 1 - 1. Tránsito en balsa de hule por la calle de 16 de Septiembre durante una inundación.	26
Imagen 1 - 2. Inundación en la colonia Narvarte, 1951.	27
Imagen 1 - 3. Inundación en la calle de Artículo 123, 1951.	27
Imagen 1 - 4. Localización de la lumbrera L00 del TEO.	33
Imagen 1 - 5. Trazo del TEO en sus primeros 10 kms: De L-00 a L-05.	34
Imagen 1 - 6. Trazo general del TEO: De Lumbrera 0 a Portal de salida.	35
Imagen 2 - 1. Francia, Sur de Biarritz.	50
Imagen 2 - 2. Vista aérea de la construcción de la planta de tratamiento.	51
Imagen 2 - 3. Tuneladora AVN1200TB.	51
Imagen 2 - 4. Tuneladora AVN1500TB.	52
Imagen 2 - 5. Vista del interior del túnel.	53
Imagen 2 - 6. Vista aérea de la obra.	54
Imagen 2 - 7. Tuneladora.	54
Imagen 2 - 8. El nuevo Túnel de base San Gotardo junto con el Túnel de base Zimmerberg forman la parte norte de eje San Gotardo del proyecto Alptransit (amarillo: túneles principales - rojo: trazados ferroviarios actuales - números: año de finalización).	57
Imagen 2 - 9. El nuevo Túnel de base San Gotardo junto con el Túnel de base Zimmerberg forman Esquema del túnel (en verde: excavación dirección).	58
Imagen 2 - 10. Seis EPBs de Robbins empezarán a excavar tres tramos a lo largo de la nueva Línea 3 del centro de la ciudad (DTL3) de Singapur en el 2012 y 2013.	59
Imagen 2 - 11. Izquierda: Las Robbins TBMs de 6.3 m de diámetro lograron un récord de EPB chinas en su clase de tamaño, excavando un máximo de 720 m en un mes. Derecha: Un miembro de la cuadrilla celebra la llegada rápida de la Robbins EPB en la Línea 1 del metro Zhengzhou de China, el 16 de noviembre de 2011.	61

Imagen 2 - 12. Bajada del escudo EPB.....	62
Imagen 2 - 13. Llegada del escudo EPB.....	62
Imagen 2 - 14. Bajada del escudo EPB.....	63
Imagen 2 - 15. Llegada del escudo EPB.....	64
Imagen 2 - 16. Bajada de las partes del escudo S-327.....	65
Imagen 2 - 17. Escudo S-327.....	65
Imagen 2 - 18. Vista aérea del escudo Imbokodo.....	67
Imagen 2 - 19. Bajada de las partes del escudo Imbokodo.....	67
Imagen 2 - 20. Izquierda: El contratista Midwest Mole, Inc. Celebra la llegada de la máquina Rockhead de doble escudo en el otoño de 2011. Derecha: La máquina Robbins excavó cinco túneles, incluyendo un record de perforación de 614 m, con una rueda de corte para tierra mixta.....	70
Imagen 2 - 21. Bajada de la Tuneladora.....	72
Imagen 2 - 22. Salida de la Tuneladora.....	73
Imagen 2 - 23. De izquierda a derecha: el personal de Odebrecht celebra la llegada de la Robbins TBM al final del túnel; puesta en marcha de la tuneladora en 2007; listones de varillas de acero que sostiene las piedras sueltas en la corona.....	74
Imagen 2 - 24. Sistema de Microtúneles.....	76
Imagen 2 - 25. Trazo general del Interceptor Norte.....	77
Imagen 3 - 1. Conceptos y su relación.....	82
Imagen 5 - 2. Inundación de colonias.....	198
Imagen 5 - 3. Afectaciones y viviendas inundadas.....	199
Imagen 5 - 4. Afectaciones y viviendas inundadas.....	199
Imagen 5 - 5. Inundación en la Lumbrera 0.....	200
Imagen 5 - 6. Desbordamiento del río de los remedios.....	201

Índice de Tablas

Tabla 4 - 1. Matriz de congruencia de los cuestionarios.	131
Tabla 4 - 2. Resultado de la Aplicación de las Encuestas.	145
Tabla 4 - 3. Resumen de los resultados y análisis de la investigación de campo	184
Tabla 5 - 1. Indicadores de Evaluación de Riesgos Climáticos.	203
Tabla 5 - 2. Indicadores de Evaluación de Riesgo Financiero	205
Tabla 5 - 3. Problemática y obstáculos que pueden retrasar el Proyecto del Túnel Emisor Oriente	207
Tabla 5 - 4. Indicadores de Evaluación de Riesgos Financieros	209
Tabla 5 - 5. Indicadores de evaluación de riesgos de negocio.	213

Índice de Cuadros

Cuadro 4 - 1. Frecuencias de Pregunta 1:	149
Cuadro 4 - 2. Frecuencias de Pregunta 2:	151
Cuadro 4 - 3. Frecuencias de Pregunta 3:	153
Cuadro 4 - 4. Frecuencias de Pregunta 4:	155
Cuadro 4 - 5. Frecuencias de Pregunta 5:	157
Cuadro 4 - 6. Frecuencias de Pregunta 6:	158
Cuadro 4 - 7. Frecuencias de Pregunta 7:	160
Cuadro 4 - 8. Frecuencias de Pregunta 8:	162
Cuadro 4 - 9. Frecuencias de Pregunta 9:	164
Cuadro 4 - 10. Frecuencias de Pregunta 10:.....	165
Cuadro 4 - 11. Frecuencias de Pregunta 11:.....	166

Cuadro 4 - 12. Frecuencias de Pregunta 12:.....	168
Cuadro 4 - 13. Frecuencias de Pregunta 13:.....	169
Cuadro 4 - 14. Frecuencias de Pregunta 14:.....	171
Cuadro 4 - 15. Frecuencias de Pregunta 15:.....	172
Cuadro 4 - 16. Frecuencias de Pregunta 16:.....	173
Cuadro 4 - 17. Frecuencias de Pregunta 17:.....	175
Cuadro 4 - 18. Frecuencias de Pregunta 18:.....	176
Cuadro 4 - 19. Frecuencias de Pregunta 19:.....	178
Cuadro 4 - 20. Frecuencias de Pregunta 20:.....	179
Cuadro 4 - 21. Frecuencias de Pregunta 21:.....	181
Cuadro 4 - 22. Frecuencias de Pregunta 22:.....	182
Cuadro 4 - 23. Frecuencias de edad de los encuestados	185
Cuadro 4 - 24. Frecuencias de sexo de los encuestados.....	186
Cuadro 4 - 25. Frecuencias de estado civil de los encuestados.....	187
Cuadro 4 - 26. Frecuencias de grado de estudio de los encuestados.....	188

Índice de Diagramas

Diagrama 1 - 1. Capítulo I	24
Diagrama 1 - 2. Diseño de la Investigación.....	32
Diagrama 1 - 3. Diagrama de consideraciones metodológicas.	36
Diagrama 2 - 1. Capítulo II	42
Diagrama 3 - 1. Capítulo III	80
Diagrama 3 - 2 . Gestión de los riesgos de proyecto.....	85
Diagrama 3 - 3. Administración del riesgo.....	91

Diagrama 3 - 4. Estructura de Desglose de Riesgo en la Construcción	95
Diagrama 3 - 5. Análisis de riesgo y métodos.	120
Diagrama 3 - 6. Análisis interno.	126
Diagrama 4 - 1. Capítulo IV	128
Diagrama 5 - 1. Capítulo V	190
Diagrama 5 - 2. Componentes del Riesgo	193
Diagrama 5 - 3. Tiempo de implementación.....	194
Diagrama 5 - 4. Componentes de la Fase 1	196
Diagrama 5 - 5. Estructura de la fase 3.	211
Diagrama 5 - 6 . Plan de revisión para el riesgo climático.....	215
Diagrama 5 - 7. Plan de revisión para el riesgo financiero.	217
Diagrama 5 - 8. Plan de revisión para el riesgo de negocio	219

Índice de Figuras

Figura 1 - 1.Herramientas de gestión de riesgos.....	89
Figura 1 - 2. Pasos comunes en un Proceso de Manejo de Riesgos.....	98
Figura 1 - 3. Correlación entre el proceso de construcción y la gestión de riesgos.	99
Figura 1 - 4. Proceso del análisis cualitativo del riesgo.....	103
Figura 1 - 5. Proceso del análisis cualitativo del riesgo.....	106
Figura 1 - 6.- Proceso del análisis cualitativo del riesgo.....	107
Figura 1 - 7.- Proceso del análisis cualitativo del riesgo.....	109
Figura 1 - 8. Proceso del análisis cualitativo del riesgo.....	110
Figura 1 - 9. Tabla típica FMEA.....	111

Figura 1 - 10. Proceso del análisis cuantitativo del riesgo.....	112
Figura 1 - 11. Elementos de un diagrama de moño.	113
Figura 1 - 12. Parte de una Matriz FMECA.	115
Figura 1 - 13. Parte de una Matriz FMECA.	116

Índice de Gráficas

Gráfica 4 - 1. Resultados de la Pregunta 1.	150
Gráfica 4 - 2. Resultados de la Pregunta 2.	152
Gráfica 4 - 3. Resultados de la Pregunta 3.	154
Gráfica 4 - 4. Resultados de la Pregunta 4.	156
Gráfica 4 - 5. Resultados de la Pregunta 5.	157
Gráfica 4 - 6. Resultados de la Pregunta 6.	159
Gráfica 4 - 7. Resultados de la Pregunta 7.	160
Gráfica 4 - 8. Resultados de la Pregunta 8.	163
Gráfica 4 - 9. Resultados de la Pregunta 9.	164
Gráfica 4 - 10. Resultados de la Pregunta 10.....	165
Gráfica 4 - 11. Resultados de la Pregunta 11.....	167
Gráfica 4 - 12. Resultados de la Pregunta 12.....	168
Gráfica 4 - 13. Resultados de la Pregunta 13.....	170
Gráfica 4 - 14. Resultados de la Pregunta 14.....	171
Gráfica 4 - 15. Resultados de la Pregunta 15.....	172
Gráfica 4 - 16. Resultados de la Pregunta 16.....	174
Gráfica 4 - 17. Resultados de la Pregunta 17.....	175
Gráfica 4 - 18. Resultados de la Pregunta 18.....	177

Gráfica 4 - 19. Resultados de la Pregunta 19.....	178
Gráfica 4 - 20. Resultados de la Pregunta 20.....	180
Gráfica 4 - 21. Resultados de la Pregunta 21.....	181
Gráfica 4 - 22. Resultados de la Pregunta 22.....	183
Gráfica 4 - 23. Porcentaje de las edades de los encuestados.....	185
Gráfica 4 - 24. Frecuencias de sexo de los encuestados.....	186
Gráfica 4 - 25. Frecuencias de estado civil de los encuestados.....	187
Gráfica 4 - 26. Frecuencias de estado civil de los encuestados.....	188

RESUMEN

La presente investigación, habla acerca de la frecuencia con la que en la industria de la construcción se cometen errores, principalmente a nivel de planeación, lo que puede ser generalmente difícil de evitarlos, y es esta la razón por la que el análisis de los riesgos puede tener un impacto significativo en la planeación y realización de los diferentes proyectos de construcción. En este trabajo, nos enfocaremos específicamente a los por menores del proyecto de infraestructura hidráulica más grande del mundo: El Túnel Emisor Oriente. En el cual, presentó importantes retrasos, debido a la falta de un análisis de riesgos, así como también a la mala planeación de los trabajos a realizar, entre otros puntos que se verán. Observaremos como se relaciona intrínsecamente la gestión de los riesgos en la industria de la construcción en sus tres fases más importantes: riesgo climático, riesgo financiero y riesgo de negocio, a su vez, como es que resulta sencillo cometer errores en este tipo de proyectos, en los cuales, por su tamaño y complejidad, el número de personas que intervienen en el mismo, es tan grande, que resulta casi en un reto para la administración.

El objetivo general, es proponer una metodología de análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, para maximizar las utilidades en las empresas constructoras.

De acuerdo con la investigación y con los resultados obtenido del trabajo de campo, arrojó que la empresa a pesar de haber sufrido las inclemencias del mal clima, carecía de un análisis de riesgo climático. En menor medida, se encontró que también carecía de un análisis de riesgo de negocio, así como también de riesgo financiero, con esto se pudo validar la hipótesis de trabajo propuesta así como también se le dio respuesta a la pregunta central y a todas y cada una de las preguntas de investigación.

Para mitigar los riesgos que existen en la construcción del Túnel Emisor Oriente y con base en el análisis de los resultados que nos llevó al diagnóstico de las carencias del análisis de riesgo en la planeación de la empresa, se propone una metodología que consiste en cuatro fases.

ABSTRACT

Present document tell us about how often on building industry it is common to take mistakes once and again, mainly on planning stage, so it which could be very difficult to getting over from this kind of them, and this is why the risk analysis could take an important impact over the planning and performance of different building projects. On present research we are going to see specifically, overall the small things from “Túnel Emisor Oriente” by its stands for “TEO”, which is now building in México till today, the biggest hydraulic building project in the world. TEO has significant delays, due mainly to the lack of a risk analysis, as well as poor planning of job’s to performed, among other things. We will can see the inner relationship between the risk management in the industry construction, in three of most important phases: climate risk, financial risk and business risk, and overall how could be possible as very easy to take paths of many mistakes in this kind of projects, indeed, by its size and complexity, commonly the people involved are so many and it results in a very big challenge for administration sciences.

The general objective is to propose a methodology for risk analysis in planning engineering and megaproject’s construction, to maximize profits in the construction companies.

According to research and the results obtained from the fieldwork, the company found that despite having suffered badly inclement weather, it does not exist climate risk analysis. To a lesser extent, it was found that also it lacked an analysis of business risk as well as financial risk, this might validate the working hypothesis proposed and is also answered the central question and each and every of the research questions.

To mitigate the risks involved in the project of Túnel Emisor Oriente, and based on the analysis of the results led us to the diagnosis of the shortcomings of risk analysis in the planning of the company, proposed a methodology that consists of four phases.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se vive en una época de aceleraciones y desaceleraciones económicas que rigen el comportamiento global de todas las organizaciones, especialmente este comportamiento se ve reflejado en la infraestructura, ya que es el primer indicador económico de los países en desarrollo. En México desde nuestros antepasados se ha construido infraestructura pesada, en la actualidad nos causa particular atención, la realización del TEO, obra que por sus características, es considerada una de las más importantes de este siglo. Pero como toda mega construcción, esta también tiene sus peculiaridades y fallas administrativas, y de todas las posibles, nos enfocaremos a las que tratan principalmente en aquellas que tienen que ver con la fase de la administración de riesgos. Y de aquí se desprenderán las razones de la investigación, por tal motivo, hemos de ahondar en el tema de gestión del riesgo para empresas constructoras. Los Megaproyectos son construcciones que generan grandes impactos en los ámbitos social, económico e incluso ambiental dependiendo de su orientación, se desarrollan como proyectos de gran escala que requieren una planificación detallada a largo plazo e indudablemente exigen el desarrollo de operaciones logísticas importantes durante su ejecución.

En el capítulo I, se explicaron las bases metodológicas que fundamentan la presente investigación, además la problemática.

En el capítulo II, se explicó el contexto de la industria de la construcción en túneles, para sistemas de desalojo de aguas residuales a nivel mundial.

En el capítulo III, se definieron los factores relacionados con el riesgo en la planeación para posteriormente identificarlos en el TEO en México.

En el capítulo IV, se obtuvo información para conocer las diferentes características que conducen a situaciones de riesgo en la construcción del TEO, buscando dar una ponderación a los riesgos definidos, para posteriormente realizar el análisis correspondiente, de las variables de mayor importancia.

En el capítulo V, se explicó detalladamente la propuesta de investigación, que consiste en estructurar una metodología de análisis de riesgo, para lograr un mayor margen de utilidad para la empresa constructora.

GLOSARIO

Dovela: En Ingeniería o Arquitectura, es un elemento constructivo que conforma un arco y que puede ser de diferentes materiales. Actualmente se elaboran de concreto armado o pretensado.

Lumbrera: Estructura de forma circular que se utiliza para bajar la maquinaria al túnel, así como para extraer el material de rezaga del mismo.

Megaproyecto: Proyecto de infraestructura de grandes dimensiones, cuyas condiciones particulares le hacen aún más especial que los proyectos normales, por requerir: mayor tiempo de construcción, presupuestos elevados, cantidades enormes de materiales, entre otras.

Revestimiento Definitivo: Acabado final en el interior del túnel, por lo regular se hace, con acero de refuerzo y concreto.

Tuneladora o Escudo T.B.M. (del inglés Tunnel Boring Machine): Máquina capaz de excavar túneles a sección completa, al mismo tiempo que coloca de un sostenimiento si este es necesario, ya sea en forma provisional o definitiva.

Túnel: Es una obra subterránea de carácter lineal, cuyo objeto es la comunicación de dos puntos, para realizar el transporte de personas, materiales entre otras cosas.

SIGLAS

CAD: Cadenamiento.

COMISSA: Constructora Mexicana de Infraestructura Subterránea, S.A. DE C.V.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua.

EPB: Earth Pressure Balace.

HK: Herrenknecht.

KM: Kilómetro.

MPa: Megapascal.

TBM: Tunnel Boring Machine.

TEO: Túnel Emisor Oriente.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Diagrama 1 - 1. CAPÍTULO I



Fuente: Elaboración Propia (2013).

1.1 La Problemática

1.1.1 La Idea

La zona metropolitana del Valle de México se encuentra asentada en una cuenca cerrada que originalmente formaba un sistema lacustre, integrado por cinco grandes lagos: Lago de Zumpango, Lago de Xaltocan, Lago de Texcoco, Lago de Xochimilco, Lago de Chalco. En época de lluvias estos lagos se convertían en un gran lago de aproximadamente 2,000 km² de superficie, esta condición ha provocado desde la fundación de Tenochtitlán que los habitantes del Valle de México estén expuestos a periódicas inundaciones, teniendo la necesidad de construir importantes obras de drenaje para el control y desalojo de las aguas pluviales y residuales del Valle. En diferentes épocas con el objeto de evitar contingencias en el Valle de México debido a inundaciones se han construido diferentes sistemas de drenaje, destacan por su importancia histórica e ingenieril los siguientes: en 1900 se inauguró "El Gran Canal del Desagüe, que incluía el Túnel de Tequisquiac, entre los años 60 y 70 se construyeron los Emisores Poniente en el año de 1962 y el Emisor Central en el año de 1975, siendo este último el que se conoce como drenaje profundo, el cual tiene una longitud total de 50 km., con un diámetro interno de 6.5 m y fue diseñado para conducir agua de lluvias, el hundimiento progresivo de la ciudad debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos por el desmedido crecimiento poblacional ha provocado que el gran canal del desagüe pierda su capacidad de drenaje, incluso en algunos puntos su pendiente es nula ocasionando que el Emisor Central tenga aportaciones de agua residual no contempladas en su concepción de diseño dejando de ser un vertedor en temporada de lluvias para convertirse en un drenaje sanitario permanente, causando reducciones importantes en la capacidad de desalojo.

El gobierno Federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y de la Secretaría de Ecología juntos con los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México por medio del Fideicomiso 1928 plantearon como parte del Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México la construcción de un sistema de drenaje alterno que duplicara la capacidad actual, el cual permitirá una operación, mantenimiento regular y confiable del sistema de

drenaje eliminando definitivamente cualquier riesgo de inundación, esta importante obra de drenaje profundo se ha nombrado Túnel Emisor Oriente (TEO), el sistema de drenaje alterno permitirá nuevamente utilizar el Emisor Central y el Emisor Oriente como vertedores de temporadas de lluvias permitiendo así un control adecuado del drenaje de la Ciudad de México.

La construcción del TEO es una obra clave para la sustentabilidad de la Ciudad de México, al incrementar significativamente la capacidad de drenaje en el Valle de México y permitir así el desarrollo normal de los programas de mantenimiento del drenaje profundo, evitando los riesgos de inundaciones durante la época de lluvias.

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/tunelemissororient.aspx> (2013), la construcción del Túnel Emisor Oriente inició el 13 de agosto de 2008 y su conclusión se prevé para el 2014. Pero debido a una falta de análisis de riesgos durante la planeación, se han tenido retrasos en la obra y aumentos en los costos de la misma.



Imagen 1 - 1. Tránsito en balsa de hule por la calle de 16 de Septiembre durante una inundación.

Fuente: Libro “Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal” p. 201.



Imagen 1 - 2. Inundación en la colonia Narvarte, 1951.

Fuente: Libro “Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal” p. 199.



Imagen 1 - 3. Inundación en la calle de Artículo 123, 1951.

Fuente: Libro “Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal” p. 199.

1.2 Observación Empírica

Se observó que existe un problema de administración de los riesgos en la planeación, debido a la falta de estudios de ingeniería básica (sondeos geotécnicos interlumbrreras), esto fue de vital importancia ya que con los sondeos

nos ayuda a elegir la Tuneladora (T.B.M; Tunnel Boring Machine) adecuada y diseñada para cierto tipo de suelo, debido a esta falta de estudios de ingeniería básica se tuvo que cambiar el trazo del proyecto, ocasionando que hubiera un retraso en la terminación de la construcción del proyecto, y por lo tanto provocando un aumento en los costos generales de la obra.

Con base en lo anterior se realizó un análisis de riesgos en la planeación del megaproyecto túnel emisor oriente, en el que se consideraron tanto los aspectos técnicos como administrativos.

1.3 Planteamiento del Problema

El problema es que no existe una metodología de análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, que nos permita maximizar las utilidades en las empresas constructoras, caso túnel emisor oriente.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Estructurar y proponer una metodología de análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, para maximizar las utilidades en las empresas constructoras, caso túnel emisor oriente.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar los factores de riesgo considerados en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción.
- Analizar los factores de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, caso túnel emisor oriente.
- Proponer una metodología para aplicarla en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción.

1.5 Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es la metodología que se debe aplicar en el análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción?
- ¿Cuáles son los factores de riesgo que se deben considerar en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción?
- ¿Qué tipo de análisis de riesgo se debe realizar en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción?
- ¿Qué tipo de metodología se debe estructurar en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción?

1.6 Justificación

La puesta en marcha de un análisis de riesgo, le permitió a la empresa constructora contar con una serie de herramientas para valorar a que riesgos están expuestos, que probabilidad de ocurrencia tienen los mismos y como implementar un plan de respuesta al riesgo, considerando desde medidas preventivas hasta las acciones correctivas a implementar, posterior a la ocurrencia de los riesgos identificados. La presente investigación sirvió como propuesta, para ayudar a reducir los sobrecostos en la empresa constructora así como a reducir el tiempo de entrega de la obra. Esto se logró en base a un análisis de riesgos y considerando los factores administrativos y técnicos prudentes para la realización de la misma. Los beneficios recomendados son principalmente cuidar los intereses monetarios de la empresa constructora, evitando gastar más recursos de los necesarios.

Por otra parte, apporto a la ciencia y tecnología un análisis de riesgos en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción desde el punto de vista administrativo, ya que se utilizan técnicas de investigación documental, de campo, cualitativa y descriptiva, aplicadas a la administración en la planeación de la empresa constructora.

Con esto se pretende beneficiar a la empresa constructora en el tema de aumento en el margen de utilidad así como se evitó el retraso en la entrega final del proyecto impidiendo penalidades monetarias por el retraso de la obra.

1.7 Hipótesis de Trabajo

Con la estructuración de una metodología de análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, entonces estaremos en posibilidades de aumentar el margen de utilidad en las empresas constructoras, caso túnel emisor oriente de la Ciudad de México.

1.8 Variables de la Investigación

Variable dependiente – Maximizar las utilidades en las empresas constructoras, caso túnel emisor oriente.

Variable independiente – Estructuración de la metodología de análisis de riesgo en la planeación del túnel emisor oriente.

1.9 Tipo de Investigación

Por las características de esta investigación se considera abarca los siguientes tipos de investigación: Diagnóstico situacional usando técnicas de investigación documental, descriptiva, explicativa, y propositiva.

Derivado de lo anterior, la presente investigación se considera descriptiva, según Fernández, Narez & García (2008), ya que consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas del análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, para la empresa constructora, ubicada en el Municipio de Ecatepec de Morelos, en el Estado de

México. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables, que derivan en la creación de una metodología, diseño o modelo para aplicación futura.

La investigación explicativa. Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. Por lo tanto, la investigación será también explicativa, ya que se busca analizar y concluir sobre la falta del análisis de riesgo, en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción para la empresa constructora, ubicada en el Municipio de Ecatepec de Morelos, en el Estado de México. Para poder evaluar, analizar y medir los cambios en el grado de análisis de los riesgos en la construcción de sistemas de aguas residuales, se requieren de los siguientes aspectos:

Recolección de información y entrevistas, acerca del análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, para la empresa constructora, ubicada en el Municipio de Ecatepec de Morelos, en el Estado de México. Recopilación de información sobre sistemas de información actuales y sobre las medidas y tipo de análisis de riesgo en la empresa constructora.

Se estará incluyendo la investigación de campo, en la cual la principal técnica que se empleará es la encuesta. La encuesta comentan Hernández, Fernández & Baptista (1997), es una técnica para adquirir información de interés sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado. De lo anterior, en la presente investigación se utiliza la investigación de campo, ya que se realizarán encuestas y observaciones, a la empresa constructora, con el fin de obtener información y resultados, sobre lo que ocurre en la empresa constructora. Finalmente la investigación propositiva, la cual Del Rincon, Arnal, Latorre, & Sans (1995), indican que se parte de un diagnóstico, se establecen metas y se diseñan estrategias para alcanzarlas. En este sentido la presente investigación parte de un diagnóstico resultado de la recopilación de información y de campo, así como la presentación de una propuesta para alcanzar el objetivo planteado.

1.10. Diseño de la Investigación

La presente investigación es de carácter no experimental, ya que no se manipulan las variables y se investigará una condición ya existente, utilizando información de gráficas, tablas, y bibliografía existente por lo que también se puede clasificar como documental. En otro aspecto, se realiza una entrevista con especialistas de la empresa constructora, lo que califica dentro de la investigación de campo. A continuación, se muestra un diagrama del diseño de la investigación.



Diagrama 1 - 2. Diseño de la Investigación.

Fuente: Elaboración Propia (2013).

1.11 Referente Temporal

Esta investigación se sitúa temporalmente en el periodo comprendido en los años 2009 – 2013. Durante este periodo se describe la situación de la falta de análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción.

1.12 Referente Geográfico

De acuerdo a información del “Proyecto ejecutivo para la construcción del Túnel Emisor Oriente. Anteproyecto general y conceptual” (CONAGUA, 2010 p. 8), el Túnel Emisor Oriente (TEO), se ubicará al Nororiente de la ciudad de México, pasando por el Distrito Federal, y los Estados de México e Hidalgo.

El trazo del TEO iniciará en la intersección de la Av. Gran Canal y Av. Río de los Remedios, zona limítrofe entre el Distrito Federal y el Estado de México, siendo el punto de inicio la Lumbreira 2 de Túnel Interceptor Río de Los Remedios que para este efecto, ha sido denominada lumbreira “L00” del Túnel Emisor Oriente. (Cad. 0+000), (ver imagen 1 - 4).

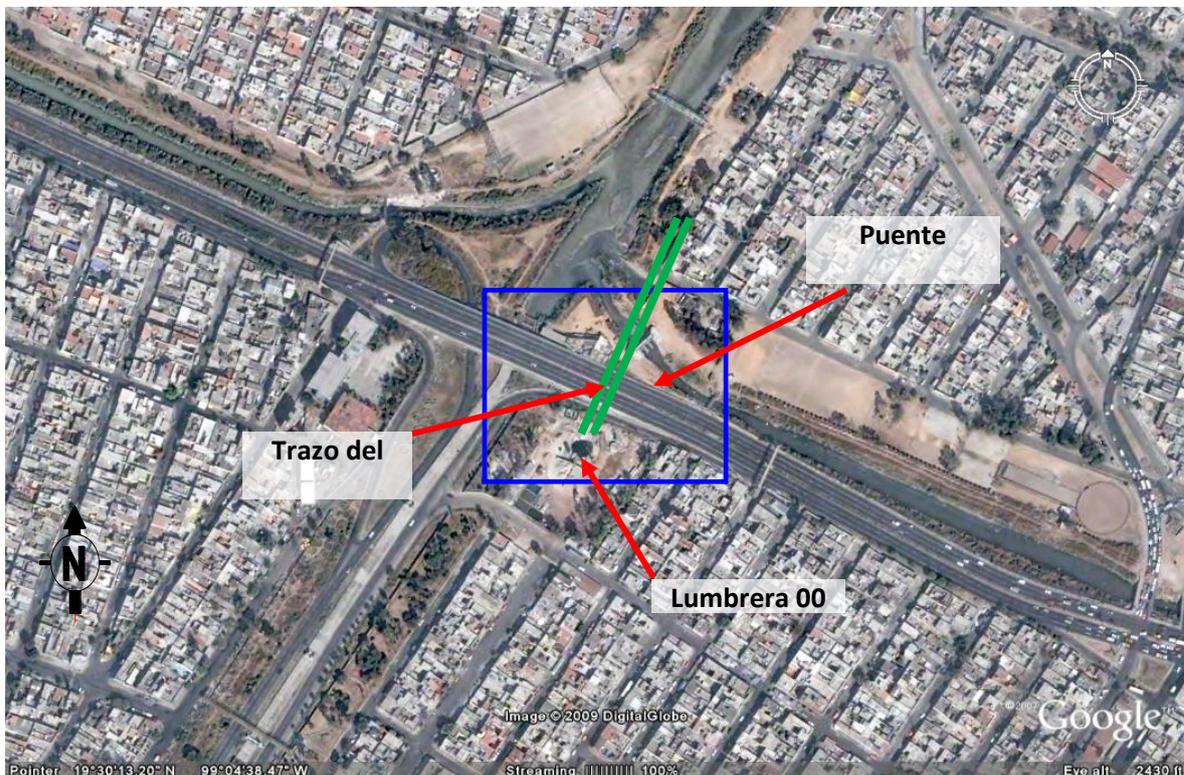


Imagen 1 - 4. Localización de la lumbreira L00 del TEO.

Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción del túnel emisor oriente. Anteproyecto general y conceptual p. 9

En sus primeros 10 km, imagen 1 - 5, el TEO se desarrollará en la margen izquierda del Gran Canal con dirección norte-oriental; llegando a la lumbreira L-05 (Cad. 10+100) el trazo del TEO cambiará su dirección hacia el norte-poniente

desarrollándose por la margen derecha del Gran Canal, pasando por los municipios del Estado de México, tales como: Ecatepec, Coacalco, y Tultepec.

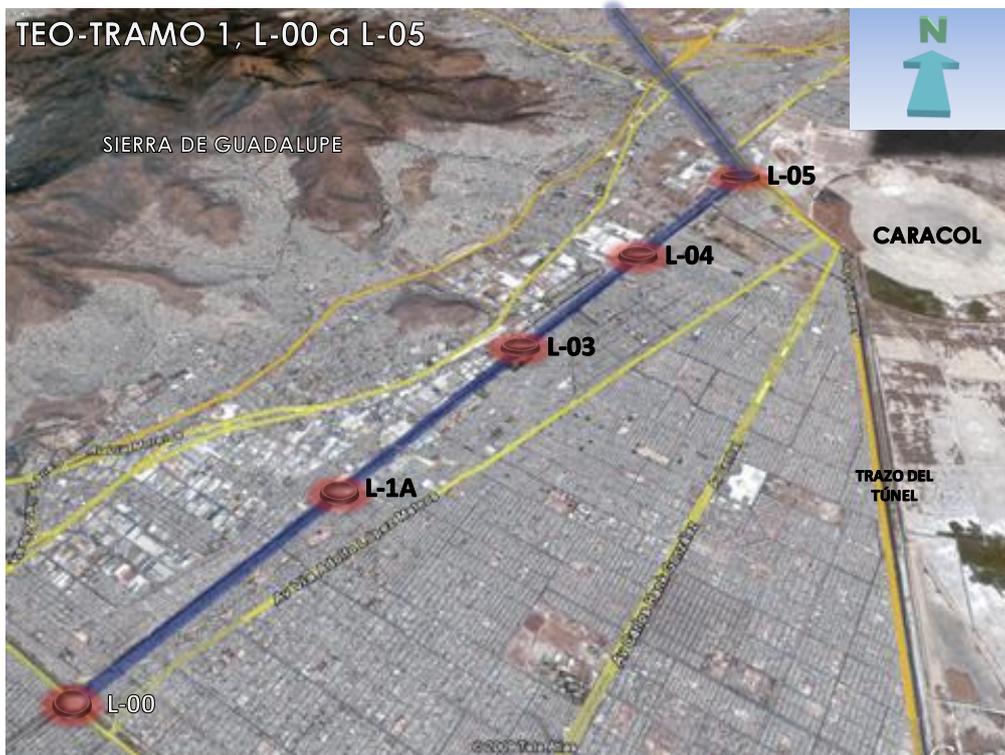


Imagen 1 - 5. Trazo del TEO en sus primeros 10 kms: De L-00 a L-05.

Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción del túnel emisor oriente. Anteproyecto general y conceptual p. 10

Pasando la lumbrera L-13 (Cad. 30+790) el trazo del TEO se separa del Gran Canal, para desarrollarse por la parte poniente de la laguna de Zumpango y así pasar por los municipios de Teoloyucan y Huehuetoca; después de la lumbrera L-20 (Cad. 49+577), el TEO se desarrollará por la margen derecha del Tajo de Nochistongo, pasando por el municipio de Melchor Ocampo, para así llegar al Portal de Salida (Cad. 61+716) ubicado en el Ejido "Conejos", en el Estado de Hidalgo.

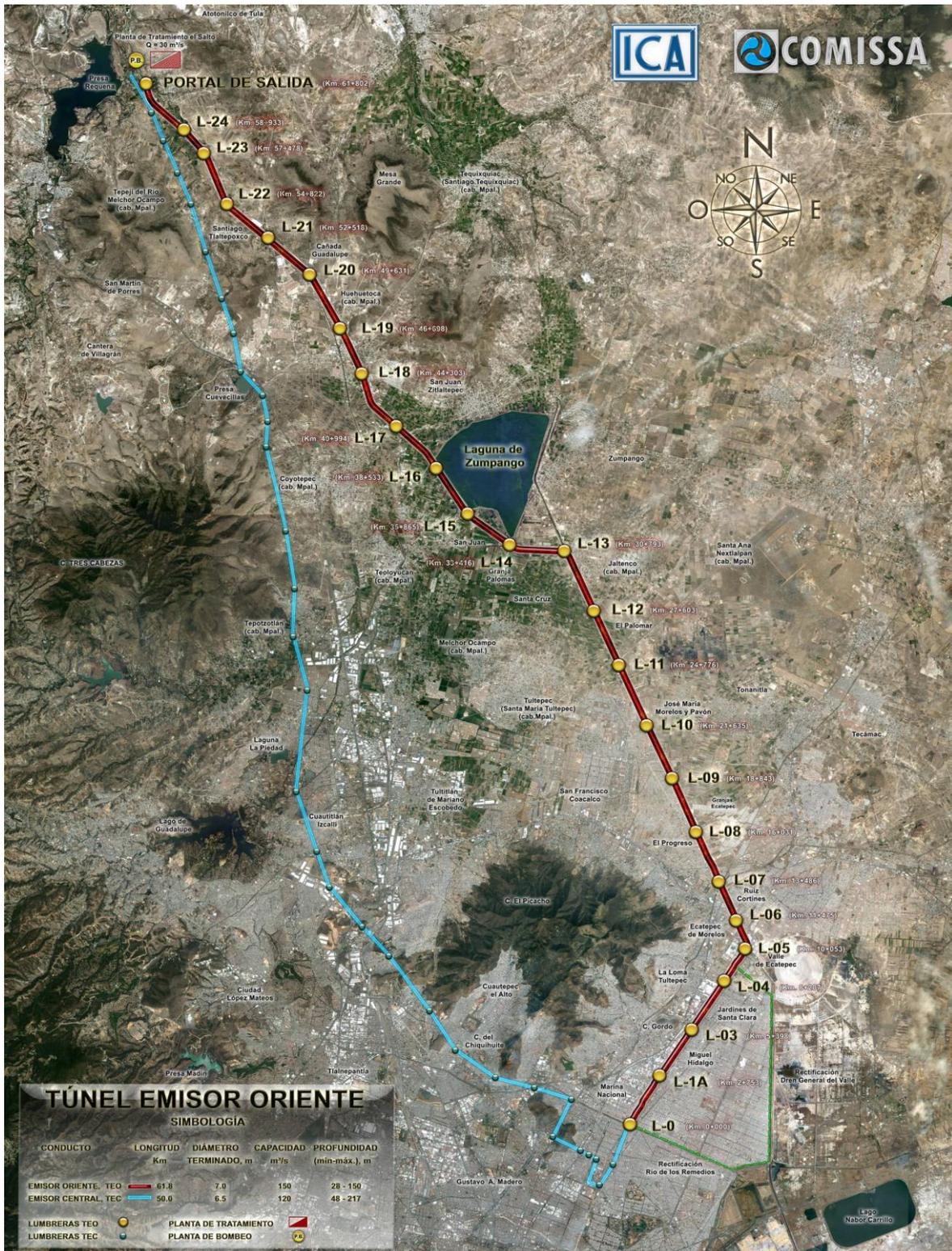


Imagen 1 - 6. Trazo general del TEO: De Lumbreira 0 a Portal de salida.

Fuente: COMISSA, S.A. DE C.V.

1.13 Método de la Investigación

La metodología de la investigación ofrece métodos y procedimientos para realizar la actividad científico-investigativa con calidad. Los métodos son el acceso a las fuentes, de ahí la importancia de su selección y utilización. De lo anterior se presenta el siguiente diagrama 1 - 3 con la estrategia de la presente investigación.

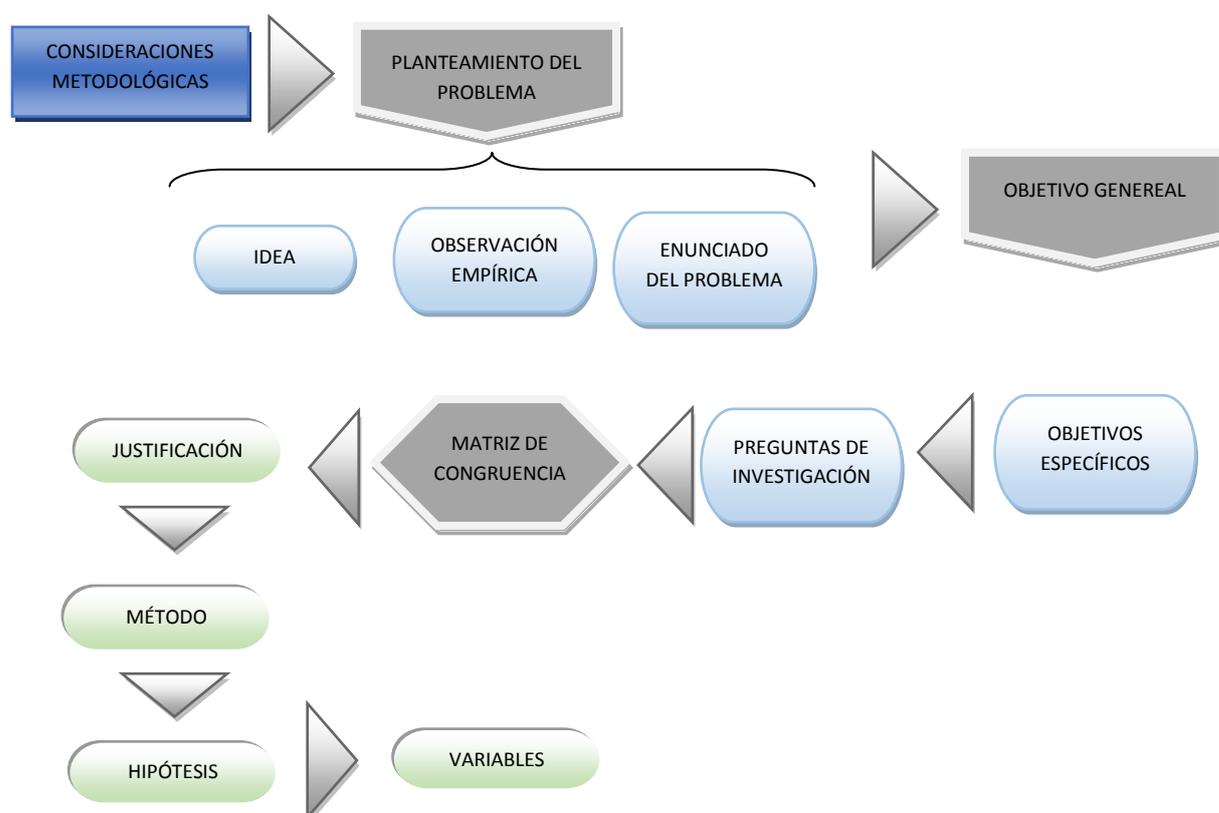


Diagrama 1 - 3. Diagrama de consideraciones metodológicas.

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Esta investigación se desarrolló utilizando investigación mixta, como con la metodología cualitativa y cuantitativa, donde se caracteriza al fenómeno que está siendo sometido a investigación, por lo que se inserta en un total conocimiento que corresponde con su propia naturaleza, que es el interés de profundizar en la comprensión y descripción de dicho fenómeno.

Comentan Rodríguez, Gil & García (1996) que la finalidad de la investigación cualitativa, es comprender e interpretar la realidad, tal y como es entendida por los sujetos participantes en los contextos estudiados, pero esta comprensión no interesa únicamente al investigador. Los resultados han de ser compartidos, comunicados, según los casos con los participantes, y contribuir al conocimiento científico acerca del tipo de realidades. En el análisis que se llevó a cabo en este estudio, se usaron técnicas de investigación documental y encuestas.

En este sentido, se afirma que la investigación cualitativa enfatiza la validez interna del fenómeno en estudio y si los métodos empleados concuerdan estrechamente a lo que los actores expresan y hacen. La recopilación de la información obedece a una observación de la mayor parte de los datos que se recogen y éstos favorecen a una perspectiva empírica personal y del producto de la experiencia del investigador. Es el caso de esta investigación, ya que se presentan datos cuantificables sobre los beneficios / costos que representa la presente propuesta.

Por otro lado señala Briones (2002), que la investigación cuantitativa está directamente basada en el paradigma explicativo, en el cual se utiliza preferentemente información cuantitativa o cuantificable para describir o tratar de explicar los fenómenos que estudia, en las formas que es posible hacerlo en el nivel de estructuración lógica en el cual se encuentran las ciencias sociales actuales. Adicionalmente a la investigación cualitativa y cuantitativa, se distinguen los siguientes métodos de investigación.

Método de análisis y síntesis, y el Método sistémico estructural funcional, de los cuales, según Fernández, Narez & García (2008) indican lo siguiente: Análisis y síntesis. El análisis, es un procedimiento teórico mediante el cual un todo complejo se descompone en sus diversas partes y cualidades. El análisis permite la división mental del todo en sus múltiples relaciones y componentes.

La síntesis, establece mentalmente la unión entre las partes previamente analizadas y posibilita descubrir las relaciones esenciales y características generales entre ellas. La síntesis se produce sobre los resultados obtenidos previamente en el análisis, posibilita la sistematización del conocimiento.

Derivado de lo anterior, dentro de la investigación se utilizará este método de análisis-síntesis, ya que se investigará y elaborará trabajo de campo, del cual se busca analizar, la falta de un análisis de riesgos en la planeación de Megaproyectos de ingeniería y construcción, para la empresa constructora, ubicada en el Municipio de Ecatepec de Morelos, en el Estado de México. Adicional a ello se hará trabajo de recopilación, interpretación y conclusión de la documentación existente, con el objetivo de generar un modelo auxiliándonos de herramientas informáticas.

Sistémico estructural funcional.

Su acción se evidencia en la interrelación de las ideas, la conexión de los conceptos, los sistemas de recomendaciones y unido a las metodologías y estrategias, se convierte de ese modo, en una vía importante para la explicación del objeto de investigación.

Por lo tanto, en esta investigación se hará uso del Método sistémico estructural funcional. Se estudiará el proyecto de infraestructura del Túnel Emisor Oriente, para que a partir de dicho estudio se analicen y concluyan los factores que afectan el control de la gestión de riesgos, en el municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México.

Por otro lado, también se emplea el método inductivo del cual Castillo de la Peña (2010) indica, que es el razonamiento, que partiendo del conocimiento de los caracteres necesarios o de la conexión necesaria de parte de los objetos de una clase, se infiere una conclusión universal acerca de los objetos de esa clase.

De lo anterior en esta investigación se parte del estudio del proyecto del Túnel Emisor Oriente y a partir de ello se analicen datos que sirvan como referencia en otros estados y municipios, sobre el mismo tema de análisis de riesgos en la planeación de Megaproyectos de ingeniería y construcción.

1.14 Línea de Investigación.

Plan de Negocios y Proyectos de Inversión.

Esta línea se centra en aportar conocimientos afines al desarrollo de proyectos y/o negocios utilizando nociones de áreas contables, administrativas, financieras, además de ingeniería y economía. Con la finalidad de identificar sus elementos y aplicar los métodos más adecuados para determinar su rentabilidad y riesgo con el objetivo de que la información sirva a la organización para tomar decisiones al respecto.

1.15 Matriz de Congruencia

TÍTULO	ENUNCIADO DEL PROBLEMA	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES
<ul style="list-style-type: none"> ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DE MEGAPROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, PARA MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS ESTUDIO DE CASO: TUNEL EMISOR ORIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> NO EXISTE UNA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS EN LA PLANEACIÓN DE MAGAPROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, QUE NOS PERMITA MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS. 	<ul style="list-style-type: none"> ESTRUCTURAR Y PROPONER UNA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DE MEGAPROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, PARA MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS, CASO TUNEL EMISOR ORIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> ¿EN QUÉ MEDIDA LA ESTRUCTURACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DE MEGAPROYECTOS, CONTRIBUIRÁ A OBTENER UN MAYOR MARGEN DE UTILIDADES PARA LA EMPRESA CONSTRUCTORA. 	<ul style="list-style-type: none"> CON LA ESTRUCTURACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DE MEGAPROYECTOS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN ENTONCES ESTAREMOS EN POSIBILIDADES DE AUMENTAR EL MARGEN DE UTILIDAD EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS. 	<ul style="list-style-type: none"> INDEPENDIENTE: ESTRUCTURACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DEL TUNEL EMISOR ORIENTE. DEPENDIENE: MAXIMIZAR LAS UTILIDADES EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS, CASO TUNEL EMISOR ORIENTE.

Matriz de congruencia. Fuente: Elaboración propia (2013).

CAPÍTULO II

MARCO CONTEXTUAL. PROYECTOS DE
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE
LOS SISTEMAS DE DRENAJE EN
EL CONTEXTO MUNDIAL

Diagrama 2 - 1. CAPÍTULO II



Fuente: Elaboración Propia (2013)

2.1 Contexto Histórico. Los romanos

De acuerdo a lo que publica Audefroy, (2011), el drenaje o alcantarillado se inventó al principio para evacuar las aguas pluviales de las ciudades. Los romanos fueron grandes constructores de drenaje de aguas de lluvia y grises. Cuando edificaban una ciudad, empezaban por construir canales subterráneos. La gran cloaca de Roma, la Cloaca Máxima fue edificada alrededor de los 600 a.C. por Tarquin El Antiguo. Cuando las ciudades romanas desaparecieron y fueron ocupadas por otras poblaciones, se volvieron focos de infección, y las epidemias de peste y cólera regularmente provocaban una alta mortalidad. Los invasores de las ciudades romanas no mantenían limpios los drenajes, estos se taparon con la basura y se volvieron verdaderas cloacas. En Europa es hasta el siglo XII cuando las autoridades locales vuelven al método antiguo y se construyen canales debajo de las avenidas principales de las ciudades. Esto fue el principio de la llamada “ingeniería sanitaria”. Estos canales tenían una doble función: arrastrar la basura y evacuar el agua de lluvia. La Edad Media conoce estos principios. En Francia, la Abadía de Royaumont, por ejemplo, tiene un ingenioso sistema para la evacuación de las aguas residuales: las letrinas de los monjes se construían sobre el río. Los Hospicios de Beaune utilizaban también el arroyo en el que fueron construidos para drenar sus efluentes. Cluny está equipado con un sofisticado sistema de alcantarillado. En las ciudades de la Edad Media, el excremento tiene un valor económico. Se vende como fertilizante o "polvo". También la orina que se filtra en la tierra, y se deposita en las paredes de los sótanos para formar el nitrato que se utiliza para hacer la pólvora. Las mejores casas tienen letrinas conectadas a una fosa que debe ser vaciada regularmente.

En el siglo XVIII, la Academia estaba convencida de que las “miasmas” eran el agente de las infecciones, sin embargo la aristocracia no hizo caso, y es solamente en el siglo XIX cuando nació el concepto de “higiene” y los nacientes gobiernos locales empezaron a tomar en serio los “miasmas”: el alcantarillado era entonces la solución para evacuar y limpiar la ciudad de los desechos. En 1843 en Alemania, se construyó la primera red de alcantarillado moderna. Se estableció en Hamburgo en el

marco de la reconstrucción de la ciudad a raíz de un incendio. En la ciudad de Paris, el río Bièvre en el cual las talabarterías y curtidoras vaciaban sus residuos, fue convertido en cloaca, ocultando de la vista los desechos que sin embargo, seguían vertiéndose en el río Sena. En el transcurso de los siglos XIX y XX el alcantarillado fue raras veces cuestionado y por el contrario, se integró a una ingeniería sanitaria de la cual todavía no ha salido. El alcantarillado ha sido utilizado como símbolo del progreso sobre todo en ciudades de los países del sur que carecían de tal sistema. El debate es urgente con relación al drenaje y no basta con enumerar sus innumerables “fallas” para comprobar sus efectos negativos en términos de productividad económica, social y ambiental.

Lo que constituyó el éxito del alcantarillado en el siglo XIX, cuando el agua se empezó a suministrar en los departamentos, fue la invención del llamado “Water Closet” (W.C.) al final del siglo XVI. En 1595 el poeta inglés John Harington (1561-1612), ahijado de la reina Elizabeth I de Inglaterra y ex alumno del famoso colegio Eton, inventó el sistema del excusado de válvula que bautizó Ajax y fue instalado en el palacio de Kelston de su madrina y protectora, la Reina. En aquella época se utilizaba una bacinica bajo la cama y fue sobre un pedido de su madrina, harta de oler los olores de la bacinica, que John imagina la primera caída de agua con válvula. Instaló un tanque de agua sobre el techo de la residencia y un largo tubo conducía el agua hacia el excusado. Abriendo una llave, se dejaba caer el agua en el excusado y luego bajaba hacia una fosa. El poeta es más famoso por su invento que por su poesía. Por desgracia, el genial invento no tuvo mayor futuro, ya que para que funcionara correctamente, era necesario un sistema de alcantarillado que Londres no tenía aún. Es hasta 1775 que Alexander Cummings patentó un sanitario de cisterna, basado en la idea de Harington, perfeccionado después por Samuel Prose, con su válvula esférica y Joseph Bramah, en 1778 quien inventó el sistema de sifón que se sigue utilizando hasta nuestros días.

Durante la segunda mitad del Siglo XIX en Inglaterra hubo un gran debate entre los defensores de los excusados de agua y los defensores de los excusados de tierra. La primera patente para un excusado de tierra fue obtenida por Thomas Swinburne

en 1838 pero su sistema no fue muy aceptado. Un cuarto de siglo después, Henry Moule hizo algunos ensayos en su jardín, enterrando materias fecales y descubriendo después de tres a cuatro semanas que la materia enterada había desaparecido. Así Moule inventó un sistema de excusado que deposita una cantidad controlada de tierra cayendo de un tanque localizado atrás de la tasa sobre las materias fecales. Luego creó una compañía, la Moule Earth-Closet Company Ltd y desarrolló algunos modelos de lujo, y otros más corrientes destinados al uso de particulares o de escuelas y hospitales (véase la Figura 1). Henry Moule fue uno de los primeros defensores de las letrinas secas y criticó fuertemente la locura del saneamiento con agua. En 1868, publicó un folleto llamado: "The Advantages of the Dry Earth System" que fue difundido a gran escala. A pesar de que muchos de estos excusados fueron instalados en varios lugares (campo militar en Wimbledon, y escuelas), ganaron los defensores del saneamiento de agua. Durante los años 1870, varios inventores buscaron cómo podría ser utilizado el calor para tratar los gérmenes patógenos y suprimir los olores. Varios modelos se desarrollaron pero no fueron aceptados (Esrey et al., 2001).

En 1885, el alcantarillado es adaptado de manera generalizada en Inglaterra y dotado de una legislación completa al respecto. Así, en virtud de un acta de Salud Pública inglesa, se obligó también a instalar en todas las casas que se construyeran, un servicio de inodoro. Los higienistas franceses se resisten al principio a esta solución que consideran como un despilfarro por el consumo importante de agua, la contaminación de los ríos y la pérdida de abonos para la agricultura. Sin embargo, la importación del guano peruano y del nitrato chileno entre 1850 y 1880 levanta esta última objeción. En aquella época, como lo subraya Robert (1992) violentas controversias, en las cuales participó Hugo (1862), opusieron a los defensores de la solución inglesa y a los defensores de la solución francesa que devolvía a la tierra lo que era de ella. En la mitad del siglo XIX la solución del "tout-à-l'égoût" tiene sus defensores, el sistema funciona parcialmente en la capital francesa y se vacía en el río Sena. Los barrios Ecole Militaire, Invalides, Bicêtre, La Salpêtrière, l'hôtel de la Monnaie tienen alcantarillado (Corbin, 1982). Los defensores, de Sponi (1856) a Guéneau de Mussy (1874), sostienen incansablemente que el alcantarillado es el

único sistema para provocar el movimiento de los excrementos y por lo tanto, para evitar la amenaza de la estagnación (Corbin, 1982). De hecho el debate era complejo, el sistema del alcantarillado imponía a los propietarios contratar el servicio de agua considerado como una carga elevada. En 1856, solamente diez mil inmuebles de los treinta y dos mil de la capital francesa eran alimentados con agua. El alcantarillado amenazaba las empresas de poceros que representaban un poderoso grupo de presión.

Al cabo de un siglo de debates y rechazos, hacia 1890, la solución del alcantarillado ya había triunfado en toda Europa y de ahí se extendió su uso al continente americano. El “higienismo” decimonónico declaró obsoleta toda solución que no fuera la solución “inglesa”, es decir el alcantarillado más W.C. El Barón Haussmann y el ingeniero Belgrand se encargaron de limpiar París de todos los desechos y poluciones e instalaron una red de alcantarillado bajo las grandes avenidas entre 1851 y 1870.

La remoción de los excrementos por medio del agua fue entonces una solución incuestionable por los mismos ingenieros sanitarios y los defensores de la lucha contra los “miasmas” rechazando a priori otras soluciones tales como las soluciones “secas”. Cabe mencionar que en aquella época las aguas negras del alcantarillado se descargaban en los ríos, de las ciudades europeas o en campos abiertos periféricos. El alcantarillado tiene como resultado simplemente, desplazar la contaminación del lugar mientras las enfermedades continúan: el cólera y la tifoidea matan a miles de personas cada año. Como lo mostraron los trabajos de Corbin (1982) el “higienismo” no nace de las teorías de Pasteur, se trataba de poner los “miasmas” de los pozos negros fuera del alcance de las narices delicadas de la burguesía, la teoría de los “miasmas” nunca fue una teoría científica sino más bien una construcción social del olor.

Llega el siglo XX y los conocimientos en microbiología se desarrollan a partir de los trabajos de Pasteur en el siglo pasado. Por fin se entendió que los micro-organismos eran responsables de la degradación de la materia orgánica y esta capacidad de eliminación de las materias biodegradables es utilizada en las primeras estaciones

de tratamiento biológicas. A partir de 1914, científicos ingleses presentan un sistema de estanques donde las aguas servidas son oxigenadas para permitir su degradación a través de los microorganismos. Este descubrimiento comprueba científicamente que no se necesita agua para tratar las aguas negras sino más bien oxígeno (tratamiento aerobio), sin embargo, la idea del alcantarillado y saneamiento con agua sigue viva. El conocimiento científico descubría el modo de reciclar todos los desechos. Pero en los años veinte, la generalización del W.C. contribuyó a fundir y juntar en una sola sustancia las aguas negras y las aguas industriales y hasta las aguas de lluvia. Sin embargo, la difusión del alcantarillado fue lenta: en 1907, en Francia, sobre 616 ciudades de más de 5,000 habitantes, 294 no tenían ningún sistema de alcantarillado. Al final de los años cuarenta, con la economía del despilfarro y durante los “treinta gloriosos años”, se difundió la idea que era más económico tirar que reciclar. Es hasta los años 70’s con las olas verdes que la idea del reciclamiento hace de nuevo su aparición. Este fue (brevemente) el origen de las ideas que hicieron del saneamiento lo que es ahora en todo *el planeta*.

2.2 Definición y Función de los Sistemas de Aguas Residuales

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

La función de un sistema de aguas residuales, es el desalojo de líquidos, generalmente de dos tipos: pluviales y/o sanitarios; de una población.

2.2.1 Clasificación de los Sistemas de Aguas Residuales

De acuerdo a [Vargas, 2010], los sistemas de aguas residuales se clasifican en dos tipos que son:

Alcantarillado Sanitario, cuyos componentes son:

- Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias;
- Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.
- Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.
- Pozos de inspección: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.
- Conexiones domiciliarias: Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.
- Estaciones de bombeo: Como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.
- Líneas de impulsión: Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.
- Estación de tratamiento de las aguas usadas o Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR): Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario.
- Vertido final de las aguas tratadas: el vertido final del agua tratada puede ser: Llevada a un río o arroyo; Vertida al mar en proximidad de la costa; Vertida al

mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa; Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.

Componentes de una red de **Alcantarillado Pluvial**:

- Cunetas: Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.
- Bocas de tormenta (imbornales o tragantes): Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua de lluvia a los colectores, reteniendo parte importante del material sólido transportado.
- Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de lluvia desde las bocas de tormenta (imbornales o tragantes) y las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, bajo las vías públicas.
- Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, conductos de sección rectangular o canales abiertos, situados generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.
- Pozos de inspección (de registro, cámaras de inspección): Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.
- Arcas de expansión o pozos de tormentas: Estas estructuras se utilizan en ciertos casos, donde es necesario laminar las avenidas producidas, generalmente, por grandes tormentas, allí donde no son raras.
- Vertido final de las aguas de lluvia: Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en cauces naturales de ríos, arroyos o mares.

2.3 Un modelo Global: Sistemas de Aguas Residuales

2.4 Europa

2.4.1 Francia, Biarritz

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.herrenknecht.com>, (2013), cerca de la "Plage de Marbella" en el sur de Biarritz, la autoridad local construyó una nueva

planta de tratamiento de aguas residuales. Una tubería del emisario submarino del mar de 780 metros de largo, desviaría el agua tratada hacia el Atlántico lo suficientemente lejos de la playa y los turistas que son la principal fuente económica.

Un AVN1200TB extendida por Herrenknecht con cámara de excavación de túneles accesibles comenzó a partir de un eje de lanzamiento de 19 metros de profundidad. La cabeza de corte, con sus herramientas de corte y la trituradora de cono, fueron especialmente adaptado a las condiciones geológicas. Los polímeros se utilizan con el fin de prevenir la obstrucción de la cabeza de corte y para apoyar el sistema automático de lubricación bentonita. Para garantizar una desconexión segura de la máquina de la tubería durante la recuperación, los primeros nueve tubos de hormigón (cada una de 3,3 m de longitud) fueron equipados con núcleos de acero y reforzadas. Para la recuperación por medio de barcazas, un eje objetivo a lo largo siete metros fue cortada en el fondo del mar.



Imagen 2 - 1. Francia, Sur de Biarritz.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)



Imagen 2 - 2. Vista aérea de la construcción de la planta de tratamiento.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)



Imagen 2 - 3. Tuneladora AVN1200TB.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)

2.4.2 Francia, Les Sables d'Olonne

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.herrenknecht.com>, (2013), las playas atlánticas francesas están entre las más bellas de Europa. Con el fin de que sigan siendo así, una nueva planta de tratamiento de aguas residuales se construyó en el verano de 2007 a las puertas de la ciudad costera de Les Sables d'Olonne, para el tratamiento de las aguas residuales de Sables y los pueblos vecinos. Las aguas residuales tratadas se van a transportar 1,5 kilómetros hacia el mar a través de las tuberías de descarga. De estos tubos, 623 metros están bajo tierra, mientras que los 950 metros restantes colocaron a lo largo del fondo del mar.

El trabajo comenzó en marzo de 2006 utilizando un AVN1500TB. La tripulación del túnel conducía un tubo de hormigón armado a través de gneis duro y en el Atlántico. Al término de su trabajo el 6 de agosto de 2006, la máquina fue recuperado del mar a través de un pontón. Piedra muy sólida, abrasivos era una verdadera prueba de fuerza, sobre todo para las herramientas de corte. Durante el curso de la perforación, los cortadores de disco tuvo que ser sustituido varias veces. Sin embargo, con acceso directo a la cámara de excavación, la máquina estaba perfectamente preparado para esto.



Imagen 2 - 4. Tuneladora AVN1500TB.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)



Imagen 2 - 5. Vista del interior del túnel.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)

2.4.3 Hungría, Budapest

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.herrenknecht.com>, (2013), Budapest invirtió en un nuevo sistema de alcantarillado. En la Isla del Danubio Czepel, a sólo cuatro kilómetros del centro de la metrópoli con más de un millón de habitantes, una nueva planta de tratamiento se había construido. Se construyeron dos túneles de alcantarillado, los cuales se ejecutaron en paralelo para conectar la planta de tratamiento con el Buda distrito situado en la orilla oeste del río Danubio. Los túneles fueron expulsados de un eje de lanzamiento de 35 metros de profundidad, cerca del puente de Lágymányos hacia la Isla del Danubio. El rendimiento de la tripulación túnel y el AVN1200TB fue récord. Los dos canales de aguas residuales de 500 metros de largo se pudo completar en tan sólo 17 y 20 días respectivamente. La nueva planta de tratamiento se puso en funcionamiento en 2010.



Imagen 2 - 6. Vista aérea de la obra.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)



Imagen 2 - 7. Tuneladora.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com/en/references/references-tunnelling.html#territory=5>

2.4.4 Suiza

De acuerdo a información del web: http://es.wikipedia.org/wiki/T%C3%BAnel_de_base_de_San_Gotardo, (2013), el túnel de base de San Gotardo es un túnel ferroviario bajo los Alpes en Suiza. Con una longitud de 57 km y un total de 151.84 km de túneles y galerías, es el túnel ferroviario más largo del mundo. La perforación concluyó el 15 de octubre de 2010.

El proyecto, con un costo de 9,830 millones de francos suizos, consta de dos túneles separados que contendrán una vía cada uno. Es parte del proyecto suizo *AlpTransit*, también conocido como New Railway Link through the Alps (NRLA), que asimismo incluye los túneles de Lötschberg y Monte Ceneri entre los cantones suizos de Berna y Valais.

Los túneles tienen la finalidad de facilitar el paso de los Alpes y establecer una ruta directa apta para trenes de alta velocidad. Una vez finalizados, el tiempo actual de viaje de casi cuatro horas entre Zúrich y Milán se reducirá a dos horas y media. Las bocas del túnel estarán cerca de las ciudades de Erstfeld (norte) y Bodio (sur). Su terminación estaba prevista para el año 2015, pero problemas surgidos durante la construcción han pospuesto la fecha hasta 2017.

Generalidades

La ruta a través del paso de San Gotardo es una de las más importantes para atravesar los Alpes en el eje norte-sur de Europa. El tránsito por esta ruta ha aumentado de manera exponencial desde 1980, y las carreteras y trazados ferroviarios han llegado a la saturación de tráfico.

A fin de solucionar estos problemas y de lograr un medio más rápido de cruzar los Alpes, los votantes suizos decidieron construir este túnel a través del Macizo de San Gotardo a 600 m por debajo del túnel ferroviario existente.

A través del trazado ferroviario actual los trenes de mercancías tienen limitado el peso máximo a 2,000 t, usando dos o tres locomotoras. Una vez completado el

nuevo túnel, los trenes de mercancías de hasta 4,000 t podrán atravesar los Alpes sin locomotoras adicionales y los trenes de pasajeros podrán circular hasta 250 km/h reduciendo sensiblemente los tiempos de viaje de los recorridos transalpinos.

Construcción

La responsable de la construcción es la empresa AlpTransit Gotthard, que con vistas a reducir a la mitad el tiempo previsto comenzó las obras desde cuatro puntos diferentes (finalmente fueron cinco) al mismo tiempo ubicados en Erstfeld, Amsteg, Sedrun, Faido y Bodio.

Se construyó un sistema de túneles con dos tubos principales de vía única, conectados cada 325 m aproximadamente por túneles de servicio. Los trenes podrán cambiar de túnel en alguna de las dos "estaciones multifuncionales" bajo Sedrun y Faido, que albergarán equipos de ventilación e infraestructura técnica y servirán como paradas de emergencia y rutas de evacuación para casos de emergencia.

El acceso a la "estación multifuncional de Sedrun" será un túnel casi plano de un kilómetro de longitud desde el valle donde se encuentra la ciudad de Sedrun. Por ello existe un proyecto local de transformar la estación en una parada oficial de trenes llamada Porta Alpina.



Imagen 2 - 8. El nuevo Túnel de base San Gotardo junto con el Túnel de base Zimmerberg forman la parte norte de eje San Gotardo del proyecto Alptransit (amarillo: túneles principales - rojo: trazados ferroviarios actuales - números: año de finalización).

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/T%C3%BAnel_de_base_de_San_Gotardo

New Rail Link through the Alps NRLA Gotthard Base Tunnel

between Erstfeld UR and Bodio TI, Switzerland
Length: 57 km / 35.4 mi - Construction: 1995 - 2017

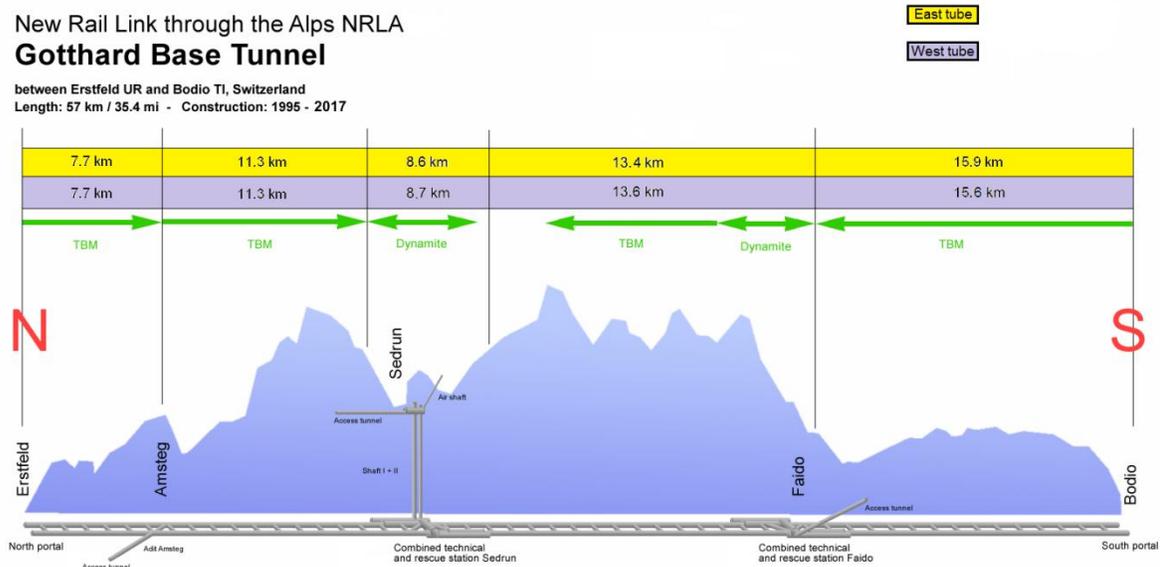


Imagen 2 - 9. El nuevo Túnel de base San Gotardo junto con el Túnel de base Zimmerberg forman Esquema del túnel (en verde: excavación dirección).

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/T%C3%BAnel_de_base_de_San_Gotardo

2.5 Asia

2.5.1 Singapur

De acuerdo a información del sitio web: www.therobbinscompany.com, (Invierno, 200/2012), como una de las poblaciones más densas sobre la tierra, Singapur ha invertido grandemente en su sistema de tránsito rápido en los últimos años. La mayoría de construcciones del metro son subterráneas, en la próxima línea del centro de la ciudad (DTL) del país una ruta larga de 42 km con 34 estaciones que prestarán el servicio a aproximadamente medio millón de pasajeros cada día.

Actualmente, se están diseñando y fabricando seis EPB de Robbins para diferentes secciones de la excavación de la DTL. Las primeras de las máquinas que se pondrán en marcha serán dos EPBs de 6.65 m de diámetro para excavar la sección C927 para el contratista CMC di Ravenna de Italia. Las máquinas excavarán túneles paralelos de 1.35 km entre las estaciones del Parque Bedok y de la Reserva de Bedok.

Para excavar en condiciones de terreno mixto, las TBMs utilizarán cabezas de corte con una combinación de herramientas de carburo que se pueden cambiar por discos

para roca dependiendo de la geología. También se incorporarán grill barras (barras periféricas antidesgaste) removibles en las ruedas de corte por si en caso se encuentran rocas grandes o secciones de rocas duras.

Cuatro EPBs adicionales de 6.65 m, una para el lote C925 del contrato y tres para el C937, se están diseñando para el contratista GS Engineering & Construction de Corea. Se espera que las máquinas, equipadas de manera similar con ruedas de corte para terreno mixto, se pongan en marcha entre septiembre de 2013 y enero de 2013. La EPB del lote C925 excavará dos secciones de túnel de 891m y 709 m de largo, lo que requiere que la máquina sea desensamblada dentro de un túnel ciego y que se vuelva a poner en marcha para excavar la segunda sección.

Los retos para las EPBs incluyen un horario de perforación restringido debido al ambiente urbano, así como una minimización de asentamiento. Eventualmente, más de 20 EPB estarán excavando debajo de Singapur para el nuevo metro subterráneo.



Imagen 2 - 10. Seis EPBs de Robbins empezarán a excavar tres tramos a lo largo de la nueva Línea 3 del centro de la ciudad (DTL3) de Singapur en el 2012 y 2013.

Fuente: Noticias de Robbins, edición 22.

2.5.2 China

De acuerdo a información del sitio web: www.therobbinscompany.com, (Invierno, 200/2012), Zhengzhou, China está a un paso más cerca de convertirse en un cruce nacional de caminos para el tráfico de trenes con la terminación de los trabajos de excavación por medio de dos EPB. Las Robbins TBMs de 6.3 m han establecido un

récord de EPBs en China en este proceso, excavando un máximo de 720 m en un mes. Las veloces máquinas perforando la Línea de metro 1 llegaron al final del túnel en octubre y noviembre de 2011, por lo menos dos semanas antes de lo previsto.

“El rendimiento de las dos máquinas fue perfecto y el propietario del proyecto elogió nuestra excavación”, indicó el Sr. Zhao Donghua, Gerente del Proyecto del contratista CRCC oficina 11°. El propietario del proyecto y de la 11° oficina, Zhengzhou Metro Company llevó a cabo una grandiosa ceremonia para el avance final de las máquinas EPB el 16 de noviembre. Los túneles paralelos de 3.6 km fueron considerados ampliamente como la sección más difícil del metro, con una cobertura inferior de 7 m en una sección de suelos permeables, que contienen agua debajo del Lago Xiliu.

Las máquinas Robbins fueron puestas en marcha en noviembre y diciembre de 2010 y en su trayecto entraron en dos estaciones intermedias construidas en “cut and cover” entre las estaciones de Tongpai Road y Kaixuan Road. El terreno para gran parte de la excavación del túnel estaba bajo aproximadamente 8 m de cobertura en suelos blandos, debajo de cimentaciones de edificios y una intersección de autopistas.

Se lograron rendimientos diarios de avance tan altos como 23 anillos (34.5 m) a pesar de estos desafíos, incluyendo medidas especiales debajo del Lago Xiliu. Las cuadrillas mantuvieron cuidadosamente las presiones de tierra entre 1.1 y 1.3 bar, mientras perforaban a una velocidad baja de la rueda de corte de 1 rpm debajo del lago, reduciendo los rendimientos de avance en esta sección. Los niveles de asentamiento permanecieron dentro de los límites durante todo el recorrido.

Se tiene planificado que Zhengzhou, una ciudad de 7 millones de personas, se convertirá en el centro del comercio realizado por tren. Se construirán hasta cuatro líneas de metro en Zhengzhou, con líneas nacionales de transporte que van de norte a sur y de este a oeste intersectándose en la ciudad. Para el 2013, la Línea 1 del metro de Zhengzhou incluirá 26 km (16 millas) de túnel y 22 estaciones.



Imagen 2 - 11. Izquierda: Las Robbins TBMs de 6.3 m de diámetro lograron un récord de EPB chinas en su clase de tamaño, excavando un máximo de 720 m en un mes. Derecha: Un miembro de la cuadrilla celebra la llegada rápida de la Robbins EPB en la Línea 1 del metro Zhengzhou de China, el 16 de noviembre de 2011.

Fuente: Noticias de Robbins, edición 22.

2.6 Oceanía

2.6.1 Australia, Melbourne

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.herrenknecht.com>, (2013), Melbourne es la segunda ciudad más grande de Australia, con aproximadamente cuatro millones de habitantes. Para aumentar la capacidad de los sistemas municipales de alcantarillado en los barrios residenciales del norte, "Melbourne Water" y "Yarra Valley Water" iniciaron el "Proyecto de Alcantarillado del Norte (NSP)". El proyecto no sólo tuvo en cuenta el crecimiento urbano, sino también la protección de los ríos cercanos contra la contaminación de aguas residuales después de las fuertes lluvias.

La pieza central del NSP incluye dos túneles con una longitud total de 13 kilómetros que fueron conducidos al mismo tiempo. En 2008 Herrenknecht entregó dos escudos EPB para la construcción de la primera sección. Después de mejores promedios mensuales de hasta 436 metros, el avance de M-1218m alcanzado el 26 de febrero de 2010, tras la finalización de tres tramos con una longitud total de 3.232 metros. En su viaje bajo tierra, las condiciones del terreno heterogéneo dominado M-1218m

comprende arcilla y basalto con las fortalezas de roca de hasta 200 MPa y una presión de agua subterránea de dos barras.

Para reducir el ruido de la construcción en la zona residencial densamente poblada, los ejes de lanzamiento han sido equipados con estructuras de protección contra el ruido. El M-1219m completó un tramo de túnel desafiante debajo de la autopista Tullamarine.



Imagen 2 - 12. Bajada del escudo EPB.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)



Imagen 2 - 13. Llegada del escudo EPB.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)

2.6.2 Australia, Perth

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.herrenknecht.com>, (2013), en el noroeste de la metrópoli Perth, en la costa oeste de Australia, una zona de asentamiento de aproximadamente 150 mil habitantes. Su centro, la ciudad satélite de Alkimos, tuvo que ser proporcionada con la infraestructura. En Alkimos está previsto uno de los sistemas de agua urbanos más eficientes. En un primer paso, una nueva planta de tratamiento ha sido construido que requiere una expansión de la red de colector principal.

Para reducir las interrupciones al tráfico y construcción de las obras sobre el suelo a un mínimo, se decidió expulsar a los túneles con máquinas innovadoras. Debido a las condiciones geológicas extremadamente heterogéneas esperados, se utilizó un escudo EPB con la tecnología de modo dual desde febrero de 2008. Esta tuneladora, simplemente se convierte de EPB en modo Slurry - sin mayores interrupciones en el proceso de perforación. La micro máquina con seguridad y precisión, cruzo a través de condiciones geológicas inestables. Utilizando el método de elevación de tuberías, 6.217 metros de túnel fueron conducidos con precisión con las mejores tasas de rendimiento diario de hasta 75 metros.



Imagen 2 - 14. Bajada del escudo EPB.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)

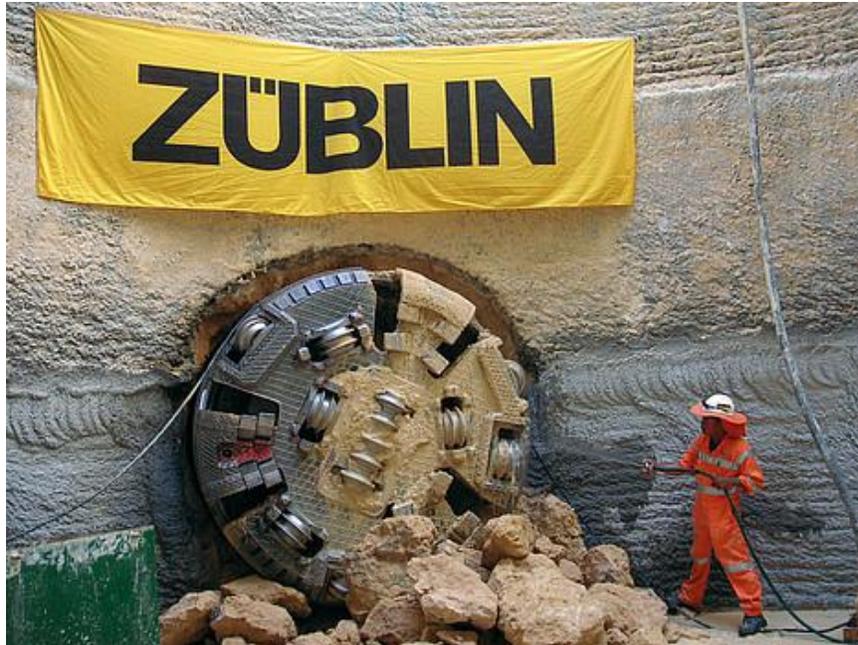


Imagen 2 - 15. Llegada del escudo EPB.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)

2.7 África

2.7.1 Sudáfrica, Durban

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.herrenknecht.com>, (2013), la entrada al puerto de Durban Sudáfrica tuvo que ser ampliado y profundizado para dar cabida a buques con grandes corrientes de aire. Sin embargo, un túnel sumergido existente de agua, alcantarillado y electricidad se encontraba en el camino. Al planificar el nuevo túnel, se decidió utilizar túneles mecanizados como medio de excavación. Uno de los retos que hay que superar, estaban las pendientes de un 20 por ciento en los dos portales del túnel.

El Mixshield Herrenknecht S-327 se ha personalizado para afrontar los retos del proyecto. Por ejemplo, los frenos y acoplamientos en el pórtico se reforzaron. Después de cuatro meses se alcanzó el eje blanco, estableciendo así un punto de referencia para los túneles mecanizada en la tierra suave en Sudáfrica.



Imagen 2 - 16. Bajada de las partes del escudo S-327.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)



Imagen 2 - 17. Escudo S-327.

Fuente: <http://www.herrenknecht.com>, (2013)

2.7.2 Sudáfrica, Johannesburgo

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.herrenknecht.com>, (2013), el área metropolitana de Johannesburgo / Pretoria, una olla de fusión, es el hogar de casi nueve millones de personas, es considerado como el centro cultural y motor económico de la República de Sudáfrica. El Gautrain - tren de alta velocidad que une Johannesburgo, la capital de Tshwane (Pretoria) y el aeropuerto internacional OR Tambo - tiene como objetivo disminuir las carreteras congestionadas de forma permanente en la región. El proyecto de dos mil millones de euros es la articulación más grande en participación entre el Estado sudafricano y la economía privada. Después de que el puerto Túnel Durban, el Gautrain fue el segundo proyecto de construcción de túneles de tráfico en Sudáfrica, en el que estuvo involucrado Herrenknecht. A unos 16 kilómetros de la línea de alta velocidad de 77 kilómetros son subterráneas. Los tres kilómetros de túneles más difíciles involucrados con un escudo EPB Herrenknecht a través del suelo. A lo largo de un tramo centro de Johannesburgo con sobrecargas de sólo cinco metros en algunos lugares, tenía que pasar a través de la arena en gran parte fina, limo y arcilla y una cuarta parte de la ruta llevó a través de roca consolidada abrasivo que contiene cuarzo. Tras el montaje de la máquina y una ceremonia de entrega de nombre en diciembre de 2007, la EPB Shield "Imbokodo" comenzó un túnel a gran velocidad en dirección a la Estación Park: después de sólo doce meses, el equipo hizo su descubrimiento en enero de 2009.



Imagen 2 - 18. Vista aérea del escudo Imbokodo.

Fuente:<http://www.herrenknecht.com>, (2013)



Imagen 2 - 19. Bajada de las partes del escudo Imbokodo.

Fuente:<http://www.herrenknecht.com>, (2013)

2.8 EE.UU.

2.8.1 Texas

De acuerdo a información del sitio web: www.therobbinscompany.com, (Invierno, 200/2012), es posible que la mayoría de tuneleros no piensen en los invertebrados que viven en las cuevas, pero en la tubería de transmisión principal de Jollyville, estos son una prioridad. El túnel de aguas residuales de Austin, Texas, EE. UU., pasó a través de formaciones de piedras calizas kársticas y dolomitas debajo de Balcones Canyonlands, una reserva protegida de vida silvestre. No se deberá alterar una capa de cavidades debajo de la superficie al perforar los túneles, ya que es el hogar de seis especies de arácnidos e insectos en peligro de extinción.

Tres TBM, incluyendo dos máquinas Robbins (una nueva y una remodelada) están listas para el desafío. Una máquina para la contratista Southland inició la excavación de una sección del túnel de 1.4 km en enero de 2012. La primera TBM de Robbins, una nueva máquina Main Beam de 3.25 m de diámetro, se fabricó en la instalación de Solon, Ohio, EE. UU. De Robbins y se puso en marcha en mayo de 2012 en una sección de 6.1 km.

Debido a las cavidades kársticas y el riesgo de infiltración, no se permitirá la pre-inyección de mortero por delante de la máquina en todo el proyecto. Por ello, la máquina Robbins se diseñó con unos soportes en ménsula removibles en el techo del escudo y una versión del sistema de soporte McNally que utiliza "slats" o listones de varillas electro soldadas para controlar el terreno inestable. Unos enormes tanques y una cinta transportadora grande ayudarán en la extracción eficiente del material excavado mientras se perfora en condiciones cambiantes.

La segunda TBM de Robbins, un doble escudo, se está reconstruyendo en la instalación de Ohio. El diámetro de la máquina se está aumentando, de un diámetro original de 2.9 m a uno de 3.0 m. Se agregará una nueva cabeza de corte con cajilones, un escudo gripper telescópico y protección de la cola, antes de su puesta en marcha en una sección de 2.8 km de tubería en la Primavera de 2012.

2.8.2 Ohio

De acuerdo a información del sitio web: www.therobbinscompany.com, (Invierno, 200/2012), Siete nuevos túneles de alcantarillado se completaron recientemente en Clermont condado de Ohio, la sustitución de un sistema obsoleto y se expuesto que fue vertiendo aguas residuales sin tratar las locales Shayler Creek. Desde 1978, cuando se instaló la tubería anterior, el arroyo se había erosionado, dejando al descubierto el tubo y poner ciertos tramos de la línea en alto riesgo de fracaso. Por todas estas razones, un nuevo oleoducto debía ser instalada muy por debajo de la vía ambientalmente sensible.

El Departamento de Recursos de Agua del Condado de Clermont contrató al contratista Midwest Mole para el proyecto de \$ 15 millones de dólares, y decidió utilizar una sola máquina para los siete túneles. A 1,8 m (72 pulgadas) de diámetro Robbins Double Shield Rockhead se utilizó para excavar todos los túneles, por un total de 2,900 m (9,513 pies).

En el otoño de 2011, una máquina tuneladora autopropulsada realizó un logro memorable en Cincinnati, Ohio, EE.UU. La Rockhead doble escudo de 1.8 m de diámetro, para el contratista Midwest Mole, Inc., perforó 614 m sin acceso intermedio, una distancia que parece ser un récord mundial para una máquina de roca dura de este diámetro.

El quinto y más largo de los siete túneles en el proyecto de reemplazo del canal de aguas residuales en el segmento C del trayecto Shayler extiende los límites de la excavación de túneles de diámetro pequeño. “Una de las únicas limitaciones en la distancia es la ventilación del túnel. Podemos ventilar de manera adecuada túneles de 600 m, pero necesitamos ventiladores más grandes para cualquier cosa que sea más larga “, indicó Steve Abernathy, Vicepresidente de operaciones de Midwest mole.

La distancia de cada tramo de excavación no es el único desafío el alineamiento vertical cambia en el transcurso de la excavación por 54 m, lo que da como resultado piedra caliza y esquisto blando en el inicio y a continuación abre el paso a las rocas más duras.

Robbins diseñó la Rockhead única para estas condiciones, con una rueda de corte para terreno mixto para cinco de las siete excavaciones. Se diseñó una rueda de corte de roca dura equipada con discos de corte de 11.5 pulg para los últimos dos tramos de excavación en roca más dura.

“Finalmente tuvimos que cambiar algunos de los cortadores de 6.5 pulg de diámetro en la rueda de corte de terreno mixto durante este recorrido, no habíamos tenido que hacer esto para ninguno de los otros tramos de excavación”, indicó Abernathy referente al quinto tramo.

Mientras la máquina excava, las cuadrillas ajustan la línea y el grado desde una consola del operador protegida. La Rockhead autopropulsada de doble escudo permite la instalación de un anclaje de anillo y tablero desde dentro de la protección trasera. Incluso con la instalación del revestimiento, la producción ha sido tan alta como 21 m en un turno de 12 horas y de 12 a 18 m por turno promedio.



Imagen 2 - 20. Izquierda: El contratista Midwest Mole, Inc. Celebra la llegada de la máquina Rockhead de doble escudo en el otoño de 2011. Derecha: La máquina Robbins excavó cinco túneles, incluyendo un record de perforación de 614 m, con una rueda de corte para tierra mixta.

Fuente: Noticias de Robbins, edición 22.

2.8.3 Clinton

De acuerdo a información del sitio web: www.therobbinscompany.com, (Invierno, 200/2012), los pueblos Iowan en Clinton, Camanche y Low Moor se han identificado como las comunidades en necesidad desesperada de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Todas las ciudades tienen más de 10.000 habitantes, pero su agua

y plantas de tratamiento de alcantarillado son insuficientes y muchas veces sobrepasan su capacidad. En 2009, un programa de recuperación en todo el estado llamado I-JOBS fue creado en Iowa, y \$ 20 millones de dólares de financiamiento de proyectos se destinaron a la mejora de la calidad del agua. Estos fondos se destinaron a proyectos de tratamiento de agua en los tres pueblos.

La ciudad de Clinton recibió su parte del financiamiento por un monto de \$ 9.5 millones de dólares al contratista Merryman Excavation. Con sede en Illinois L. J. Keefe Co. fue elegido como el sub-contratista para el proyecto. El contrato, conocido como "City of Clinton Contract B Force Main", llamó a seis cruces por debajo de las carreteras y ríos, tres de las cuales requieren tuneleo por medio de TBM. Los tres cruces restantes requirieron SBUs. Dos Robbins SBU-As se eligieron para las longitudes de 76.2 m (250 pies) y 82.3 m (270 pies) se ejecuta, y la tercera Robbins SBU (SBU-M) fue seleccionada para los 120.4 m (395 pies) de cruce.

Los tramos de 76.2 m (250 pies) y 82.3 m (270 pies) cruzan y socavan el río Mississippi, y fueron identificados como los taladros de roca dura de más de 70 MPa (10,000 psi) UCS en el que SBU-As sería la mejor opción. El cruce más largo, estaba por debajo del tráfico pesado en la Highway 67, y las pruebas de la zona revelaron un cara mixta de arena, arcilla y 70 MPa (10,000 psi) UCS de roca dura. Debido a las condiciones del terreno variable, el contratista ha optado por un SBU-M de 1.8 m (72 pulgadas), el más largo en su tipo construido.



Imagen 2 - 21. Bajada de la Tuneladora.

Fuente: <http://www.therobbinscompany.com/case-study/iowa-sbu/>

En noviembre y diciembre de 2011, los 1.5 m (60 pulgadas) y 1.06 m (42 in) SBU-As, respectivamente, se pusieron en marcha 9.1 m a 10,6 m (30 a 35 pies) por debajo de un afluente del río Mississippi. Cada uno utilizó un ABM de 18.3 m (60 pulgadas) para excavar en las condiciones de roca dura. Tanto SBU-As se colocó en tiempo y dentro de las especificaciones de línea y grado. La primera SBU finalizó el 20 de diciembre de 2011 y su contraparte hizo lo mismo el 10 de febrero de 2012. Con un avance promedio de 6.1 m (20 pies) por día.

La SBU-M de 1.8 m (72 pulgadas) se puso en marcha en enero de 2012 de 7.6 m (25 pies) de base de la fosa. Aunque el equipo se encontró con un inesperado viaje largo de arcilla dura sólo 4.6 m (15 pies) en su interior, los equipos fueron capaces de mantenerse en movimiento mediante la adición de agua a través de la cabeza de corte y la carcasa. Esto mantiene el lodo que atraviesa sin contaminar los cortadores de disco.

A pesar de los desafíos, los promedios de avance eran de 6.2 m (20 pies) por día se mantuvieron en las condiciones de suelo más blando. Después de aproximadamente

70.1 m (230 pies) de longitud en arcilla, la máquina golpeó roca sólida para el resto de la excavación. Mientras que en roca dura, los promedios aumentaron a cerca de 90.1 m (30 pies) por día.

El 14 de febrero de 2012, el SBU-M rompió un paso en un pozo de recepción. Terminó dentro de los requisitos y de grado de línea, con muy poca desviación, incluso en las condiciones del terreno cara mixta durante un aburrido inicio.



Imagen 2 - 22. Salida de la Tuneladora.

Fuente: <http://www.therobbinscompany.com/case-study/iowa-sbu/>

2.9 América Latina

2.9.1 Perú

De acuerdo a información del sitio web: www.therobbinscompany.com, (Invierno, 200/2012), después de cuatro años de excavación extrema a través de condiciones con rocas volcánicas y de alta cobertura, la excavación del túnel trasandino de Olmos por medio de una máquina tuneladora ha finalizado. La Robbins Main Beam

de 5.3 m (17.4 pies) de diámetro se abrió paso con fanfarrias y una elaborada ceremonia el 20 de diciembre de 2011.

La sección de 12.5 km (7.7 millas) que se excavó por medio de una tuneladora es parte de un gran esquema que trasladará agua desde el Río Huancabamba en el lado este de los Andes hacia áreas dominadas por la sequía en la cuenca del Océano Pacífico. Para completar la conexión, la máquina Robbins tuvo que pasar debajo de una formación de un máximo de 2,000 m (1.2 millas), lo cual ocasionó altas tensiones de las rocas, lo que dio como resultado más de 16,000 eventos de ruptura de rocas; 17 % de las cuales fueron severas.

La geología extrema, andesita, dacita, toba calcárea, esquisto y brechas piroclásticas de hasta 250 MPa UCS (esfuerzo de compresión uniaxial), requirieron modificaciones de la máquina dentro del túnel a medida que la ruptura de rocas se volvían más severa. El sistema consta varillas ancladas al techo del túnel para contener de manera eficiente las rocas inestables mientras proporciona un ambiente de trabajo seguro.



Imagen 2 - 23. De izquierda a derecha: el personal de Odebrecht celebra la llegada de la Robbins TBM al final del túnel; puesta en marcha de la tuneladora en 2007; listones de varillas de acero que sostiene las piedras sueltas en la corona.

Fuente: Noticias de Robbins, edición 22.

2.9.2 Colombia

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.epm.com.co>, (2013), diez y seis metros bajo tierra, un sofisticado taladro empezó a perforar bajo las profundidades del río Medellín, para dar paso a una de las más ambiciosas obras de la ingeniería antioqueña: el Interceptor Norte, un túnel de 8 kilómetros que llevará las aguas residuales del norte de Medellín y de Bello hacia la nueva planta que se construirá en ese último municipio, para devolverlas descontaminadas al río Medellín.

Diana, como fue bautizada esta primera máquina tuneladora de las tres que fueron fabricadas para el proyecto, descendió hoy por un pozo de 9 metros y medio de diámetro que fue abierto en terrenos de Moravia, en el sector conocido como Curva de la Virgen. Encendió motores para iniciar su primer recorrido bajo tierra, un trayecto de 417 metros que le demandará un mes, hasta emerger en un nuevo pozo localizado en el barrio Caribe.

Como este, otros 27 pozos serán perforados a lo largo de la ruta hasta la futura planta Bello, en el sector de Niquía, para posibilitar el avance de las maquinarias por tramos desde 400 hasta 750 metros durante los próximos 17 meses, para coronar los 8 kilómetros que conducen a la planta.

Además de Diana, otras dos tuneladoras trabajarán en la construcción del Interceptor Norte: Sofía, que llegará en septiembre, y una tercera aún sin bautizar, pero que también tendrá nombre de mujer para respetar una antigua tradición de la ingeniería que habla de ponerle a estas máquinas nombres femeninos “para que los dioses de las montañas no se pongan celosos” y ayuden a evitar siniestros y catástrofes.

En un trabajo subterráneo y silencioso que pasará inadvertido para la gente, Diana y Sofía se turnarán para recorrer el costado oriental del río Medellín e ir instalando, uno a uno, los tubos gigantescos que “armarán” el Interceptor, garantizando el empate y el “sellado” con poderosos empaques de caucho. Su tercera compañera, más pequeña que ellas, llegará en abril del año entrante y se encargará de construir los cruces por debajo del sistema Metro, hasta empalmarlos con el Interceptor.

Al final de la ruta, a una de ellas le corresponderá atravesar el río hacia el costado occidental donde estará localizada la planta Bello, en inmediaciones del sector

conocido como “Las Pistas”, para depositar el último tubo que posibilitará la conexión del Interceptor con la estación de entrada a la planta.

Provenientes de Alemania, las tuneladoras fueron fabricadas con una coraza de acero y equipadas con herramientas de corte en materiales altamente resistentes como el tungsteno para enfrentar el desafío de romper el suelo conformado por arenas, gravas y bolas de roca. Se manejan a control remoto a través de sistemas láser de guiado, para garantizar que se cumpla con exactitud el recorrido diseñado para la construcción del túnel.

A medida que van instalando la tubería, las tuneladoras también irán arrastrando el material excavado, que posteriormente se sacará a la superficie mediante un sistema de bombeo. En total se removerán 53 mil metros cúbicos de tierra, un 85 por ciento menos de lo que se removería con el método tradicional (excavación abierta).

Después de iniciar cada trayecto, las tuneladoras deberán trabajar sin pausa las 24 horas del día, para garantizar que el material geológico no se adhiera a ellas y se solidifique. El sector de influencia de las obras está densamente poblado y presenta ocupación de los retiros del río, complejas condiciones topográficas y geológicas, y adicionalmente alberga el corredor férreo, el Metro y la vía regional occidental.

Además de perforar el suelo de manera segura, la avanzada tecnología aplicada en esta maquinaria permitirá controlar las presiones del agua y del material, y manipularlo sin afectar la población, el entorno ambiental ni las estructuras aledañas.

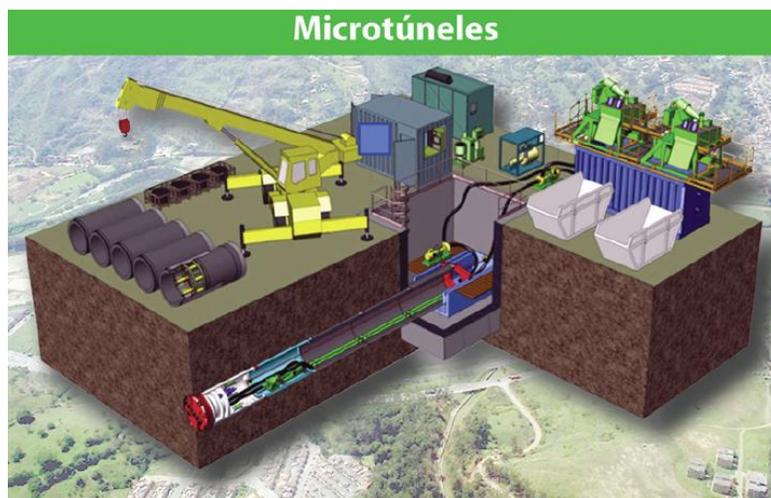


Imagen 2 - 24. Sistema de Microtúneles.

Fuente: <http://www.epm.com.co>

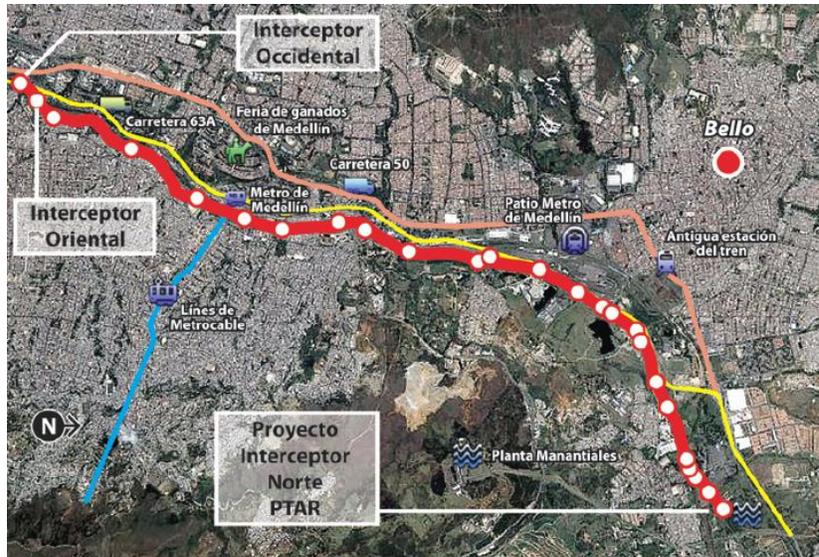


Imagen 2 - 25. Trazo general del Interceptor Norte.

Fuente: <http://www.epm.com.co>

2.10 Presupuesto del Túnel Emisor Oriente

De acuerdo a información del sitio web: <http://www.conagua.gob.mx/>, (2013), el monto de inversión fue de 14, 230 mil millones de pesos, recursos provenientes del programa K000- Proyectos de Inversión, Programa Especial de Gobierno Federal, Recursos del Programa de Estímulos Fiscales (PEF) y del Fideicomiso 1928, creado para apoyar el Proyecto de Saneamiento del Valle de México.

Dependencias involucradas en esta magna obra

Gobierno Federal:

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- Secretaría de la Función Pública (SFP).

Gobiernos estatales, municipales y delegacionales:

- Gobierno del Estado de México.
- Municipio de Ecatepec de Morelos.
- Gobierno del Distrito Federal.
- Delegación Gustavo A. Madero.
- Gobierno del Estado de Hidalgo.

CAPÍTULO III

**ANÁLISIS DE RIESGO EN LA CONSTRUCCIÓN
DEL TÚNEL EMISOR ORIENTE**

Diagrama 3 - 1. CAPÍTULO III



Fuente: Elaboración Propia (2013)

3.1 Análisis de Riesgo en la Planeación

El análisis de riesgos en la planeación, es un proceso que comprende diversas etapas, desde identificar los riesgos, hasta evaluarlos y realizar planes de contingencia, entre otros. Ante un riesgo concreto, la organización tiene tres alternativas: aceptar el riesgo, hacer algo para disminuir la posibilidad de ocurrencia del riesgo o transferir el riesgo, por ejemplo, mediante un contrato de seguro. A las medidas o salvaguardas que se toman para disminuir un riesgo se les denomina controles de seguridad [Tipton, 2006; Witman, 2007].

3.1.1 Definición de Riesgo

Según Simon A. Burtonshaw (2009), “El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre”. En este texto, se definen todos los elementos que involucran el riesgo, de los cuales se hará mención a continuación.

La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro, pero si se juntan, se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre. Sin embargo los riesgos pueden reducirse o manejarse. Si somos cuidadosos en nuestra relación con el ambiente, y si estamos conscientes de nuestras debilidades y vulnerabilidades frente a las amenazas existentes, podemos tomar medidas para asegurarnos de que las amenazas no se conviertan en desastre.¹

Referencias:

1 Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009.



Imagen 3 - 1. Conceptos y su relación.

Fuente: Buscador Google (2013).

Cuando se habla de riesgos, existen muchos autores que aportan sus conocimientos, y diferentes puntos de vista al respecto, sin embargo convergen en una metodología.

El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.²

Amenaza es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.²

Vulnerabilidad son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.²

Referencias:

² Leslie Edwards, **Practical Risk in the Construction Industry**, London 1995.

RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD (1)

RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD (1)

Los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, susceptibilidad y resiliencia, expresando su relación en la siguiente fórmula.

VULNERABILIDAD = EXPOSICIÓN x SUSCEPTIBILIDAD / RESILIENCIA

Exposición: es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.²

Susceptibilidad: es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.²

Resiliencia: es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.²

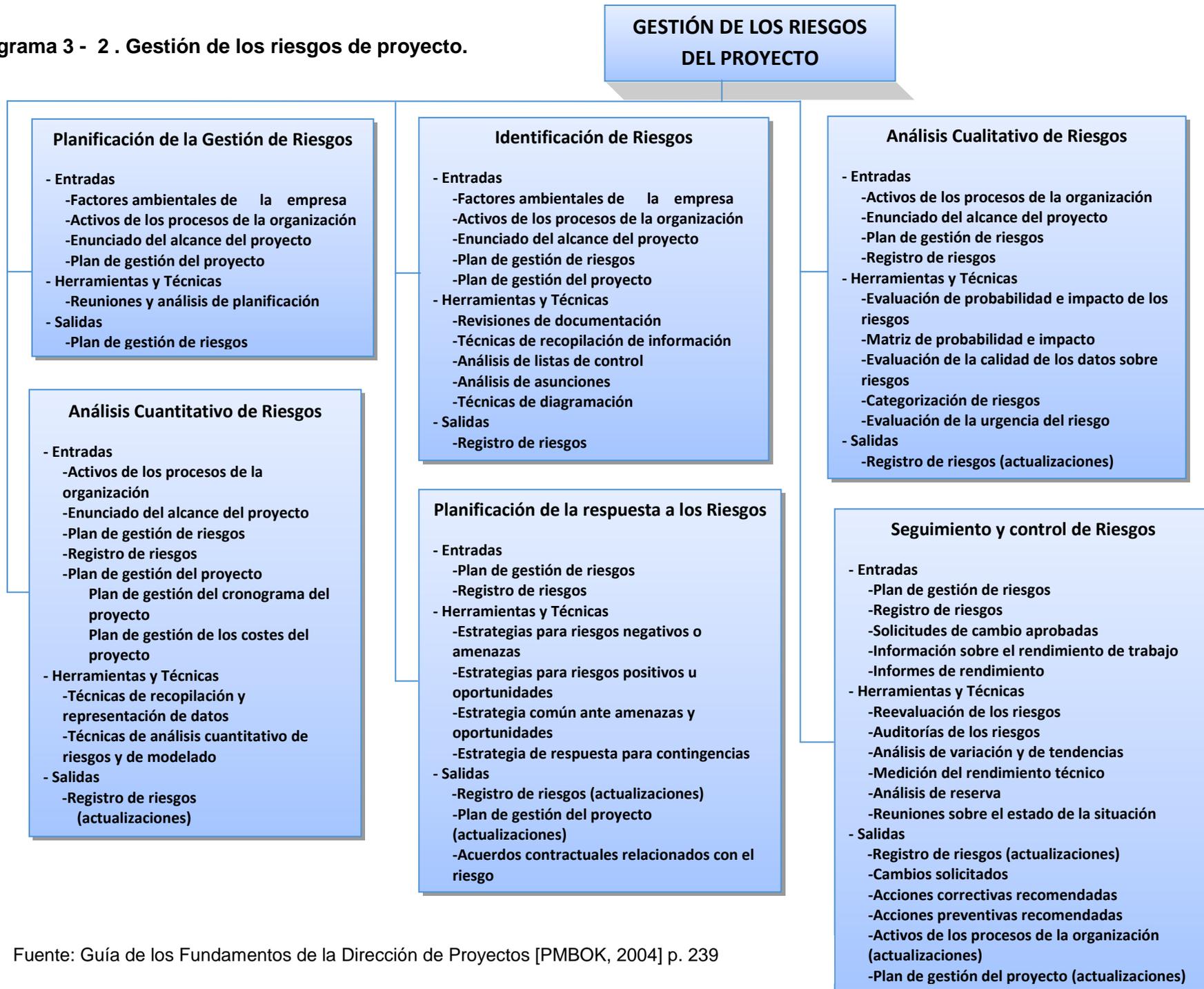
El manejo del riesgo es un complicado proceso que se interrelaciona con muchos otros procesos en la industria construcción y en los proyectos de construcción [Alexander, 1998; Chapman, 1997; Grey, 1995; Holland 2006]. En la investigación de los riesgos de proyecto, se debe incluir un estudio de los eventos potenciales que pueden afectar el ambiente, costo, tiempo o la realización de los objetivos del proyecto. La investigación de los riesgos potenciales, requiere la colaboración de todas las disciplinas que contribuyen en el proyecto. Los departamentos técnico, gerencial, financiero y administrativo de las firmas participantes necesitan cooperar para identificar y responder a la expectativa de eventos de riesgo. Este proceso integrativo necesita experiencia práctica para adaptar el ambiente requerido [Edwards L., 1995; Sherer, 2004; Smith, 1999].

Por otra parte, en el aspecto de la gestión de los riesgos en los proyectos de construcción, se debe planificar la gestión de los riesgos, ya que una buena planificación, mejora la posibilidad de éxito en otros procesos de dicha gestión [PMBOK, 2004]. En este texto se maneja el siguiente diagrama para la gestión de los riesgos en los proyectos de construcción:³

Referencias:

- 2 Leslie Edwards, **Practical Risk in the Construction Industry**, London 1995.
- 3 **Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK)**, 3ª Edición, 2004.

Diagrama 3 - 2 . Gestión de los riesgos de proyecto.



3.1.2 ¿Qué es el Análisis de Riesgo?

El análisis del riesgo, “es una herramienta, para los que tienen que tomar decisiones, sobre un particular curso de acción y manejar riesgos en forma objetiva, repetible y documentada”, [Burtonshaw-Gunn, 2009], que en el caso del proceso de planeación, también aplica la definición sin alteración alguna.

El riesgo es la oportunidad de que algo suceda y que tendrá un impacto en los objetivos, y el análisis del riesgo es la cultura, los procesos y las estructuras que son direccionadas hacia la potencial realización de oportunidades, mientras se manejen los efectos adversos [Standards Australia, 2004]. Los procesos del manejo de los riesgos típicamente incluyen identificación de los riesgos, análisis de los riesgos, respuesta al riesgo y comunicación del riesgo, monitoreo, revisión y aprendizaje. El manejo del riesgo es fundamental para alcanzar los objetivos del proyecto o negocio, y no solo es tratar de mantenerlo lejos de los malos resultados, si no también actuar como una guía para maximizar los resultados positivos [Monetti *et. Al.*, 2006].

3.1.3 ¿Qué Pretende el Análisis de Riesgo?

El Análisis de “Riesgo”, [Burtonshaw-Gunn, 2009], intenta contestar las siguientes preguntas:

- ¿Qué puede salir mal? (OIE: Identificación de Peligros).
- ¿Qué probabilidad hay de que algo salga mal?
- ¿Cuáles pueden ser las consecuencias de que algo salga mal?
- ¿Qué se puede hacer para reducir la probabilidad y las consecuencias de que algo salga mal?

El Análisis de Riesgo realiza una predicción del futuro, basándose en el pasado histórico y un análisis cuidadoso de los eventos, no reemplaza la experiencia empírica, por el contrario, con frecuencia gran cantidad de información se obtiene a partir de juicios de expertos que la forma de una distribución de probabilidades y siguen todas las reglas de la teoría tradicional de probabilidades, [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Los valores asignados a las probabilidades pueden ser, en algún grado subjetivos si se obtienen de juicios de expertos o más objetivos si existen datos o registros cuantitativos pero hay que tener cuidado porque las predicciones nunca darán la certeza absoluta.

La dificultad de adoptar una metodología de análisis de riesgo cuantitativa es la complejidad de determinar el impacto de un evento no deseado [Anderson, 2001] y, principalmente, la falta de datos suficiente para poder determinar de manera exacta las funciones de distribución de probabilidad para las amenazas más comunes [Kotulic, 2003; Ciechanowicz, 1997]. Por otro lado, en las metodologías cualitativas, la estimación de probabilidades dependerá de la experiencia de quienes realizan el análisis.

3.1.4. Tipo y Factores de Riesgo

La clasificación de los riesgos es un paso importante en el proceso de asignación de los mismos, por lo que las diversas estructuras de riesgo que se creen, pueden afectar al proyecto. Muchos enfoques han surgido en la literatura de clasificación de riesgos. Chen *et. al.*, (2004). Propone 15 riesgos concernientes con los costos del proyecto, divididos en tres grupos: Factores de Recursos, Factores de Dirección y Factores Matriz. Shen (1997), identifica 8 riesgos principales para retrasos de proyectos y los valora en un rango basado en un cuestionario de estudio con industrias profesionales. Abdou (1996) clasifica los riesgos de construcción en tres grupos, Finanzas en la construcción, Tiempo de Construcción y Diseño de la Construcción. Chapman (2001) agrupa los riesgos en 4 subconjuntos: Medio Ambientes, Industria, Clientes y Proyecto. Shen (2001), los categoriza en 6 grupos de acuerdo a la naturaleza del riesgo, Financiero, legal, de Dirección, de mercado, de políticas y políticos. Perry and Hayes (1985), dan una extensa lista de factores obtenidos de varias fuentes, y clasificados en términos de la rentabilidad de los riesgos por contratistas, consultores y clientes.

Antes de explorar los dos principales temas de la identificación y planeación de actividades detalladamente en este capítulo se debe hacer notar que los riesgos pueden tener un sistema de clasificación. Este sistema simplemente clasifica los riesgos en relación a sus centros de acción. Eso es el nivel organizacional al cual

el riesgo tendrá un mayor impacto. En este aspecto, menciona Simon A. Burtonshaw y Gunn Gower, que se pueden cubrir cuatro áreas que están en conceptos separados pero conectados entre sí por medio del ciclo de vida del riesgo del proyecto. Estas áreas de riesgo son:

- **Riesgo de Proyecto:** Son los riesgos en los que el ambiente de trabajo del proyecto, puede afectar la entrega de las salidas del negocio, que se están por realizar. En otras palabras, aquellos riesgos los cuales pueden afectar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- **Riesgo de Negocio:** Riesgos, por otro lado, que afectan la operación de las salidas del negocio, una vez que ha sido entregado por el proyecto.
- **Riesgos Ambientales:** Son los riesgos externos al ambiente del proyecto, pero que sin embargo pueden afectar a los objetivos del proyecto. Por ejemplo, la guerra del golfo tuvo un devastante efecto sobre los proyectos de los campos de gas in Kuwait en 1990.
- **Riesgos por Cambios Externos:** Son los riesgos que están más allá del ambiente del proyecto inmediato, pero que podrían tener un mayor impacto. Frecuentemente en términos contractuales estos pueden incluir eventos de fuerza mayor. Como sea los riesgos por cambios externos van más allá de las fuerzas mayores, por ejemplo el porqué de un cambio de la política de gobierno o en su interpretación de la ley.

En la figura 1 - 1, ilustra cómo pueden ser apropiadas las diferentes herramientas de gestión de riesgo, cuando se trata de tomar una decisión de negocios, en función del nivel de riesgo y la complejidad operativa [Burtonshaw-Gunn, 2009].

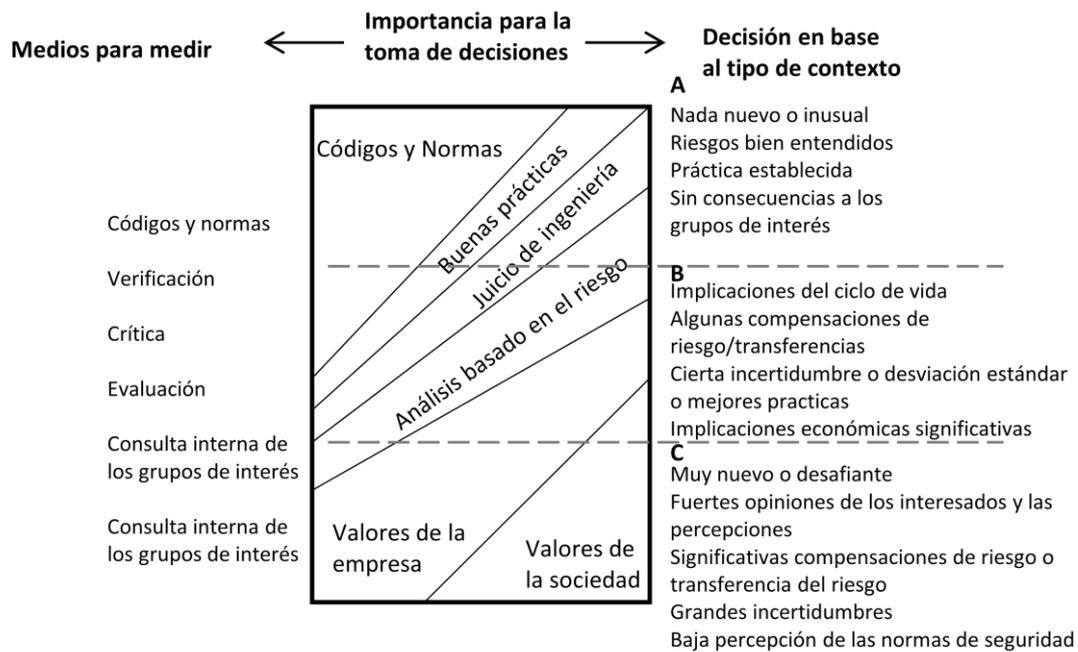


Figura 1 - 1.Herramientas de gestión de riesgos.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 20.

La clasificación de los riesgos [Edwards L., 1995] también puede considerarse de la siguiente manera:

- **Físico/Material:** pérdidas debidas a fuego, corrosión, explosión, defectos estructurales, guerra.
- **Consecuenciales:** perdida de los beneficios debidos al fuego y debidos al robo.
- **Sociales:** cambios en la opinión pública, expectativas de la fuerza de trabajo, grandes consciencias de cuestiones morales (por ejemplo ambientales).
- **Políticos:** intervención gubernamental, sanciones, actos de gobiernos exteriores, políticas inflacionarias/deflacionarias, restricciones exportaciones/importaciones, alianzas comerciales, cambios en la legislación.
- **Financieros:** inadecuadas predicciones de inflación, incorrectas decisiones de mercadotecnia, y políticas crediticias.

- **Técnicos:** incremento en la tecnología de la manufactura, comunicaciones, manipulación de datos, interdependencia de manufactureros, métodos de almacenaje, control de las existencias (stock) y distribución.

3.1.5 Origen de los Riesgos

Los riesgos los cuales pueden ser tratados en una organización [Edwards L., 1995] pueden ser:

- Originados de las salidas de la compañía: peligros naturales, sustitución de actividades, clientes deudores.
- Existentes dentro de la compañía: daños físicos, accidentes.
- Emitidos desde la compañía: daños ambientales, daño de los productos, negligencia.

3.1.6 Categorías de los Riesgos

<u>TIPOS DE RIESGO</u>	<u>DEFINICION</u>
• Riesgo Esperable	Puede ser determinado en el futuro
• Riesgo estadístico o Actual	Es el calculado a partir de datos históricos
• Riesgo Predictivo	Es el obtenido usando modelos analíticos estructurados a partir de datos pasados
• Riesgo Percibido	Es el intuitivamente apreciado por las personas y es el subjetivo por naturaleza

3.2 Administración del Riesgo

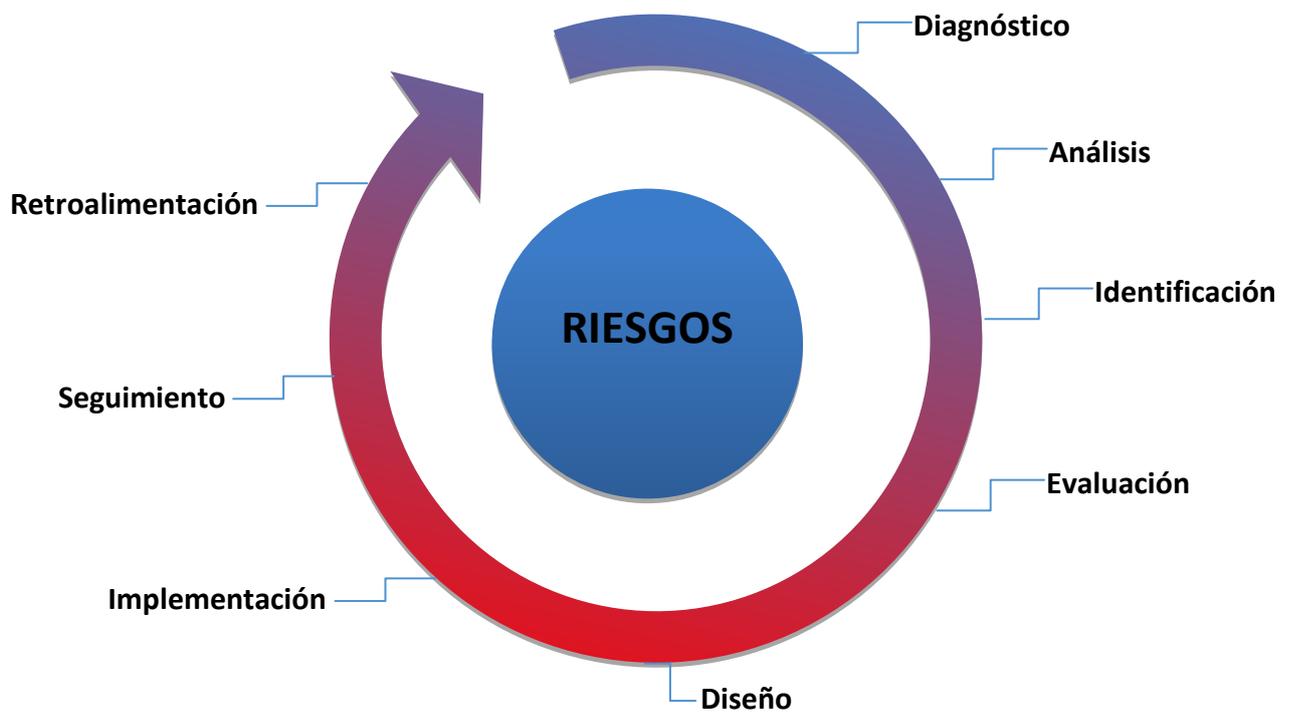


Diagrama 3 - 3. Administración del riesgo.

Fuente: Buscador Google (2013).

Los eventos que representan peligro pueden sobrevenir a cualquier organización y tiene un efecto adverso en la organización financieramente hablando [Edwards L., 1995]. El peligro puede ser físico tal como fuego o robo, el cual podría afectar a la organización directamente, daño ocupacional o enfermedades a los empleados que pueden resultar en una reducción de las salidas, las lesiones o daños a grupos de terceros resultan en el incremento de los reclamos por compensación de dichos daños, o en multas debido al no cumplimiento con los estatutos legales.

La mayoría de las organizaciones operan en alguna forma de control sobre los peligros, posiblemente un sistema formal, pero regularmente solo sucede rara

vez, la mayoría se conforma con cumplir solamente con los límites de control por aseguramiento. Tales aseguramientos son usualmente delegados a la organización especialista en seguros, con una pequeña o no interface con aquellos quienes están actualmente emprendiendo las actividades del seguro. Puede ser un director con total responsabilidad del riesgo, frecuentemente es una función de un subsidiario menor que es su principal tarea, quien posiblemente entienda no más de un aspecto del manejo del peligro, y así usualmente se encamina a una reactiva más que proactiva función del manejo de los riesgos [Edwards L., 1995].

En los años cercanos a los 90's la industria de la construcción llegó a ser más generalmente consciente del manejo de una actitud cercana al trato del peligro, ya asimilada por la certeza de otras áreas del comercio y la industria, llamada manejo de los riesgos. Los procesos básicos son actualmente muy simples: los peligros son identificados; las consecuencias y probabilidades de ocurrencia son valoradas; las prioridades son establecidas; los resultados de los riesgos son eliminados o reducidos y entonces se toman las provisiones para un riesgo residual [Edwards L., 1995].

Para aquellos que han estudiado el tema y han ido adentrándose hasta comprender las tareas relativas al riesgo han llegado a encontrar que el manejo del riesgo puede ser un sistema formalmente efectivo con el cual se direcciona y maneja todo un rango de actividades peligrosas para las cuales una organización puede ser sujeta. Lejos de ser todavía otro gasto no productivo, el manejo de los riesgos puede ser usado altamente con éxito, adelantándose al plan en orden de reducir los efectos adversos en la rentabilidad de la compañía [Edwards L., 1995].

El manejo efectivo de los riesgos [Edwards L., 1995] provee entre otras cosas:

- Un incremento en la conciencia de las consecuencias del riesgo.
- Un enfoque para un planteamiento más estructurado del manejo de los riesgos.
- Mejor información de los riesgos y transferencia entre los concernientes y los responsables por tales asuntos y más importante,
- Reducción de la exposición a las pérdidas, obteniendo un incremento en los beneficios.

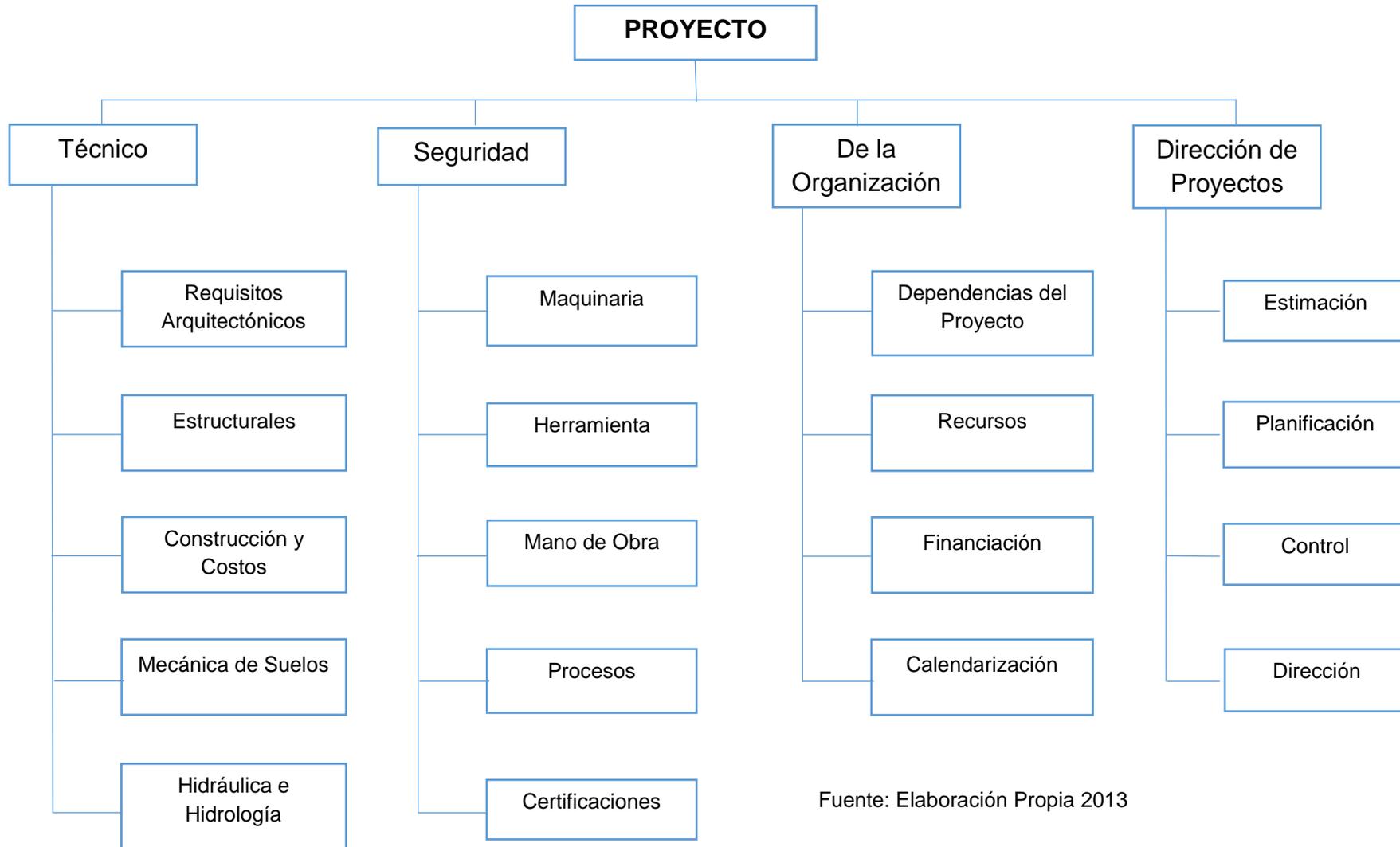
3.2.1 Planificación de la Gestión de Riesgos

El plan de gestión de riesgos describe cómo se estructurará y realizará la gestión de riesgos en el proyecto [PMBOK, 2004]. Pasa a ser un subconjunto del plan de gestión del proyecto, el plan de gestión de riesgos incluye lo siguiente:

- **Metodología.** Define los métodos, las herramientas y las fuentes de información que pueden utilizarse para realizar la gestión de riesgos en el proyecto.
- **Roles y responsabilidades.** Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad del plan de gestión de riesgos, asigna personas a estos roles y explica sus responsabilidades.
- **Preparación del presupuesto.** Asigna recursos y estima los costes necesarios para la gestión de riesgos a fin de incluirlos en la línea base de coste del proyecto.
- **Periodicidad.** Define cuándo y con qué frecuencia se realizará el proceso de gestión de riesgos durante el ciclo de vida del proyecto, y establece las actividades de gestión de riesgos que se incluirán en el cronograma del proyecto.
- **Categorías de riesgo.** Proporciona una estructura que garantiza un proceso completo de identificación sistemática de los riesgos con un nivel de detalle uniforme, y contribuye a la efectividad y calidad de la Identificación de Riesgos. Una organización puede usar una categorización de riesgos típicos preparada previamente. Una estructura de desglose del riesgo (RBS) (Diagrama 8) es uno de los métodos para proporcionar dicha estructura, pero también se puede utilizar un listado de los diversos aspectos del proyecto. Las categorías de riesgo pueden revisarse durante el proceso Identificación de Riesgos. Una buena práctica es revisar las categorías de riesgo durante el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos antes de usarlas en el proceso Identificación de Riesgos. Es posible que sea necesario adaptar, ajustar o extender las categorías de

riesgo basadas en proyectos anteriores a las nuevas situaciones, antes de que dichas categorías puedan utilizarse en el proyecto actual.

3.2.2 Diagrama 3 - 4. Estructura de Desglose de Riesgo en la Construcción



3.2.3 Costos de los Riesgos

El costo de los riesgos en una organización, si se manejan o no, pueden tener un significativo impacto en su hoja de balances. El costo del manejo de los riesgos en si mismo resulta de los costos en los que se incurre por la identificación y evaluación de los riesgos, medidas de control que pueden ser puestas en un lugar (tal como la provisión de seguridad, mantenimiento de la planta), los costos de asegurar otras provisiones financieras, y los honorarios de cualquier consultoría externa [Edwards L., 1995]. Esos definen los costos que deben ser comparados contra los de los riesgos si estos ocurren.

- Costo directo por pérdidas: reparación o remplazo de daños a la propiedad en buen estado, compensación a terceras partes.
- Medida consecencial de los costos de las pérdidas: Pérdidas de, o reducción de salidas, efecto dominó en cadenas de producción, pérdidas mientras se reemplazan los materiales o se llega a familiarizar con el reemplazo de los equipos, costos de la investigación por accidentes, pérdidas de tiempo en el manejo de las litigaciones involucradas, incremento de las primas.
- Costos indirectos por pérdidas: inhabilidad para conseguir contratos, pérdidas de parte del mercado, pérdida de buena voluntad, pobres relaciones industriales, instalaciones deficientes, problemas de reclutamiento, relaciones pobres con el vecindario, dificultades en las relaciones.

Estas valoraciones del costo de los procedimientos del manejo del riesgo (incluyendo una opción para hacer nada) comparados con los costos directos, consecencial e indirecto de la ocurrencia de los riesgos, es un elemento esencial en la decisión de cual manejo de los riesgos provee la opción más económica para la organización [Edwards L., 1995].

3.3 Metodología de Análisis de Riesgos

Existen dos tipologías de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgo en la construcción o cualquier negocio del que se pretenda medir. Los métodos puede ser cualitativos y cuantitativos [PMBOK, 2004], los cuales se abordan más adelante en este capítulo.

3.3.1 Visión General del Proceso del Manejo de los Riesgos

Los individuos y las organizaciones necesitan tener un planteamiento general del manejo de los riesgos; el mayor progreso del manejo de los riesgos en las organizaciones se logra a través de un balance uniforme de las herramientas, procesos, actitudes y SQEP (sustentabilidad calificada por el conocimiento y la experiencia personal). El manejo de los riesgos se ha vuelto un proceso sistemático y formal de identificación de los riesgos potenciales o incertidumbres y desarrollos, seleccionando y manejando opciones para direccionar los riesgos a través de la vida del proyecto. La evaluación de los riesgos es el elemento clave para el sistema corporativo del manejo de los riesgos del negocio con el cual este se enfoca principalmente en la identificación de los riesgos, la evaluación de la gravedad y del manejo del proceso [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Mientras el manejo del riesgo pueda tener un enfoque proactivo puede no tener control de los eventos futuros, pero permitirá decisiones para tomar acción en función de identificar los riesgos que puedan llegar a convertirse en realidad. Un entendimiento de los riesgos llega de la comprensión de la realidad, de qué puede ir mal, la probabilidad de que el evento ocurra y de las consecuencias de su ocurrencia. En las bases del entendimiento una serie de posibilidades se abren a las organizaciones para manejar el riesgo y, para un mayor alcance, como respuesta será una función de la probabilidad y cantidad de consecuencias de la ocurrencia del riesgo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Para justificar este proceso hay un número de descripciones comunes del proceso del manejo del riesgo pero los pasos en general siguen todos las mismas bases en el

planteamiento de la identificación de los riesgos, su cuantificación, su respuesta y su control tal como se muestra en la figura 1 - 2, la cual plantea cuatro pasos de la identificación del riesgo, su valoración, su control y su recuperación.

Claramente no todos los riesgos pueden ser controlados, hacer caso omiso de los riesgos y de las herramientas de mitigación de riesgos cubiertos en los siguientes capítulos, sin duda, dará lugar a consecuencias adversas para un proyecto.

Tales consecuencias de no abordar con eficacia el riesgo pueden incluir la pérdida de credibilidad y pueden incluir responsabilidad personal u organizacional y multas.

Otras consecuencias importantes incluyen costos significativos, incapacidad para alcanzar los objetivos del proyecto técnico, retrasos en el programa, ambiente de proyecto y en última instancia la cancelación del proyecto. Todo por lo cual sea probable tener un cliente insatisfecho, con una reducción significativa de las futuras oportunidades de proyectos con el mismo cliente [Burtonshaw-Gunn, 2009].

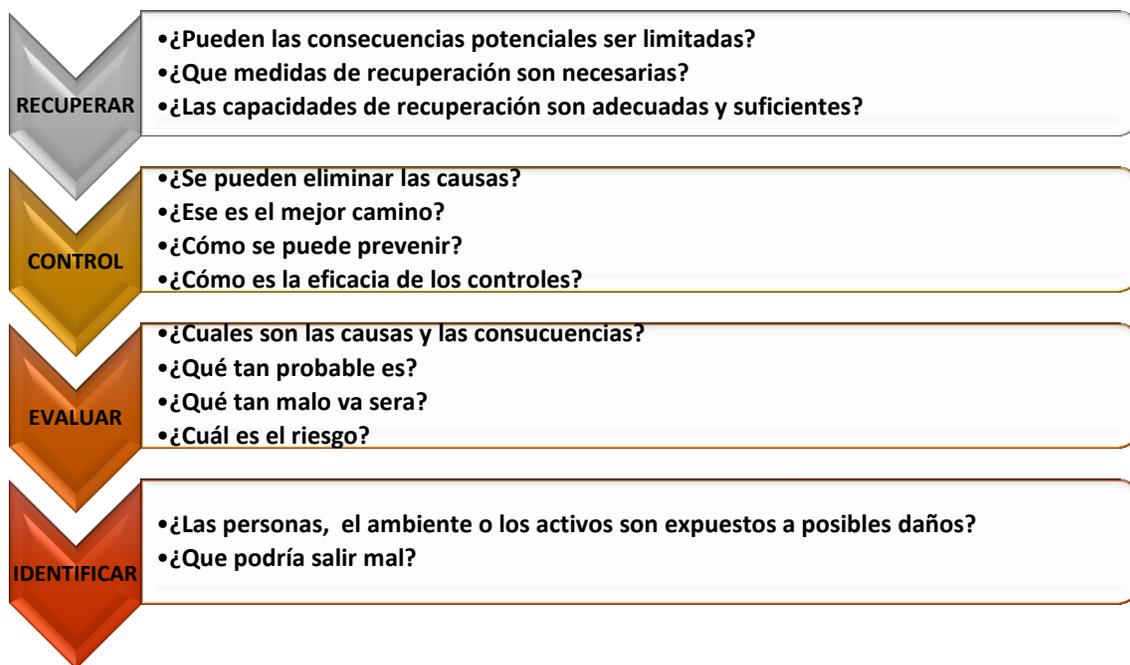


Figura 1 - 2. Pasos comunes en un Proceso de Manejo de Riesgos.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 25.

3.3.2 Correlación Entre el Proceso de Construcción y el Manejo del Riesgo

Respecto a los proyectos de construcción, se sugiere que el manejo de los riesgos pueda ser entendido como un número de niveles o escenarios, del proyecto, los cuales se muestran en la figura 1 - 3 [Burtonshaw-Gunn, 2009], y se describe a continuación.

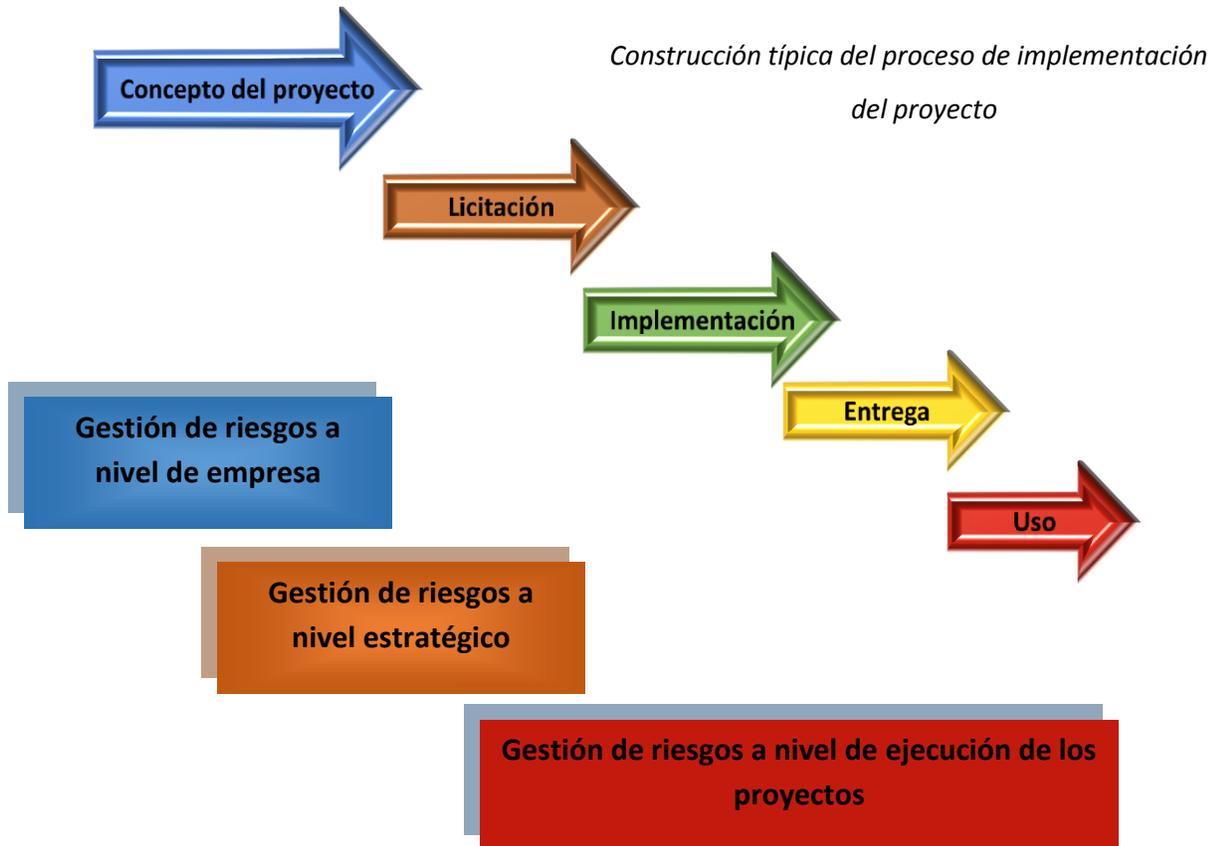


Figura 1 - 3. Correlación entre el proceso de construcción y la gestión de riesgos.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 26.

El manejo de los riesgos en el manejo de los niveles en la compañía, es el primer escenario en el proceso del manejo de los riesgos, donde debería estar la concentración o la eliminación de las amenazas en el planteamiento general de las inversiones dadas en el proyecto. Los elementos básicos que deberían ser tomados en cuenta en este escenario del manejo de los riesgos, incluirían típicamente:

- Percepción del problema por el cliente;
- Requerimientos de los clientes;
- Influencia de los impuestos
- Periodos de amortización;
- Comparación de varios planes de inversión;
- Adquisición publica
- Adquisición inicial e identificación de los riesgos.
- Depreciación
- Comparación de la adquisición inicial de los riesgos con las expectativas del rango de retorno de capital.
- Expectativa de liquidez.
- Análisis del portafolio;
- Tendencias del mercado.

Las áreas de riesgo enlistadas arriba, proveen a la compañía de una visión inicial en los proyectos atractivos y las preguntas puntuales en cuanto a si los alineamientos tomados para este plan de negocios, cubren las expectativas de los accionistas.

Continuando con el segundo escenario, se habla del manejo del riesgo, en un nivel estratégico, que ahora necesita considerar problemas más específicos, tales como:

- Procedimientos en la selección de los contratistas.
- Procedimiento en la selección del diseño
- Métodos de control de costos
- Sistemas de información para el manejo del proyecto.
- Control de los puntos clave del proyecto
- Control de las rutas críticas
- Selección de aseguradora
- Financiamiento del proyecto.
- Prioridades en el proyecto;
- Análisis inicial de los resultados.

Finalmente el manejo de los riesgos necesita ser direccionado al nivel de implementación de proyecto. Este escenario es asociado con el trabajo de proyecto y es como una asociación de gran extensión para los participantes de proceso de diseño e implementación [Burtonshaw-Gunn, 2009]. Finalmente en este escenario, las actividades del máximo manejo del riesgo son usualmente características, aunque algunos de éstos puedan ser el resultado de los escenarios previos. Para muchas organizaciones en este tercer escenario, se incluye todo el proceso completo del manejo del riesgo, el cual consiste de más problemas prácticos, tales como:

- Escases de materiales;
- Accidentes;
- Clima;
- Cambios en las órdenes;
- Retrasos en el diseño;
- Liquidación o quiebra del contratista;
- Costos adicionales del contratista;
- Seguridad;
- Calidad de los empleados;
- Desconocimiento de los parámetros del sitio de construcción;
- Seguridad y protección ambiental;
- Interpretación del proyecto;

Este tercer escenario, el periodo de implementación del proyecto, es para muchas compañías, el punto de partida en su proceso del manejo del riesgo, comenzando por la concesión del contrato [Burtonshaw-Gunn, 2009]. Se sugiere en el ambiente del manejo de los riesgos, un pre- contrato, que es especialmente más importante, para aquellos proyectos de construcción tomados como un contrato principal, lejos del país de origen del contratista.

3.4 Análisis del Riesgo y sus Etapas

Como se había mencionado antes, el análisis de Riesgo es el proceso que incluye la identificación de peligros, la evaluación, el manejo y la comunicación del riesgo.

Dentro de las etapas que constituyen el análisis del riesgo [Burtonshaw-Gunn, 2009], se encuentran:

- Identificación de los peligros
- Estimación de los Riesgos
- Manejo de los riesgos
- Comunicación del riesgo.

Los tipos de análisis a realizar también se clasifican en dos series, los cualitativos y los cuantitativos, los cuales se explican a continuación.

3.4.1 Análisis Cualitativo del Riesgo

El análisis cualitativo de los riesgos es de los más simples, e involucra un descripción lógica de los riesgos del proyecto; en algunas circunstancias, la identificación puede ser todo el análisis de riesgos que se requiere, en otros casos, será necesario un análisis más profundo. Cuando el análisis de los riesgos es cualitativos, comprende una cualificación y priorización de los riesgos que han sido identificados en términos de la probabilidad y el impacto en el proyecto de construcción en puerta [Burtonshaw-Gunn, 2009]. Cada riesgo debe ser asignado a un dueño quien ha comprendido dicho riesgo, y se interesa en su solución y la habilidad para dirigir el análisis y otras actividades más allá del manejo del riesgo. Para cada proyecto grande esto puede requerir las asignaciones de tiempo completo del encargado del manejo del riesgo, quien es capaz de dedicar una gran cantidad de su tiempo para asegurar que las estrategias tomadas para todos los riesgos de los proyectos, sean regularmente revisadas. El análisis cualitativo de los riesgos, es el proceso de tasar o valorar el impacto y las probabilidades de los riesgos identificados. Este proceso prioriza los riesgos de acuerdo con sus efectos potenciales en los objetivos del proyecto y hay un único camino para determinar la importancia de direccionar riesgos

específicos y guiarlos apropiadamente con su respuesta. El tiempo crítico de relacionar las acciones de riesgo, puede magnificar la importancia de un riesgo y de cómo debe ser direccionado. Una evaluación de la viabilidad de la información en una base regular, puede también ayudar a modificar la valoración de un riesgo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

El análisis cualitativo de los riesgos, requiere que las probabilidades y sus consecuencias sean evaluadas usando los métodos y herramientas de análisis cualitativo establecidas. Cuando un análisis de riesgos cualitativo es repetido, puede observarse alguna tendencia en los resultados, que puede indicar la necesidad de más o menos acciones de manejo de los riesgos. El uso de esas herramientas ayuda elaborar prejuicios correctos, de lo que con frecuencia se presentara en un proyecto [Burtonshaw-Gunn, 2009]. A continuación se muestra un proceso de análisis cualitativo de los riesgos, en la figura 1 - 4.

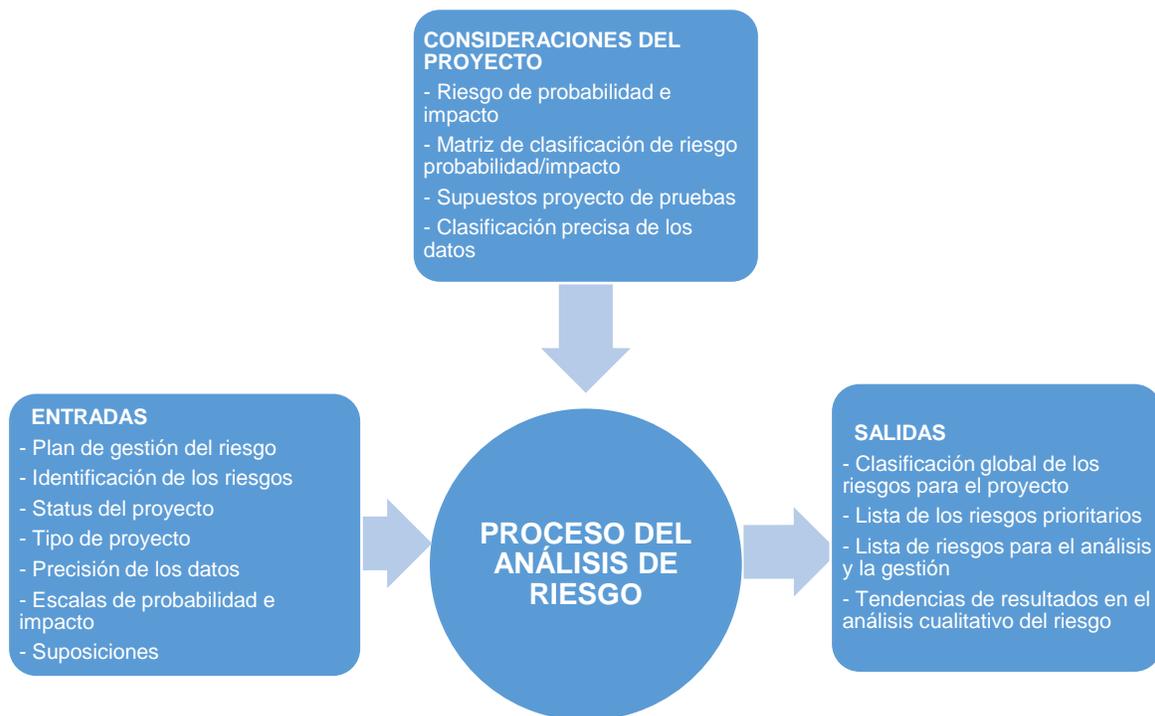


Figura 1 - 4. Proceso del análisis cualitativo del riesgo.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 60.

En la figura anterior, se pueden identificar los siguientes puntos:

- **Riesgos Identificados:** Aquellos descubiertos durante el proceso de identificación de los riesgos, y que son evaluados a lo largo del proyecto, con sus impactos potenciales.
- **Estado del Proyecto:** La incertidumbre de los riesgos, depende frecuentemente del progreso del proyecto, a lo largo de su ciclo de vida. En una fase temprana, los riesgos pueden no emerger, cuando el diseño del proyecto es inmaduro, pero cuando los cambios ocurren como parte del desarrollo y la viabilidad de los escenarios, hacen probable que más riesgos sean descubiertos a destiempo.
- **Tipo de Proyecto:** Los proyectos de tipo común o recurrente, tienden a tener un mejor entendimiento de la probabilidad de ocurrencia de los eventos de riesgo y sus consecuencias. Los proyectos que utilizan el estado del arte, innovación y liderazgo en el límite de los procesos de construcción y tecnología o proyectos más complejos donde típicamente se tiene más incertidumbre.
- **Precisión de los Datos:** El término precisión describe la extensión de cual riesgo es conocido y entendido. Mide la extensión de los datos válidos tan bien como la responsabilidad y validez de los datos. Como parte de este proceso, la fuente de los datos que fue identificada como de riesgo, debe también ser evaluada.
- **Escalas de probabilidad e impacto:** Estas escalas serán utilizadas en la valoración de las dos dimensiones claves de los riesgos que se describen más adelante.

Las herramientas y técnicas para el análisis cualitativo de los riesgos [Burtonshaw-Gunn, 2009], incluyen:

- Probabilidad de los riesgos e impacto;
- Matriz de probabilidades de impacto;
- Ishikawa (Diagramas de Fishbone);
- Árboles de Decisión; y
- Análisis y efecto de los modos de falla

Los dos elementos de probabilidad e impacto son aplicables solo a eventos específicos del riesgo, no para todos los proyectos. El análisis de los riesgos usando las probabilidades y sus consecuencias, ayuda al equipo del proyecto, o al director del riesgo a identificar aquellos riesgos que debería ser manejados más cercanamente o con cuidado. Observando la matriz probabilidad/impacto, debe observarse que dependiendo de la singularidad del proyecto, puede ser necesario producir una serie de matrices diferentes contra los criterios del proyecto en tiempo, costo y calidad (o comportamiento) adicionalmente a un entendimiento de las prioridades relativas de los factores para cada proyecto específico. En la figura 1 - 5 se muestra un ejemplo de una matriz de proyecto tiempo/riesgo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

La figura 1 - 5 muestra la combinación de las valoraciones de probabilidad e impacto que produce una clasificación alta; esto puede ser combinado con una luz de tráfico, codificada fácilmente para identificar la seguridad, el problema y las zonas de peligro del riesgo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

		Probabilidad		
		Baja 0 – 20%	Media 21 – 50%	Alta 51 – 100 %
Impacto (Tiempo)	Alta: 1 – 3 meses	3	3	4
	Media 1 – 4 semanas	2	3	3
	Baja 1 – 5 días	1	2	3

Figura 1 - 5. Proceso del análisis cualitativo del riesgo.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 61.

Clasificando los riesgos se puede indicar la posición total del riesgo de un proyecto relativo a otros proyectos, comparando las puntuaciones de los riesgos. Con estas bases, los datos de la figura 1 - 6 pueden ser utilizados para asignar personal o recursos a los proyectos con diferentes clasificaciones de riesgo, y se pueden dirigir al costo beneficio el análisis de la decisión acerca del proyecto, o ciertamente para proveer una vista más estratégica de las decisiones que se tomarán en el inicio del proyecto, su continuación, o su cancelación por ejemplo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Las figuras 1 - 5 y 1 - 6, pueden ser apropiadas para un proyecto, o la organización para combinar las matrices como se muestra en la figura 1 - 7. Esta matriz de 6 x 5 de severidad/probabilidad, es una de las más comúnmente utilizadas, aunque las matrices pueden encontrarse clasificadas dentro de las de 10 x 10, donde se requiere un nivel más preciso de sensibilidad del riesgo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Identificación del riesgo	Costo del impacto	Programa de impacto	Impacto de ejecución	Resultado critico
Riesgo 1	L	L	L	L
Riesgo 2	H	H	H	H
Riesgo 3	H	L	L	M
Riesgo 4	VL	VL	H	H

Figura 1 - 6.- Proceso del análisis cualitativo del riesgo.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 62.

La matriz mostrada en la figura 1 - 7, es una matriz tipo “reactiva”, la cual utiliza evidencia histórica para proveer una guía en la frecuencia de los términos [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Las bases de la matriz de riesgos son siempre las mismas (contrastando la frecuencia y consecuencias de las variables). Tal como esto, es importante que el mecanismo de puntuación utilizado, se decida con una aplicación avanzada y consistente, a través de todo el proyecto. Naturalmente los controles deberán estar en un lugar desde el cual se pueda prevenir el o los eventos que sucederán, para minimizar o recuperarse de la situación en un retorno, tan pronto como sea posible, y regresar a la normalidad las operaciones. Como parte del proceso de evaluación y manejo de los riesgos, los controles son identificados para cada escenario de riesgo y la evaluación de su efectividad. Algunos tipos de control son más efectivos que otros en reducir los riesgos [Burtonshaw-Gunn, 2009], estos, son enlistados a continuación en orden de importancia de la efectividad del control:

- Equipo de protección del personal: ¿Es actualizado y utilizable?, ¿Se ajusta a la propuesta?

- Administrativos: ¿Los procedimientos de la organización necesitan cambios?, ¿Son los equipos de proyecto aptos para ser cambiados?, ¿Puede la organización proveer más capacitación?
- Separados: Se puede el tiempo, distancia, escudos o guardias ser utilizados para dar protección al proyecto de los peligros.
- Ingeniería: ¿Puede un diseño menos peligroso ser desarrollado?, ¿Puede ser modificado el equipamiento ara ser más seguro?
- Sustituidos: ¿Pueden los peligros ser remplazados por uno menos dañino?
- Eliminados: ¿Pueden los peligros retirarse todos juntos?, ¿Existe una mejor forma?

Debe notarse que el costo del manejo de los riesgos requiere ser absorbido por las consecuencias o dirigirse desde su ocurrencia. Las acciones que se toman para reducir la probabilidad y/o el impacto antes del evento, que puede ser dividido en dos áreas: pre y post mitigación. La pre mitigación, incluye establecer un plan de respaldo (o plan B), el cual pueda ser accionado para resolver un tópico, esto es probable que sea una estrategia alternativa para alcanzar los objetivos que requieren financiamiento para ser liberados con un subsidio de la contingencia. La post mitigación, comúnmente se refiere a lo intrínseco de la industria de la construcción, como planes de acción, que son una estrategia de mitigación del riesgo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Gravedad	Consecuencias				Incremento de la probabilidad				
	Personas	Ventajas	Medio ambiente	Reputación	A: Nunca se ha dado en la industria	B: A ocurrido en la industria	C: A ocurrido en la industria	D: Ocurre varias veces al año en la empresa	E: Ocurre varias veces al año en el lugar
0	No hay lesiones	No hay daño	Sin afectación	Sin impacto	Gestión para la mejora continua				
1	Lesiones leves	Daño leve	Afectación leve	Impacto leve					
2	Lesiones menores	Daño menor	Afectación limitada	Impacto limitado	Incorporación del riesgo				
3	Lesiones mayores	Ubicación de daño	Afectación localizada	Impacto considerable					
4	1 – 3 Fatalidad	Daños mayores	Afectación mayor	Impacto nacional	Reducción de la escala		Intolerable Inmediato		
5	Múltiples fatalidades	Daño extenso	Afectación Masiva	Impacto internacional			Correctivo Acción		

Figura 1 - 7.- Proceso del análisis cualitativo del riesgo.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 63.

Una característica final del análisis cualitativo, es la manejabilidad de la evaluación del riesgo, y su entendimiento para externarlo a los que pueden ser afectados por ese riesgo. Esto puede ofrecer oportunidades de direccionar la facilidad de acuerdo con el riesgo, concordando con la causas de los riesgos conocidos controlables [Burtonshaw-Gunn, 2009].

En general, un análisis cualitativo tiene gran variedad de herramientas que pueden ser utilizadas y que ya se han mencionado, y que mostraremos a continuación:

- El diagrama de pescado de causa y efecto que fue ideado por Kaoru Ishikawa, quien fue pionero de los procesos del manejo de la calidad en el

astillero Kawasaki. El diagrama causa-efecto explora todas las posibles o causas actuales que resultan en un solo efecto, y pueden ser usadas para resolver problemas y examinar las causas de los riesgos. Un ejemplo del diagrama de Ishikawa, se muestra en la figura 1 - 8.

- Árboles de Error (o arboles de decisión) (FTA), es un método comúnmente utilizado por las áreas responsables de ingeniería de seguridad, para analizar los escenarios de error en el diseño y construcción. Mientras que el árbol de error y el diagrama de Ishikawa empiezan por observar los efectos y entonces trabajar en retrospectiva para identificar los riesgos, en un proyecto de manejo del riesgo, de cualquier manera es más usual proceder de manera inversa, primero listando todos los posibles riesgos y entonces valorando sus posibles efectos.
- FMEA ha sido también importante en el manejo de los riesgos de proyecto, de la ingeniería de responsabilidad y calidad. Este método empieza por considerar los eventos de riesgo, y entonces se procede a predecir todos los posibles efectos en una tabla como la que se muestra en la figura 1 - 9.

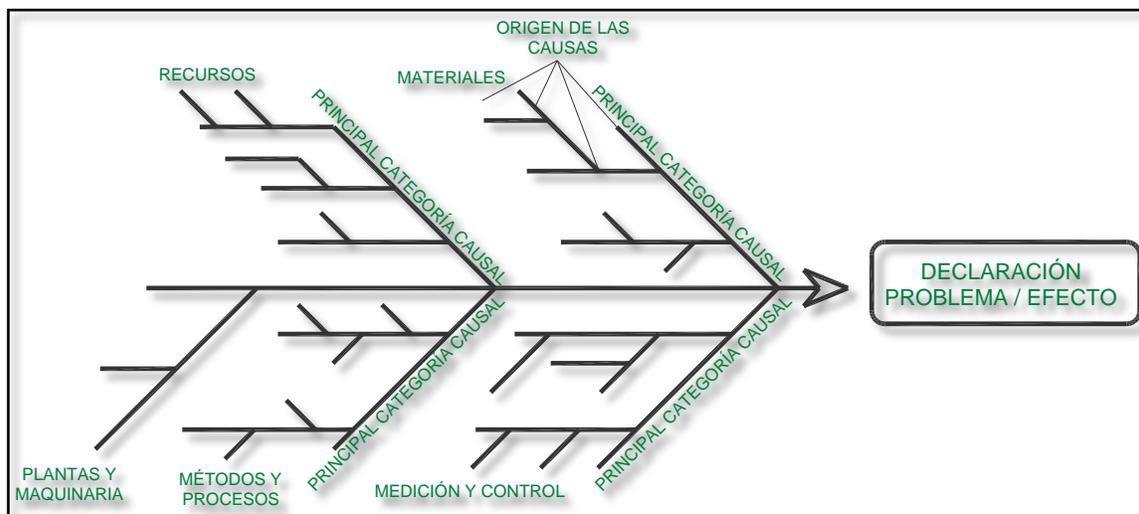


Figura 1 - 8. Proceso del análisis cualitativo del riesgo.

Fuente: "The Essential Management Toolbox"

Item	Modo de fracasar	Causa del fracaso	Efecto	Remedio: acción recomendada
1				
2				

Figura 1 - 9. Tabla típica FMEA.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 65.

3.4.2 Análisis Cuantitativo del Riesgo

El Análisis Cuantitativo de Riesgos sigue en general desde el análisis cualitativo del riesgo. El proceso de análisis cuantitativo de riesgos tiene como objetivo analizar numéricamente la probabilidad de cada riesgo y sus consecuencias sobre los objetivos del proyecto, así como el grado de riesgo general del proyecto [Burtonshaw-Gunn, 2009]. Este proceso utiliza técnicas como la simulación de Monte Carlo y teoría de la decisión de:

- Determinar la probabilidad de lograr un objetivo específico del proyecto;
- Cuantificar la exposición del riesgo para el proyecto y determinar el tamaño de los costos y el programa de reservas para contingencias que se puedan necesitar;
- Identificar los riesgos que requieren la mayor atención al cuantificar sus contribuciones relativas a los riesgos del proyecto;
- Identificar los costos, horarios, o el alcance de los objetivos de trabajo que sean realistas y alcanzables.

Análisis Cuantitativo de Riesgos requiere la identificación del riesgo después de que los procesos de análisis de riesgos, tanto cualitativos como cuantitativos se pueden utilizar por separado o en conjunto. Las consideraciones de tiempo, la disponibilidad del presupuesto y la necesidad de que ambos tipos de declaraciones de análisis sobre los riesgos y los impactos determinarán qué métodos utilizar [Burtonshaw-

Gunn, 2009]. Las tendencias en los resultados cuando se repite el análisis cuantitativo pueden indicar la necesidad de una mayor o menor acción de gestión.

Las entradas para el análisis cuantitativo de riesgos se muestran en la figura 1 - 10.

Hay muchas herramientas disponibles para la identificación y evaluación de riesgos y controles de riesgo, que van desde la experiencia basada en el juicio, listas y matrices de riesgo, para la revisión y el análisis de técnicas especializadas como se discutió en el capítulo anterior [Burtonshaw-Gunn, 2009]. La herramienta más adecuada depende de la complejidad de la operación, el nivel de riesgo, y la facilidad de uso así como la forma de la salida. Estos son las entradas utilizadas en el proceso de análisis de riesgo cuantitativo.



Figura 1 - 10. Proceso del análisis cuantitativo del riesgo.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 66.

Al seguir los pasos de la evaluación del riesgo nos dice Burtonshaw-Gunn, (2009), y la gestión de los procesos, los riesgos primero se identifican, y luego se evalúan en

términos de consecuencias y probabilidad. Esto significa que el esfuerzo posterior, en cuanto a la evaluación detallada y demostración de control, puede dar prioridad a los riesgos más importantes. Un tipo de técnica detallada de evaluación del riesgo se conoce como el análisis de moño que, aunque no restringida los riesgos con importantes consecuencias, se aplica con más frecuencia cuando los riesgos conducen a consecuencias significativas.

La metodología de moño es una técnica de evaluación de riesgos cualitativa, que promueve la participación laboral en el análisis de la situación de riesgo y proporciona una herramienta sencilla para la comunicación, de la forma en que se comporte el riesgo, como se puede escalar y finalmente, como se gestiona. La metodología es ampliamente utilizada en la industria del petróleo y gas en todo el mundo en donde las implicaciones de un riesgo de ocurrencia pueden tener consecuencias graves o catastróficas. Los elementos de un diagrama de moño se muestran en la figura 1 - 11.

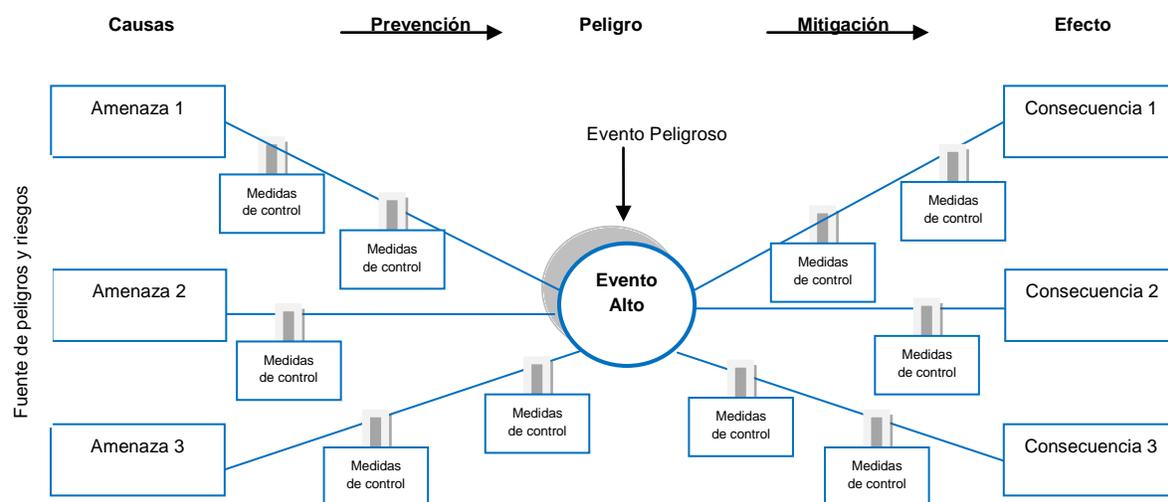


Figura 1 - 11. Elementos de un diagrama de moño.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 67.

El diagrama de moño proporciona un panorama de las causas y consecuencias de la situación de mayor riesgo y los controles en el lugar, en el momento del análisis para

evitar el evento o limitar su impacto. Una vez que la evaluación se ha completado, la situación puede cambiar y, en particular, las medidas de control pueden llegar a ser menos eficaz o desaparecer por completo. A fin de proporcionar la seguridad de que el peligro seguirá una gestión eficaz, es necesario identificar las tareas que se llevan a cabo como parte de las obligaciones del día a día de la fuerza de trabajo que soportan y mantienen las barreras identificadas, medidas de recuperación y control de los factores de escalamiento. Estas tareas críticas aseguran que las medidas de control seguirán funcionando en el futuro y, por lo tanto son esenciales para la gestión continua del peligro. Las tareas críticas pueden ser las actividades de diseño, operaciones o actividades de mantenimiento o incluso los relacionados con las tareas de gestión y administración. Partiendo de esta premisa las tareas críticas son por lo tanto las tareas no necesariamente peligrosas [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Aunque no hay reglas simples sobre el nivel de detalle, las tareas generales se deben identificar a un nivel tal que puedan ser verificadas a nivel del supervisor. Si ellos están dirigidos a un nivel demasiado alto (por ejemplo, el Director se hace responsable de todas las tareas), esto ya no tiene sentido y se vuelve ineficaz. Del mismo modo, si las tareas se asignan a muy bajo nivel, entonces el número de tareas individuales a ser documentados se vuelve inmanejable [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Al analizar las herramientas para el análisis cualitativo, uno de los métodos utilizados se adapta y se extendía desde la herramienta cuantitativa de tabular FMEA y se conoce como Análisis Crítico del Efecto al Modo de Quiebra (FMECA). En esta herramienta cada punto se clasifica en una escala de 1 a 5, en donde el valor más alto indica el mayor grado de importancia. Las entradas pueden desde los análisis de riesgos o formar un comité de riesgos o mediante el ejercicio de lluvia de ideas. En la tabla (Figura 1 - 11) el término dificultades de detección se refiere a la percepción de dificultad de darse cuenta de la causa del riesgo, tales como error de diseño, en el tiempo para evitar que el evento de riesgo se produzca. Esto requiere una cantidad considerable de juicio. El producto de estos parámetros da una clasificación total de los riesgos y cuando se realiza en cada elemento de la lista de riesgos permite que la

lista se filtre en orden descendente por lo que los riesgos de mayor prioridad para la acción de manejo aparecen en la parte superior de la lista [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Tema	Modo de fracaso	Causa del fracaso	Efectos	Oportunidad	Gravedad	Detección de la dificultad	Clasificación total
1.- Edificio principal	La construcción se derrumba durante la instalación de la planta	Errores en los cálculos de carga del suelo	Lesiones personales. Retrasos en el proyecto. Pérdida de la reputación	2	1	3	6
2.- Edificio principal	La construcción se derrumba durante la instalación de la planta	Las losas se colaron incorrectamente	Lesiones personales. Retrasos en el proyecto. Pérdida de la reputación	1	5	3	15

Figura 1 - 12. Parte de una Matriz FMECA.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 68.

Cuando todos los riesgos de los proyectos han sido identificados, evaluados y calificados, pueden ser documentados en forma tabular, los registros de riesgos que permite la revisión y comunicación de los riesgos con el equipo del proyecto, incluyendo las acciones que se han programado para mitigar la ocurrencia de riesgos. En general, un registro de riesgos es similar en formato al método FMECA se muestra en la figura 1 - 12. Un registro de riesgos, como se muestra en la figura 1 - 10, puede cubrir más detalle que la que se aplica en la tabla, ya que puede discutir en profundidad la naturaleza del riesgo, el impacto y las acciones que se pueden hacer para prevenir o reducir el impacto de los riesgos [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Clave del Riesgo	Fecha	Descripción del riesgo y consecuencias	Probabilidad P= 1-3	Impacto (gravedad) S =1-3	Identificación de la dificultad D = 1-3	Clasificación P x D x D	Mitigar o evitar la acción	Acción por:

Figura 1 - 13. Parte de una Matriz FMECA.

Fuente: Simon A. Burtonshaw-Gunn, Risk and Financial Management in Construction, London 2009, p. 69.

Al analizar la planificación de contingencia para el proyecto, la contingencia se puede dividir en dos tipos: técnicas y de gestión. La técnica de contingencia incluye la asignación de fondos para riesgos específicos que se encuentran fuera del desempeño normal del proyecto y, por otro lado, la gestión de contingencias cubre la asignación de fondos para las zonas de riesgo que las áreas no son suficientemente entendidas para identificar riesgos específicos, por ejemplo, las nuevas tecnologías, construyen procesos o nuevos acuerdos de asociación. Un plan de contingencia se aplica para identificar los riesgos que puedan surgir durante el proyecto y el desarrollo de dicho plan por adelantado puede reducir considerablemente el costo de una acción en caso de producirse el riesgo. Los factores de riesgo, como la falta de un hito provisional por ejemplo, deben justificar un plan de reserva para ser accionados. En general, un plan alternativo se desarrolla si el riesgo tiene un alto impacto en el proyecto o la no realización de los objetivos de su interés. Este enfoque podría incluir la asignación de una cantidad de contingencia, el desarrollo de opciones alternativas o cambiar el alcance del trabajo [Burtonshaw-Gunn, 2009].

La respuesta más habitual de aceptación del riesgo es el de establecer una asignación de contingencia (o reservas) que incluye la asignación de tiempo, dinero o recursos para dar cuenta de los riesgos conocidos. La asignación deberá ser determinado por el impacto y se calcula en un nivel aceptable de exposición al riesgo para los riesgos que han sido aceptados [Burtonshaw-Gunn, 2009].

El costo de contingencia se establece utilizando un método tal como la simulación de Monte Carlo. Esto normalmente ocurre en los primeros puntos de diseño y en la vida del proyecto. La contingencia suele establecerse en un nivel de confianza del 80/20, lo que significa que el 80 por ciento de las veces el proyecto puede ser completado por debajo del nivel de capitalización. De la misma manera también significa que el 20 por ciento de las veces, el proyecto no puede ser completado dentro del presupuesto. En la práctica, la contingencia no debe ser utilizada para cubrir el alcance adicional o cambios en el alcance de trabajo acordado en el resumen del proyecto original, ya que este debe ser identificado y financiado como un trabajo adicional por separado. Sin embargo, la contingencia puede ser utilizada para cubrir el costo de la realización de actividades que han sido planeadas para cubrir el costo del manejo o de mitigar la realización de un riesgo identificado [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Como parte de las actividades de gestión de proyectos, los gerentes de proyecto deben desarrollar programas con plazos de ejecución bien definidos, como el costo es a menudo una función del tiempo. Todas las tareas con alto potencial de riesgo que afectarán negativamente a la programación del proyecto deben tener horario de contingencia para financiar los requisitos de tiempos adicionales. Se aconseja que programa de contingencia no debe ser considerado como programa del proyecto de reserva y por lo tanto no debe ser manejado como reserva. A menudo, este programa de reserva se utiliza como una herramienta para gestionar el riesgo del programa y viceversa. Un programa de la ruta crítica puramente manejado por la lógica de las relaciones de trabajo y sus duraciones asociados tendrá como reserva un subproducto natural [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Un programa de contingencia puede ser desarrollado en cuatro formas:

Simulación de Monte Carlo -. Este método emplea el mismo tipo de simulación de Monte Carlo, se utiliza en el desarrollo de contingencias de costos para determinar un programa de contingencias. Para cada hito de un valor, una estimación alta, una estimación baja y se asigna un factor de probabilidad. El factor de probabilidad se

expresa como un porcentaje y es la probabilidad de que el resultado real dará lugar a una serie de resultados de la que el director de proyecto puede elegir la probabilidad de éxito deseado [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Simulación de Monte Carlo de la ruta crítica -. Este método se lleva a cabo de la misma manera como se describió anteriormente, pero utiliza todas las actividades de la ruta crítica. Para este método es necesario el programa completo de un proyecto, y a menudo no es alcanzable en la fase de concepción del proyecto, cuando aún se está desarrollando el programa de contingencia [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Evaluación de Proyecto y Técnica de Revisión (PERT) PERT es un método de programación, que se utiliza mucho para el uso de las tres duraciones para cada actividad del programa. Estas tres duraciones representan las más pesimistas, las más probables y los elementos de tiempo más optimistas. Con el fin de determinar la duración esperada del proyecto, la siguiente fórmula se utiliza para proporcionar una duración ponderada:

$$\text{Duracion} = \frac{\text{mas pesimista} + \text{más optimista} + 4 (\text{más probable})}{6}$$

Histórico / experiencia pasada. Este método emplea el uso de la experiencia y conocimientos de los miembros del equipo del proyecto. En este método la duración del proyecto se basa en su experiencia, la educación y el juicio del trabajo en proyectos similares. Si este método no está respaldado por los datos históricos específicos del lugar, entonces no se debe utilizar, ya que sus resultados de salida son en gran parte subjetiva y justificar el importe de la contingencia puede llegar a ser difícil [Burtonshaw-Gunn, 2009].

Como se señaló anteriormente en el método PERT, el uso de tres estimaciones puntuales es un enfoque común en el estudio del programa de riesgo. Para cada proyecto las siguientes preguntas deberán ser contestadas:

La fecha más probable o esperada, que supuestos son, y que interdependencias deben realizarse para garantizar que se cumpla el requisito de la fecha.

Para el mejor de los casos (a veces se denomina la fecha final) lo que existen oportunidades de que se puede utilizar para acortar la actividad y permitir que la fecha de hito deben alcanzarse antes, y por cuánto.

Al buscar en la peor fecha. ¿Cuáles son los riesgos relacionados con el programa que, no se mitigan, retrasarían la actividad y el logro del hito, y por cuánto?

Tres puntos de la estimación también pueden hacer uso de la siguiente fórmula para permitir que un valor esperado se calcula usando la misma fórmula que se muestra más arriba [Burtonshaw-Gunn, 2009]. Por ejemplo:

$$\text{Valor esperado} = \frac{\text{más optimista (MO)} + 4 (\text{más probable (ML)}) + \text{mas pesimista (MP)}}{6}$$

Otra versión ponderada es que el:

$$\text{Valor esperado} = \frac{\text{MO} + 3(\text{ML}) + 2 (\text{MP})}{6}$$

Esto también lleva a entender el grado de incertidumbre que $(\text{MP}-\text{MO}) / 6 =$ la desviación estándar, y el tema de las estadísticas y la regla normal de distribución.

Por último, el análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué riesgos tienen el impacto más potencial en el proyecto mediante examinar el alcance de la incertidumbre de cada tarea del proyecto que afecta al proyecto para ser una realidad. Al llevar a cabo la evaluación cuantitativa, todos los modelos de proyectos se componen de variables y fórmulas donde algunos pueden ser ponderados a ser más importantes que otros para determinar cómo el proyecto se puede modelar y dar

la mejor guía para la planificación de la gestión y toma de decisiones [Burtonshaw-Gunn, 2009].

3.5 Análisis de Riesgo y Métodos



Diagrama 3 - 5. Análisis de riesgo y métodos.

Fuente: Buscador Google (2013).

3.5.1 Amenazas de la Empresa

En una época de fuertes y frecuentes cambios, el éxito o fracaso de las organizaciones está condicionado en un alto grado por la habilidad que muestran para aprovechar las oportunidades o enfrentar las amenazas que el tiempo trae consigo.

Conceptualmente el problema es un tanto simple: por un lado se realiza un análisis externo para identificar los cambios que vienen (oportunidades y amenazas), mientras que por el otro realiza un análisis interno para establecer qué capacidad tiene la empresa para hacerles frente (fortalezas y debilidades), para sobre esta base definir las estrategias que conviene seguir.

Como antecedentes para este análisis se necesita conocer los claroscuros del futuro: En qué grado puede ser conocido el futuro (que va de la virtual certeza hasta la plena incertidumbre y cómo influye esto en las formas de planeación.

3.5.2 Incertidumbre del Futuro

Hace tiempo se ha tenido que abandonar la idea de un futuro estable dada la continua aparición de cambios sorpresivos y radicales de alto impacto, lo que en ocasiones ha llevado a adoptar una posición tremendista en la que se marca que poco o nada puede ser predecible, por lo que la planeación carece de sentido.

Como aquí se concibe el futuro, ningún extremo es del todo cierto o falso, dado que el futuro no es homogéneo, sino que está compuesto por distintas zonas que van del claro hasta la sombra total en cuanto a la certidumbre de lo que cabe esperar, conforme a lo cual varían las formas de planeación.

Zona clara: Esta zona está formada por cambio en el medio ambiente que prácticamente ya se encuentran presentes o para los que existe virtual certeza en cuanto a lo que está por venir, como es el caso de eventos predeterminados y tendencias estables que se extienden en el tiempo.

En estas condiciones, la estrategia a seguir es una de compromiso, realizando como programas de acción bien definidos para cumplir con los nuevos requerimientos y lograr un tránsito ordenado y provechoso al futuro.

Zona de grises: Constituye una extensión de la anterior zona, en la que los valores estimados no son fijos sino que se ubican en un margen, por lo que la estrategia debe ser flexible para responder a valores altos, medios o bajos.

Zona de penumbra: En este caso no hay un conocimiento cierto o único del futuro, aunque razonablemente se pueden asignar probabilidades a los distintos eventos o resultados, en cuyo caso la estrategia adquiere un carácter contingente esto es, se plantearía un plan de acción para responder a cada posible situación.

Zona de tinieblas: El futuro se presenta como una incógnita, ya sea por falta de información o entendimiento, además de las genuinas sorpresas.

Al dominar la incertidumbre, la estrategia que queda es mantener un monitoreo estrecho e ir haciendo los ajustes pertinentes conforme se requieran.

3.5.3 Técnicas de Pronósticos

Para anticipar el futuro que cabe esperar se cuenta con un variado conjunto de herramientas, cuyo poder y límites no quedan siempre claros, por lo que aquí se presenta un panorama general.

Técnicas de extrapolación: se busca conocer el futuro a partir de los datos del pasado, como una continuación del mismo, lo que lleva a técnicas como la regresión, las series de tiempos, números índice o simples gráficos.

Entre sus ventajas destacan la factibilidad para su aplicación, el que no requieren de un conocimiento profundo del fenómeno de interés, que cuentan con un buen soporte teórico y que tienen buena aceptación por su objetividad (al partir de datos concretos).

Su límite es cuando no se dispone de los datos suficientes o éstos no son confiables, así como cuando tal historial deja de ser representativo debido a alguna discontinuidad que implique una ruptura con el pasado.

Modelos causales y de simulación: En donde se busca reproducir la realidad y por ese medio ver al futuro.

Sus ventajas son que permiten atender cambios estructurales y que no requieren de abundante información estadística; a cambio de ello son muy exigentes en cuanto a la profundidad del conocimiento de las variables modeladas y sus relaciones, además del tiempo y esfuerzo requerido, lo que con frecuencia los hace imprácticos.

Técnicas de consulta a expertos: En las que se aprovecha el conocimiento intuitivo de la gente para apuntar al futuro.

Con frecuencia es el único recurso con sentido práctico que queda, su defecto son los posibles sesgos de los expertos y la introducción del problema de falsa respuesta.

Monitoreo: En lugar de anticipar el futuro se tratan de detectar en forma temprana los cambios que vienen, para así dar una respuesta lo más oportuna posible, con la desventaja de que puede ser tardío.

3.5.4. Análisis Externo

Con los términos de oportunidad y amenazas se hace referencia a aquellas condiciones favorables o desfavorables para la empresa que derivan de los cambios que se dan en el medio ambiente; entre tales cambios se incluyen tanto las nuevas situaciones que de alguna manera ya están presentes, como los hechos que al futuro pueden verificarse.

El procedimiento que se sugiere para establecer las oportunidades y amenazas más significativas contempla las siguientes etapas:

1. Explorar el medio ambiente para definir los cambios más significativos que se han dado en los últimos tiempos y los que se pudieran anticipar para el futuro;

2. Indicar qué probabilidad o grado de certeza se atribuye a la ocurrencia de cada uno de esos cambios
3. Establecer qué oportunidades y qué amenazas se abren para la firma si llegan a materializarse dichos cambio; y,
4. Finalmente, valorar el nivel de impacto que se tendría.

Así, se integra una lista de oportunidades y amenazas para las que se debe preparar la empresa, que se recomienda reducir a un mínimo al dirigir la atención a los retos de mayor relevancia.

Para analizar el examen del medio ambiente se sugiere pensar en los tres siguientes niveles:

Ambiente general: Aquí se colocan aquellos factores de carácter general que al variar pueden tener un impacto directo o indirecto en la organización, como son los cambios económicos, sociales, políticos o legales.

Ambiente operativo: Corresponde a aquellos elementos con los que la empresa interactúa, como son los proveedores, rivales o sociedad cercana, cuyo cambio también representa una importante fuente de oportunidades y amenazas.

Ambiente interno: En este nivel se hace referencia a cambios que si bien se dan en el interior de la empresa, su ocurrencia escapa del control de la misma, como podría ser una huelga o algún siniestro.

Dentro del análisis externo se realiza un análisis de clientes, análisis de la competencia, análisis del mercado y análisis del entorno.

El análisis externo tiene una componente importante en el proceso de pensamiento estratégico.

Provoca que el Presidente de la compañía y el grupo de alta dirección desarrollen nuevas opciones o alternativas estratégicas y tomen distancia de los problemas operacionales del día a día.

El reto es buscar la estrategia desde el punto de vista del cliente, la competencia, el mercado y el análisis del entorno.

Propósito Fundamental del Análisis Externo es Identificar:

Oportunidades: Son tendencias o eventos que pueden llevar a la empresa a un cambio significativo incrementando las ventas y las utilidades, siempre y cuando se de una respuesta estratégica apropiada.

Amenaza: Son tendencias o eventos futuros que provocaran un severo impacto disminuyendo las ventas y utilidades, si no se da una respuesta de carácter estratégico a tiempo.

Cuestionamientos estratégicos: Están relacionados con áreas de incertidumbre acerca del negocio o del entorno que tiene el potencial de afectar la estrategia, puede generar un área estratégica con necesidades críticas de información.

Escenarios: Son exploraciones del futuro con base a diferentes hipótesis: Surge la necesidad de hacerlos con base a oportunidades, amenazas y cuestionamientos estratégicos, constituyen opciones estratégicas.

3.5.5 Análisis Interno

Una vez que se han definido las principales oportunidades y amenazas, el trabajo que sigue es valorar los elementos con los que se cuenta para ofrecer una respuesta apropiada, lo que clásicamente se refiere como el establecimiento de fortalezas y debilidades

La capacidad de respuesta está en función del nivel y la calidad de los recursos, las habilidades que se han logrado desarrollar o la posición que ocupa la empresa, lo

que hace una lista larga de factores por considerar, por lo que se deben enfocar los aspectos clave. Apropiaada, lo que clásicamente se refiere como el establecimiento de fortalezas y debilidades.

Una manera ágil y productiva para identificar las fortalezas y debilidades críticas resulta de preguntar directamente lo siguiente:

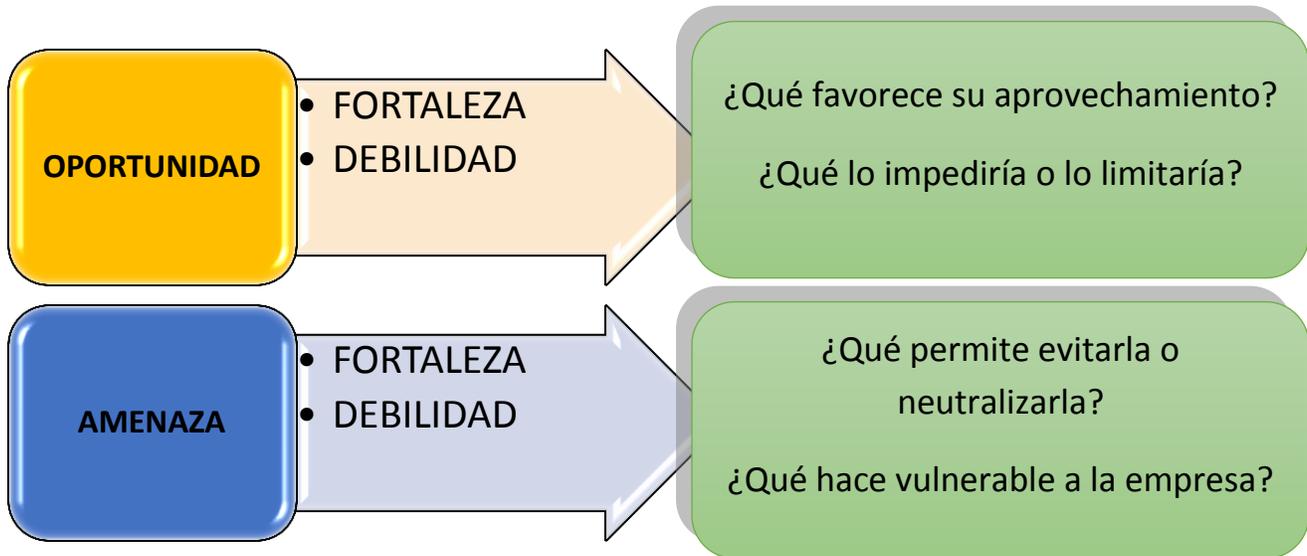


Diagrama 3 - 6. Análisis interno.

Fuente: Buscador Google (2013).

CAPÍTULO IV

INVESTIGACIÓN DE CAMPO. ANÁLISIS E
INTERPRETACIÓN DE DATOS

Diagrama 4 - 1. CAPÍTULO IV



Fuente: Elaboración Propia (2013)

4.1 La Encuesta

Señalan los autores Fernández, Narez, & García (2008), que la encuesta es una técnica para adquirir información de interés sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado.

Con el que se puede conocer la opinión o valoración del sujeto seleccionado en una muestra sobre un asunto dado. A diferencia de la entrevista, el encuestado lee previamente el cuestionario y lo responde por escrito, sin la intervención directa de persona alguna de los que colaboran en la investigación.

La encuesta, una vez confeccionado el cuestionario, no requiere de personal calificado a la hora de hacerla llegar al encuestado. A diferencia de la entrevista, la encuesta cuenta con una estructura lógica y rígida que permanece inalterada a lo largo de todo el proceso investigativo.

Las respuestas se escogen de modo especial, y se determinan del mismo modo las posibles variantes de respuestas estándares, lo que facilita la evaluación de los resultados por métodos estadísticos.

El instrumento consta de 22 preguntas (Ítems), todas ellas derivadas de la matriz de congruencia indicada en el punto 4.1.2.

4.1.1 Técnica Utilizada

En la presente investigación, se realizó la encuesta como investigación de campo, y en la cual se utilizaron las técnicas de Escala Likert y la encuesta descriptiva, explicativa y evaluativa, las cuales según los autores indican lo siguiente:

Escala Likert. Comenta Hernández, Fernández & Baptista (1997), que este método fue desarrollado por Rensis Likert a principios de los años treinta; sin embargo, se trata de un enfoque vigente y bastante popularizado. Consiste en un conjunto de

ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos a los que se les administra.

Encuesta Descriptiva, Explicativa y Evaluativa. En palabras de Hyman (1971), el objetivo central de la encuesta descriptiva es esencialmente la medición precisa de una o más variables dependientes, en alguna población definida o muestra de dicha población. Señala Hyman (1971), que la encuesta explicativa sigue el modelo de los experimentos de laboratorio, con la diferencia fundamental de que procura representar este diseño en un medio natural. Investigación evaluativa, según Alvira (1985), es la acumulación de información sobre una intervención, sobre su funcionamiento, sobre sus efectos y consecuencias.

4.1.2 Matriz de Congruencia

Para el diseño de la matriz de congruencia, que se incluye en la Tabla 4 - 1, las consideraciones metodológicas, entre ellas las variables, dimensiones e indicadores de la investigación, así como la selección idónea de la pregunta y los criterios que hacen referencia a ésta, a fin de detectar las necesidades y fundamentar la propuesta de este proyecto, contemplando los resultados de los análisis previos que se han realizado en éste.

Derivado de lo anterior, se presenta la matriz de congruencia en la Tabla 4 - 1, del instrumento de campo. Incluyendo las variables, dimensiones, ítem, indicador y criterios correspondientes, con el objetivo de establecer el porqué de cada pregunta y criterio.

Tabla 4 - 1. Matriz de congruencia de los cuestionarios.

Variable	Dimensión	ITEM	Indicador	Criterio
Análisis de Riesgos en la planeación para obtener mayor margen de utilidades.	Construcción del Túnel Emisor Oriente	1. ¿En términos de calidad, que aspecto es más importante para usted, en la planeación de la construcción del túnel emisor oriente?	Calidad	a. Acabados y materiales del túnel
				b. Ubicación geográfica
				c. Funcionalidad y Eficiencia
				d. Procedimientos Técnicos Constructivos
				e. Bienestar y seguridad
		2. Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Son adecuados los materiales y/o acabados de construcción?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		3. Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Los materiales de construcción inspiran confianza y seguridad durante la vida útil del proyecto?	Calidad	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		4. Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿El trazo definitivo, es adecuado para las necesidades geográficas del Distrito Federal?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		5. Respecto al riesgo en la construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Los lineamientos de seguridad para los trabajadores, y el uso de la maquinaria son adecuados?		a. En desacuerdo
b. De acuerdo				
c. No sé				

Continúa Tabla 4 -1

		6. Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿El tiempo de construcción ha cumplido con los compromisos adquiridos con la dependencia que contrato el servicio?	Aspectos Técnicos de Construcción	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		7. ¿Podrías indicarnos por orden de mayor a menor la importancia de los tres aspectos que más te preocupan en relación con la planeación de la construcción del Túnel Emisor Oriente?		
		a. Calidad de materiales y acabados		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		b. Ubicación geográfica del trazo definitivo		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
c. Diseño del diámetro final del túnel	a. En desacuerdo			
	b. De acuerdo			
	c. No sé			
d. Métodos de construcción utilizados	a. En desacuerdo			
	b. De acuerdo			
	c. No sé			
e. Los procedimientos de seguridad en el túnel	a. En desacuerdo			

Continúa Tabla 4 - 1

				b. De acuerdo
				c. No sé
		8. La planeación del trazo definitivo del Túnel Emisor Oriente, ¿se consideraron los estudios suficientes de: hidrología, geotecnia, geología, mecánica de suelos, entre otros?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		9. ¿El control de avance de obra, distribución de insumos y verificación de calidad son eficientes, adecuados y oportunos?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		10. Con relación al riesgo de costos de la construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Consideras que el cálculo de presupuestos, números generadores, cuantificaciones y estimaciones es adecuado y preciso?	Riesgo	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		11. Con relación al riesgo de seguridad en la construcción del Túnel Emisor Oriente ¿La maquinaria para construcción utilizada, es moderna y adecuada para las necesidades del proyecto?	Riesgo	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		12. Haciendo una valoración de los permisos jurídicos para poder construir las lumbreras en terrenos ejidales y zonas federales, ¿Consideras que es relativamente sencillo los trámites jurídicos, y/o permisos para poder adquirir los terrenos?	Permisos Jurídicos	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		13. Haciendo una valoración de los permisos jurídicos para poder construir el portal de salida en terrenos ejidales y/o zonas federales, ¿Consideras que es relativamente sencillo los trámites jurídicos, y/o permisos para poder adquirir los terrenos?	Permisos Jurídicos	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé

Continúa Tabla 1

Estructuración de la metodología de análisis de riesgo en la planeación de la construcción del túnel emisor oriente, mediante análisis cualitativo.	Aspectos de identificación y recopilación de información de análisis de riesgo.	14. Haciendo una valoración de las condiciones en las que se encuentra en servicio el Tramo 1 del Túnel Emisor Oriente, podría decir que, ¿Cumple con las expectativas para las que fue diseñado el Tramo 1?	Aspectos Técnicos	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		15. Respecto a los aspectos técnicos en la construcción, ¿Consideras que el diseño del revestimiento definitivo del túnel, es adecuado para soportar la corrosión durante su vida útil de las aguas negras y cumple con la normatividad vigente?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		16. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el diseño estructural es adecuado y cumple con la normatividad vigente?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		17. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el equipo de seguridad e higiene (en caso de existir) para los trabajadores, es adecuado y de acuerdo a los requerimientos de su labor?	Seguridad e Higiene	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		18. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el equipo de seguridad e higiene (en caso de existir) para los trabajadores, cumple con la normatividad correspondiente?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		19. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si existen planes de contingencia y/o simulacros, para capacitar al personal en caso de algún siniestro?	Control	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		20. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si están identificadas claramente las zonas de seguridad cercanas a su área de trabajo en caso de un siniestro?		a. En desacuerdo
			b. De acuerdo	
	c. No sé			

Continúa Tabla 1

		21. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si existen programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo para la maquinaria de uso cotidiano en la construcción?		a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé
		22. En relación con el estudio de riesgo climático en el Túnel Emisor Oriente, ¿Se realizó un análisis de riesgo climático, para la construcción del Túnel Emisor Oriente?	Clima	a. En desacuerdo
				b. De acuerdo
				c. No sé

Finaliza Tabla 1

Fuente: Elaboración propia (2013), considerando como referencia las variables, dimensiones e indicadores de la investigación, así como el apoyo del ejemplo que ofrecen los autores Hernández, Fernández & Baptista (1997), Metodología de la Investigación, (1ra. Ed.), pp. 209 - 213.

4.1.3 Determinación de la Muestra

Dada la naturaleza del trabajo, se realizaron los cálculos de muestra para determinar la cantidad de contribuyentes a encuestar en el municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México. Se hizo uso de la estadística inferencial, la cual dice Pagano (2011), son técnicas que emplean los datos obtenidos en la muestra para, a partir de ellos, hacer inferencias sobre sus respectivas poblaciones. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el modelo estadístico propuesto por Munch & Ángeles (1997), el cual es de la siguiente manera:

$$n = (Z^2 * p * q * N) / (N * e^2 + Z^2 * p * q)$$

En donde:

n: Tamaño de la muestra

Z: Nivel de confianza

N: Número de elementos que forman el universo

p: Probabilidad a favor de que suceda el evento

q: Probabilidad en contra de que suceda el evento

e: Error de estimación en el cálculo del tamaño de la muestra

Asignando valores se obtiene:

n: Valor a calcular

Z: 1.959972 (Valor recomendado)

N: 44 (población mayor de 18 años o más)

p: 0.85

q: 0.05

e: 0.05 (Valor recomendado)

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$n = [(Z^2) (p) (q) (N)] / [(N) (e^2) + (Z^2) (p) (q)]$$

Para efectos de detallar la ecuación se nombrará a:

$$A: (Z^2) (p) (q) (N)$$

$$B: [(N) (e^2)] + [(Z^2) (p) (q)]$$

De tal manera que $n = A / B$, sustituyendo valores en la ecuación se obtiene.

$$A = (1.959972^2 * 0.85 * 0.05 * 44) = 7.1835$$

$$B = (44 * 0.0025 + 1.959972^2 * 0.85 * 0.05) = 0.2732$$

Substituyendo en la ecuación se obtiene el tamaño de n.

$$n = A / B = 7.1835 / 0.2732 = 26.2881$$

De lo anterior dado a que es una muestra de personas, se redondearan los resultados de la muestra.

El resultado de la muestra estadística del total de la población que asciende a: 44 habitantes, fue de $n = 26$ personas, que son sujetas a contestar las preguntas contenidas en los instrumentos de campo, mismos que se presentan en la secciones posteriores.

4.1.4 Diseño y Validación del Instrumento Estadístico

Se aplicó un tamaño de muestra, fundamentado con el ejercicio de un proceso estadístico aleatorio, el cual determinó con certeza su tamaño y con ello se aplicaron 26 encuestas. Se diseñaron varios instrumentos estadísticos, uno como piloto que fue el que se estructuró para identificar las variables, mismo que fue aplicado a una población interna, para saber sus impresiones sobre el contenido, claridad y redacción, para poder de esta forma validar dicho instrumento.

El segundo instrumento estructurado, contuvo las dimensiones a las que se pretendían llegar, obteniendo a través de este proceso, un planteamiento más adecuado sobre las preguntas estratégicas que lo integran, y que una vez sometido a las pruebas piloto, en un escenario con características similares a las empleadas en el objeto de estudio, se realizó el análisis de las respuestas. Esto dio resultados satisfactorios para proceder con su aplicación. Una vez realizadas las pruebas se hicieron los ajustes sugeridos y pertinentes al cuestionario, obteniendo finalmente, el instrumento final que se aplicó a los trabajadores de la empresa constructora, específicamente del Municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México. De los 26 cuestionarios aplicados a los trabajadores de la empresa constructora, en las distintas direcciones (ver Tabla 4 - 2), se puede observar que el resultado de las opiniones y criterio establecidos en el cuestionario final aplicado, fue una opinión acertada de los sujetos seleccionados por la muestra.

Los resultados obtenidos a través de la aplicación del instrumento, se identificaron veraz y plenamente las deficiencias que se tienen en cuanto a la práctica del análisis de los riesgos tanto en la planeación como en la construcción del Túnel Emisor Oriente, en el Municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México.

Derivado de lo anterior se permitió, estudiar y estructurar con objetividad, los factores que intervienen en los distintos problemas existentes y proponer alternativas de solución. Finalmente se presenta la Tabla 4 - 2, el detallado de la aplicación de los cuestionarios, con el fin de corroborar el número de encuestas realizadas, en relación al tamaño de la muestra calculada con anterioridad, junto con el porcentaje que se aplicó en cada una de ellas.

4.1.5 El Cuestionario

A continuación se presenta el formato del cuestionario que se aplicó a la población calculada.

4. Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿El trazo definitivo, es adecuado para las necesidades geográficas del Distrito Federal?

- a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

5. Respecto al riesgo en la construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Los lineamientos de seguridad para los trabajadores, y el uso de la maquinaria son adecuados?

- a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

6. Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿El tiempo de construcción ha cumplido con los compromisos adquiridos con la dependencia que contrato el servicio?

- a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

7. ¿Podrías indicarnos por orden de mayor a menor la importancia de los tres aspectos que más te preocupan en relación con la planeación de la construcción del Túnel Emisor Oriente?

- a) Calidad de materiales y acabados
- b) Ubicación geográfica del trazo definitivo
- c) Diseño del diámetro final del túnel
- d) Métodos de construcción utilizados
- e) Los procedimientos de seguridad en el túnel

8. La planeación del trazo definitivo del Túnel Emisor Oriente, ¿se consideraron los estudios suficientes de: hidrología, geotecnia, geología, mecánica de suelos, entre otros?

- a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

9. ¿El control de avance de obra, distribución de insumos y verificación de calidad son eficientes, adecuados y oportunos?

a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

10. Con relación al riesgo de costos de la construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Consideras que el cálculo de presupuestos, números generadores, cuantificaciones y estimaciones es adecuado y preciso?

a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

11. Con relación al riesgo de seguridad en la construcción del Túnel Emisor Oriente ¿La maquinaria para construcción utilizada, es moderna y adecuada para las necesidades del proyecto?

a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

12. Haciendo una valoración de los permisos jurídicos para poder construir las lumbreras en terrenos ejidales y zonas federales, ¿Consideras que es relativamente sencillo los trámites jurídicos, y/o permisos para poder adquirir los terrenos?

a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

13. Haciendo una valoración de los permisos jurídicos para poder construir el portal de salida en terrenos ejidales y/o zonas federales, ¿Consideras que es relativamente sencillo los trámites jurídicos, y/o permisos para poder adquirir los terrenos?

a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

14. Haciendo una valoración de las condiciones en las que se encuentra en servicio el Tramo 1 del Túnel Emisor Oriente, podría decir que, ¿Cumple con las expectativas para las que fue diseñado el Tramo 1?

a) En desacuerdo b) De acuerdo c) No sé

15. Respecto a los aspectos técnicos en la construcción, ¿Consideras que el diseño del revestimiento definitivo del túnel, es adecuado para soportar la corrosión durante su vida útil de las aguas negras y cumple con la normatividad vigente?

a) En desacuerdo **b)** De acuerdo **c)** No sé

16. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el diseño estructural es adecuado y cumple con la normatividad vigente?

a) En desacuerdo **b)** De acuerdo **c)** No sé

17. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el equipo de seguridad e higiene (en caso de existir) para los trabajadores, es adecuado y de acuerdo a los requerimientos de su labor?

a) En desacuerdo **b)** De acuerdo **c)** No sé

18. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el equipo de seguridad e higiene (en caso de existir) para los trabajadores, cumple con la normatividad correspondiente?

a) En desacuerdo **b)** De acuerdo **c)** No sé

19. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si existen planes de contingencia y/o simulacros, para capacitar al personal en caso de algún siniestro?

a) En desacuerdo **b)** De acuerdo **c)** No sé

20. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si están identificadas claramente las zonas de seguridad cercanas a su área de trabajo en caso de un siniestro?

a) En desacuerdo **b)** De acuerdo **c)** No sé

21. Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si existen programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo para la maquinaria de uso cotidiano en la construcción?

a) En desacuerdo

b) De acuerdo

c) No sé

22. En relación con el estudio de riesgo climático en el Túnel Emisor Oriente, ¿Se realizó un análisis de riesgo climático, para la construcción del Túnel Emisor Oriente?

a) En desacuerdo

b) De acuerdo

c) No sé

Comentarios y Observaciones:

Fuente: Elaboración Propia (2013)

4.2 Resultados y Análisis

Se aplicó el instrumento a la muestra de población, fundamentada mediante el proceso estadístico correspondiente, para sumar un total efectivo de 26 cuestionarios aplicados a la misma cantidad de empleados de la empresa constructora.

Se aplicaron dos cuestionarios, el primero como prueba piloto, que se tomó como parámetro para identificar si el contenido y la claridad del mismo, dicho instrumento piloto se aplicó a una población ajena a la muestra, para conocer si los reactivos eran aceptables, y así poder validar el instrumento, evitando errores por ambigüedades.

El segundo instrumento se elaboró adecuadamente revisando y corrigiendo el contenido y la forma, respetando en todo momento la metodología de la investigación, así como las variables, dimensiones e indicadores de la misma. Se sometió a una segunda prueba piloto, en un escenario similar a las empleadas en el objeto de estudio, mismas que fueron debidamente aceptadas para su aplicación definitiva.

Una vez aceptado el instrumento en la segunda prueba piloto, se hicieron los ajustes recomendados, obteniendo como producto final el cuestionario que se aplicó en las oficinas de la empresa constructora.

De las 26 encuestas aplicadas a los empleados de la empresa constructora, en el municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México, se presenta a continuación la tabla 4-2, con el resultado, la ponderación y clasificación de las respuestas, para posteriormente presentar el análisis de los resultados por pregunta en el siguiente punto.

Tabla 4 - 2. Resultado de la Aplicación de las Encuestas.

Pregunta	Código	Categorías	Frec.	Ponderación	Porcentaje
1	a	Acabados y materiales del túnel	5	0,19	19%
	b	Ubicación geográfica	4	0,15	15%
	c	Funcionalidad y eficiencia	11	0,42	42%
	d	Procedimientos técnicos constructivos	3	0,12	12%
	e	Bienestar y seguridad	3	0,12	12%
Subtotales			26	1	100%
2	a	En desacuerdo	3	0,12	12%
	b	De acuerdo	18	0,69	69%
	c	No se	5	0,19	19%
Subtotales			26	1	100%
3	a	En desacuerdo	0	0,00	0%
	b	De acuerdo	20	0,77	77%
	c	No se	6	0,23	23%
Subtotales			26	1	100%
4	a	En desacuerdo	2	0,08	8%
	b	De acuerdo	17	0,65	65%
	c	No se	7	0,27	27%
Subtotales			26	1	100%
5	a	En desacuerdo	3	0,12	12%
	b	De acuerdo	21	0,81	81%
	c	No se	2	0,08	8%
Subtotales			26	1	100%
6	a	En desacuerdo	22	0,85	85%
	b	De acuerdo	2	0,08	8%
	c	No se	2	0,08	8%
Subtotales			26	1	100%

Continúa Tabla 4 - 2

Tabla 4 - 2. Resultado de la aplicación de las Encuestas.

Pregunta	Código	Categorías	Frec.	Ponderación	Porcentaje
7	a	Calidad de materiales y acabados	7	0,27	27%
	b	Ubicación geográfica del trazo definitivo	5	0,19	19%
	c	Diseño del diámetro final de túnel	1	0,04	4%
	d	Métodos de construcción utilizados	9	0,35	35%
	e	Los procedimientos de seguridad en el túnel	4	0,15	15%
Subtotales			26	1	100%
8	a	En desacuerdo	24	0,92	92%
	b	De acuerdo	1	0,04	4%
	c	No se	1	0,04	4%
Subtotales			26	1	100%
9	a	En desacuerdo	12	0,46	46%
	b	De acuerdo	12	0,46	46%
	c	No se	2	0,08	8%
Subtotales			26	1	100%
10	a	En desacuerdo	15	0,58	58%
	b	De acuerdo	8	0,31	31%
	c	No se	3	0,12	12%
Subtotales			26	1	100%
11	a	En desacuerdo	2	0,08	8%
	b	De acuerdo	21	0,81	81%
	c	No se	3	0,12	12%
Subtotales			26	1	100%

Continúa Tabla 4 - 2

Tabla 4 - 2. Resultado de la aplicación de las Encuestas.

Pregunta	Código	Categorías	Frec.	Ponderación	Porcentaje
12	a	En desacuerdo	23	0,88	88%
	b	De acuerdo	1	0,04	4%
	c	No se	2	0,08	8%
Subtotales			26	1	100%
13	a	En desacuerdo	21	0,81	81%
	b	De acuerdo	3	0,12	12%
	c	No se	2	0,08	8%
Subtotales			26	1	100%
14	a	En desacuerdo	1	0,04	4%
	b	De acuerdo	17	0,65	65%
	c	No se	8	0,31	31%
Subtotales			26	1	100%
15	a	En desacuerdo	2	0,08	8%
	b	De acuerdo	20	0,77	77%
	c	No se	4	0,15	15%
Subtotales			26	1	100%
16	a	En desacuerdo	0	0,00	0%
	b	De acuerdo	24	0,92	92%
	c	No se	2	0,08	8%
Subtotales			26	1	100%
17	a	En desacuerdo	10	0,38	38%
	b	De acuerdo	14	0,54	54%
	c	No se	2	0,08	8%
Subtotales			26	1	100%

Continúa Tabla 4 - 2

Tabla 4 - 2. Resultado de la aplicación de las Encuestas.

Pregunta	Código	Categorías	Frec.	Ponderación	Porcentaje
18	a	En desacuerdo	10	0,38	38%
	b	De acuerdo	12	0,46	46%
	c	No se	4	0,15	15%
Subtotales			26	1	100%
19	a	En desacuerdo	3	0,12	12%
	b	De acuerdo	16	0,62	62%
	c	No se	7	0,27	27%
Subtotales			26	1	100%
20	a	En desacuerdo	2	0,08	8%
	b	De acuerdo	20	0,77	77%
	c	No se	4	0,15	15%
Subtotales			26	1	100%
21	a	En desacuerdo	0	0,00	0%
	b	De acuerdo	20	0,77	77%
	c	No se	6	0,23	23%
Subtotales			26	1	100%
22	a	En desacuerdo	24	0,92	92%
	b	De acuerdo	1	0,04	4%
	c	No se	1	0,04	4%
Subtotales			26	1	100%

Finaliza Tabla 4 - 2

Fuente: Elaboración Propia (2013)

4.2.1 Graficas de los Resultados Obtenidos Mediante las Encuestas.

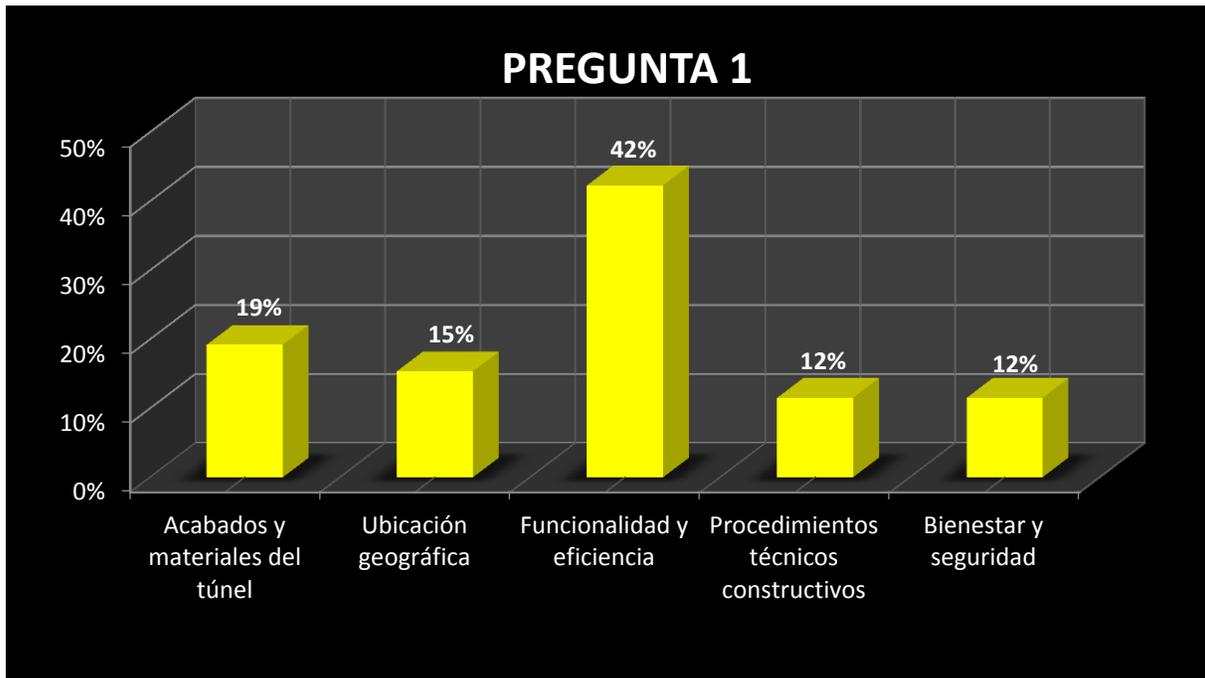
Pregunta 1: Se encontró que el aspecto más importante en términos de calidad es la funcionalidad y eficiencia con del Túnel Emisor Oriente con un 42%, seguido por el aspecto de acabados y materiales del túnel con un 19%, como tercer punto tenemos ubicación geográfica con 15%, y con la misma ponderación 12% procedimientos técnicos constructivos, bienestar y seguridad. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 1. Frecuencias de Pregunta 1:

Pregunta	Categorías	Frecuencia
¿En términos de calidad, que aspecto es más importante para usted, en la planeación de la construcción del Túnel Emisor Oriente?	Acabados y materiales del túnel	5
	Ubicación geográfica	4
	Funcionalidad y eficiencia	11
	Procedimientos técnicos constructivos	3
	Bienestar y seguridad	3
	Subtotales	26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 1. Resultados de la Pregunta 1.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 1.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 - 1, se puede observar claramente, que uno de los aspectos más importantes en cuanto a la calidad, es la funcionalidad y eficiencia del Túnel Emisor Oriente. La principal funcionalidad del Túnel Emisor Oriente es abatir el riesgo de inundaciones en la Ciudad de México y su zona conurbada; así como también ofrecer seguridad a poco más de 20 millones de habitantes, evitando futuras inundaciones.

Datos de CONAGUA indican que el costo total del proyecto será de aproximadamente 14, 230 mil millones de pesos*, esto nos indica que la empresa constructora.

Por otra parte de acuerdo a la gráfica 4 - 1 el segundo punto más importante son los acabados y materiales del túnel, esto nos indica que para este tipo de proyectos de infraestructura se requirieron cantidades enormes de insumos como son: cemento, acero, agua, grava, aditivos, químicos industriales, etc. Por lo cual se debe tener mucho cuidado en los aspectos más importantes que son calidad y precio al

*Dato obtenido de: <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/tunelemisororient.aspx>

momento de comprar todos los insumos. A través del Túnel Emisor Oriente se conducirán las aguas negras y pluviales que se originan en la Ciudad de México y su zona conurbada, por lo cual la corrosión a la que estarán expuestos los materiales con los que se construyó el túnel deben ser los adecuados para que soporten estas duras y difíciles situaciones. Por el tiempo durante el cual se construirá el Túnel Emisor Oriente, el tema de los costos en los materiales es de suma importancia ya que la inflación y la variación de los precios a los cuales están sometidos los materiales será de suma importancia para poder ahorrar o gastar más dinero de lo contemplado en el presupuesto.

Como tercer punto más importante dentro de la encuesta es la ubicación geográfica, el Túnel Emisor Oriente tendrá poco más de 62 kilómetros de longitud, esto nos indica que para los encuestados es de suma importancia los estados por los que pasara el proyecto.

De acuerdo a la población encuestada es menos importante los procedimientos técnicos constructivos y bienestar y seguridad, esto no quiere decir que no se deban considerar en el análisis de riesgo.

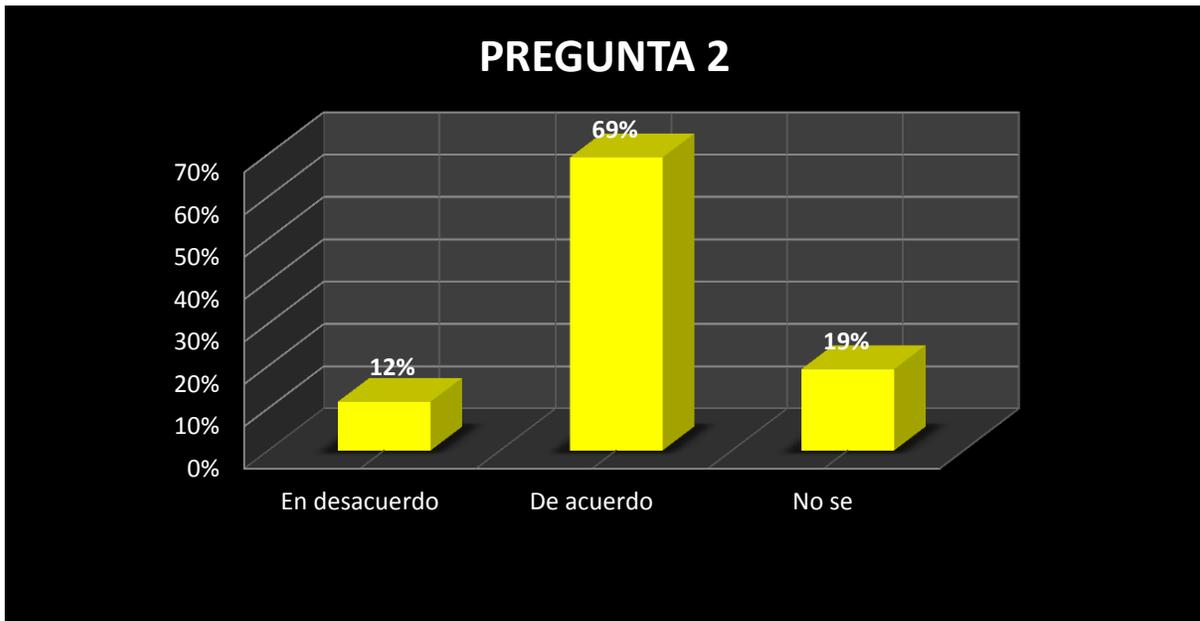
Pregunta 2: Se encontró que el aspecto más importante en términos de calidad en general de la construcción del Túnel Emisor Oriente, el 69% está de acuerdo, seguido por un 19% que no saben y un 12% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 2. Frecuencias de Pregunta 2:

Pregunta	Categorías	Frecuencia
Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Son adecuados los materiales y/o acabados de construcción?	En desacuerdo	3
	De acuerdo	18
	No se	5
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 2. Resultados de la Pregunta 2.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 2.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 - 2, se puede observar claramente, que de acuerdo a la población que se encuestó, están de acuerdo con los materiales y/o acabados de construcción, esto nos muestra que la empresa constructora dedicó tiempo y cuidado en la elección de todos los materiales que se utilizaron en la construcción del Túnel Emisor Oriente, así como también podemos deducir que se realizó una buena planeación para elegir a los proveedores de materiales, que por la gran dimensión de este megaproyecto (un túnel de 62 kilómetros de longitud, 24 lumbreras y un portal de salida) durante la construcción de la obra, cabe resaltar que no se tuvo escases de materiales ya que si se tuviera un problema de escases de materiales, daría como resultado el paro total de la obra y esto tendría una gran repercusión en los temas de costos y tiempo. Como segundo punto cabe resaltar que, existen personas, que no se saben sobre los materiales y/o acabados de construcción o en particular no le dan importancia a este tema. Como tercer punto podemos decir que un bajo porcentaje de los encuestados están en desacuerdo.

En conclusión, podemos decir que si existe una relación lo suficientemente grande para considerar el riesgo de negocio, los temas de insumos, materiales y/o acabados de construcción, así como garantizar la existencia de los mismos durante el tiempo de construcción de este megaproyecto.

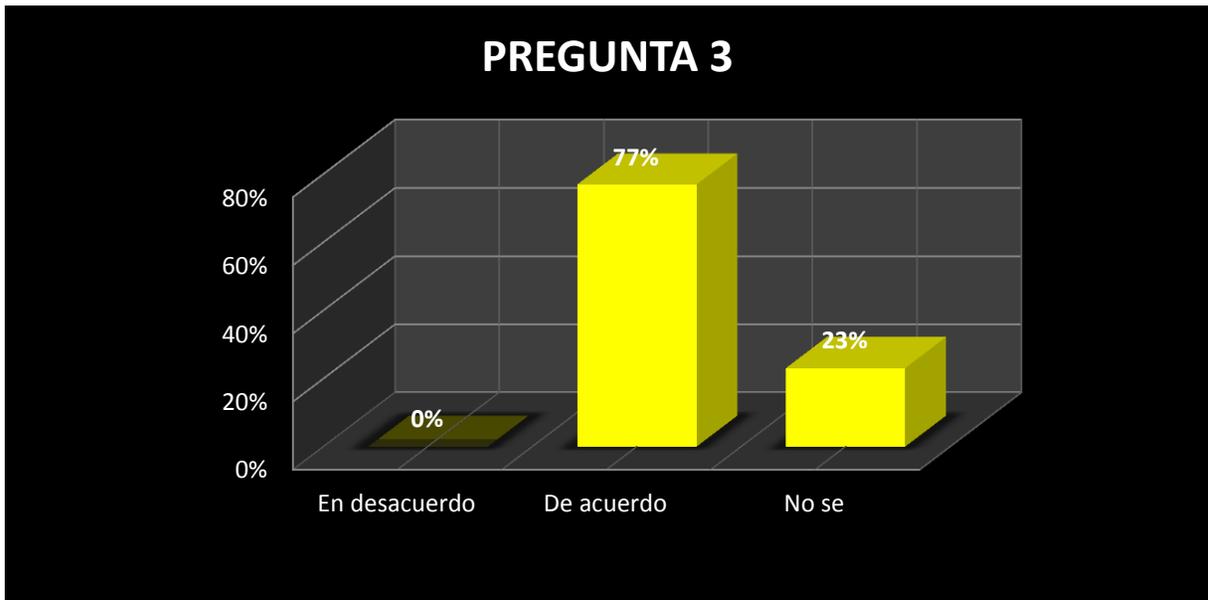
Pregunta 3: Se encontró que el aspecto más importante en términos de calidad en general de la construcción del Túnel Emisor Oriente, el 77% está de acuerdo, seguido por un 23% que no saben y un 0% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 3. Frecuencias de Pregunta 3:

Pregunta	Categorías	Frecuencia
Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Los materiales de construcción inspiran confianza y seguridad durante la vida útil del proyecto?	En desacuerdo	0
	De acuerdo	20
	No se	6
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 3. Resultados de la Pregunta 3.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 3.

De acuerdo a los resultados mostrados en la gráfica 4 - 3, se puede observar que se tiene una buena percepción de los materiales que se utilizaron durante la construcción del Túnel Emisor Oriente, ya que inspiran confianza y seguridad durante la vida útil del proyecto.

De acuerdo a datos de CONAGUA: “El Túnel Emisor Oriente trabajará por gravedad y recibirá las aguas residuales y pluviales provenientes de los túneles Interceptor Oriente y del Interceptor Río de los Remedios, cuyos caudales confluirán en lo que se denomina Lumbrera 0 del Túnel Emisor Oriente. Es aquí desde donde se concibe el Túnel Emisor Oriente hasta el municipio de Atotonilco de Tula, en el Estado de Hidalgo, con más de 150 metros de profundidad en el cruce con la sierra de Guadalupe (lumbrera 20)*”.

Por lo cual podemos decir que nos arroja resultados muy positivos en esta aspecto, ya que hablando técnicamente, los esfuerzos a los que estará sometido el túnel serán muy altos, la importancia de construir este proyecto con materiales, que sean

capaces de soportar estas duras condiciones, es de suma importancia, tener una buena planeación y dar el tiempo suficiente para realizar una buena elección de los materiales ya que esto reduce mucho el riesgo de negocio por algún derrumbe del túnel y/o fallas de materiales debido a una baja calidad.

Como segundo punto importante podemos decir, que existe otra porción de los encuestados que no considera importante el tema o tal vez no tiene conocimientos sobre el mismo.

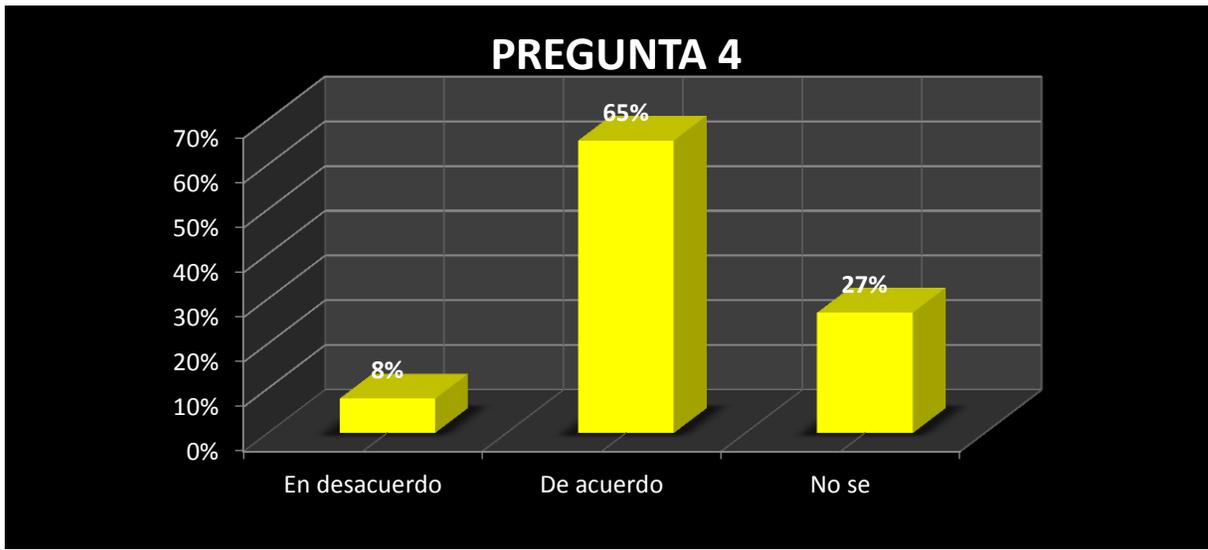
Pregunta 4: Se encontró que el aspecto más importante en términos de calidad en general de la construcción del Túnel Emisor Oriente, el 65% está de acuerdo, seguido por un 27% que no saben y un 8% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 4. Frecuencias de Pregunta 4:

Pregunta	Categorías	Frecuencia
Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿El trazo definitivo, es adecuado para las necesidades geográficas del Distrito Federal?	En desacuerdo	2
	De acuerdo	17
	No se	7
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 4. Resultados de la Pregunta 4.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 4.

De acuerdo a los resultados mostrados en la gráfica 4 - 4, se puede observar que se tiene una buena percepción en cuanto a la ubicación del Túnel Emisor Oriente, ya que la Ciudad de México está considerada dentro de las diez megaciudades más grandes del mundo, por ende el espacio con el que se cuenta actualmente para realizar la construcción del Túnel Emisor Oriente, es muy reducido. La empresa constructora, realizó una buena planeación en cuanto al estudio del trazo del Túnel Emisor Oriente ya que se ubica al Nororiente de la ciudad de México, iniciando en la intersección de la Av. Gran Canal y Av. Río de los Remedios, zona limítrofe entre el Distrito Federal y el Estado de México.

Como segundo punto importante podemos decir, que existe otra porción de los encuestados que no considera importante el tema o tal vez no tiene conocimientos sobre el mismo. Un porcentaje bajo de la población encuestada nos dice que está en desacuerdo.

Pregunta 5: Se encontró que el aspecto más importante en términos de calidad en general de la construcción del Túnel Emisor Oriente, el 81% está de acuerdo,

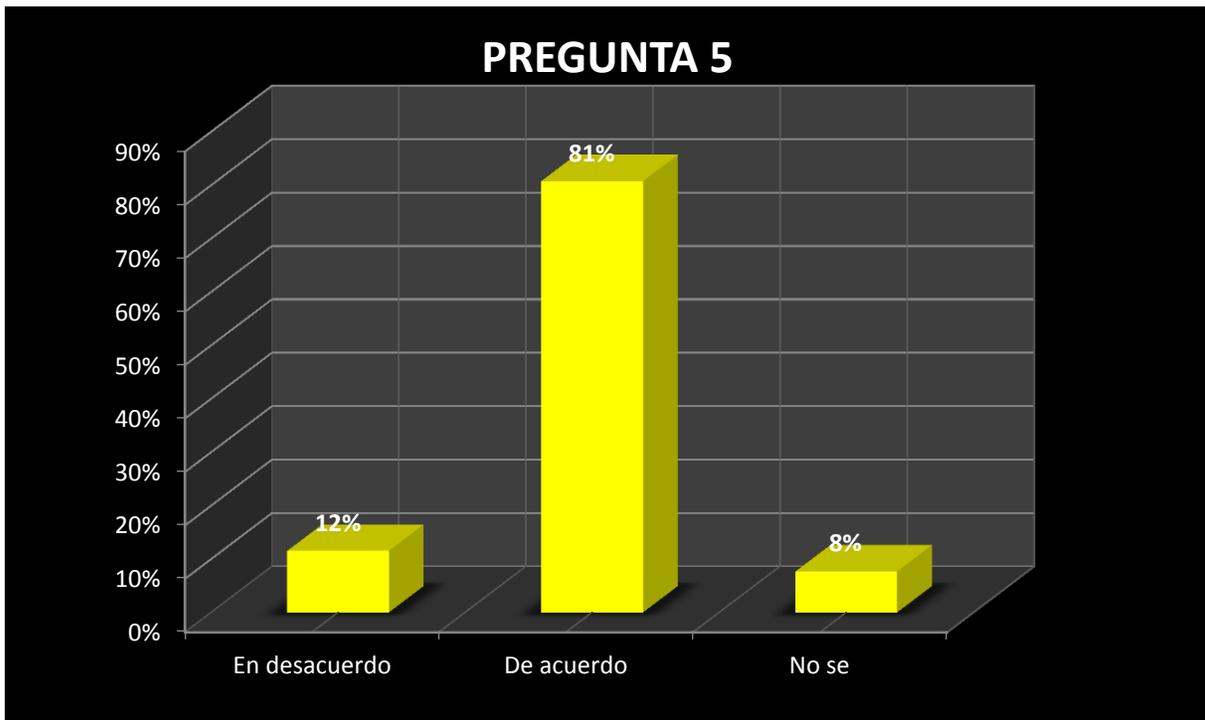
seguido por un 12% que están en desacuerdo y un 8% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 5. Frecuencias de Pregunta 5:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto al riesgo en la construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Los lineamientos de seguridad para los trabajadores, y el uso de la maquinaria son adecuados?	En desacuerdo	3
	De acuerdo	21
	No se	2
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 5. Resultados de la Pregunta 5.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 5.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 -5, se puede observar que gran parte de los encuestados considera que está de acuerdo con los lineamientos

de seguridad. Por lo tanto podemos decir que la empresa constructora, cuenta con lineamientos de seguridad muy bien definidos, pero sobre todo existe una buena comunicación de los mismos a todos los trabajadores.

De acuerdo a la gráfica 4 - 5, en segundo punto tenemos que otra parte de los encuestados está en desacuerdo con los lineamientos de seguridad esto debido a que en algunos tramos del proyecto se trabajaron 24 horas, debido a la complejidad del proyecto, a la magnitud y al tiempo. Alguno de los factores que podemos mencionar que ocasionan los accidentes son: el número de trabajadores que están al frente de la construcción, la idiosincrasia del mexicano en donde frases como el “ni modo”, “me vale”, “no me importa”, “hazlo como caiga”, con su connotación de mala suerte terminan por causar accidentes, la maquinaria pesada con la que se tiene que trabajar y en algunas ocasiones, las lluvias tan fuertes y los cambios de clima sobre los que se han tenido que trabajar, entre muchos factores más, debido a los factores mencionados es muy complejo tratar de prevenir los accidentes.

El resto de los encuestados no conoce los lineamientos de seguridad o no los considera importantes.

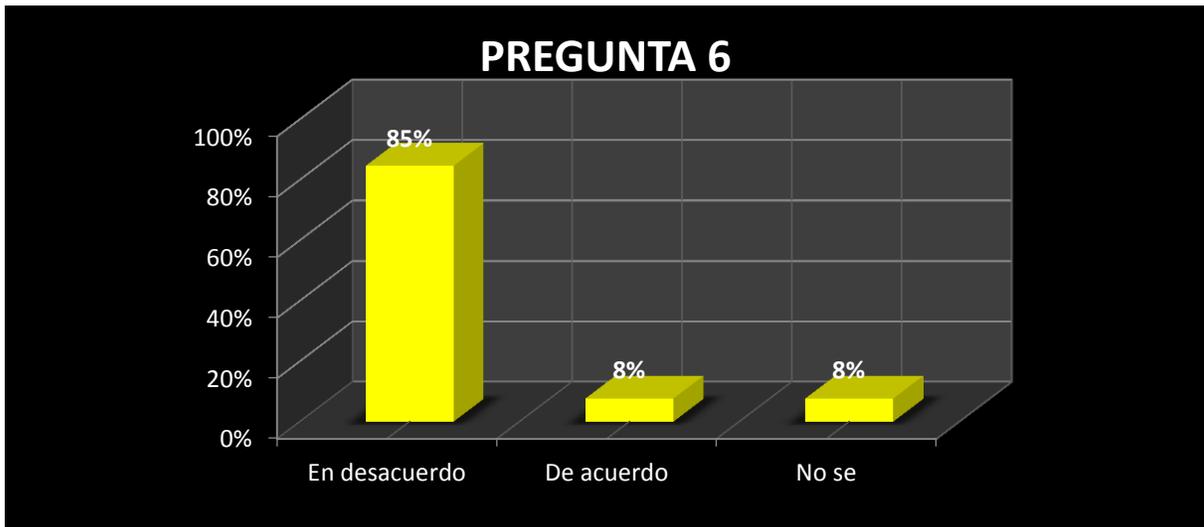
Pregunta 6: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 85% está en desacuerdo, seguido por un 8% que están de acuerdo y un 8% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 6. Frecuencias de Pregunta 6:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a la calidad en general de construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿El tiempo de construcción ha cumplido con los compromisos adquiridos con la dependencia que contrato el servicio?	En desacuerdo	22
	De acuerdo	2
	No se	2
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 6. Resultados de la Pregunta 6.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 6.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 - 6, se puede observar que gran parte de los encuestados considera que está en desacuerdo con el tiempo de construcción y los compromisos adquiridos con la dependencia que contrato los servicios.

Datos de CONAGUA indican que el inicio de la construcción del Túnel Emisor Oriente fue el 13 de agosto de 2008 y su conclusión se prevé para el 2014*. Sin embargo datos del periódico La Jornada** nos indican que se tiene un retraso de dos años en la conclusión de la obra. La empresa constructora debe tener un plan alternativo para mitigar los retrasos con los que cuenta el proyecto ya que de lo contrario puede ocasionar un sobrecosto en el proyecto.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 - 6, se puede observar que el resto de los encuestados considera que no sabe del tema y/o no le interesa, con el mismo porcentaje, tenemos que si están de acuerdo con el tiempo de construcción del Túnel Emisor Oriente.

*Dato obtenido de: <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/tunelemisororiente.aspx>

**Dato obtenido de: <http://www.jornada.unam.mx/2013/04/07/capital/030n1cap>

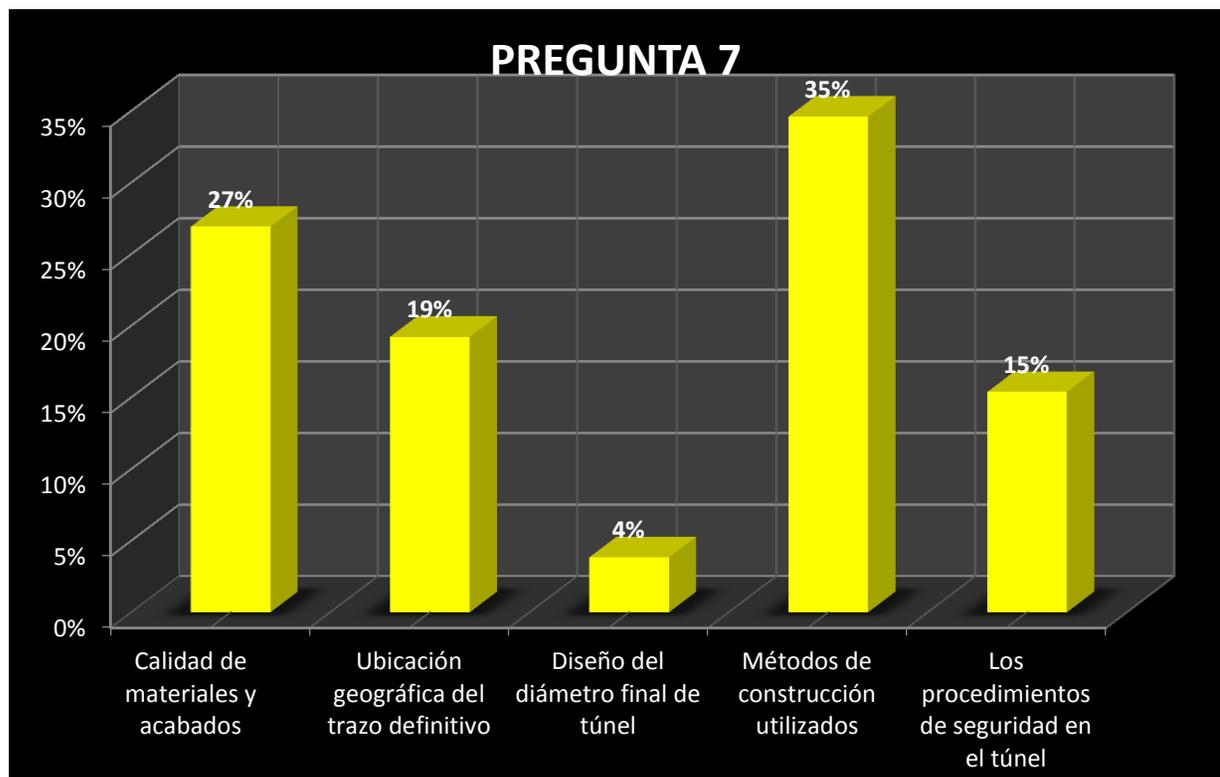
Pregunta 7: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 35% prefiere los métodos de construcción utilizados, seguido por un 27% calidad de materiales y acabados, un 19% ubicación geográfica del trazo definitivo, un 15% los procedimientos de seguridad en el túnel y un 4% diseño del diámetro final del túnel. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 7. Frecuencias de Pregunta 7:

Pregunta	Categorías	Frec.
¿Podrías indicarnos por orden de mayor a menor la importancia de los tres aspectos que más te preocupan en relación con la planeación de la construcción del Túnel Emisor Oriente?	Calidad de materiales y acabados	7
	Ubicación geográfica del trazo definitivo	5
	Diseño del diámetro final de túnel	1
	Métodos de construcción utilizados	9
	Los procedimientos de seguridad en el túnel	4
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 7. Resultados de la Pregunta 7.



Análisis Detallado de la Pregunta 7.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 7, se puede observar, que uno de los aspectos que más preocupa a la población de encuestados, son los métodos de construcción utilizados en el Túnel Emisor Oriente. Para la excavación de un túnel existen dos métodos: convencionales y/o mecanizados. Para el Túnel Emisor Oriente, se utiliza el método mecanizado que consiste en la utilización de máquinas denominadas tuneladoras, estas máquinas trabajan con tecnología de punta, consiguiendo altos grados de automatización y mecanización en sus procesos de excavación.

Por otra parte de acuerdo a la gráfica 4 - 7 el segundo punto que más preocupa es la calidad de materiales y acabados. La estructura principal que conforma el túnel se llama dovela la cual está constituida por acero de refuerzo y concreto, esto nos dice que se debe tener mucho cuidado en la calidad de los materiales, en la elección de los proveedores, etc. Para tener seguridad en los materiales que se están empleando en la construcción del Túnel Emisor Oriente, la empresa constructora, cuenta con laboratorios que se dedican a realizar pruebas de calidad a los materiales, esto con la finalidad de que dichos materiales cumplan con las normas, especificaciones y pasen las pruebas de calidad.

Como tercer punto mostrado en la gráfica 4 - 7, se puede observar, que uno de los aspectos que más preocupa a la población de encuestados, es la ubicación geográfica del trazo definitivo del Túnel Emisor Oriente.

Datos de CONAGUA indican que Túnel Emisor Oriente, que tendrá una longitud aproximada de 62 kilómetros*, esto nos indica que la empresa constructora, se tomó el tiempo suficiente para planear la ubicación y los estados por los que pasa el Túnel Emisor Oriente.

Como cuarto punto que más preocupa dentro de la encuesta son los procedimientos de seguridad en el Túnel Emisor Oriente, ya que por el número de trabajadores que

*Dato obtenido de: <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/tunelemisororiente.aspx>

están directamente trabajando en la obra, la empresa constructora, tuvo bien definidos sus lineamientos de seguridad.

De acuerdo a la población encuestada es menos importante el diseño del diámetro final del túnel, datos de CONAGUA indican que el Túnel Emisor Oriente, tendrá siete metros de diámetro y una capacidad de desalojo de hasta 150 metros cúbicos de aguas residuales por segundo*. Por lo cual, la empresa constructora, realizó un buen diseño y planeación en el aspecto del diseño del diámetro final del túnel. Para este último punto no quiere decir que no se deban considerar en el análisis de riesgo o que no sean importantes.

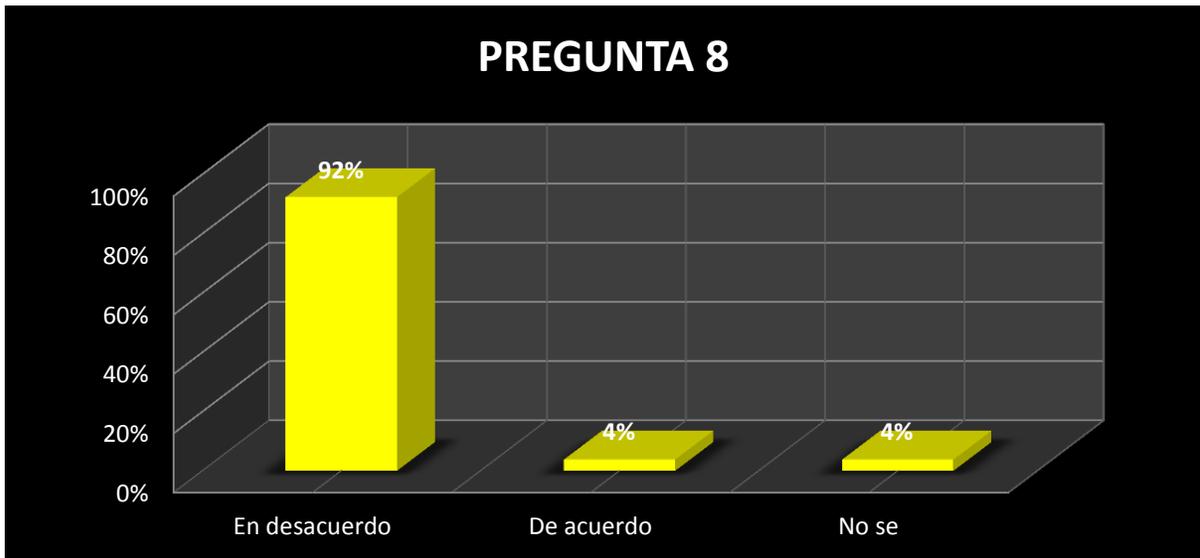
Pregunta 8: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 92% está en desacuerdo, seguido por un 4% que están de acuerdo y un 4% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 8. Frecuencias de Pregunta 8:

Pregunta	Categorías	Frec.
La planeación del trazo definitivo del Túnel Emisor Oriente, ¿se consideraron los estudios suficientes de: hidrología, geotecnia, geología, mecánica de suelos, entre otros?	En desacuerdo	24
	De acuerdo	1
	No se	1
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 8. Resultados de la Pregunta 8.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 8.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 8, se puede observar, que la gran mayoría de la población de encuestada, están en desacuerdo que se hayan considerado los estudios suficientes para el trazo definitivo del Túnel Emisor Oriente. La empresa constructora, debió invertir más recursos en este tema ya que el suelo se ha generado durante cerca de 200 millones de años, esto nos dice lo complicado y difícil que es saber el tipo de suelo por el que se va excavar, una de las finalidades es evitar las formaciones de subsuelo que no fueran capaces de excavar las máquinas tuneladoras, teniendo como repercusión un paro de la excavación e inclusive un cambio de máquina tuneladora, teniendo repercusiones directas en el proyecto en tiempo y dinero. Así como también es de vital importancia realizar una buena planeación sobre los estudios necesarios que se deben realizar durante la construcción del proyecto así como el monitoreo del mismo.

De acuerdo a la población encuestada una minoría no sabe sobre el tema y el resto estuvo de acuerdo.

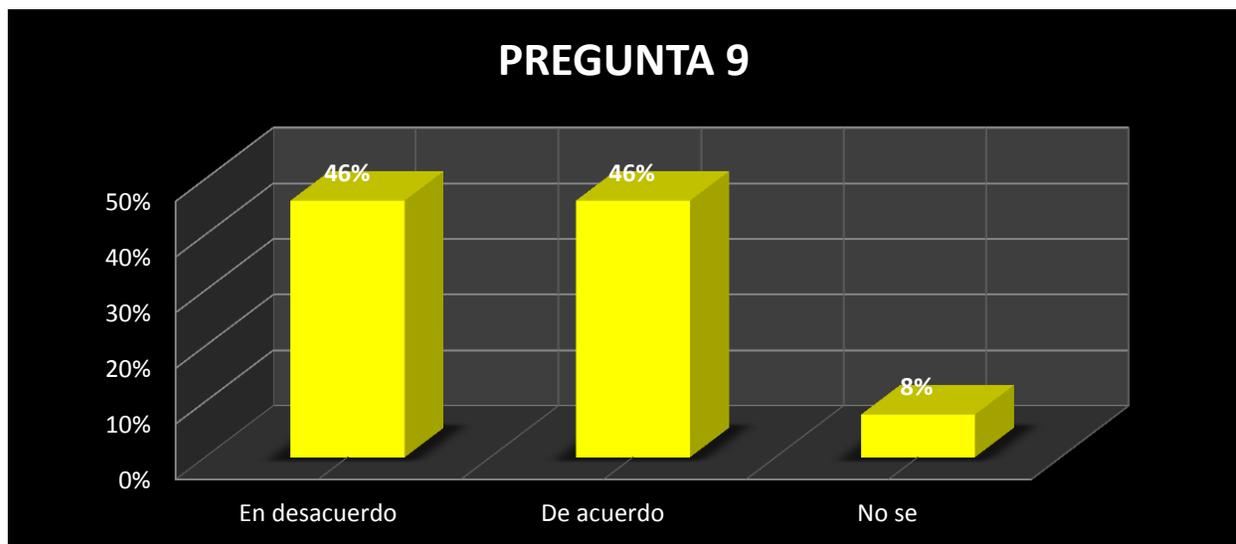
Pregunta 9: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 43% está en desacuerdo, seguido por un 46% que están de acuerdo y un 8% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 9. Frecuencias de Pregunta 9:

Pregunta	Categorías	Frec.
¿El control de avance de obra, distribución de insumos y verificación de calidad son eficientes, adecuados y oportunos?	En desacuerdo	12
	De acuerdo	12
	No se	2
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 9. Resultados de la Pregunta 9.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 9.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 9, se puede observar, que no hay una postura definitiva de la población de encuestada, ya que el mismo número de encuestados están de acuerdo y en están en desacuerdo. Esto nos indica que en la empresa constructora, no hay la suficiente información sobre los tema de avance de obra, distribución de insumos y verificación de calidad.

El resto de la población encuestada considera que no sabe del tema y/o no le interesa.

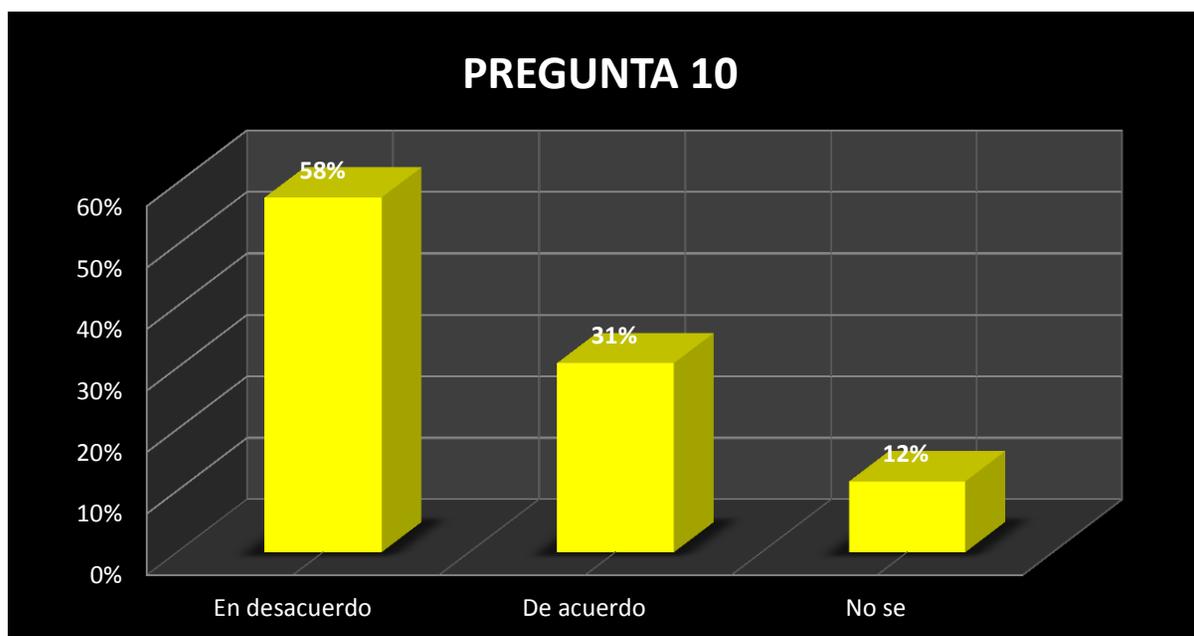
Pregunta 10: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 43% está en desacuerdo, seguido por un 46% que están de acuerdo y un 8% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 10. Frecuencias de Pregunta 10:

Pregunta	Categorías	Frec.
Con relación al riesgo de costos de la construcción del Túnel Emisor Oriente, ¿Consideras que el cálculo de presupuestos, números generadores, cuantificaciones y estimaciones es adecuado y preciso?	En desacuerdo	15
	De acuerdo	8
	No se	3
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 10. Resultados de la Pregunta 10.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 10.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 10, se puede observar, que gran parte de la población encuestada, están en desacuerdo por lo que para ellos no es adecuado ni preciso, esto puede ser ocasionado a la falta de información que hay acerca de estos temas.

Como segundo punto importante tenemos que parte de la población encuestada está de acuerdo, por lo que para ellos estos temas son adecuados y precisos.

El resto de la población encuestada considera que no saben sobre los temas.

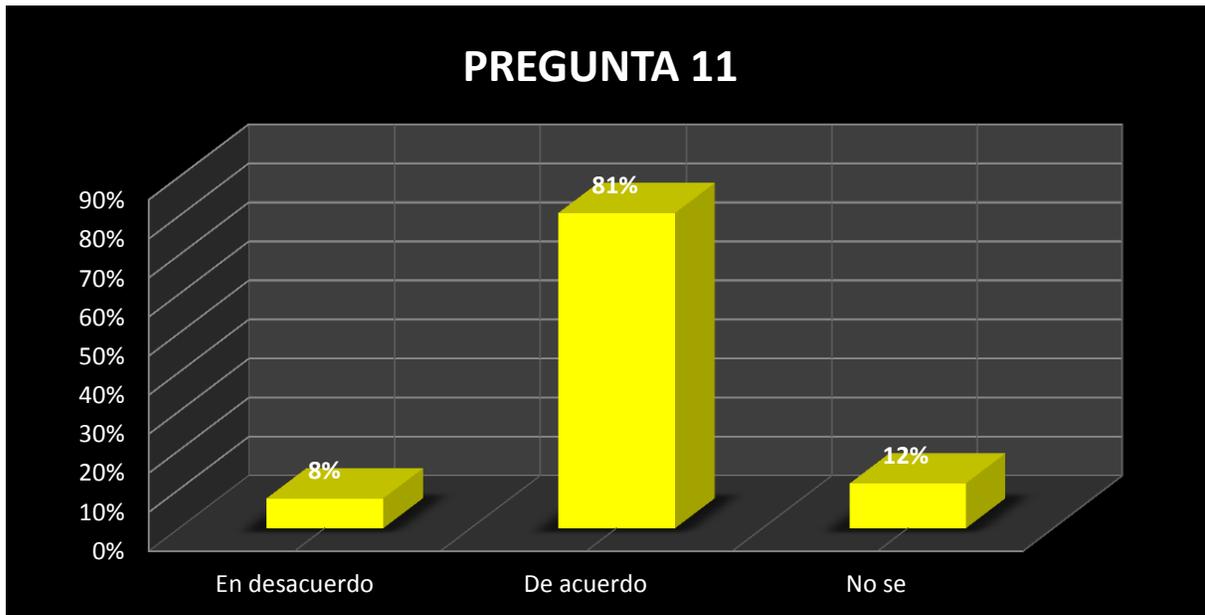
Pregunta 11: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 81% está de acuerdo, seguido por un 12% que no saben y un 8% en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 11. Frecuencias de Pregunta 11:

Pregunta	Categorías	Frec.
Con relación al riesgo de seguridad en la construcción del Túnel Emisor Oriente ¿La maquinaria para construcción utilizada, es moderna y adecuada para las necesidades del proyecto?	En desacuerdo	2
	De acuerdo	21
	No se	3
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 11. Resultados de la Pregunta 11.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 11.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 11, se puede observar, que gran parte de la población encuestada, está de acuerdo con la maquinaria utilizada para construcción.

Datos de CONAGUA indican que para la construcción del Túnel Emisor Oriente, se adquirieron:

- Tres máquinas tuneladoras autopropulsadas, tunnel boring machine (tbn) tipo earth pressure balance (epb), dos de ellas de 8700 mm de diámetro, y una de 8890 mm de diámetro y del tren de equipo y todos los accesorios necesarios para su funcionamiento, dos equipadas con bomba y tubería y una con bandas transportadoras (equipos de rezaga) marca HK.
- Tres máquinas tuneladoras autopropulsadas, tunnel boring machine (tbn) tipo earth pressure balance (epb), de 8910 mm de diámetro, y el tren de equipo y todos los accesorios necesarios para su funcionamiento marca "Robbins", así como las bandas transportadoras (equipos de rezaga) y los servicios* .

*Dato obtenido de: Libro Blanco CONAGUA-05 Construcción del Túnel Emisor Oriente. Página 13

Esto nos indica que se está trabajando con la maquinaria de la más alta tecnología y que en México se está innovando en métodos de excavación de túneles.

Como segundo punto importante, la población encuestada considera que no sabe del tema y/o no le interesa. El resto de la población encuestada considera que está en desacuerdo con el tema.

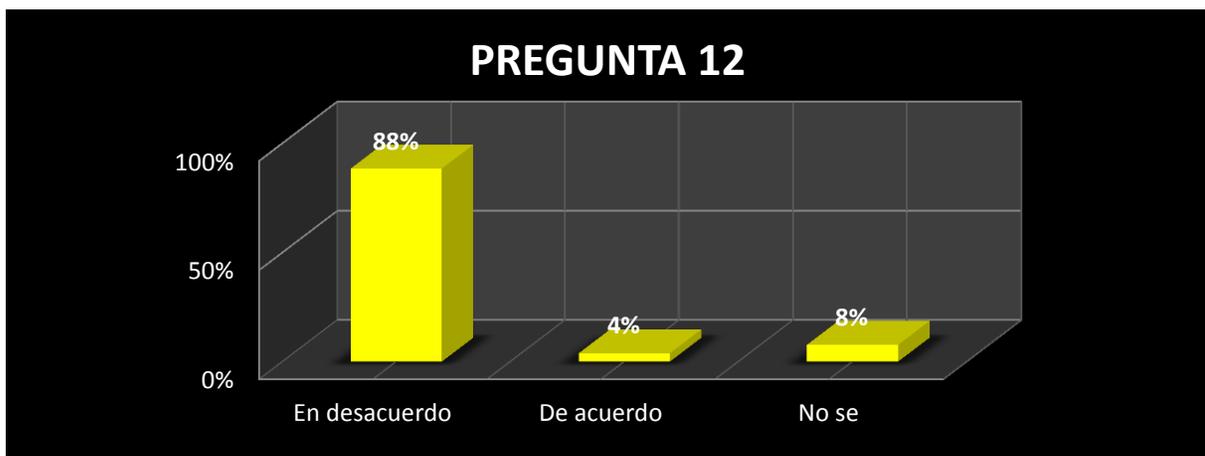
Pregunta 12: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 88% está en desacuerdo, seguido por un 8% que no saben y un 4% de acuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 12. Frecuencias de Pregunta 12:

Pregunta	Categorías	Frec.
Haciendo una valoración de los permisos jurídicos para poder construir las lumbreras en terrenos ejidales y zonas federales, ¿Consideras que es relativamente sencillo los trámites jurídicos, y/o permisos para poder adquirir los terrenos?	En desacuerdo	23
	De acuerdo	1
	No se	2
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 12. Resultados de la Pregunta 12.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 12.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 12, se puede observar, que gran parte de la población encuestada, están en desacuerdo esto puede ser ocasionado a lo difícil, complicado, tardío que son los tramites en las dependencias de gobierno.

Como segundo punto tenemos que parte de la población encuestada no sabe sobre los tema de permisos jurídicos, esto puede ser ocasionado a la falta de información que hay acerca de estos temas.

El resto de la población encuestada considera que está de acuerdo con el tema.

Pregunta 13: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 81% está en desacuerdo, seguido por un 12% que están de acuerdo y un 8% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 13. Frecuencias de Pregunta 13:

Pregunta	Categorías	Frec.
Haciendo una valoración de los permisos jurídicos para poder construir el portal de salida en terrenos ejidales y/o zonas federales, ¿Consideras que es relativamente sencillo los trámites jurídicos, y/o permisos para poder adquirir los terrenos?	En desacuerdo	21
	De acuerdo	3
	No se	2
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 13. Resultados de la Pregunta 13.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 13.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 13, se puede observar, que gran parte de la población encuestada, están en desacuerdo esto puede ser ocasionado a lo difícil, complicado, tardío que son los tramites en las dependencias de gobierno.

Como segundo punto tenemos que parte de la población encuestada está de acuerdo con el tema.

El resto de la población encuestada considera que no sabe sobre los tema de permisos jurídicos, esto puede ser ocasionado a la falta de información que hay acerca de estos temas.

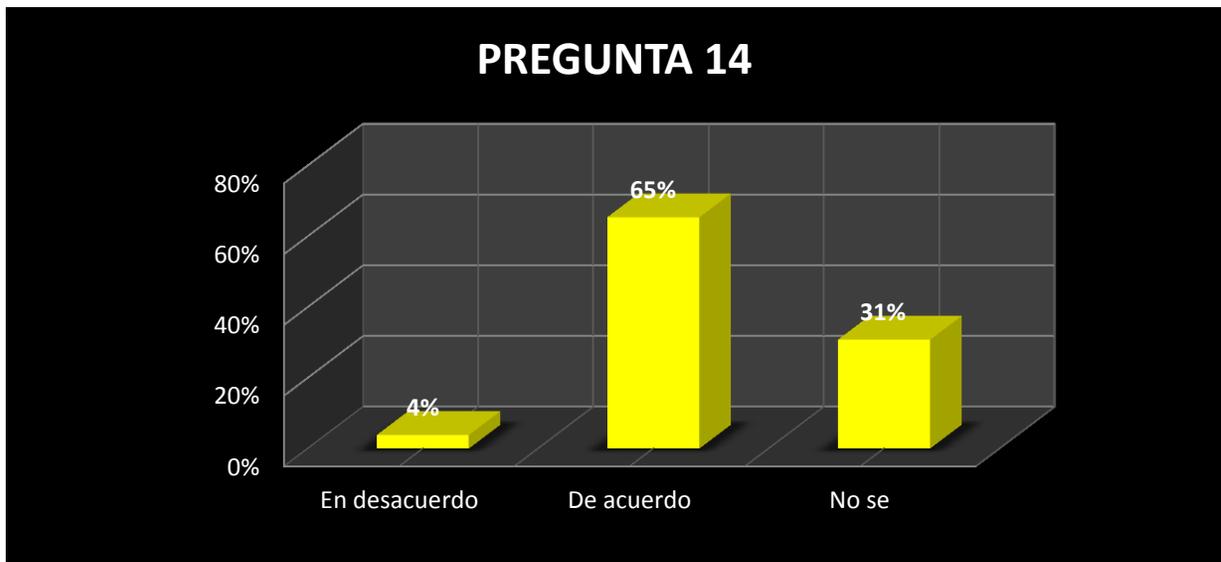
Pregunta 14: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 65% está de acuerdo, seguido por un 31% que no saben y un 4% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 14. Frecuencias de Pregunta 14:

Pregunta	Categorías	Frec.
Haciendo una valoración de las condiciones en las que se encuentra en servicio el Tramo 1 del Túnel Emisor Oriente, podría decir que, ¿Cumple con las expectativas para las que fue diseñado el Tramo 1?	En desacuerdo	1
	De acuerdo	17
	No se	8
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 14. Resultados de la Pregunta 14.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 14.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 14, se puede observar, que gran parte de la población encuestada, está de acuerdo y cumple con las expectativas el Tramo 1 del Túnel Emisor Oriente.

Datos de EL UNIVERSAL indican que, “el pasado 13 de Junio de 2013, acompañado de Eruviel Ávila (Edomex) y Miguel Ángel Mancera (DF), el presidente Enrique Peña

Nieto inauguró el primer tramo, de 10 kilómetros, del Túnel Emisor Oriente, obra que busca contener inundaciones” *.

Como segundo punto importante, la población encuestada considera que no sabe del tema y/o no le interesa, el resto de la población encuestada está en desacuerdo.

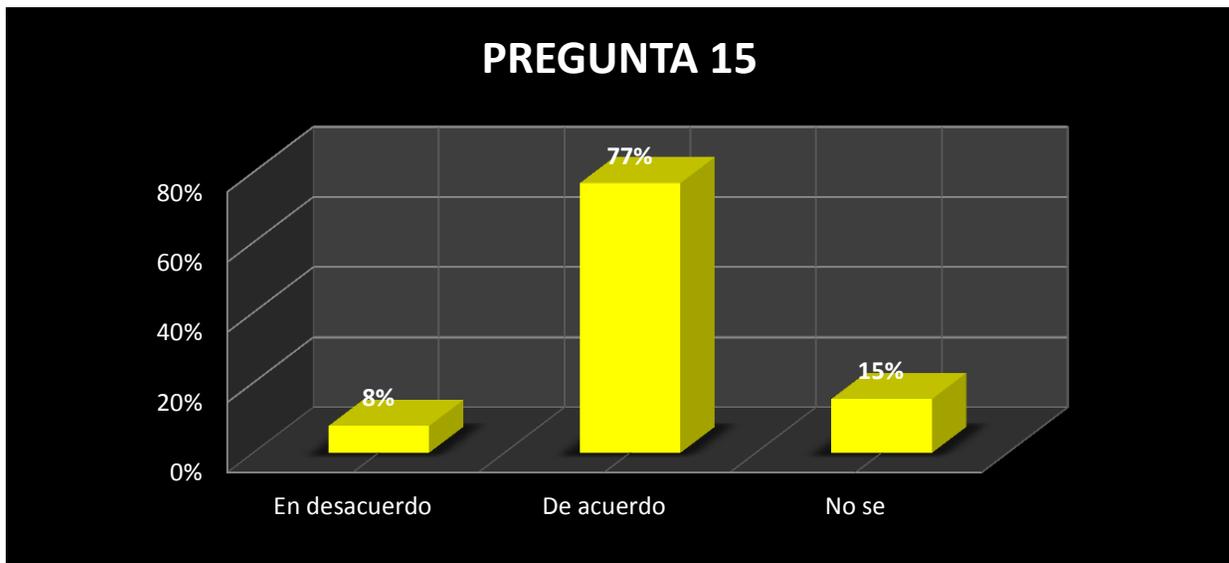
Pregunta 15: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 77% está de acuerdo, seguido por un 15% que no saben y un 8% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 15. Frecuencias de Pregunta 15:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a los aspectos técnicos en la construcción, ¿Consideras que el diseño del revestimiento definitivo del túnel, es adecuado para soportar la corrosión durante su vida útil de las aguas negras y cumple con la normatividad vigente?	En desacuerdo	2
	De acuerdo	20
	No se	4
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 15. Resultados de la Pregunta 15.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

*Dato obtenido de: <http://www.eluniversal.com.mx/primera/42288.html>

Análisis Detallado de la Pregunta 15.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 15, se puede observar, que gran parte de la población encuestada considera que el diseño del revestimiento definitivo del túnel es adecuado, la empresa constructora, realizó una buena planeación para considerar todos los aspectos entorno a este tema, siendo de suma importancia ya que de lo contrario una vez, durante la vida útil del túnel, los materiales con baja calidad podrían ocasionar fallas en el sistema, derivando en demandas por la falta de calidad en los materiales.

Como segundo punto importante y de acuerdo a la gráfica, considera que no sabe del tema y/o no le interesa, el resto de la población encuestada está en desacuerdo.

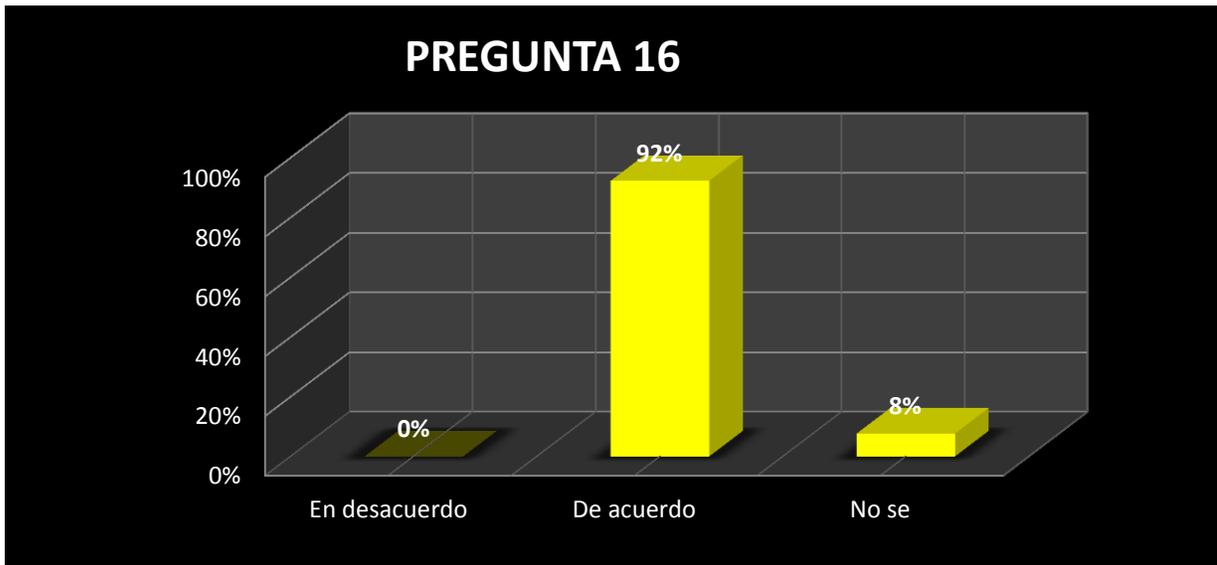
Pregunta 16: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 92% está de acuerdo, seguido por un 8% que no saben y un 0% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 16. Frecuencias de Pregunta 16:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el diseño estructural es adecuado y cumple con la normatividad vigente?	En desacuerdo	0
	De acuerdo	24
	No se	2
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 16. Resultados de la Pregunta 16.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 16.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 16, se puede observar, que gran parte de la población encuestada considera que el diseño estructural es adecuado y cumple con la normatividad vigente.

El resto de la población encuestada no sabe sobre el tema o tal vez no tenga interés en el mismo.

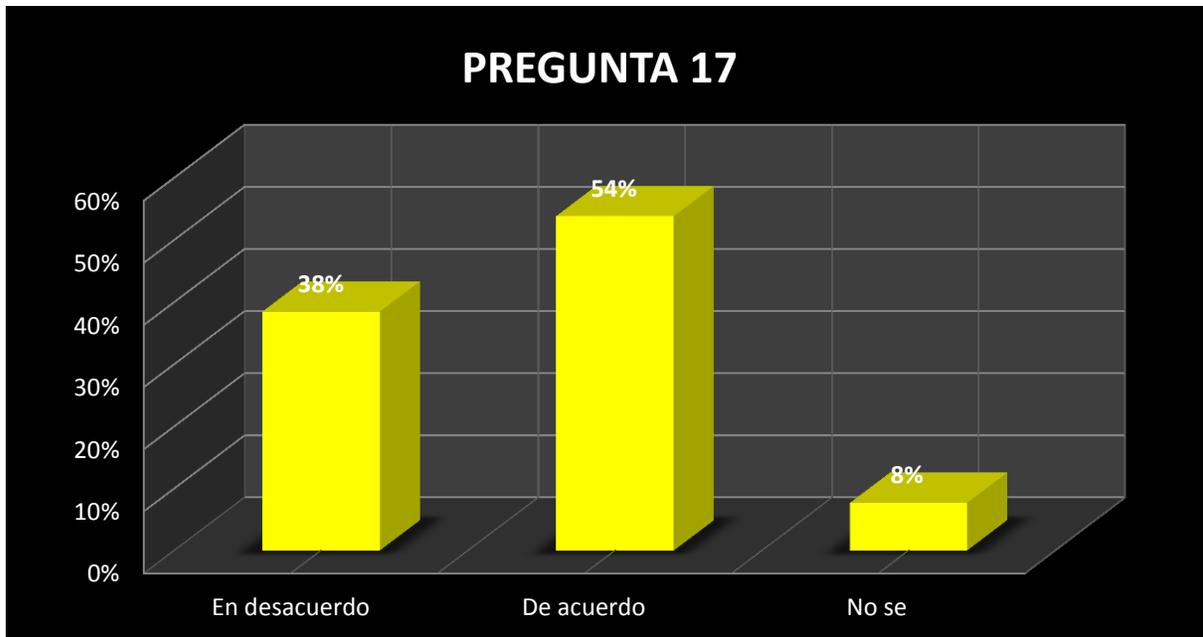
Pregunta 17: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 54% está de acuerdo, seguido por un 38% que están en desacuerdo y un 8% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 17. Frecuencias de Pregunta 17:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el equipo de seguridad e higiene (en caso de existir) para los trabajadores, es adecuado y de acuerdo a los requerimientos de su labor?	En desacuerdo	10
	De acuerdo	14
	No se	2
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 17. Resultados de la Pregunta 17.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 17.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 17, se puede observar que por muy poca diferencia, parte de los encuestados considera que el equipo de seguridad e higiene es adecuado para los trabajadores. La empresa constructora, debe tener mayor cuidado en los proveedores que venden el equipo de seguridad, así como

también tener un riguroso sistema de seguridad en el personal que llevo a cabo los trabajos que implican mayor peligro.

Como segundo punto importante tenemos que de acuerdo a la población encuestada están en desacuerdo ya que consideran que algunos trabajos de mayor riesgo, se requiere de una minuciosa supervisión.

El resto de la población encuestada no sabe sobre el tema o tal vez no tenga interés en el mismo.

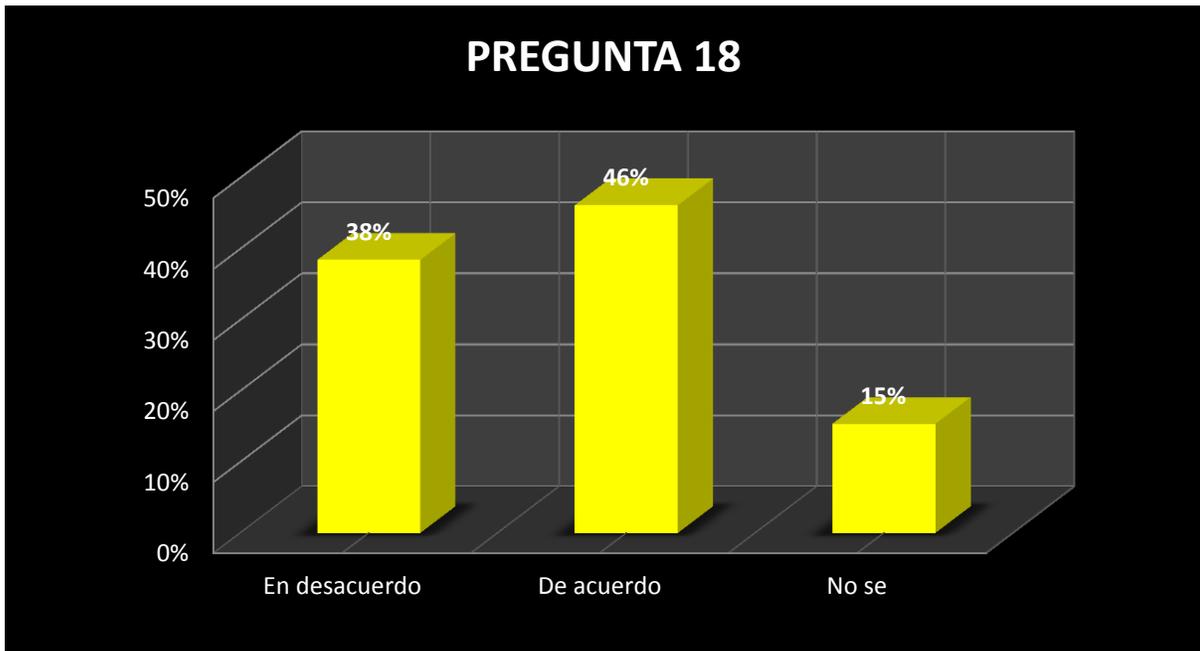
Pregunta 18: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 46% está de acuerdo, seguido por un 38% que están en desacuerdo y un 15% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 18. Frecuencias de Pregunta 18:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Consideras que el equipo de seguridad e higiene (en caso de existir) para los trabajadores, cumple con la normatividad correspondiente?	En desacuerdo	10
	De acuerdo	12
	No se	4
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 18. Resultados de la Pregunta 18.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 18.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 18, se puede observar que por muy poca diferencia, parte de los encuestados considera que el equipo de seguridad e higiene cumplió con la normatividad correspondiente y están de acuerdo con la misma. Esta mínima diferencia puede ser ocasionada a la falta de información que hay acerca de estos temas o también a que la empresa constructora, no da la información correspondiente a través de boletines, correos, trípticos, pláticas, etc.

Como segundo punto importante tenemos que de acuerdo a la población encuestada están en desacuerdo ya que consideran que el equipo de seguridad e higiene no cumplió con la normatividad vigente.

El resto de la población encuestada no sabe sobre el tema o tal vez no tenga interés en el mismo.

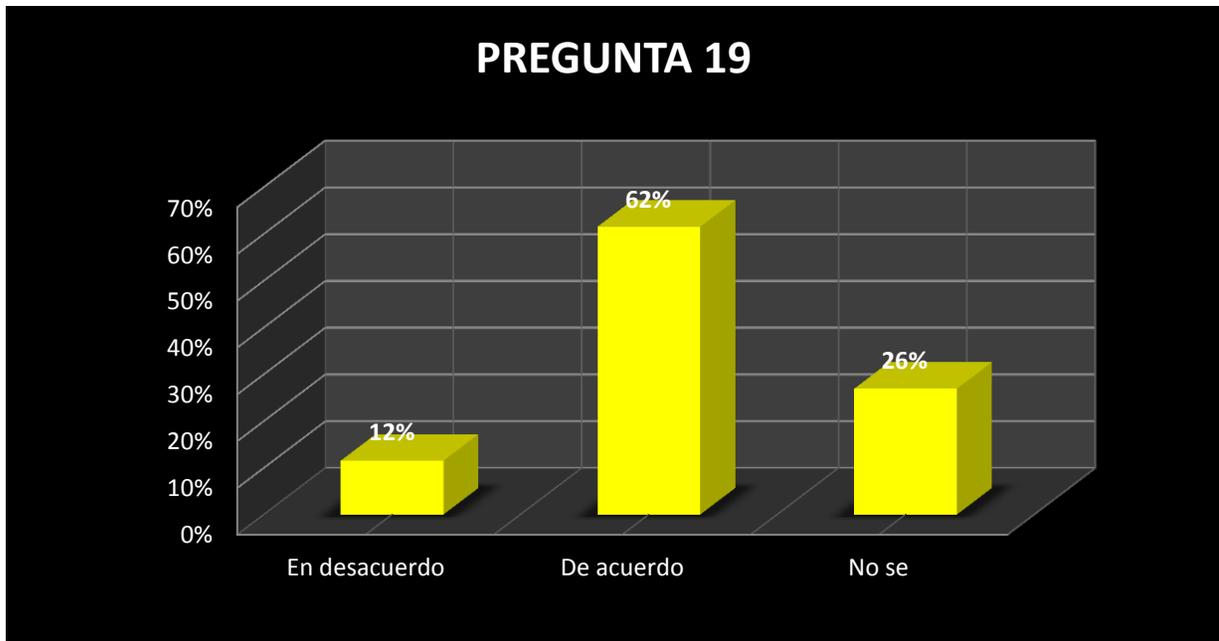
Pregunta 19: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 62% está de acuerdo, seguido por un 26% que no saben y un 12% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 19. Frecuencias de Pregunta 19:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si existen planes de contingencia y/o simulacros, para capacitar al personal en caso de algún siniestro?	En desacuerdo	3
	De acuerdo	16
	No se	7
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 19. Resultados de la Pregunta 19.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 19.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 - 19, se puede observar que gran parte de los encuestados considera que está de acuerdo con los planes de contingencia y/o simulacros. La empresa constructora, a través de sus departamentos de seguridad realizó programas de capacitación, boletines informativos, cursos, simulacros, etc., para que todo el personal estuviera capacitado. Como segundo punto importante tenemos de la población encuestada no saben del tema, no están informadas o tal vez no está interesada en el mismo.

El resto de la población encuestada está en desacuerdo.

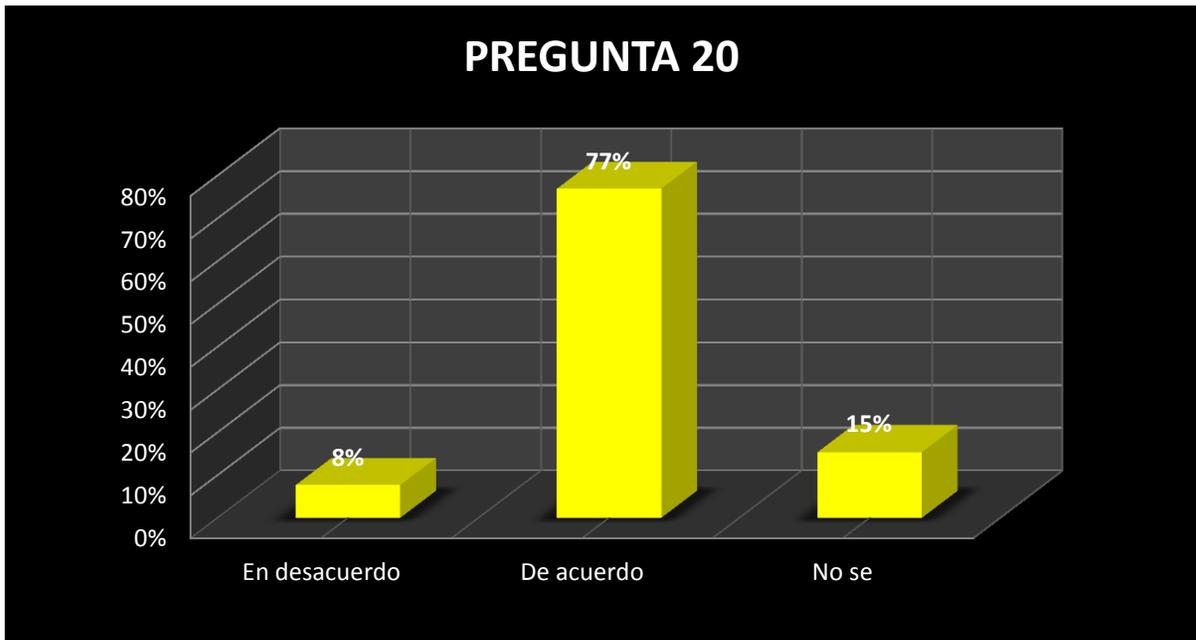
Pregunta 20: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 77% está de acuerdo, seguido por un 15% que no saben y un 8% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 20. Frecuencias de Pregunta 20:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si están identificadas claramente las zonas de seguridad cercanas a su área de trabajo en caso de un siniestro?	En desacuerdo	2
	De acuerdo	20
	No se	4
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 20. Resultados de la Pregunta 20.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 20.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 - 20, se puede observar que gran parte de los encuestados considera que está en desacuerdo con los planes de contingencia y/o simulacros.

La empresa constructora, a través de sus departamentos de seguridad realizó una buena señalización en las áreas, donde se ubican los lugares seguros en caso de algún siniestro.

Como segundo punto importante tenemos que no sabe del tema, esto debido a que tal vez la población encuestada no está informada o quizás no está interesada en el mismo.

El resto de la población encuestada está en desacuerdo.

Pregunta 21: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 77% está de acuerdo, seguido por un 23% que no saben y un 0% que están en desacuerdo. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 21. Frecuencias de Pregunta 21:

Pregunta	Categorías	Frec.
Respecto a los aspectos técnicos del riesgo en la construcción, ¿Sabe usted si existen programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo para la maquinaria de uso cotidiano en la construcción?	En desacuerdo	0
	De acuerdo	20
	No se	6
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 21. Resultados de la Pregunta 21.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 21.

De los resultados anteriores mostrados en la gráfica 4 - 21, se puede observar que gran parte de los encuestados considera que está en desacuerdo con los programas

de mantenimiento. Esto nos dice que por la dimensión del proyecto se utilizó de muchos equipos pesados, por lo tanto la empresa constructora, realizó un buen programa de planeación en cuanto al mantenimiento de todos los equipos utilizados durante la construcción del Túnel Emisor Oriente.

Como segundo punto importante tenemos que no sabe del tema, esto debido a que tal vez la población encuestada no está informada o quizás no está interesada en el mismo.

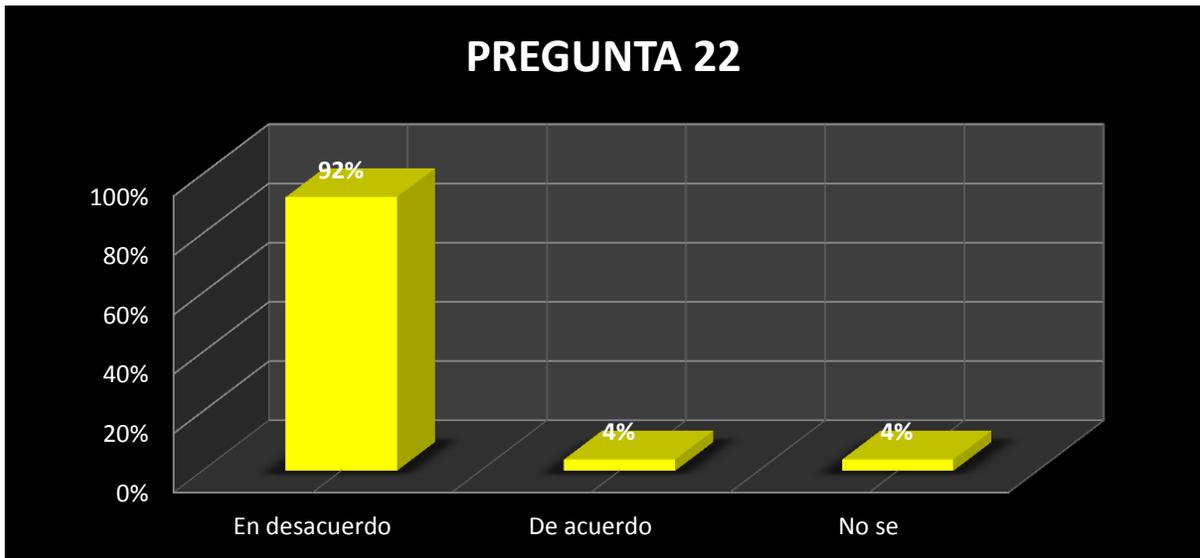
Pregunta 22: De acuerdo a la población encuestada se tiene que el 92% está en desacuerdo, seguido por un 4% que están de acuerdo y un 4% que no saben. A continuación se muestra dicho análisis.

Cuadro 4 - 22. Frecuencias de Pregunta 22:

Pregunta	Categorías	Frec.
En relación con el estudio de riesgo climático en el Túnel Emisor Oriente, ¿Se realizó un análisis de riesgo climático, para la construcción del Túnel Emisor Oriente??	En desacuerdo	24
	De acuerdo	1
	No se	1
Subtotales		26

Fuente: Elaboración Propia (2013).

Gráfica 4 - 22. Resultados de la Pregunta 22.



Fuente: Elaboración Propia (2013).

Análisis Detallado de la Pregunta 22.

De los resultados mostrados en la gráfica 4 - 22, se puede observar, que casi toda la población de encuestada, menciona que no se realizó un análisis de riesgo climático para la construcción del Túnel Emisor Oriente

La empresa constructora debió invertir más recursos en este tema ya que, nos encontramos en una zona de alta sismicidad, así como también nos vemos afectados por huracanes, tormentas tropicales, lluvias extraordinarias, etc.,

Es de vital importancia realizar una buena planeación sobre el estudio del clima por los estados por los que va pasar el Túnel Emisor Oriente.

De acuerdo a la población encuestada una minoría no sabe sobre el tema y el resto estuvo de acuerdo.

Tabla 4 - 3. Resumen de los resultados y análisis de la investigación de campo

TABLA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO		
Dimensión Identificada	Indicadores Relacionados	Conclusión
Riesgo Climático	Análisis climático	La empresa constructora, carece de un análisis de riesgo climático.
	Impacto e identificación de riesgos	
	Análisis y toma de decisiones	
	Puntos de seguridad	
Riesgo Financiero	Investigación del subsuelo	Falto realizar una mayor investigación del subsuelo. Debido a los estados por los que pasa el TEO, falta realizar un análisis más detallado de riesgo de la tenencia de la tierra.
	Aspectos jurídicos de la tenencia de la tierra	
Riesgo de Negocio	Riesgo compartido	Existe un buen trabajo de identificación, pero falta detallar las cláusulas, para mitigar el riesgo de negocio.
	Cambio de condiciones	

Fuente: Elaboración Propia (2013).

4.3 Análisis General por Dimensión de los Datos Arrojados por la Aplicación del Instrumento

El análisis general que se ha realizado en esta parte, es el resultado de los criterios y opiniones establecidos en el cuestionario aplicado, las cuales son objetivas, de las personas seleccionadas por la muestra, y que de manera directa se han visto involucrados en la construcción del Túnel Emisor Oriente en Ecatepec de Morelos, Estado de México, con la empresa constructora, a los que se les solicitó muy amable y respetuosamente su participación en esta investigación, así como también se les explico que las encuestas que contestaran, la información es confidencial.

De los resultados que se obtuvieron a través de la aplicación del instrumento, se logró identificar los puntos de mejora en el análisis de los riesgos, avances y deficiencias, del actual sistema de identificación de los mismos en la empresa.

Derivado de los resultados obtenidos y previa recopilación de información y análisis de la misma, se logra fundamentar y recomendar la aplicación de la propuesta que se presenta en esta investigación, no sin antes presentar a continuación los datos estadísticos de las personas encuestadas.

A. Edad

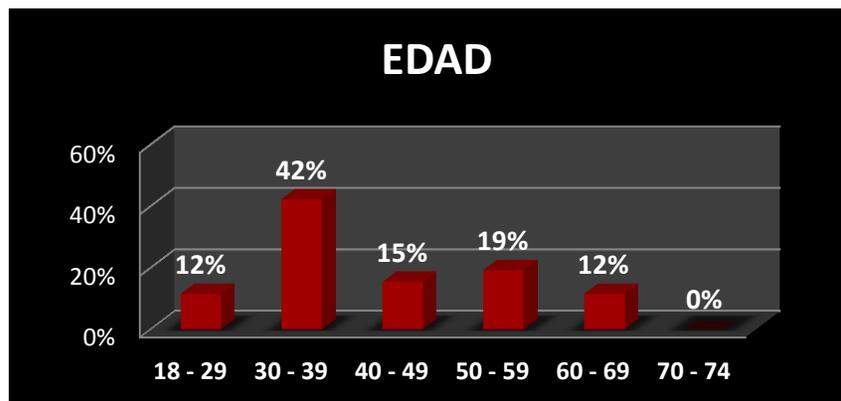
Edad Mínima 24 años

Edad Máxima 68 años

Edad Promedio 41 años

El 42% de los encuestados tienen entre 30 y 39 años de edad, el 19% tienen entre 50 y 59 años, 15% tienen entre 40 y 49 años, con un empate 12% están entre 18 y 29 años y 12% tienen entre 60 y 69 años de edad. Estos resultados se muestran en las gráficas 4-23, y el cuadro 4-23 a continuación.

Gráfica 4 - 23. Porcentaje de las edades de los encuestados.



Fuente: Elaboración Propia (2013)

Cuadro 4 - 23. Frecuencias de edad de los encuestados

Rango de Edad	Frecuencia	Porcentaje
18 - 29	3	12%
30 - 39	11	42%
40 - 49	4	15%

50 - 59	5	19%
60 - 69	3	12%
70 - 74	0	0%
Total	26	100%

Fuente: Elaboración Propia (2013)

B. Sexo

A continuación se muestra la distribución de frecuencias por sexo de la población de encuestados en el cuadro y gráfica 4-24.

Cuadro 4 - 24. Frecuencias de sexo de los encuestados

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	21	81%
Mujer	5	19%
Total	26	100%

Fuente: Elaboración Propia (2013)

Gráfica 4 - 24. Frecuencias de sexo de los encuestados



Fuente: Elaboración Propia (2013)

C. Estado Civil.

A continuación se muestra la distribución de frecuencias por estado civil de la población de encuestados en el cuadro y gráfica 4-25.

Cuadro 4 - 25. Frecuencias de estado civil de los encuestados

Estado Civil.	Frecuencia	Porcentaje
Casado (a)	16	62%
Soltero (a)	8	31%
Divorciado (a)	1	4%
Viudo (a)	0	0%
Unión Libre	1	4%
Total	26	100%

Fuente: Elaboración Propia (2013)

Gráfica 4 - 25. Frecuencias de estado civil de los encuestados



Fuente: Elaboración Propia (2013)

D. Grado de Estudios.

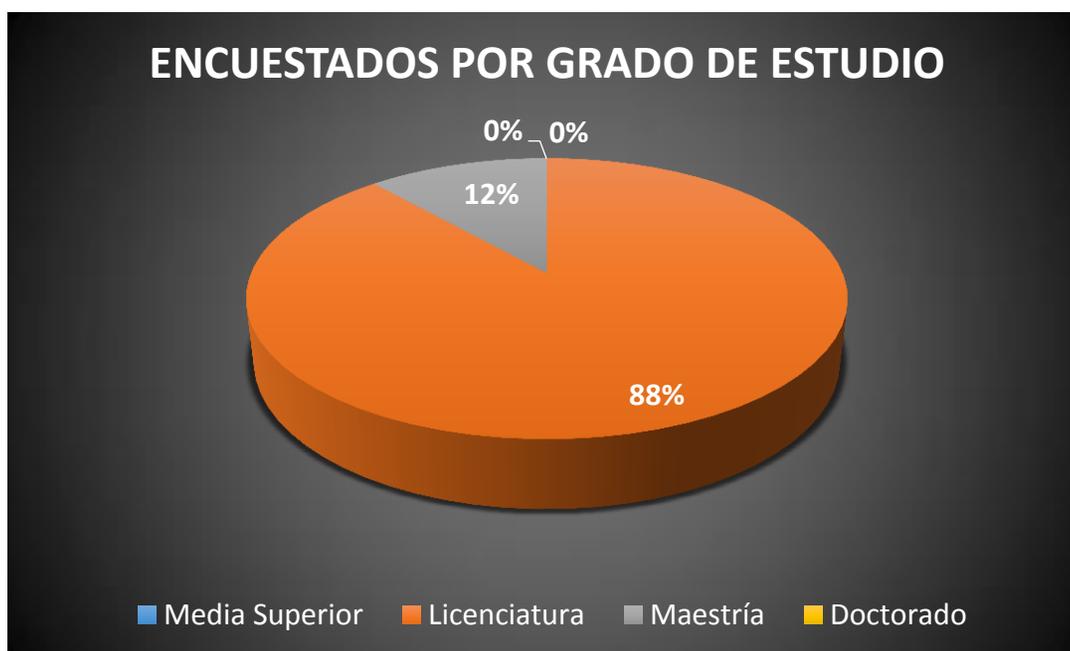
A continuación se muestra la distribución de frecuencias por grado de estudios de la población de encuestados en el cuadro y gráfica 4-26.

Cuadro 4 - 26. Frecuencias de grado de estudio de los encuestados

Grado de Estudios	Frecuencia	Porcentaje
Comercial	0	0%
Media Superior	0	0%
Licenciatura	23	88%
Maestría	3	12%
Doctorado	0	0%
Total	26	100%

Fuente: Elaboración Propia (2013)

Gráfica 4 - 26. Frecuencias de estado civil de los encuestados.

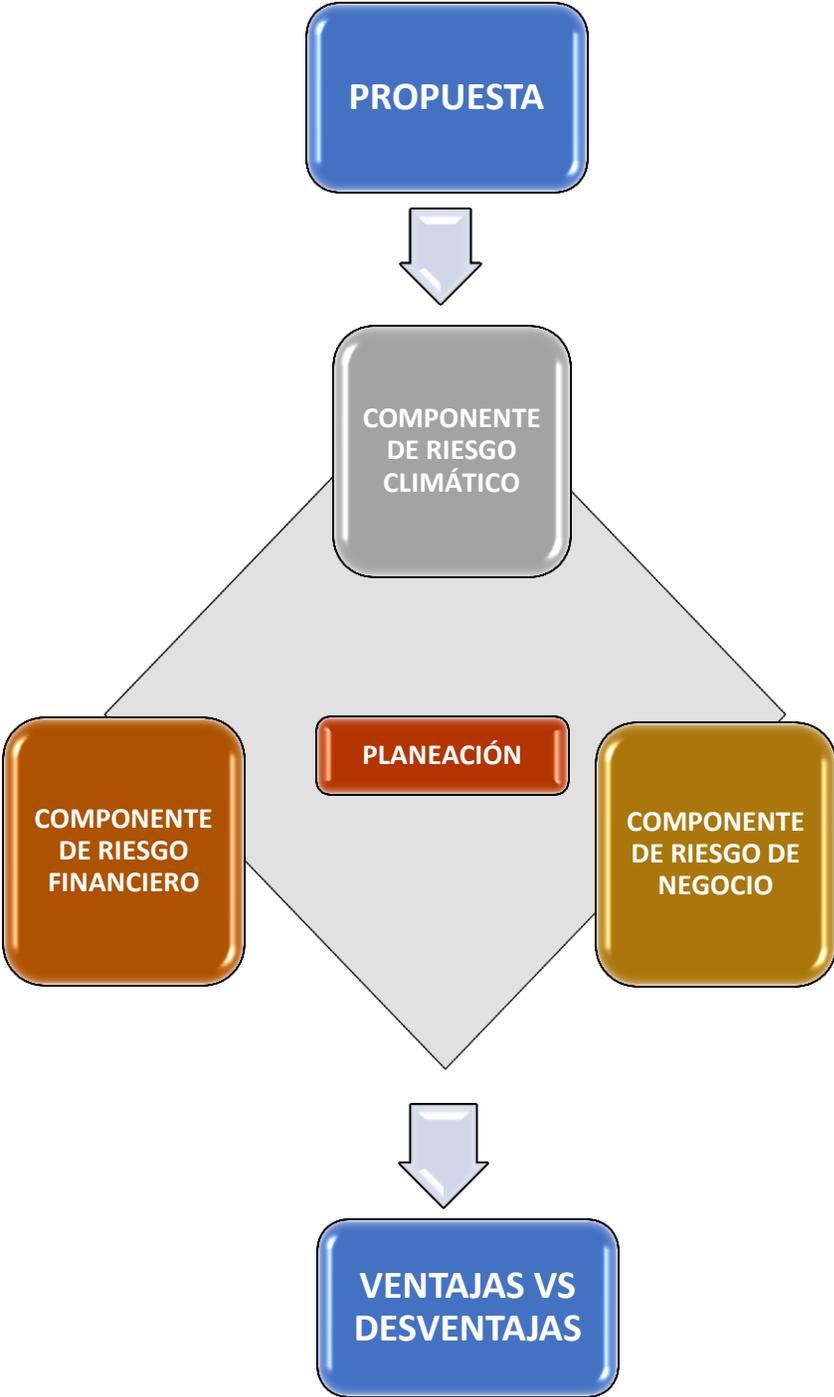


Fuente: Elaboración Propia (2013)

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL
ANÁLISIS DE RIESGO EN LA PLANEACIÓN DEL
TÚNEL EMISOR ORIENTE

Diagrama 5 - 1. CAPÍTULO V



Fuente: Elaboración Propia (2013)

5.1 Propuesta de Metodología de Análisis de Riesgos en la Planeación de la Construcción del Túnel Emisor Oriente en Ecatepec de Morelos, para la Empresa Constructora.

Como referencia podemos decir que el pasado 13 de Junio de 2013, la inauguración del Tramo 1 del Túnel Emisor Oriente es un claro ejemplo, que se ha hecho un buen trabajo de planeación, administración, dirección y control. Sin embargo existen algunas deficiencias, de las cuales hablaremos a continuación.

Como parte de las deficiencias de las identificaciones de riesgos en general, sin hacer distinciones entre los tres tipos de riesgo que explicaremos más adelante durante este capítulo, se encontraron los siguientes:

- 1) No se consideran aspectos de riesgos climáticos, que originaron averías en algunas máquinas tuneladoras, que se utilizaron durante la construcción del Túnel Emisor Oriente.
- 2) No se realizaron los estudios suficientes, los cuales eran necesarios para poder conocer a detalle el tipo de suelo por el que se iba a excavar, y por ende el tipo de maquinaria para dicho fin.
- 3) No se tomó en cuenta el riesgo por permisos jurídicos para poder construir las lumbreras (estructura que permite el ingreso del personal, así como bajar y ensamblar los equipos de excavación e insumos para la construcción del túnel, además de permitir en el futuro la operación y mantenimiento del mismo) el portal de salida, que en ocasiones estaban ubicados en terrenos ejidales y/o zonas federales.
- 4) No existió una buena comunicación de lecciones aprendidas en la empresa constructora, esto con la finalidad de evitar riesgos que incurran en costos elevados y/o retrasos por malas decisiones.
- 5) No se consideraron algunos costos que son primordiales en la construcción del Túnel Emisor Oriente.

Es por las razones tocadas en los puntos anteriores, que es necesario realizar propuestas que aporten mejoras a corto, mediano o largo plazo. Con la finalidad de cumplir con los objetivos que se establecieron desde el inicio de la construcción del Túnel Emisor Oriente, ayudar a la empresa constructora, a mejorar la eficiencia de la empresa y disminuir los riesgos.

La propuesta aquí descrita, consta de tres componentes, los cuales son los siguientes:

- 1) **Componente de Riesgo Climático.** Su objetivo es proponer una serie de pasos a seguir, para eliminar los riesgos climáticos, pero su objetivo, no es la eliminación de los riesgos en primera instancia, sino que es la adecuada identificación de los riesgos, y la elaboración posterior de los planes de contingencia para cada riesgo identificado.
- 2) **Componente de Riesgo de Negocio.** Su objetivo es identificar aquellas situaciones que provocaron retraso en el inicio de los trabajos de construcción, debido a los permisos jurídicos para la adquisición de terrenos ejidales y/o zonas federales y aquello que pone en riesgo la construcción del Túnel Emisor Oriente.
- 3) **Componente de Riesgo Financiero:** Su objetivo es identificar las fallas técnicas y aspectos económicos en la planeación de la empresa, al identificar aspectos jurídicos e investigación del subsuelo, que no se consideraron ocasionando pérdidas económicas que afectaron a la empresa constructora.

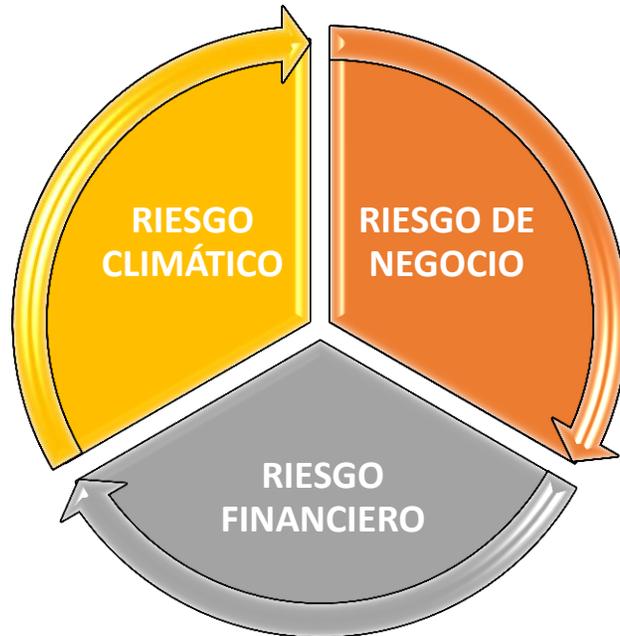


Diagrama 5 - 2. Componentes del Riesgo

Fuente: Elaboración Propia (2013)

Esta propuesta metodológica, está pensada para realizarse en 4 fases que son: Identificación de Riesgos Climáticos, Identificación de Riesgos Financieros, Identificación de Riesgos de Negocio y por último, elaboración de los planes de contingencia para cada riesgo, esperando que cada fase se pueda llevar a cabo en tiempos muy reducidos de máximo 5 semanas por fase como se muestra en el diagrama 5-1 a continuación:

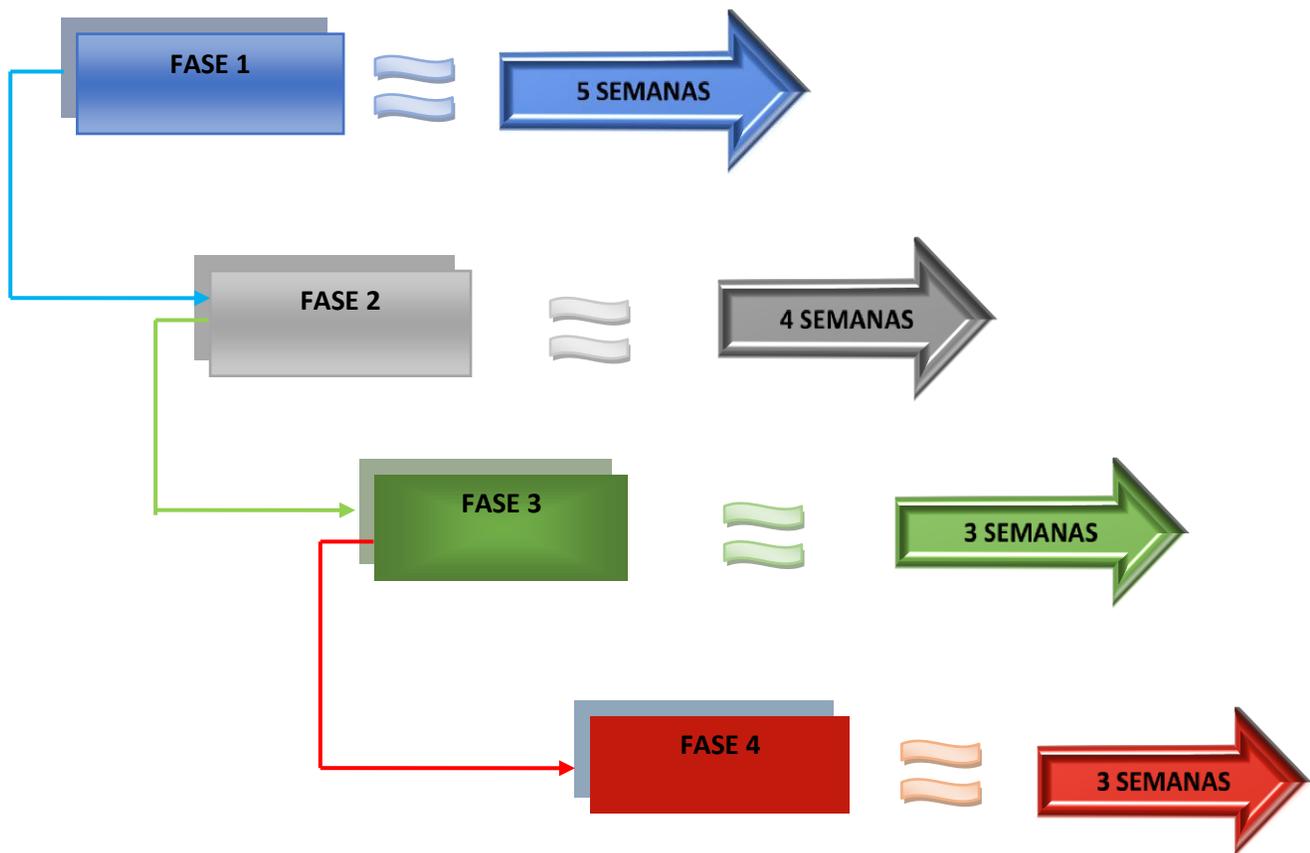


Diagrama 5 - 3. Tiempo de implementación.

Fuente: Elaboración Propia (2013)

5.2 Componente de Riesgo Climático

A lo largo de la historia de la humanidad, el ser humano siempre ha estado expuesto algún tipo de riesgo, tales como: riesgo económico, riesgo climático, riesgo político, riesgo social, etc.

En la actualidad nos encontramos en un momento de cambio en la duración, frecuencia y magnitud de los fenómenos climáticos. El impacto que las amenazas climáticas, como: ciclones, tormentas tropicales, inundaciones, temperaturas extremas, terremotos, ejercen sobre los proyectos de infraestructura de una sociedad es enorme. Estos cambios climáticos en algunos casos han ocasionado pérdidas de

vidas humanas, pérdida de maquinaria, la destrucción total de proyectos de infraestructura y otros efectos negativos.

En todo momento existe una exposición latente a riesgos relacionados con el clima, ya que puede dar un cambio de 360° en tan solo un día o inclusive en un par de horas, sumado a las condiciones de vulnerabilidad y capacidad insuficiente para responder a sus consecuencias, causan graves pérdidas y desastres.

Lo más valioso en un proyecto de infraestructura son las personas que laboran en él, de tal modo que la reducción e identificación de estos riesgos puede ayudar a proteger a las personas e incluso salvar su vida.

Se propone el componente de riesgo climático, para mejorar la práctica de la construcción del Túnel Emisor Oriente, evitando averías en la maquinaria, paros en la construcción y preservando al máximo la vida de los trabajadores. Este componente tiene una fase, esta propuesta es complementaria a los planes y acciones que la empresa constructora ya tiene.

Fase 1: Análisis de los Riesgos Climáticos que afectaron a la construcción del Túnel Emisor Oriente.

En esta fase se pretende Implementar un análisis de los riesgos climáticos que pueden afectar a la construcción del Túnel Emisor Oriente, como programa piloto.

A continuación se presentará un diagrama de la fase 1, que aplica para el componente de riesgo climático.

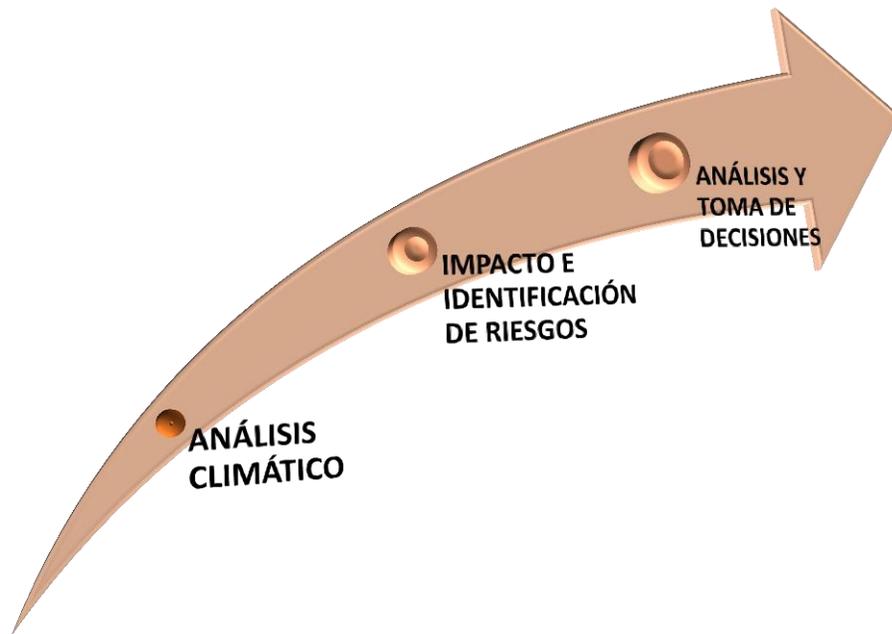


Diagrama 5 - 4. Componentes de la Fase 1

Fuente: Elaboración Propia (2013)

5.2.1 Análisis de la Estructura de la Fase 1

5.2.1.1 Identificación de las Necesidades en la Empresa

Para este efecto, hemos de describir en primera instancia los puntos que ya se tienen actualmente, y aquellos con los que se va a complementar la fase 1 en el componente de riesgo climático en la construcción del Túnel Emisor Oriente, para la empresa constructora.

5.2.1.2 Identificación de Riesgo Climático

Para este efecto, se han encontrado 4 puntos básicos, los cuales se enlistan a continuación:

- 1) **Análisis Climático:** comprende la recopilación de los datos históricos sobre el clima del lugar sobre el cual se va desarrollar el proyecto de infraestructura. Para este análisis se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:
 - Los tipos de clima.
 - Variabilidad climática.
 - Los posibles cambios de clima.
 - Las tendencias del clima.
 - El grado de previsibilidad del clima para varios periodos de tiempo.

- 2) **Impacto e Identificación de Riesgos:** A partir de los datos históricos del clima recopilados de la región, se debe realizar un análisis del cambio climático en la actualidad, así como también en el mediano plazo esto a partir de la situación actual y de las tendencias observadas de la región y por último en el largo plazo, el cual se debe realizar en base a proyecciones y predicciones. Así como también se debe tomar en cuenta las vulnerabilidades y la exposición que se tenga a los posibles cambios extremos del clima y con esto se debe realizar la evaluación de los riesgos climáticos. Una vez que se tengan estos análisis se debe realizar la identificación del impacto real y potencial, ocasionados por los cambios climáticos, que pueden afectar a la obra y/o proyecto de infraestructura que se esté desarrollando

- 3) **Análisis y Toma de Decisiones:** El análisis de decisiones comprende, el realizar mapas de riesgos que te permitan ubicar las zonas de mayor riesgo, ubicar las zonas seguras, así como también establecer sistemas de alertas ante amenazas climáticas. Dentro de la toma de decisiones se debe crear un grupo que esté capacitado para poder actuar ante algún cambio climático extremo y que tenga bien definido sus planes de contingencia así como un apropiado diseño de respuestas ante los posibles cambios climáticos.

- 4) **Lecciones Aprendidas:** Se pueden definir como el conocimiento o entendimiento adquirido mediante la reflexión de un proceso, experiencia, o una combinación de ambos, la cual puede ser positiva o negativa. Las

lecciones aprendidas contribuyen a convertir el conocimiento tácito en conocimiento explícito.

De los puntos arriba mencionados, y de acuerdo a nuestro instrumento de campo podemos decir que no existe una identificación de riesgo climático en la empresa constructora, es por esto que se propone que esta metodología.

Para ilustrar este punto veremos un ejemplo que sucedió en la intersección de la Av. Gran Canal y Av. Río de los Remedios, zona limítrofe entre el Distrito Federal y el Estado de México. A partir de una lluvia extraordinaria que ocurrió el pasado 3 de Febrero del 2010, en el Distrito Federal y su Zona Conurbada, tuvo como consecuencia que se inundaran varias colonias, ocasionando la perdida de muebles, vehículos, equipos electrodomésticos, entre muchas cosas más.



Imagen 5 - 1. Inundación de colonias.

Fuente: COMISSA, S.A. DE C.V.

En la imagen 5 - 2, se puede observar que debido a las fuertes lluvias el nivel del agua subió más de 1 metro de altura, ocasionando que se inundaran varias colonias, perdida de luz eléctrica y por consecuencia que hubiera perdidas de inmuebles, equipos electrónicos, estufas, camas, automóviles, entre muchas cosas más.



Imagen 5 - 2. Afectaciones viviendas inundadas.

Fuente: COMISSA, S.A. DE C.V.

En la imagen 5 - 3, se puede observar que debido a las fuertes lluvias muchos automóviles sufrieron daños de pérdida total, así como también el agua se descargó en la lumbrera que está a un costado del río de los remedios.



Imagen 5 - 3. Afectaciones y viviendas inundadas.

Fuente: COMISSA, S.A. DE C.V.

En la imagen 5 - 4, se puede observar las afectaciones que tuvieron múltiples negocios, muchos de ellos perdiendo toda la herramienta, accesorios, vehículos y que dando a merced del agua, sin poder hacer nada.



Imagen 5 - 4. Inundación en la Lumbreira 0.

Fuente: COMISSA, S.A. DE C.V.

En la imagen 5 - 5, se puede observar que debido a las fuertes lluvias el Túnel Emisor Oriente también se vio afectado, en específico en la lumbreira cero sufrió un elevado aumento del nivel del agua, ocasionando que la excavación en esa zona fuera imposible de realizar, derivando en retrasos para la obra, además que algunas de las máquinas, se vieron afectadas por el agua, cuando su diseño original no contempla un uso de esta naturaleza.



Imagen 5 - 5. Desbordamiento del río de los remedios.

Fuente: COMISSA, S.A. DE C.V.

En la imagen 5 - 6, se puede observar que debido a las fuertes lluvias, subió el nivel de agua del río de los remedios, ocasionando que se desbordara. Personal de protección civil, el ejército mexicano, tuvieron que colocar costales para formar un muro de contención y de esta manera poder contener el flujo del agua. Pero esto no impidió que afectara a la Lumbra 0, del Túnel Emisor Oriente.

5.2.1.3 Identificación de Puntos de Seguridad para Contingencias Ocasionados por Riesgos Climáticos

Para este efecto, se han encontrado 4 puntos básicos de seguridad para contingencias ocasionados por riesgos climáticos, los cuales se enlistan a continuación:

- 1) Zonas de Seguridad:** En la construcción como en cualquier parte, es necesario identificar zonas de seguridad ante contingencias que ocasionen un riesgo a la integridad física y/o a la vida de los trabajadores, como ciclones

tropicales, inundaciones, sismos, incendios, entre otros. En este caso, como se ilustra anteriormente la situación más desfavorable para el Túnel Emisor Oriente son las inundaciones.

- 2) Rutas de Evacuación.** Para ese caso, en la construcción, se deben identificar las rutas de evacuación, zonas de seguras, de tal forma que la gente en caso de que suceda un evento de un cambio climático extremo, sepa como ubicar y dirigirse rápidamente a estas zonas.
- 3) Ubicación de Extintores.** Para este caso en la construcción, se debe tener bien definido los lugares en donde están colocados los extintores, ya que en caso de ocurrir un incendio, se logre extinguir el mismo.
- 4) Teléfonos de Emergencia.** En caso de siniestro, se debe tener los teléfonos de protección civil, bomberos, policía estatal, policía municipal, etc., para poder pedir ayuda en caso de ser necesario.

De los puntos anteriormente mencionados, existen zonas de seguridad, rutas de evacuación, y los extintores, por lo que se propone que esta revisión contra siniestros incluya todos los puntos mencionados para evitar riesgos de trabajo, ocasionados por el riesgo climático.

5.2.1.4 Indicadores de Evaluación de Riesgos

Los indicadores que deben evaluarse en cuanto a los riesgos climáticos en la construcción del túnel emisor oriente, se muestran en la tabla 5 - 1, donde se pueden identificar los riesgos y su indicador para cada tema.

Tabla 5 - 1. Indicadores de Evaluación de Riesgos Climáticos.

TABLA DE INDICADORES EN RIESGOS CLIMÁTICOS				
Riesgo	Puntos de Evaluación	Indicador	Actual Aproximado %	Meta
Climático	Análisis climático	Datos históricos sobre el clima del lugar	10%	90%
	Impacto	Identificar impacto real y potencial	18%	90%
	Identificación de riesgos	Reducir los riesgos	13%	85%
	Análisis	Saber que hacer en caso de que ocurra	7%	100%
	Toma de decisiones	Tomar la decisión correcta, en el momento correcto.	21%	100%
Contingencia	Zonas de Seguridad	Reducción de Desconocimiento de dichas Zonas	70%	100%
	Rutas de Evacuación	Reducción de Desconocimiento de dichas Rutas	75%	100%
	Ubicación de Extintores	Reducción de Desconocimiento de Ubicación	80%	92%
	Teléfonos de Emergencia	Reducción de Desconocimiento de Ubicación	45%	90%

Fuente: Elaboración Propia (2013)

Para sacar los porcentajes de la Meta en la tabla anterior se deben revisar los datos de las afectaciones, ocasionadas por el clima, que ha tenido el proyecto del Túnel Emisor Oriente, de tal manera que se valla mostrando el avance o retroceso en cada rubro mostrado, el avance propuesto en la tabla, está calculado para lograrse en 5 semanas como máximo, que es el tiempo aproximado que se estipula en esta propuesta.

5.3 Componente de Riesgo Financiero

El riesgo financiero, está asociado a *“La incertidumbre existe siempre que no se sabe con seguridad lo que ocurrirá en el futuro. El riesgo es la incertidumbre que “importa” porque incide en el bienestar de la gente..... Toda situación riesgosa es incierta, pero puede haber incertidumbre sin riesgo”*. (Bodie, 1998).

El riesgo financiero es una consecuencia directa de las decisiones que se tomen en la empresa y que pueden afectar positiva o negativamente a la misma. Este componente tiene una fase, ya que esta propuesta es complementaria a los planes y acciones que la empresa constructora, tiene establecidos.

Fase 2: Análisis de los Riesgos Financieros explícitamente por el rubro de sanciones.

En esta fase se pretende implementar un análisis de los riesgos financieros para la empresa constructora, como programa piloto.

A continuación se presentará la tabla de la fase 2, que aplica para el componente de riesgo financiero.

Tabla 5 - 2. Indicadores de Evaluación de Riesgo Financiero

PASO	DEFINICIÓN
IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	Determinar el o los riesgos financieros más importantes en la empresa.
EVALUACIÓN DEL RIESGO	Se refiere a la cuantificación de los costos asociados a riesgos financieros que ya han sido identificados.
SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA MITIGAR EL RIESGO	Para elegir el método adecuado, depende de la postura que se quiera tomar: prevención y control de pérdidas, evitar el riesgo (no exponerse a un riesgo), absorber el riesgo y cubrir las pérdidas con recursos propios, etc.
IMPLEMENTACIÓN	Llevar a la práctica el método elegido.
REPASO	Evaluar las decisiones periódicamente.

Fuente: Elaboración Propia (2013)

5.3.1 Análisis de la Estructura de la Fase 2

5.3.1.1 Identificación de las Necesidades en la Empresa

Para este efecto, hemos de describir en primera instancia los puntos que ya se tienen actualmente, y aquellos con los que se va a complementar la fase 2 en el componente de riesgo financiero específicamente por conceptos de investigación de subsuelo y aspectos jurídicos de la tenencia de la tierra.

5.3.1.2 Identificación de Puntos de Riesgo Financiero Económicos

Para este efecto, se han encontrado 2 puntos básicos, los cuales se enlistan a continuación:

1) Investigación del Subsuelo: El subsuelo es la gran incógnita, ya que su formación se ha dado por cerca de 200 millones de años, he aquí la dificultad que se tiene para saber con precisión las diferentes estratigrafías que componen el subsuelo y lo complejo que resulta realizar una obra subterránea. Es debido a esto que se deben realizar todos los estudios de ingeniería necesarios. Los estudios geológicos, estudios geotécnicos y estudios hidrológicos son por mucho, el aspecto más importante de una planeación preliminar correctamente ejecutada, para ello se recomienda tomarse el tiempo necesario para realizar una buena planeación de todos estos estudios, así como de no escatimar en gastos de los mismos ya que en cuanto más detallada sea la investigación del subsuelo mayor será la certeza de lo que se enfrentara a lo hora de excavar el túnel.

Si se miden el grado de dificultad y las consecuencias, no existe punto de comparación cuando se decide modificar el trazo de un túnel, si solo se trata de borrar y trazar de nuevo una línea sobre un mapa, que si se trata de modificar el trazo de un túnel o de variar el curso de una excavación.

2) Aspectos jurídicos de la tenencia de la tierra: La "tenencia de la tierra" se define como, según el Glosario de términos sobre asentamientos humanos. La ocupación y posesión actual y material de una determinada superficie de la tierra. Es el conjunto de disposiciones legales que establecen los actos constitutivos de la posesión, los requisitos conforme a los cuales debe ejercerse y los derechos y obligaciones que generan. Se debe de tomar en cuenta la probabilidad de riesgo por mínima que parezca al momento de realizar los trámites jurídicos para poder construir las lumbreras en terrenos ejidales y/o zonas federales, ya que si por parte de los pobladores o dueños de los terrenos no existe la flexibilidad de vender los terrenos, traería como consecuencias el cambio o modificación del trazo de las lumbreras, portal de salida y/o túnel, por lo que se traduciría en un mayor costo y tiempo de entrega del proyecto.

Para este caso, desafortunadamente de los puntos anteriores, no se consideró una planeación a detalle de los cuatro puntos arriba mencionados. Es por esta razón que

se incluyen en esta propuesta para ser tomados en cuenta como parte de un proceso de planeación. De acuerdo a información de CONAGUA los problemas que se tuvieron por el tema de la tenencia de la tierra son los siguientes:

Tabla 5 - 3. Problemática y obstáculos que pueden retrasar el Proyecto del Túnel Emisor Oriente

PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA	ACCIONES PARA LA SOLUCIÓN	ACTORES QUE DEBEN INTERVENIR
<p>Aspectos de tenencia de la tierra, concretamente en los sitios donde habrán de construirse lumbreras, donde la propiedad es particular o ejidal, destacando que se ha avanzado notablemente en la solución a este problema. Se trabaja en la formalización del traslado de dominio mediante las compraventas y expropiaciones correspondientes.</p>	<p>Conciliar con los particulares y ejidatarios la adquisición de los predios requeridos.</p>	<p>PRESIDENCIA CONAGUA INDAABIN SRA Gobiernos de los Estados de México e Hidalgo</p>
<p>Recursos para la adquisición de los predios.</p>	<p>Contar con la partida presupuestal correspondiente.</p>	<p>CONAGUA</p>
<p>Probables reclamos sociales (suministro de agua potable, alcantarillado, mejoramiento de vialidad, mejoramiento de imagen urbana).</p>	<p>Coordinar con las dependencias ejecutoras de programas sociales la aplicación conjunta de recursos que permitan una mejor prestación de servicios.</p> <p>Mantener y entregar a la comunidad los caminos de acceso y construcción en mejores condiciones que las actuales.</p>	<p>CONAGUA SEDESOL Y Gobiernos de los Estados de México e Hidalgo.</p>

Fuente: Libro Blanco CONAGUA-05. Construcción del Túnel Emisor Oriente (2012). p. 350.

De los dos puntos arriba mencionados, no se realizó el análisis de riesgo a detalle, por lo que se propone que esta propuesta incluya todos los puntos mencionados para evitar riesgos.

5.3.1.3 Identificación de Puntos de Riesgo Financiero Técnicos

Para este efecto, se han encontrado 4 puntos básicos de riesgos financieros, los cuales se enlistan a continuación:

Estudios Geológicos: En este punto, debe planearse a detalle los estudios que se deben realizar para saber las características geológicas del subsuelo, esto con el fin de tomar la mejor decisión al momento de comprar una máquina tuneladora. Esto es importante ya que evita riesgos a la hora de elegir, diseñar y comprar una máquina tuneladora, por la tecnología que utilizan, en la mayoría de los casos son equipos de fabricación alemana y/o estadounidense, que se traduce en precios muy elevados.

Estudios Geotécnicos: En este punto, debe planearse a detalle los estudios que se deben realizar para saber las características geotécnicas del subsuelo, esto con el fin de tomar la mejor decisión al momento de comprar una máquina tuneladora. Esto es importante ya que evita riesgos a la hora de elegir, diseñar y comprar una máquina tuneladora.

Estudios Hidrológicos: En este punto, debe planearse a detalle los estudios que se deben realizar para saber la cantidad de agua que tiene el subsuelo, esto con el fin de evitar tramos del proyecto con altos contenidos agua y poder tomar la mejor decisión al momento de comprar una máquina tuneladora. Esto es importante ya que evita riesgos a la hora de elegir, diseñar y comprar una máquina tuneladora.

5.3.1.4 Indicadores de Evaluación de Riesgos

Los indicadores que deben evaluarse en cuanto a los riesgos financieros por investigación del subsuelo y aspectos jurídicos de la tenencia de la tierra para la construcción del Túnel Emisor Oriente, se muestran en la siguiente tabla 5 - 4.

Tabla 5 - 4. Indicadores de Evaluación de Riesgos Financieros

TABLA DE INDICADORES EN FASE 2 - RIESGOS FINANCIEROS EN INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO Y ASPECTOS JURÍDICOS DE LA TENENCIA DE LA TIERRA				
Riesgo	Puntos de Evaluación	Indicador	Actual Aproximado %	Meta
Económico	Investigación del Subsuelo	Mayor conocimiento del tipo de subsuelo	80%	100%
	Aspectos Jurídicos de la Tenencia de la Tierra	Evitar retrasos para el inicio de la construcción	75%	95%
Técnicos	Estudio Geológico	Mayor conocimiento del tipo de subsuelo	88%	100%
	Estudio Geotécnico	Mayor conocimiento de las propiedades mecánicas del subsuelo	88%	100%
	Estudio Hidrológico	Mayor conocimiento de los contenidos de agua del subsuelo	80%	100%

Fuente: Elaboración Propia (2013)

Para sacar los porcentajes Meta en la tabla anterior se deben revisar los datos, haciendo una comparación de la investigación del subsuelo que se realizó y/o que se planeó durante el Proyecto Ejecutivo del Túnel Emisor Oriente, y la investigación del subsuelo que se tuvo que realizar después del Proyecto Ejecutivo esto debido a la falta de información que se tenía del subsuelo. Para el tema de los aspectos jurídicos de la tenencia de la tierra se deben revisar la planeación del Túnel Emisor Oriente, haciendo una comparación las dificultades y problemas que se derivaron debido a la liberación de los predios.

Cabe resaltar que si no se ha realizado la identificación y caracterización geotécnica, geológica e hidrológica de todos los tipos de suelo que atravesará una obra subterránea, se corre el riesgo de incrementar el tiempo y costo de construcción, o en los casos más extremos, de fracasar.

5.4 Componente de Riesgo de Negocio

Se propone el componente de riesgo de negocio, para mejorar la práctica de la construcción del Túnel Emisor Oriente, proponiendo dos cláusulas desde la firma del contrato de una obra subterránea, evitando que se incumplan los objetivos y/o compromisos adquiridos con el cliente. Este componente tiene una fase, esta propuesta es complementaria a los planes y acciones que la empresa constructora ya tiene.

Fase 3: Análisis de los Riesgos de negocio para la construcción del Túnel Emisor Oriente.

En esta fase se pretende Implementar un análisis de los riesgos de negocio en la empresa constructora, que está ubicada en el Estado de México, municipio Ecatepec de Morelos, como programa piloto.

A continuación se presentará un diagrama de la fase 3, que aplica para el componente de riesgo financiero.



Diagrama 5 - 5. Estructura de la fase 3.

Fuente: Elaboración Propia (2013)

5.4.1 Análisis de la estructura de la Fase 3

5.4.1.1 Identificación de las Necesidades en la Empresa

En este punto en particular hablaremos de los puntos que la empresa ya tiene contemplado por acción de la experiencia que tiene en la construcción de obras subterráneas, sin embargo existen algunos puntos que no se contemplaron y con los que se va a complementar en esta propuesta para efectos de reducir los riesgos de negocio que puedan presentarse por conceptos de riesgo compartido, cambio de condiciones y elección de la maquina tuneladora.

5.4.1.2 Identificación de Puntos de Riesgo de Negocio en la Construcción del Túnel Emisor Oriente

Para este efecto, se han encontrado 3 puntos básicos de identificación sobre el riesgo de negocio con relación a la construcción del Túnel Emisor Oriente, los cuales se enlistan a continuación:

- 1) **Riesgo Compartido:** Durante la firma del contrato para la construcción de una obra subterránea es indispensable implantar el concepto de riesgo compartido, con todas las implicaciones y peso que lleva intrínseco el concepto, así como entre las partes involucradas (el cliente o quien solicita una obra subterránea, el contratista o quienes la conciben, diseñan y construyen). Como propuesta la cláusula de riesgo compartido, se propone que se incorporen las fórmulas y los mecanismos mediante las cuales se acepta que las variables primordiales (fecha de terminación y costo dela obra) se acuerdan recíprocamente, bajo un conjunto de variables, supuestos y condiciones que no pueden desviarse más allá de cierto margen, en dado caso de que esto ocurra, una, dos o más variables primordiales se verán afectadas. Todas las partes involucradas se comprometen en el entendido mutuo de que existe la probabilidad de encontrar un imprevisto, por mínimo que sea, esto no cancela la probabilidad de que ocurra.
- 2) **Cambio de Condiciones:** Como ya lo hemos abordado en esta investigación es imposible contar con una absoluta certeza geológica, geotécnica e hidrológica al emprender la construcción de una obra subterránea, debido a esto se recomienda que durante la firma del contrato para la construcción de una obra subterránea es indispensable implantar una cláusula que clasifique los tipos de suelo que la obra atravesará. De igual manera se recomienda implantar una cláusula llamada cambio de condiciones, la cual debe definir bajo qué circunstancias ocurren, cómo se define esa situación y cómo se debe actuar en caso de presentarse, si se llegara a dar este último caso, esto

implicaría costos adicionales por lo que se recomienda incluir una cláusula previendo los lineamientos sobre el ajuste y cálculo de precios.

En estos puntos que se han mencionado, la empresa constructora, cuenta con dos cláusulas, que contemplan una parte de las cláusulas que arriba se propusieron. Por lo cual se propone que la empresa constructora, tome en cuenta las dos cláusulas con todas sus características, esto con la finalidad de evitar un posible riesgo de negocio.

5.4.1.3 Indicadores de Evaluación de Riesgos de Negocio

Los indicadores que deben evaluarse en cuanto a los riesgos de negocio para el tema firma de contrato de una obra subterránea y elección de una máquina tuneladora, se muestran en la tabla 5 - 5, donde se pueden identificar los riesgos y su indicador para cada tópico.

Tabla 5 - 5. Indicadores de evaluación de riesgos de negocio.

TABLA DE INDICADORES EN RIESGOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN FASE 3 (RIESGOS DE NEGOCIO)				
Riesgo	Puntos de Evaluación	Indicador	Actual Aproximado %	Meta
Firma de Contrato	Riesgo Compartido	Agregar la cláusula de riesgo compartido, al contrato.	70%	100%
	Cambio de Condiciones	Agregar la cláusula de cambio de condiciones, al contrato.	70%	100%

Fuente: Elaboración Propia (2013)

En la tabla anterior, para determinar los porcentajes meta, deberá hacerse revisando el contrato que se firmó entre la empresa constructora y CONAGUA. Para la elección de la maquina tuneladora se deberá revisar el contrato de compra de la misma.

5.5 Propuesta de Elaboración para Planes de Revisión

Para este efecto, se proponen los planes de revisión de los riesgos para cada uno de los diferentes componentes del riesgo, identificados como los de mayor importancia, según la investigación de campo realizada por medio de encuestas, y presentada en la presente tesis en el capítulo 4, que afectan la construcción del Túnel Emisor Oriente.

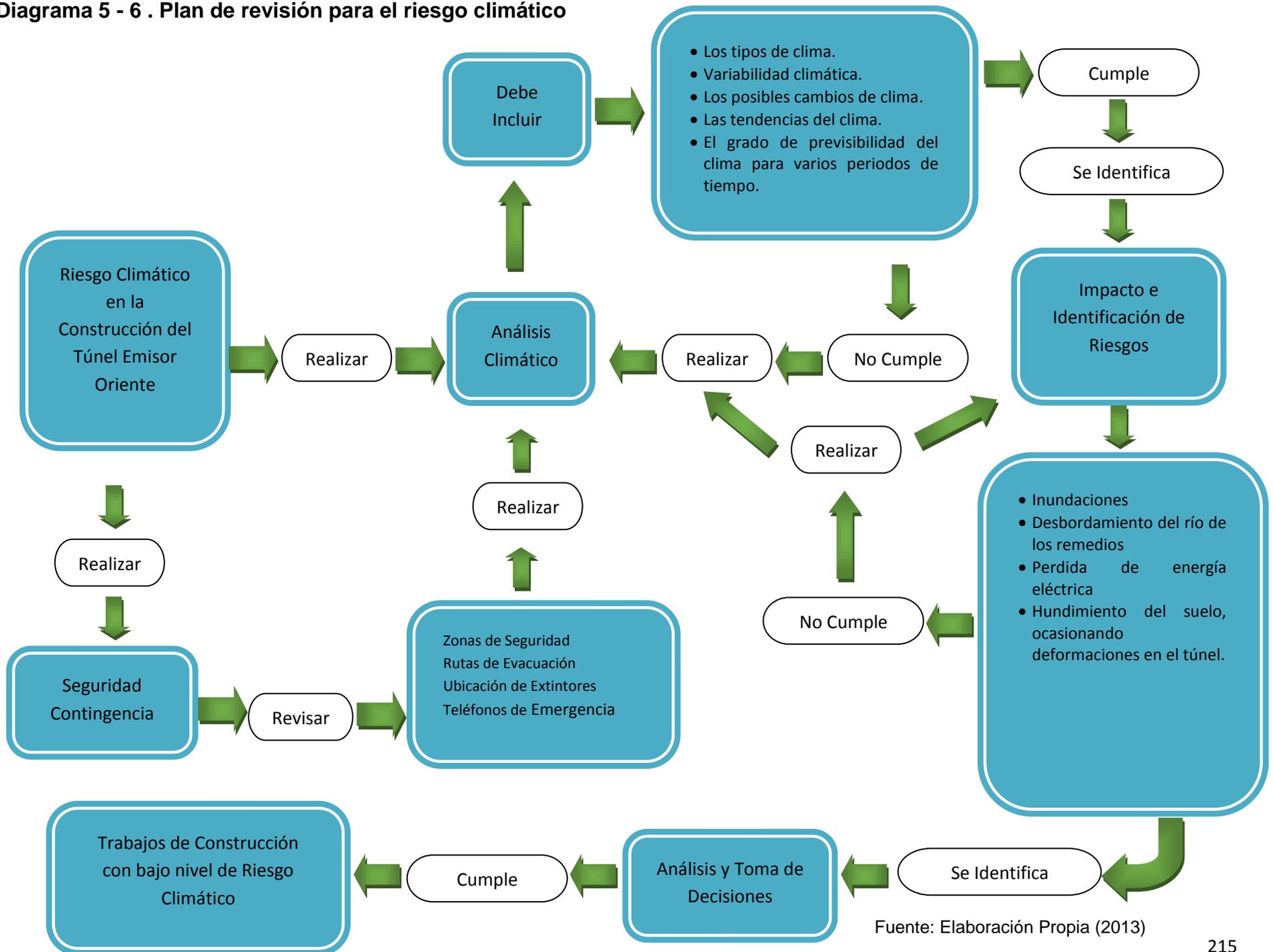
5.5.1 Plan de Revisión para el Riesgo Climático

Como primer punto se dará a conocer el plan de revisión del riesgo climático, tomando en cuenta los aspectos mencionados en el punto 5.2. Para este efecto, se muestra a continuación, el diagrama 5 - 6, explicando cada proceso del plan de revisión para los riesgos climáticos.

5.5.1.1 Plan de Revisión de Riesgos Climáticos

Se recomienda que antes de iniciar cualquier actividad dentro de la construcción del Túnel Emisor Oriente, o por lo menos deberán revisarse los siguientes puntos de seguridad de riesgo climático, en orden de importancia. A continuación el diagrama 5 - 6 explica este proceso.

Diagrama 5 - 6 . Plan de revisión para el riesgo climático



De acuerdo al diagrama 5 - 6, se recomienda como primer punto que antes de que se inicien los trabajos de construcción, se revise los puntos de riesgo climáticos, es importante que como primer paso, se realice un análisis climático, como segundo paso es indispensable realizar un impacto e identificación de riesgos, como tercer punto se realiza un análisis y toma de decisiones. Con esto se lograra tener un bajo nivel de riesgo climático, y por lo tanto, nos ayudara como primer punto salvar a nuestro personal que labora en la obra y como segundo punto actuar para poder proteger nuestro proyecto de infraestructura.

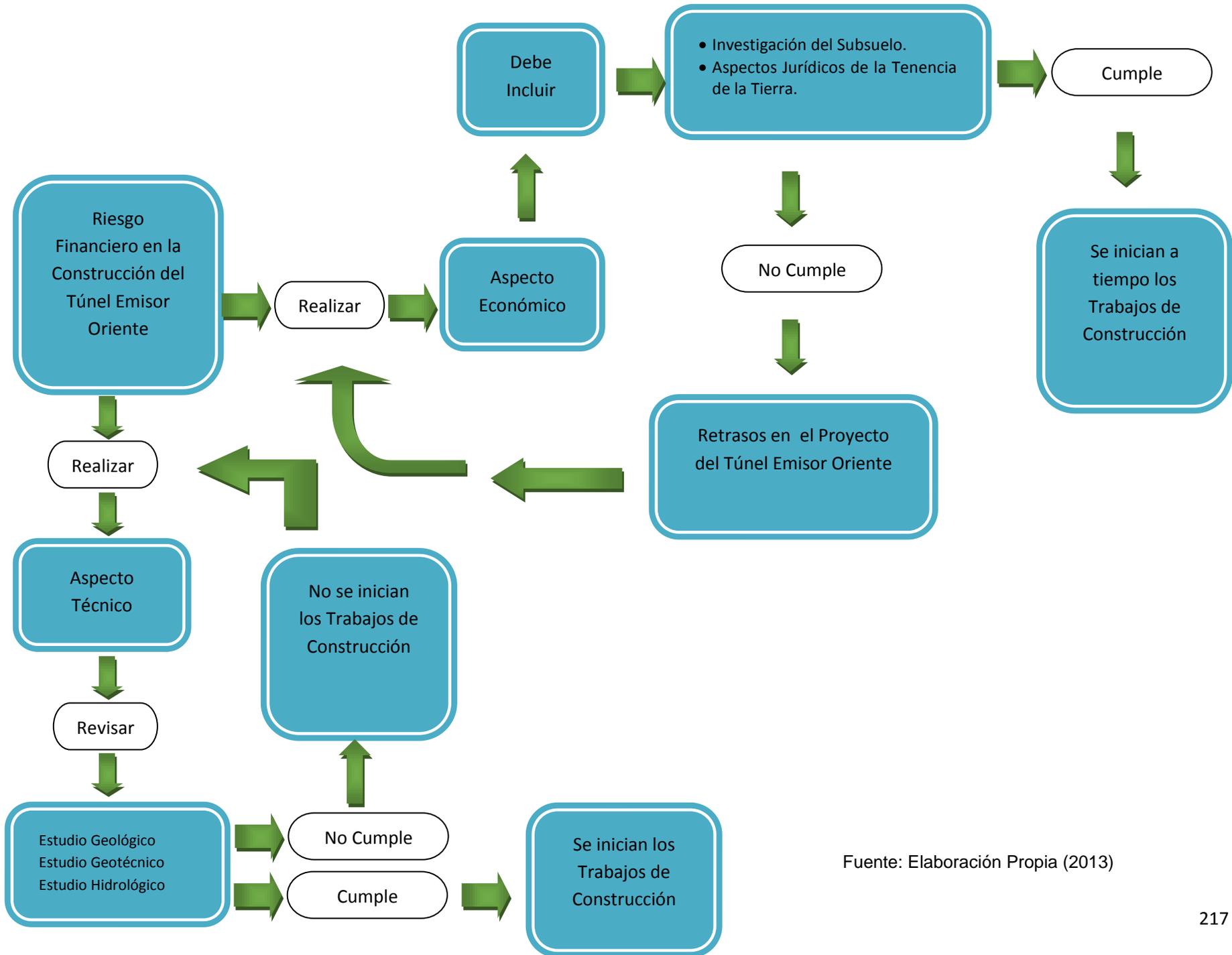
5.5.2 Plan de Revisión Para el Riesgo Financiero en Investigación del Subsuelo y Aspectos Jurídicos de la Tenencia de la Tierra

Se dará a conocer el plan de revisión del riesgo financiero por investigación del subsuelo, y aspectos jurídicos de la tenencia de la tierra, tomando en cuenta los aspectos mencionados en el punto 5.3. Para este efecto, se muestra a continuación, el diagrama 5 - 7, explicando cada proceso del plan de revisión para los riesgos financieros económicos y Técnicos.

5.5.2.1 Plan de Revisión de Riesgos Financieros Económicos y Técnicos

Para evitar un riesgo financiero, en la construcción del Túnel Emisor Oriente la empresa debe, checar el siguiente plan de revisión que se muestra en el diagrama 5 - 7.

Diagrama 5 - 7. Plan de revisión para el riesgo financiero.



Fuente: Elaboración Propia (2013)

En el diagrama 5 - 7 anterior, se propone revisar antes de iniciar los trabajos de construcción, los puntos de riesgo financiero, es indispensable como primer paso realizar un análisis económico, si cumple con los aspectos del diagrama se inician a tiempo los trabajos de construcción, de lo contrario habrán retrasos en el proyecto. Como segundo paso es indispensable realizar un análisis técnico, si cumple con los aspectos del diagrama se pueden iniciar los trabajos de construcción, de lo contrario no se inician los trabajos de construcción. De esta manera se lograra iniciar a tiempo los trabajos de construcción en el Túnel Emisor Oriente y por lo tanto no se verá modificado nuestro calendario de obra.

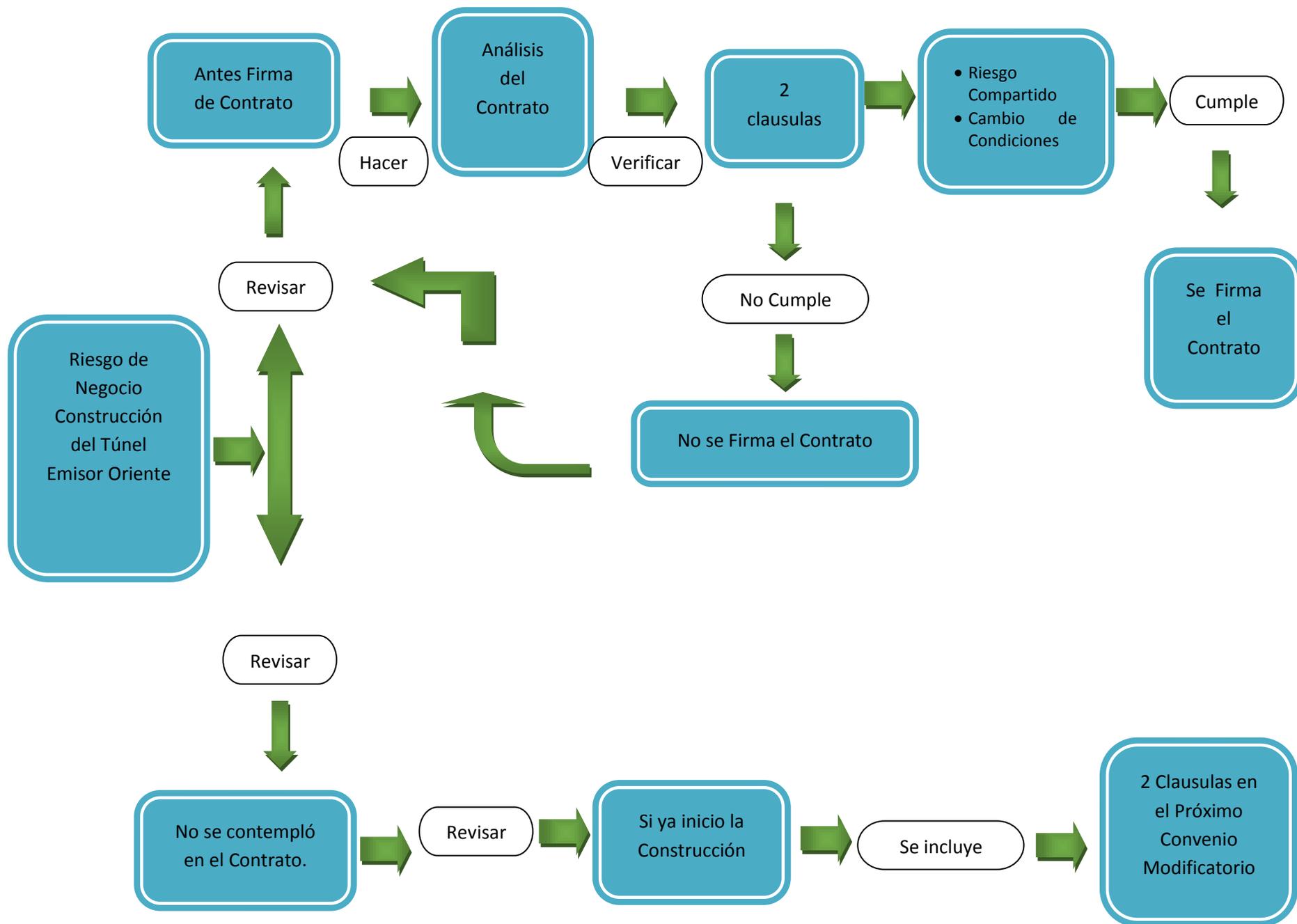
5.5.3 Plan de revisión para el riesgo de negocio

Como primer punto se dará a conocer el plan de revisión de negocio para la firma del contrato de una obra subterránea, tomando en cuenta los aspectos mencionados en el punto 5.4. Para este efecto, se muestra a continuación, el diagrama 5 - 8.

5.5.3.1 Plan de Revisión de Riesgos de Negocio para la Firma de un Contrato de Obra Subterránea

Para mayor margen de protección en cuanto a los imprevistos que podamos encontrarnos en una obra subterránea, se proponen agregar 2 cláusulas en la firma del contrato, las cuales se proponen en el diagrama 5 - 8.

Diagrama 5 - 8. Plan de revisión para el riesgo de negocio



En el diagrama 5 - 8, se propone revisar antes de la firma del contrato para la construcción de una obra subterránea, los puntos de riesgo de negocio, es indispensable como primer paso realizar un análisis del contrato, verificar 2 cláusulas que son riesgo compartido y cambio de condiciones si están estipuladas se firma el contrato, de lo contrario no se firma.

Para el caso del Túnel Emisor Oriente que aún no se ha finalizado la construcción, se puede incluir estas 2 cláusulas en el próximo convenio modificatorio. De esta manera la empresa constructora, evitara futuros riesgos de negocio.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo que se planteó como problema, que fue la inexistencia de una metodología de análisis de riesgo en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción, que fue el motivo de la elaboración de la presente investigación, y que permita al proyecto Túnel Emisor Oriente, obtener un rendimiento mayor en sus utilidades.

Se cumplieron los objetivos de la presente investigación, y de acuerdo con los resultados obtenidos se infiere que se validan las variables que corresponden con la hipótesis elaborada, validando así la importancia de la gestión de los riesgos y su impacto en la empresa constructora.

En conclusión podemos decir que, para un Megaproyecto como el Túnel Emisor Oriente, que por sus características es muy complicado e inclusive imposible hacer un análisis de riesgos que incluya todos los posibles riesgos. Es por esto que en la presente investigación se propusieron algunos riesgos, los cuales se analizaron de acuerdo a los resultados de la encuesta, y al final de la investigación se propuso una metodología.

Existen dos temas que generan mucha incertidumbre, el primero es el análisis del riesgo climático, debido al calentamiento global que sufre nuestro planeta, es muy complicado poder predecir el clima, sin embargo se puede estar preparado para reducir el riesgo, esto se dará siempre y cuando se haya realizado un buen análisis del riesgo climático.

La construcción de una obra subterránea, se lleva a cabo mediante el subsuelo, la cual se ha estado formando por cerca de 20 millones de años, es por esto que el segundo tema que genera mucha incertidumbre es la composición del subsuelo, debido a esto se recomienda realizar una detallada planeación, estudio e investigación del subsuelo, así como también no escatimar en gastos ya que en primer instancia puede elevar los costos, pero a la larga se pueden evitar muchos riesgos.

De acuerdo a datos de [CONAGUA, 2012], en la siguiente tabla se presenta un resumen de los beneficios esperados para los primeros ocho años de operación del

Túnel Emisor Oriente, así como el valor actual total de los beneficios esperados (millones de pesos).

Daños evitados con la operación del Túnel Emisor Oriente (millones de pesos)*.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	VPBS
Vivienda	170	267	348	259	524	590	658	727	3,743
Aeropuerto	53	82	95	117	123	148	164	180	965
Metro	206	219	410	530	600	670	741	812	4,288
Vialidades	48	75	96	123	139	156	172	189	998
Subestaciones Eléctricas	10	16	21	28	32	36	39	43	225
PBT	1,383	2,146	2,914	3,995	4,598	5,223	5,869	6,538	32,666
Atención emergencias	189	275	344	438	491	544	596	647	3,524
Total	2,059	3,180	4,228	5,690	6,507	7,367	8,239	9,136	46,409

De acuerdo a la tabla, podemos observar que se tenía contemplado que el Túnel Emisor Oriente empezara a funcionar en el 2013, sin embargo a pesar de todos los problemas y retrasos que ha tenido el proyecto apenas el pasado 13 de Junio de 2013, se inauguró los primeros 10 km del Túnel Emisor Oriente.

Sin embargo, con la información obtenida y de acuerdo a los resultados de la investigación de campo realizada por medio de la técnica de la encuesta, se elaboró una propuesta metodológica que consistió básicamente en 4 etapas a desarrollar en las cuales las primeras 3 se identifican 3 componentes de riesgo que previamente fueron señalados como los más sobresalientes y una última etapa en la que se desarrollan planes de revisión para uno de los mismos, con lo que se completa con esto la propuesta de la investigación.

*Información obtenida de: Libro Blanco CONAGUA-05. Construcción del Túnel Emisor Oriente p. 342.

ALCANCE A LA LUZ DE LA PROPUESTA

Para mostrar de manera comparativa los resultados y hallazgos del proyecto del Túnel Emisor Oriente que se tiene actualmente en comparación con la propuesta de mejora, se presenta un cuadro en el cual se resaltan los siguientes puntos: retenciones, retenciones por otros conceptos y penas convencionales, dando pauta para evitar riesgos en la planeación de megaproyectos de ingeniería y construcción.

Identificación de las principales pérdidas económicas de la empresa constructora en el proyecto del Túnel Emisor Oriente	Propuesta de mejora para obtener mayor utilidades en la empresa constructora
Retenciones. Durante la ejecución de los trabajos por el periodo del 14 de noviembre de 2008 al 30 de junio de 2012 la empresa, presento atrasos conforme al Programa General del Proyecto, generando una retención por el monto de \$ 10, 113,734.66 pesos.	Para este rubro, que es uno de los más importantes durante la gestión y construcción del Túnel Emisor Oriente, se recomienda elaborar un programa detallado de obra, que incluya periodos de gracia o extraordinarios, en el contrato de la licitación, evitando así el pago de penalidades por atrasos, y para el caso de la deuda ya generada, se propone generar un plan de pagos que congele los intereses, y permita seguir a la empresa funcionando adecuadamente.
Retenciones por otros conceptos. Las estimaciones de obra por la Construcción del Túnel Emisor Oriente, presentaron otro tipo de retenciones que comprenden del periodo 16 de enero de 2011 al 31 de enero de 2011, generando	Este rubro, hace referencia a las retenciones, que son dadas por incumplimientos en el proceso de la obra, especificaciones de materiales, procedimientos constructivos, entre muchos otros, para lo cual se

<p>una retención por el monto de \$ 2, 976, 968.89. Así también, en la estimación de obra del periodo 1 de junio de 2012 al 15 de junio del 2012, se aplicó otra retención por \$ 208,215.48.</p>	<p>recomienda, hacer una relación de los avances de obra, pero ajustada a la ruta crítica calculada para los conceptos de los trabajos a realizar, verificando por medio de un departamento de control, que todo se lleve a cabo como se especifica en el contrato.</p>
<p>Penas convencionales. Con motivo de la entrega de los trabajos en la parte de precio alzado, de fecha 15 de abril de 2012, la empresa fue sujeto de una penalización por la cantidad de \$1, 410,237.00.</p>	<p>En este rubro se refiere al retraso en la adquisición de los insumos, que ha provocado una inflación en los precios originalmente calculados, por lo que se han aplicado penas convencionales, para lo que se recomienda, elaborar un programa de inventarios, que permita eficientar el uso de los materiales y herramientas, de forma que se evite pagar futuras penalidades.</p>

En este análisis de los datos obtenidos en la investigación, quedan al alcance a la luz de la propuesta para una futura investigación.

La construcción del Túnel Emisor Oriente se prevé terminar para el 2015, con esto podemos decir que aún se tiene un riesgo latente de penas convencionales y/o retenciones, para lo cual se propone seguir las recomendaciones, pero haciendo las adecuaciones pertinentes, así como también se puede ajustar a otros proyectos que tengan las mismas características que el Túnel Emisor Oriente.

En los anexos, se muestran las tablas del documento contable donde se obtuvo esta información.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de las encuestas pudimos conocer los temas de mayor riesgo en la planeación del Túnel Emisor Oriente, una vez que se identificaron los riesgos, se realizó el análisis y síntesis de la información recopilada, y finalmente se propuso una metodología.

Derivado de esto se recomienda incorporar los tres componentes de la metodología propuesta, para el análisis de riesgos en la planeación de la construcción del Túnel Emisor Oriente, en la empresa constructora, con esto se pretende como primer objetivo maximizar las utilidades de la empresa.

De acuerdo al compendio, emitido por CONAGUA: *“Acciones de Infraestructura de Drenaje y abastecimiento de Agua en el Valle de México, 2007-2012”*, el Túnel Emisor Oriente se terminara para el año 2015, es por esto que para los dos años que falta para terminar la construcción del Túnel Emisor Oriente, se recomienda implementar la metodología propuesta en el capítulo V de esta investigación, de forma gradual ya que debido al avance de la obra no se puede implementar de un día para otra, así que los encargados de la toma de decisiones del proyecto deben analizarla y adecuarla, ya que por ejemplo para el análisis de riesgo, no aplica el mismo análisis para el tramo seis del Túnel Emisor Oriente que se encuentra ubicado en el Estado de Hidalgo, que para el tramo uno que se encuentra en los límites del Distrito Federal, pasa por el Estado de México.

REFERENCIAS

1. [A.Waring, A.I. Glendon, 1998], "Managing Risk", International Thomson Business press, London.
2. [ABC, Administradora Boliviana], Estudio de factibilidad técnico económica, impacto ambiental y diseño final de la carretera san buenaventura – ixiamas, Administradora Boliviana de Carreteras.
3. [Aguilar, M. A., 2012]: Túnel Emisor Oriente: Análisis, Diseño y Comportamiento, Revista Geotecnia 223, México, Distrito Federal, 2012. p.p. 22 - 32
4. [Al-Bahar, I., Crandall, K.C. 1990]; Systematic risk management approach for construction project, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 116 n", pp. 533-546.
5. [Alexander, C, 1998]. Risk Management and Analysis, Volume I, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 1998.
6. [AMITOS, 2012]: Túneles en México, Asociación Mexicana de Ingeniería de Túneles y Obras Subterráneas, AC. México, Distrito Federal, 2012.
7. [Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. & Heath, D. 1997], 'Thinking coherently', RISK10 (11), 68-71.
8. [Audefroy, J., 2011]: El Alcantarillado Sanitario como Modelo Global de Construcción de Riesgo Local, Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, Vol. 11, No 1, Puerto Rico, 2011. p. p. 32 – 34.
9. [Bennett J.C., Bohoris G.A., Aspinwall E.M., Hall R.C., 1996], "Risk Analysis techniques and their application to software development", European journal of operation research, 95, pp 467475.

10. [Bühlmann H. 1970] Mathematical methods in risk theory. Springer–Verlag. New York.
11. [Burtonshaw-Gunn, 2009]: Risk and Financial Management in Construction, Gower Publishing Limited, England, 2009.
12. [Caño, A. and Cruz, M. P., 2002]. Gestión de Riesgos en la Dirección de Proyectos: el modelo del Project Management Institute, Escuela Politécnica Superior. Universidad de la Coruña. Estudio, España.
13. [Castellón Mora R., 1995], Administración de Empresas Cooperativas II, Unidad Didáctica III, Análisis de Riesgo, Primera Edición, Costa Rica 1995.
14. [Chapman, C. and Ward, S., 1997]. Project Risk Management: Processes, Techniques, and insights, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England.
15. [CICM, IPN 2007]: La construcción de un país. Historia de la ingeniería civil mexicana, Colegio de Ingenieros Civiles de México, Instituto Politécnico Nacional. México, Distrito Federal, 2007
16. [Ciechanowicz, 1997] Zbigniew Ciechanowicz, “Risk analysis: requirements, conflicts and problems”, Computers & Security, vol. 16, no. 3, pp. 223-232, 1997.
17. [Clark. R.C., Pledger, M., Keedler, H.M.I. (1700); ((Risk analysis in the evaluation of non-aerospace: t international Journal of Project Management vol. 8 n V , pp. 17-24.
18. [CONAGUA, 2012]: Acciones de Infraestructura de Drenaje y Abastecimiento de Agua en el Valle de México 2007-2012. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento de

Agua Potable y Saneamiento del Valle de México, México, Distrito Federal, 2012.

19. [CONAGUA, 2012]: Libro Blanco CONAGUA-05. Construcción del Túnel Emisor Oriente. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), México, Distrito Federal, 2012.
20. [CONAGUA, 2010]: Proyecto ejecutivo para la construcción del túnel emisor oriente localizado en el Distrito Federal, Estado de México, dentro de la cuenca del Valle de México y el estado de Hidalgo. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), México, Distrito Federal, 2010.
21. [Danielsson, J., Hartmann, P. & de Vries, C. 1998], 'The cost of conservatism', RISK 11(1), 101-103.
22. [DDF, 1975]: Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del distrito federal, Departamento del Distrito Federal. Tomo II. México, Distrito Federal, 1975.
23. [De Lucio, E. V. 2009]: Metodología para la planeación del análisis de riesgos en plantas de procesos, Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería de Sistemas, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 2009.
24. [Diebold, F., Schuermann, T. & Stroughair, J. 1999], Pitfalls and opportunities in the Use of extreme value theory in risk management, in Advances in Computational Finance', Kluwer Academic Publishers, Amsterdam. To appear.

25. [Domínguez, M. 2007]: Aplicación del análisis de riesgo a la terminación de obras de proyectos petroleros, Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería de Sistemas, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Programa de Posgrado en Ingeniería de Sistemas. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 2007.
26. [Edwards, L., 1995]: Practical Risk Management in the Construction Industry, Thomas Telford Publications, London, 1995.
27. [Embrechts, P., Resnick, S. & Samorodnitsky, G., 1998], `Living on the edge', RISK magazine 11 (1), 96-100.
28. [Ferrer R. 2006]. Metodología de Análisis de Riesgo, Sisteseg, Bogotá Colombia, 2006.
29. [Grey, S., 1995]. Practical Risk Assessment for Project Management, John Wiley & Sons, Chichester, England.
30. [Holland, J. K., 2006]: Risk Management & Contract Guide for Design Professionals, Arden Publications, Vienna, VA, USA.
31. [J. Mc Neil Alexander, 1999] Extreme Value Theory for Risk Managers, Zürich, Swiss.
32. [J.H.M Tah and V.Carr, 2000], "A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic", Construction Management and Economics, 18, pp 491500.

33. [Kotulic, 2003] Andrew G. Kotulic, Jan Guynes Clark, "Why there aren't more information security research studies", *Information & Management*, vol. 41, no. 5, pp. 597-607, 2003.
34. [Lara, M., 2006]. Reducción del riesgo en la dirección de proyectos de aprovechamiento de recursos eólicos. Tesis Doctoral. Universidad de la Coruña. España. 2006.
35. [López, X., 2009]. Herramienta de auto evaluación para la gestión de riesgos en la dirección de proyectos.
36. [McNeil, A., 1998], 'History repeating', *Risk* 11(1), 99.
37. [Melnikov A. 2003] Risk analysis in finance and insurance. Chapman & Hall/CRC.
38. [Monetti, E., Rosa da Silva, S. A., and Rocha, R. M. 2006]. "The practice of project risk management in government projects: A case study in Sao Paulo City". *Construction in developing economics: New issues and challenges*, 18–20.
39. [Morales, L. 2013]: Propuesta de un Plan Estratégico para la Competitividad, para Empresas Micros, Pequeñas y Medianas del Sector Cárnico, Caso: Ciudad de México, Tesis que para obtener el grado de: Maestro en Ciencias, Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 2013.
40. [Patiño, I. 2013]: Propuesta de un Modelo para el Control de Gestión de los Servicios Públicos Municipales, Mediante un Sistema de Información en el Municipio de Ecatepec de Mórelos, Estado de México, Tesis Para Obtener el

Grado de Doctor en Ciencias Administrativas, Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 2013.

41. [PMI, 2004]: Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos, Project Management Institute Inc., Tercera edición. EE.UU., 2004.
42. [R.K.J.R. Rainer, C.A. Snyder, H.H. Carr, 1991], "Risk analysis for information technology", *Journal of Management Information Systems*, 8(1), pp 129147.
43. [Roozbeh Kangari, Leland S.Riggs, 1989], "Construction Risk Assessment by linguistics", *IEEE transactions on engineering management*, 36(2), pp 126131.
44. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, *Glosario de términos sobre asentamientos humanos*, México, 1978, p. 143
45. [Sherer, B., 2004]: *Portfolio Construction and Risk Budgeting*, Risk Books, Spain.
46. [Smith, N. J., 1999]. *Managing Risk in Construction Projects*, Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.
47. [Steven Pender, 2001], "Managing incomplete knowledge: Why risk management is not sufficient", *International Journal of Project Management*, 19, pp 7987.
48. [Thompson, P.A. and Perry J.G., 2009]: *Engineering Construction Risks. A Guide to Project Risk Analysis and Assessment Implications for Project Clients and Project Managers*, Thomas Telford Publishing, London, 2003.

49. [Tipton, 2006] Harold F. Tipton, Micki Krause (eds.), Information Security Management Handbook, 5th Ed., CRC Press, 2006.
50. [Vargas, E. 2010]: Planeación General del Túnel Emisor Oriente en la Zona Metropolitana del Valle de México, Tesis para obtener el título de: Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional autónoma de México, México, D.F., 2010. p.p 3-5
51. [W. Nocco Brian, 2006] Enterprise Risk Management: Theory and Practice, a Morgan Sanley Publication, fall 2006.
52. [Whitman, 2007] Michael E. Whitman, Herbert J. Mattord, Management of Information Security, Course Technology, 2007.

Referencias Electrónicas

1. Buscador Google www.google.com 2013
2. Buscador Yahoo www.yahoo.com.mx 2013
3. <http://www.ica.com.mx/>
4. <http://www.cna.gob.mx/>
5. <http://www.herrenknecht.com/en/home.html>
6. <http://www.therobbinscompany.com>
7. <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/tunelemis-oriente.aspx>
8. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/ProgramaNacional/pni.pdf>

9. <http://www.therobbinscompany.com/case-study/shayler-run/>
10. <http://www.therobbinscompany.com/case-study/iowa-sbu/>
11. http://es.wikipedia.org/wiki/T%C3%BAnel_de_base_de_San_Gotardo
12. <http://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/Noticiasynovedades/Arranc%C3%B3laconstrucci%C3%B3ndelInterceptorNorte.aspx>
13. <http://www.herrenknecht.com/en/references/references-tunnelling.html#territory=1>
14. <http://www.herrenknecht.com/en/references/references-tunnelling.html#territory=2>
15. <http://www.herrenknecht.com/en/references/references-tunnelling.html#territory=5>

ANEXOS



**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE,
DRENAJE Y SANEAMIENTO**

**OFICINA DEL GERENTE DE INFRAESTRUCTURA
HIDRÁULICA PLUVIAL**

OFICIO NÚMERO BOO.03.06.-108/2012



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



ECATEPEC DE MORELOS, EDO. MÉX. A 26 DE MARZO DE 2012.

**ING. RAYMUNDO RINCON VALDÉS
DIRECTOR DE PROYECTO
CONSTRUCTORA MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA
SUBTERRÁNEA, S.A. DE C.V. (COMISSA)
PRESENTE**

Me refiero a su escrito No. TEO-DP-CE-474-2012 del 21 de marzo de 2012, mediante el cual solicita la autorización para utilizar información general referente al Túnel Emisor Oriente para la elaboración de una Tesis de Grado para la Maestría en Ciencias de la Administración de Negocios.

Al respecto, comunico a usted que esta Gerencia no tiene ningún inconveniente para permitir al Ing. Héctor Villanueva Martínez que lleve a cabo la publicación de manera escrita y verbal de la Tesis con título **"Análisis de Variables en la planeación Administrativa de Megaproyectos de Ingeniería y Construcción. Caso de Estudios: Túnel Emisor Oriente"**.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE
EL GERENTE**

ING. JORGE ANTONIO RODRIGUEZ NAYA

C.C.P.- Ing. Adrián Lombardo Aburto.- Director General.- COMISSA.- Presente.
Archivo.



*OK Consulto con
JJA. Lombardo
21-NOV-13
EN MI OFICINA*

Avenida Central Sin Número y Circuito Mexiquense Col. Renovación Jajalpa
Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55040 Tel: 29 73 02 84
www.conagua.gob.mx

2.10 CUADRO RESUMEN DEL TOTAL DE RECURSOS SEGÚN CONTRATO Y CONVENIO.

El Contrato Mixto N° SGAPDS-GIHP-DFMEXHGO-08-008-RF-AD (*Soporte 1.4.84.1 al 1.4.84.39*) y el "Primer Convenio Modificadorio de Monto y Plazo al Contrato de Obra Pública Mixto sobre la Base de Precios Unitarios, Precio Alzado y Tiempo Determinado No. SGAPDS-GIHP-DFMEXHGO-08-008-RF-AD", (*Soporte 1.4.86.2.1 al 1.4.86.2.151*), celebrado con la empresa Constructora Mexicana de Infraestructura Subterránea, S.A. de C.V., ampara los siguientes montos antes del Impuesto al Valor Agregado:

EMPRESA	CONTRATO SIN IVA	CONVENIO MODIFICATORIO SIN IVA	TOTAL SIN IVA
COMISSA, S. A. DE C. V.	\$9,595' 580,544.89	\$4,207' 935,912.45	\$13,803' 516,457.34

2.11 RETENCIONES.

- **Por atraso en los trabajos.**

Durante la ejecución de los trabajos por el periodo del 14 de noviembre de 2008 al 30 de junio de 2012, la empresa Constructora Mexicana de Infraestructura Subterránea, S.A. de C.V., presentó atrasos conforme al "Programa General del Proyecto" (*Soporte 1.4.84.3*), procediendo la Comisión Nacional del Agua a efectuar las retenciones y devoluciones en las estimaciones correspondientes en la parte de

Precio Alzado y Precio Unitario (Soporte 1.6.98.1 y 1.6.98.136), como lo establece el Artículo 58 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, presentándose en el siguiente cuadro la última estimación incluida en esta Síntesis, con retenciones de obra:

Estimación			
N°	Fecha	Retención (-)	Retención (+)
135	16-06-12 al 30-06-12	\$10,116,734.66	\$9,504,957.69

- **Retenciones por otros conceptos.**

Por otra parte las estimaciones de obra por la Construcción del Túnel Emisor Oriente, presentaron otro tipo de retenciones como son: Las señaladas por la Auditoría Superior de la Federación, en la estimación de obra a precio unitario N° 80 del periodo 16 de enero de 2011 al 31 de enero de 2011, por \$2'976,968.89, así como se efectuó la devolución al contratista, en la estimación 94 del 1 de julio de 2011 al 15 de julio de 2011. Así también, en la estimación de obra a precio unitario N° 134 del periodo 1 de junio de 2012 al 15 de junio de 2012, se aplicó otra retención por \$208,215.48.

2.12 REGISTRO CONTABLE Y PRESUPUESTAL DE LAS EROGACIONES.

En la etapa de ejecución del Proyecto Ejecutivo y Construcción del Túnel Emisor Oriente, la Comisión Nacional del Agua, para efectos del registro contable y presupuestal de las erogaciones, considero las facturas con requisitos fiscales por la empresa Constructora Mexicana de Infraestructura Subterránea, S.A. de C.V.,

1.5.97.1 con fundamento en el Artículos 5 y 86 A, fracción II del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

2.14 PENAS CONVENCIONALES.

Con motivo de la entrega de los trabajos en la parte de Precio Alzado del Contrato Mixto N° SGAPDS-GIHP-DFMEXHGO-08-008-RF-AD (*Soporte 1.4.84.1 al 1.4.84.39*), la empresa Constructora Mexicana de Infraestructura Subterránea, S.A. de C.V., fue sujeto de una penalización por la cantidad de \$1'410,237.00 (Un millón cuatrocientos diez mil doscientos treinta y siete pesos 00/100 M.N.), en los términos de lo dispuesto en la cláusula vigésima segunda del Contrato, penalización que quedó notificada a la empresa a través del Acta Entrega-Recepción de fecha 15 de abril de 2012.

El entero de dicha penalización fue efectuado por la Comisión Nacional del Agua por la cantidad de \$1'410,237.00 (Un millón cuatrocientos diez mil doscientos treinta y siete pesos 00/100 M.N.).

VI.1.3 DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA DE LAS PRINCIPALES ACCIONES REALIZADAS EN LA ENTREGA-RECEPCIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO.

3.1. ACTA ENTREGA RECEPCIÓN.

Correspondiente a la parte de precio alzado del Contrato Mixto N° SGAPDS-GIHP-DFMEXHGO-08-008-RF-AD (*Soporte 1.4.84.1 al 1.4.84.39*), la Comisión Nacional del