

# Tabla de Contenido

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>IV</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.1.1 <i>Objetivos Generales</i> .....	2
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	2
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>3</b>
2.1 ETAPAS DE UN PROYECTO DE OBRAS SUBTERRÁNEAS .....	3
2.1.1 <i>Planificación</i> .....	4
2.1.2 <i>Exploración Geotécnica</i> .....	4
2.1.3 <i>Diseño</i> .....	6
2.1.4 <i>Construcción</i> .....	8
2.1.5 <i>Operación</i> .....	8
2.2 RISK MANAGEMENT PLAN (RMP) – PLAN DE MANEJO DE RIESGO .....	9
2.2.1 <i>Manejo de Riesgo</i> .....	9
2.2.2 <i>Evaluación del Riesgo</i> .....	10
2.2.3 <i>Registro del Riesgo</i> .....	10
2.3 GUÍA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN TÚNELES .....	11
2.3.1 <i>Uso de la gestión de riesgos</i> .....	11
2.3.2 <i>Objetivos de la gestión de riesgos</i> .....	12
2.3.3 <i>Gestión de riesgo en las etapas tempranas del diseño</i> .....	12
2.3.4 <i>La gestión del riesgo durante la negociación de la licitación y del contrato.</i> ..	12
2.3.5 <i>Gestión de riesgos durante la construcción</i> .....	12
2.3.6 <i>Componentes típicos de la gestión de riesgos</i> .....	13
2.3.7 <i>Herramientas de la gestión de riesgos</i> .....	13
<b>3. ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
3.1 ETAPAS DE UN PROYECTO DE OBRAS SUBTERRÁNEAS .....	14
3.1.1 <i>Planificación</i> .....	14
3.1.2 <i>Exploración Geotécnica</i> .....	15
3.1.3 <i>Diseño</i> .....	16
3.1.4 <i>Construcción</i> .....	17
3.1.5 <i>Operación</i> .....	26

<b>4. PLAN DE MANEJO DE RIESGO - RISK MANAGEMENT PLAN (RMP).....</b>	<b>27</b>
4.1 USO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS .....	27
4.1.1 Fase 1: Diseño Temprano (viabilidad y diseño conceptual) .....	27
4.1.2 Fase 2: Licitaciones y negociación de contratos.....	28
4.1.3 Fase 3: Construcción .....	29
4.2 OBJETIVOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS .....	32
4.2.1 Alcance.....	32
4.2.2 Objetivos de riesgo .....	32
4.2.3 Estrategia de gestión de riesgos .....	33
4.3 GESTIÓN DE RIESGO EN LAS ETAPAS TEMPRANAS DEL DISEÑO .....	34
4.3.1 Establecer la política de riesgos .....	34
4.3.2 Criterios de aceptación del riesgo .....	34
4.3.3 Evaluación cualitativa del riesgo .....	35
4.3.4 Evaluación de Riesgos Específica.....	36
4.4 LA GESTIÓN DEL RIESGO DURANTE LA NEGOCIACIÓN DE LA LICITACIÓN Y DEL CONTRATO.....	37
4.4.1 La gestión del riesgo durante la preparación de los documentos de licitación	37
4.4.2 Gestión de riesgos durante la elección del contratista .....	39
4.4.3 Cláusulas de riesgo en el contrato .....	39
4.5 GESTIÓN DE RIESGOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN .....	40
4.5.1 Gestión de riesgos del contratista.....	40
4.5.2 Gestión de riesgos del mandante .....	41
4.6 COMPONENTES TÍPICOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS .....	43
4.6.1 Identificación del peligro .....	43
4.6.2 Clasificación .....	43
4.6.3 Clasificación y aceptación del riesgo.....	49
4.6.4 Evaluación cuantitativa del riesgo.....	50
4.7 HERRAMIENTAS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS .....	52
4.7.1 Árbol de fallas.....	52
4.7.2 Árbol de eventos .....	53
4.7.3 Árbol de decisión .....	54
4.7.4 Multiriesgo.....	55
4.7.5 Simulaciones.....	55
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>57</b>

## Índice de Ilustraciones

FIGURA 1: ETAPAS DE UN PROYECTO DE OBRAS SUBTERRÁNEAS (OOSS) .....	3
FIGURA 2: DEFINICIÓN SISTEMAS DE FORTIFICACIÓN, SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO .....	6
FIGURA 3: TIPOS DE FALLA DEL FRENTE DEL TÚNEL .....	7
FIGURA 4: PROCESO SISTEMÁTICO DE MANEJO DE RIESGOS.....	10
FIGURA 5: USO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	11
FIGURA 6: COMPONENTES DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	13
FIGURA 7: ESQUEMA "ETAPAS EJECUCIÓN PROYECTO DE OOSS" .....	14
FIGURA 8: ESQUEMA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA .....	15
FIGURA 9: ESQUEMA MÉTODOS CONSTRUCTIVOS .....	17
FIGURA 10: PROYECCIÓN DE SHOTCRETE MEDIANTE BRAZO ROBOTIZADO .....	19
FIGURA 11: PUNTOS DE CONTROL (PC) EN TÚNEL ESTACIÓN EN CONSTRUCCIÓN L3 DEL METRO DE SANTIAGO.....	22
FIGURA 12: EJEMPLO SIDE DRIFT EN TÚNEL ESTACIÓN EN CONSTRUCCIÓN L3 DEL METRO DE SANTIAGO .....	23
FIGURA 13: ACOPIO DE MATERIAL .....	25
FIGURA 14: RETIRO DE MARINA PIQUE CONSTRUCCIÓN L3 DEL METRO DE SANTIAGO.....	26
FIGURA 15: USO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS .....	31
FIGURA 16: RIESGOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.....	40
FIGURA 17: CLASIFICACIÓN DE RIESGO .....	49
FIGURA 18: EJEMPLO ÁRBOL DE FALLAS.....	52
FIGURA 19: EJEMPLO ÁRBOL DE EVENTOS .....	53
FIGURA 20: EJEMPLO ÁRBOL DE DECISIÓN.....	54

## Índice de Tablas

TABLA 1: RIESGOS ESTRATÉGICOS .....	28
TABLA 2: GESTIÓN DE RIESGOS, FLUJO DE ACTIVIDADES PARA EL MANDANTE Y EL CONTRATISTA .....	30
TABLA 3: FRECUENCIA DE OCURRENCIA (PERIODO DE CONSTRUCCIÓN).....	45
TABLA 4: LESIONES DE LOS TRABAJADORES Y DEL EQUIPO DE EMERGENCIA .....	45
TABLA 5: DAÑOS A TERCEROS.....	46
TABLA 6: DAÑOS O PÉRDIDAS ECONÓMICAS QUE AFECTAN A TERCEROS .....	46
TABLA 7: DAÑOS AL MEDIOAMBIENTE .....	47
TABLA 8: RETRASOS.....	47
TABLA 9: PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEL MANDANTE.....	48
TABLA 10: MATRIZ DE RIESGO .....	50