



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA
RED DE ALCANTARILLADO**

Walter Obdulio Juárez Zamora

Asesorado por el Ing. Yefry Valentin Rosales Juárez

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA
RED DE ALCANTARILLADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WALTER OBDULIO JUÁREZ ZAMORA

ASESORADO POR EL ING. YEFRY VALENTIN ROSALES JUÁREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

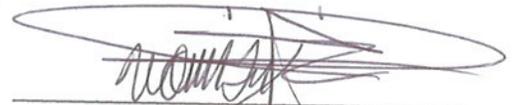
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Enrique Alfredo Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha noviembre de 2009.



Walter Obeduño Juárez Zamora



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala, 10 de Junio del 2011

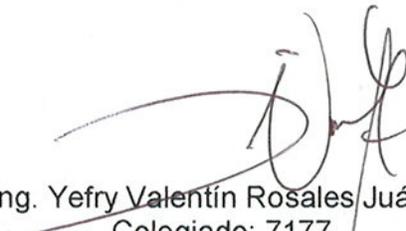
Ingeniero:
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la escuela de ingeniería civil
Facultad de ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación: **PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCION DE UNA RED DE ALCANTARILLADO**, Desarrollado por el estudiante de ingeniería civil Walter Obdulio Juárez Zamora, quien contó con una asesoría adecuada.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte a nuestro país y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el tramite respectivo.

Atentamente:


Ing. Yefry Valentín Rosales Juárez
Colegiado: 7177

JEFRY VALENTIN ROSALES JUÁREZ
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO 7177



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
7 de octubre de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Walter Obdulio Juárez Zamora, quien contó con la asesoría del Ing. Yefry Valentín Rosales Juárez.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Lic. Manuel María Guillén Salazar
Jefe del Departamento de Planeamiento



/bbdeb.



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Yefry Valentín Rosales Juárez y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Walter Obdulio Juárez Zamora, titulado **PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2011.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO**, presentado por el estudiante universitario **Walter Obdulio Juárez Zamora**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 23 de noviembre de 2011

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

A mis padres	Hugo Juárez Hernández y Hilaria Zamora.
A mis hermanos	Reyna Maribel, Moncy Johana, Oscar Neftalì, Gabriel de Jesús y Hugo Leonel Juárez Zamora.
A mis familiares	Tíos, primos y sobrinos.
A mis amigos y familiares	Con cariño.
A la Universidad San Carlos de Guatemala	En especial a la Facultad de Ingeniería.

AGRADECIMIENTOS A:

Nuestro Señor Jesucristo

Que me dio la oportunidad de vivir, La sabiduría y la inteligencia proviene de Dios.

Mis padres

Por el sacrificio e incondicional apoyo a lo largo de toda mi vida.

Por su apoyo incondicional

Ing. Juan Carlos Corcuera Rodríguez y a su esposa Magda de Corcuera.

Asesor

Ing. Jefry Valentín Rosales Juárez, por la asesoría el presente trabajo.

Amigos y personas

Que de alguna manera influyeron para alcanzar mi meta.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
GLOSARIO	III
RESUMEN	VII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS TÍPICOS EN LA EJECUCIONES DE UN PROYECTO	1
1.1. Riesgos controlados por terceras personas.....	1
1.2. Riesgos inherentes específicos en el sitio	3
1.3. Riesgos no incluidos en convenios.	6
1.4. Riesgos del equipo de diseño.	7
1.5. Riesgos del contratista.....	7
1.6. Identificación de riesgos técnicos.....	8
1.6.1. Riesgos normales.....	8
1.6.2. Elección del tipo de contrato	9
1.6.3. Bases de una estrategia.....	9
1.6.4. Toma de decisiones	9
1.7. Estrategia para una buena administración del proyecto	10
1.8. Negociación con riesgos en contratos	11
1.8.1. Formulación de contratos	11
1.8.2. Principios de asignación de riesgos	12
1.8.3. Cláusula de pago	13
1.8.4. Administración de contratos	13
1.9. Fianzas, garantías o seguros	14

1.9.1.	Fianza de sostenimiento de oferta	14
1.9.2.	Fianza de anticipo	15
1.9.3.	Fianza de cumplimiento	15
1.9.4.	Fianza de conservación de obra y calidad	16
1.9.5.	Fianza de saldos deudores	16
2.	RECOMENDACIONES PARA REDUCIR RIESGOS EN LA EXCAVACIÓN DE ZANJAS.....	17
2.1.	Origen del riesgo	19
2.2.	Clasificación de los factores del riesgo	19
2.3.	Medidas generales para prevenir el riesgo	22
2.4.	Causas de accidentes	22
2.5.	Medidas de seguridad para impedir el derrumbamiento de las excavaciones y las caídas	22
2.5.1.	Inspección	24
2.5.2.	Edificios contiguos	24
2.5.3.	Orillas.....	25
2.5.4.	Vehículos	25
2.5.5.	Accesos	26
2.5.6.	Iluminación.....	26
2.5.7.	Conductos de servicios enterrados o subterráneos	27
2.5.8.	Cables eléctricos	27
2.5.9.	Otros servicios	28
2.6.	Costos del riesgo	29
2.7.	Responsabilidad asumida por muerte, lesión o daño	29
2.8.	Administración de la función del supervisor de riesgos.....	30
2.8.1.	Formulación de políticas de la empresa constructora	30
2.8.2.	Diagrama de flujo de decisiones	31
2.8.3.	Reconocimiento del riesgo.....	33

2.8.4.	Gravedad del riesgo	33
2.8.5.	Identificación del riesgo	34
2.9.	Financiamiento del riesgo	35
2.9.1.	Métodos para el financiamiento del riesgo	35
2.9.2.	Otras formas del financiamiento del riesgo	36
3.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA GARANTIZAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE SU VIDA ÚTIL	39
3.1.	Principales criterios de diseño	39
3.1.1.	Determinación de las pendientes mínimas	40
3.1.2.	Trazos de ejes y medición de longitudes	41
3.1.3.	Ubicación de cámaras de inspección	41
3.1.4.	Áreas tributarias y caudales de diseño	41
3.1.5.	Numeración de pozos de visita	42
3.1.6.	Cotas de los pozos de visita.....	42
3.2.	Política de operación	43
3.3.	Medidas de conservación y limpieza	44
3.4.	Accesorios de limpieza de conductos.....	45
3.5.	Limpieza en coladeras.....	53
3.6.	Sistema de control.....	54
3.6.1.	Conservación y reparación de la red de alcantarillado	54
3.6.2.	Problemas más importantes en la operación de una red de alcantarillado.....	55
3.7.	Acciones para una operación eficiente	58

4.	PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	61
4.1.	Protección del personal	61
4.2.	Excavación de zanja	62
4.3.	Caídas por profundidad.....	63
4.4.	Maquinaria ligera	63
4.5.	Maquinaria móvil	63
4.6.	Herramientas manuales	64
4.7.	Señalización.....	64
4.8.	Relleno de zanja.....	64
4.9.	Recubrimiento mínimo	65
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFÍA.....	71
	ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Seguridad en la construcción de excavaciones	24
2.	Seguridad en la construcción cerca de edificios	25
3.	Diagrama de flujo de decisiones en manejo de riesgos	32
4.	Tobera para limpieza hidrodinámica	46
5.	Cepillo espiral	46
6.	Cepillo esférico	47
7.	Rastrillo de hierro forjado para limpieza de musgo	47
8.	Pala depósito para limpieza de arena y fango	48
9.	Cepillo circular	48
10.	Enjuagadores de caucho	49
11.	Accesorios diversos.....	49
12.	Platillos dragadores.....	50
13.	Platillos dragadores.....	51
14.	Extracción de sedimentos en un tramo de tubería.....	52
15.	Tipos de sondas.....	52
16.	Aparatos corta raíces	53

GLOSARIO

Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas, sirve para la representación de secciones o perfiles de una sección de terreno, cuyas alturas están referidas a un eje llamado línea de horizonte.
Aguas negras	Aguas que se desechan después de haber servido para un fin; pueden ser domésticas, comerciales o industriales.
Banco de marca	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de los otros puntos.
Base	Capa de material seleccionado y compactado en una carretera.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras, provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).

Cota invert	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo ya instalado.
Diseño	Plasmar el pensamiento de la solución mediante esbozos, dibujos, bocetos o esquemas trazados en cualquiera de los soportes, durante o posteriores a un proceso de observación de alternativas, investigación
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante
Fianza	Es una garantía que busca asegurar el cumplimiento de una obligación.
Laguna anaeróbica	Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno. Este tipo de laguna requiere tratamiento posterior.
Licitación	Procedimiento administrativo para la adquisición de suministros, realización de servicios o ejecución de obras que celebren los entes, organismos y entidades que forman parte del Sector Público.

Lodo	Los sólidos depositados por las aguas negras, desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanque o estanques, y contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.
Pozo de visita	Abertura cubierta por una tapadera, situada en la calle a la que se puede acceder para inspeccionar la alcantarilla o realizar algún tipo de arreglo en el sistema de alcantarillado. También llamado registro.
Planificación	Es el proceso que se sigue para determinar en forma exacta lo que la organización hará para alcanzar sus objetivos.
Proyecto	Es una planificación que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas y alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto.
Red de alcantarillado	Sistema de estructuras y tuberías usado para la recolección y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan.

Riesgo

Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo.

Seguros

Es un contrato por el cual una de las partes (el asegurador) se obliga, mediante una prima que le abona la otra parte (el asegurado), a resarcir un daño o cumplir la prestación convenida si ocurre el evento previsto, como puede ser un accidente o un incendio, entre otras.

Unilateral

Es un acuerdo de voluntades que engendra obligaciones solo para una parte.

RESUMEN

Esta investigación pretende resolver la falta de información que existe en Guatemala, sobre el tema prevención y control de riesgos en la construcción de una red de alcantarillado para las acciones que promuevan y faciliten la ejecución de los proyectos, por lo consiguiente el documento constituye una aportación al mejoramiento de la supervisión y control de la construcción de un proyecto de esta índole. Para un correcto tratamiento (prevención y cobertura) de los riesgos, es importante: identificarlos, conocer su magnitud, probabilidad y potencial de control, así como el nivel de tolerancia.

Una de las actividades fundamentales del profesional de la construcción ya sea Ingeniero Civil, arquitecto o constructor, es conocer los riesgos y prevenirlos ya que la construcción se encuentra dentro de las industrias más peligrosas. Miles de personas mueren cada año por trabajar en este tipo de proyectos de infraestructura, las que son afortunadas, sufren lesiones o incapacidades, que si bien no les quitan la vida, si inducen efectos negativos a su manera de vivir. Se puede también mencionar las pérdidas económicas y materiales que repercuten al no conocer los riesgos y prevenirlos.

Una de las variables principales en los proyectos es la identificación de riesgos. Otro aspecto importante es la metodología para la identificación, análisis y evaluación de riesgos en proyectos de construcción en donde se definen los procedimientos a seguir para una evaluación y resultados concretos.

OBJETIVOS

General

Proporcionar información, desarrollando una propuesta, de manera que pueda el lector, analizar y evaluar los distintos riesgos que pueden afectar a una empresa constructora, con el fin de prevenirlos o minimizarlos, y facilitar las herramientas necesarias para un mayor control en la ejecución de un proyecto de una red de alcantarillado.

Específicos

1. Se llevará a cabo con el fin de proporcionar un documento que permita al lector conocer las características sobre la prevención y control de riesgos en la construcción de un drenaje sanitario.
2. Favorecer la identificación y entendimiento de los elementos de la prevención y control de riesgos en la construcción de un drenaje sanitario a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, y un aporte al desarrollo social y económico de nuestro país.
3. Dar a conocer los diferentes procedimientos que existen para ayudar a la evaluación del riesgo en el proyecto de alcantarillados.
4. Describir cada una de las actividades que componen el proceso de mantenimiento y limpieza del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, focalizar los factores de riesgo.

5. Diseñar procedimientos de trabajos seguros en el sistema de alcantarillados sanitario y pluvial.
6. Implementación de equipos, para un trabajo seguro en un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

INTRODUCCIÓN

Cuando se ejecutan proyectos de alcantarillados, se está propenso a sufrir accidentes los trabajadores o personas ajenas al proyecto. Así como daños a la maquinaria y efectos negativos al medio ambiente etc. Los cuales pueden causar pérdidas económicas, físicas y materiales que no se pueden predecir, pero si evitar.

Los riesgos de accidentes en la construcción, suceden en cualquier empresa, institución u organización y tiene un efecto negativo en su ejecución.

En los proyectos de construcción de una red de alcantarillado se presentan riesgos, que pueden ser ocasionados por una mala planificación, mal diseño, planos de construcción, especificaciones generales, técnicas y disposiciones especiales, irregulares hasta casos fortuitos o de fuerza mayor que escapan al planificador pero que en una medida deben de preverse o estimarse para que sean de menor magnitud.

El trabajo de graduación se ha organizado de manera que pueda ser utilizado como guía de apoyo de procedimientos al profesional de la ingeniería y la arquitectura, para prevención y control de riesgos en la construcción de una red de alcantarillado.

1. PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS TÍPICOS EN LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO

Una estimación detallada puede ser realizada de todos los peligros asociados con un proyecto en particular, es una conexión típica de riesgos de construcción de un sistema de alcantarillado que puede resultar en retrasos en la entrega de la obra y/o incrementos de costos para el proyecto. Se pueden tener riesgos por falta de experiencia en el uso de la tecnología, demora en la toma de decisiones y proveedores no confiables y no calificados.

1.1. Riesgos controlados por terceras personas

Existen infinidad de riesgos provocados por el hombre. Haciendo una concientización a la población para que resguarden y protejan los servicios esenciales como lo es un sistema de alcantarillado, tanto a beneficios directos como indirectos; se minimizan, reducen y pueden hasta erradicarse estos riesgos.

- Evaluación de impacto ambiental (E.I.A.)

Es la estimación de los efectos sobre la población humana, la fauna, la flora, la vegetación, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada. Asimismo, debe comprender la estimación de la incidencia que el proyecto, obra o actividad tiene sobre los elementos que componen el patrimonio histórico, sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público,

tales como: ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas, y la de cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución.

Dentro de la evaluación de impacto ambiental (E.I.A.) se tiene el inventario ambiental y comprende el estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de un sistema de alcantarillado, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales, teniendo en cuenta actividades preexistentes. Identificación, censo, inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía, de los aspectos ambientales definidos, que puedan ser afectados por la actuación proyectada. También delimitación y descripción cartografiada del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto para cada uno de los aspectos ambientales definidos.

- Inventario ambiental

El objeto del inventario ambiental es proporcionar una caracterización del medio que posteriormente permita establecer los posibles impactos ambientales debidos a la ejecución de proyecto de alcantarillado. Se deben descartar del mismo todos aquellos aspectos ambientales que no tengan relevancia para el proyecto.

El inventario consiste en una descripción de los diferentes elementos del medio ambiente antes de llevar a la práctica ningún tipo de actuación y las interrelaciones que se establecen entre ellos. Se debe considerar por tanto el medio natural como un ecosistema. También se debe intentar predecir el comportamiento que como ecosistema tendría en un futuro en caso de no alterarlo (establecer consideraciones ecológicas respecto a su avance como ecosistema al clímax o a etapas de mayor degradación).

Como en apartados anteriores las dimensiones y localización del proyecto determinarán los elementos a describir y el grado de detalle de los mismos. Es conveniente realizar planos de los diferentes elementos ambientales implicados con su extensión y cuantificación precisa.

Como características generales a la hora de enfrentar la realización de un inventario ambiental se pueden citar las siguientes:

- Se debe obtener una visión clara y completa del medio ambiente y los condicionantes actuales que tiene.
- Solo se describirán aquellos elementos afectados por la ejecución del proyecto de alcantarillado.
- El área de estudio es la influida por el proyecto y puede variar de un elemento a otro.
- Todos los juicios se hagan los diferentes apartados, deben tener una argumentación razonada y ser científicamente aceptables.
- Se debe intentar establecer relaciones entre los diferentes elementos descritos.

1.2. Riesgos inherentes específicos en el sitio

Los riesgos en el sitio, suelen darse cuando la población pide o exige que se reparen los daños ya existentes, de las vías de acceso al proyecto, proteger edificios y colindancias.

- Limitaciones o restricciones de acceso
- Existencia ocupacional
 - Mantenimiento de servicios

- Mantenimiento de acceso
- Restricciones de horas de trabajo
- Alternativas provisionales
- Efecto de edificios existentes
 - Necesidad de protección (edificios históricos, museos, edificios arqueológicos, entre otros).
 - Necesidad de demolición
- Existencia de colindancias
- Proteger y mantener en buenas condiciones

Tipos de obras de mitigación

Soil Nailing para refuerzo de terreno

La técnica de *soil nailing* se utiliza para el refuerzo de terrenos cuya estabilidad no está asegurada. El suelo es generalmente un material estructuralmente pobre debido a la baja tensión que presenta. El concepto fundamental del *soil nailing* consiste en reforzar el suelo mediante la instalación de barras de acero a las que se le inyecta lechada de cemento en una pendiente o excavación, como proceso constructivo que va desde la parte más alta y acaba en la más baja del talud.

Pantalla de pilotes

Se utilizan en edificios que se encuentran en un terreno muy blando, con escasa cohesión, esto se instala para evitar el desmoronamiento de la construcción o del terreno. En otra de las ocasiones donde se puede colocar es cuando tiene un nivel freático alto.

Se utilizan en zanjas de difícil excavación. En muchas ocasiones lo que se utiliza son maquinarias especiales según la necesidad requerida. Por ejemplo si el terreno es duro: se emplean máquinas piloteras de terrenos en roca. Hay zonas en la que ciertas aplicaciones pueden considerarla peligrosa ya que la anchura de la zanja puede ser muy pequeña, esto se da casi siempre en zonas medianeras. Los tipos de pantallas de pilotes que se encuentran en el mercado son:

- Pantallas de pilotes separados
- Pantallas de pilotes tangentes
- Pantallas de pilotes secantes
 - Necesidad de trabajos provisionales para acceder al sitio de trabajo

- Seguridad
 - Protección de trabajos realizados, incluyendo trabajos provisionales, particularmente si hay varios contratistas en el mismo sitio
 - Aseguramiento de materiales, incluyendo personal

- Requerimientos adicionales de terreno
 - Para trabajos provisionales o para accesos
 - Para trabajos permanentes

- Requerimientos de nuevos servicios conforme al reglamento
 - Estos pueden incluir agua, gas, electricidad, teléfono

- Uso de servicios existentes
 - Necesidad para re-localizar alrededor del sitio

- Disponibilidad para los requerimientos del sitio, capacidad, condiciones
- Conocer condiciones del terreno
 - Topografía
 - Altimetría
 - Variación de tipos de suelo
 - Tierra contaminada
 - Alcance de las investigaciones de pre-construcción
 - Posibilidad de hundimiento
- Condiciones climáticas
- Temperatura
- Condiciones atmosféricas

1.3. Riesgos no incluidos en convenios

Son aquellas actividades que no están contempladas en el objeto del trabajo, dentro de un convenio o contrato y que el contratante (cliente) exige que se ejecuten, lo cual hace variar la planificación, programación, diseño y cronograma de actividades; los más comunes son:

- Cambios en requerimientos
- Inadecuados o insuficientes datos de referencia
- Cambio de escala de tiempo en entrega del proyecto
 - Tardía toma de decisiones
 - Tardía en entrega del sitio o lugar asignado de trabajo

- Posponer, acelerar o retrasar el programa por condiciones climáticas o casos fortuitos o de fuerza mayor
- Implicaciones financieras

1.4. Riesgos del equipo de diseño

- Errores de diseño
- Inadecuada interpretación de los datos de referencia
- Falla en el tiempo requerido
- Altos aranceles
- Cambios en costos de materiales
- Falta de experiencia del personal de trabajo
 - Falta de capacitación
 - Falta de continuidad del personal
 - Establecer método de diseño o prototipos, tipos de materiales o estructuras
- Inadecuada protección del cliente
 - Provisiones para mantenimiento anterior a la entrega de la obra
 - Aseguramiento de indemnización profesional, garantías Colaterales
- Liquidación y prestaciones laborales de miembros del personal de diseño

1.5. Riesgos del contratista

- Fluctuaciones de precios

- Falta de supervisión en la mano de obra no calificada
- Disputas y reclamos
- Deficiente control de calidad, inexperiencia del personal, no continuidad del personal
- Accidentes o lesiones por parte del personal
- Falta de un programa y planificación adecuada
- Recursos inadecuados, mal cálculo en duración de actividades
- Deficiente coordinación de subcontratistas
- Clima inclemente

1.6. Identificación de riesgos técnicos

Una estimación técnica de riesgos ayuda a destacar las áreas de peligro de un proyecto de alcantarillado.

1.6.1. Riesgos normales

Existen riesgos normales o típicos es decir los que más se repiten como, accidentes con máquinas ligeras o móviles, caídas de altura, asociados con la construcción de un sistema de alcantarillado o a lo largo de los trabajos de la ingeniería civil, incluyendo aquellos asociados a proteger, observar, seguridad del lugar, baja calidad del material, deficiente mano de obra, deficiente operación y mantenimiento en bodega, robo, incendio, etc.

Estos temas son generalmente riesgos para el contratista: una indemnización y /o seguro puede ser requerido por el contrato de construcción para daño o pérdida, bodega, equipo, lesiones de terceras partes, y daño en propiedad.

Puede ser necesaria una supervisión por un asesor de seguros para los seguros requeridos, necesarios para cubrir riesgos que puedan estar fuera de contrato.

1.6.2. Elección del tipo de contrato

Para este tipo de construcción los contratos son típicos cuando la unidad ejecutora es el gobierno central; pues dentro de las cláusulas se debe incluir entre otros, objeto del trabajo, plazo, forma de pago, fianzas, finiquitos, etc. Cuando son obras de infraestructura para iniciativa privada, estas son más específicas, en el sentido que hay asignación de responsabilidades, disposición de financiamiento.

1.6.3. Bases de una estrategia

Para decidir una estrategia el cliente necesita haber definido:

- Sus objetivos, las prioridades entre el costo del proyecto, tiempo de construcción, calidad y cualquier objetivo secundario.
- El rol y autoridad del gerente de proyecto, el diseñador, y los trabajos directos del propio cliente.

1.6.4. Toma de decisiones

El seleccionar la estrategia del contrato requiere tomar decisiones acerca de:

- División de tareas entre el personal del proyecto del cliente, asesores y contratista, particularmente quien es responsable de diseño, materiales, construcción y servicios.
- Bases para seleccionar contratistas.

- Número de grupos de trabajo, y si debe existir un contratista principal o varios contratistas.
- En el pasado existían pocas opciones para una estrategia de contrato, pero ahora existen varios tipos de contratos.
La elección entre éstos tendrá como meta la probabilidad de satisfacer al máximo los objetivos del cliente.

1.7. Estrategias para una buena administración del proyecto

La elección debe ser realizada considerando las implicaciones para el gerente del proyecto.

- ¿Cómo debe ser el riesgo localizado?
- ¿Qué motiva a los contratistas?
- ¿Qué tanto control desea ejercer el cliente?
- ¿Qué tanta flexibilidad es necesaria para hacer cambios durante el proceso?
- Responsabilidades para acción en caso de trabajo defectuoso.
- Uso de tecnología en este tipo de proyectos
- Control de subcontratación y compras
- Condiciones especiales del lugar
- Flujo de efectivo del cliente y subcontratista
- Procedimiento para negociar variaciones
- Reportes y otras informaciones requeridas por el cliente
- Tiempo necesario para preparar documentos de licitación y seleccionar entre licitaciones públicas

Todas las condiciones arriba mencionadas, debe dar un indicativo de la elección del conjunto de condiciones que debe contener un contrato para un proyecto de alcantarillado. Estos términos generales de un contrato son el vehículo inicial para definir la asignación de riesgo entre todas las partes.

1.8. Negociación con riesgos en contratos

1.8.1. Formulación de contratos

Un análisis cuidadoso para un procedimiento de contrato, debe llevar a asignación de responsabilidades, tipos de contratos y procedimientos para licitar un proyecto. Para proceder con la preparación el contrato requiere la identificación de riesgos específicos, decisiones de cómo deben compartirse los riesgos entre las partes, y la definición de los riesgos en el diseño de los documentos del contrato.

El reto mayor de estas tareas es el decidir la distribución equitativa de los riesgos tradicionalmente los riesgos en proyectos de construcción son asignados como siguen.

- Cliente a proyectista y contratista
- Contrato con el Estado
- Contrato con Organizaciones Internacionales
- Contratos con el BID (Banco Internacional del Desarrollo)
- Contratos con ONG (Organizaciones No Gubernamentales)
- Contratista a subcontratista
- Cliente, diseñador, contratista y subcontratistas a aseguradores
- Contratista y subcontratista a afianzadores

1.8.2. Principios de asignación de riesgos

Se recomienda los siguientes principios para la asignación de riesgos entre las partes del proyecto:

- ¿Qué parte puede controlar mejor los eventos que pueden llevar a ocurrir riesgos?
- ¿Qué parte puede manejar mejor los riesgos si estos ocurrieran?
- No es preferible para el cliente mantenerse involucrado en el manejo de riesgos.
- ¿Cuál de las partes debe responsabilizarse por el riesgo, si no es controlado?
- Si la prima que cargara el otorgante, es razonable y aceptable
- Si el afianzador será capaz de aceptar las consecuencias si el riesgo ocurre

Sea que, los riesgos sean transferidos, lleve a la posibilidad de que un riesgo de diferente naturaleza sea transferido de regreso al cliente.

Aplicando estos principios puede llevar a los gerentes fuera de muchas condiciones en los modelos de contratos. Si se utilizan modelos tradicionales es importante observar sus limitaciones.

Como se ha mencionado antes los riesgos es algo que no se tiene contemplado por muchas empresas constructoras y los textos de riesgos existentes, son realizados basándose en legislaciones extranjeras.

Y en el caso de contratos en obra pública muchas constructoras se enfrentan a grandes problemas y afrontan muchas dificultades ya que no se aseguran de cubrir los distintos riesgos que pueden ocurrir a lo largo de su proyecto constructivo, llevando a incurrir en retrasos o hasta generar pérdidas para la empresa constructora.

1.8.3. Cláusula de pago

Los riesgos están localizados diferentemente en aquellos contratos que son basados en el Costo y aquellos que están basados en el precio. La forma en que el riesgo es pagado para distinguir estos dos principales tipos de contrato.

Contratos basados en costo son aquellos que incluyen precios fijos (usualmente pagados por una suma total) y los contratos de precio unitario (mediante el uso de estimaciones de cantidades o un programa de evaluaciones.)

1.8.4. Administración de contratos

El cliente y su equipo de asesores deben elegir cuanta responsabilidad existe en el diseño, construcción y actividades de soporte que son asignadas e incorporadas. En la actualidad existen varias alternativas de estructuras organizacionales de las cuales elegir. Contrato por honorarios, contratos por administración, gerencia de construcción, diseño y administración, y el diseño y construcción; todos son utilizados, y todos asignan riesgos en diferentes formas. Estos son conseguidos parcialmente a través de los métodos de pago como los descritos anteriormente. Adicionalmente, existen condiciones especiales de contrato, particularmente en gerencia de contratos.

Nuevos desarrollos son los contratos de construcción, operación, transferencia (*build-operate-transfer B.O.T.*) y construcción, auto operación, transferencia (*build-own-operation-transfer B.O.O.T.*), en los cuales el cliente concede al contratista o a una sociedad conjunta:

- Financiamiento
- Diseño
- Construcción
- Operación y
- Mantenimiento de una instalación

1.9. Fianzas garantías o seguros

Se dan a conocer las cinco fianzas, garantías y seguros, para que de conformidad a su eficaz y eficiente aplicación, contemos con obras de calidad y en el tiempo previsto a la vez que con una aplicación óptima de estas se disminuyan los riesgos en la vida útil del proyecto, en la fase de operación y mantenimiento. Una fianza normalmente es proporcionada por una compañía aseguradora, banco, o una afianzadora especializada. Existen diferentes tipos de fianzas que pueden ser usadas para reducir riesgos.

1.9.1. Fianza de sostenimiento de oferta

La fianza de sostenimiento de oferta garantiza al beneficiario o empresario que la propuesta presentada por el afianzado o la empresa para realizar un proyecto no variará de precio mediante un plazo de tiempo determinado, tiene una vigencia de 120 días, con el contratante o unidad ejecutora se pueden convenir los tiempos.

En el caso de construcciones al momento de presentar una cotización y ésta es aceptada; el empresario puede solicitar a la empresa constructora una fianza o deposito en efectivo no menor del 1% ni mayor al 5% del valor total del contrato en donde garantiza que el valor del contrato no cambiará desde el momento de apertura de plicas hasta el momento de iniciar el proyecto, usualmente usada en licitaciones con el Estado, su garantía puede ser a través de esta fianza.

El Estado actúa como beneficiario de la fianza y puede ejecutarla al momento de que exista un incumplimiento en la variación de precios, ya que cualquier cambio debe contemplarse antes de iniciar el proyecto o bien mediante mutuo acuerdo.

1.9.2. Fianza de anticipo

Dentro de las condiciones del contrato, queda indicado que la empresa que realizará el proyecto recibirá un anticipo, por el cual deberá de presentar una fianza de anticipo en donde se compromete a iniciar el proyecto sobre los cuales se está celebrando dicho contrato, de manera que la empresa queda garantizada, no perderá la inversión inicial que pagó dicha empresa. La fianza de anticipo es por el 100% del anticipo.

1.9.3. Fianza de cumplimiento

Esta fianza garantiza al beneficiario que se cumplirán todos los puntos contemplados en un contrato. Al igual que toda fianza y la anterior se aplica o ejecuta si hay incumplimiento, siempre y cuando represente alguna pérdida monetaria, ya que de lo contrario no hay razón para aplicarla.

Los requisitos para aplicar a una fianza y la función de cada una de las partes involucradas: afianzadora, beneficiario (Ingeniero constructor) y afianzado (constructora) es igual tanto en la fianza anterior, la presente y cualquier otra fianza que sea producto de una relación de tipo mercantil. La fianza de cumplimiento cubre del 10% al 20% del valor del contrato en obras y el 10% en bienes, suministros y servicios.

1.9.4. Fianza de conservación de obra y calidad

Dentro del contrato queda establecido que al momento de emitirse el acta de entrega de la obra, la empresa constructora se comprometerá a presentar una fianza de conservación de obra por un 15% del valor del contrato, como requisito previo para la recepción de la obra. Cubrirá el valor de la reparación de desperfectos que le son imputables y aparecieron durante el tiempo de 18 meses, contados a partir de la recepción de la obra.

Cuando se entrega una obra es casi imposible revisar cada una de las partes del inmueble construido para constatar que todo está en orden. Por tal razón, se incluye en uno de los puntos del acta de recepción, esta fianza como garantía que la constructora será responsable de cualquier reparación o ajuste que considere necesario para el normal funcionamiento de cada una de las partes del inmueble.

1.9.5. Fianza de saldos deudores

Una vez finalizada una obra el beneficiario o empresario solicita esta fianza, la cual garantizan los saldos deudores que pudieran estar a su favor de la entidad correspondiente o de terceros en la liquidación de la construcción, esta cubre el 5% del valor del contrato.

2. RECOMENDACIONES PARA REDUCIR RIESGOS EN LA EXCAVACIÓN DE ZANJAS

- Capacitación en cuanto al conocimiento de riesgo por los involucrados.
- Tener en cuenta las normas de seguridad industrial en excavaciones mayores de 1,20 metros en tiempos de lluvia.
- Conocer la estabilidad del terreno y las rutas de escape.
- Conocer técnicas de inclinaciones o talud para profundidad de excavaciones.
- Los operadores de la maquinaria pesada, deben estar en comunicación permanente con las personas de señalización.

Este tipo de situaciones, que se suelen presentar en las proximidades o durante los trabajos de movimientos de tierras, excavaciones, pozos, zanjas y trabajos en aberturas, entre otros, pueden dar lugar principalmente a dos tipos de situaciones peligrosas. Se puede sufrir una caída a una zanja, pozo o abertura por encontrarse no señalizado, sin protección, no acotado, ni vallado, o por desprendimiento del terreno en el que se está trabajando.

Antes de comenzar este tipo de trabajos se debe comprobar que se han tomado medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a las excavaciones, pozos, aberturas, trabajos subterráneos que pueden dar lugar a agujeros, etc.

Se debe tener en cuenta para prevenir riesgos

- Que no esté saturado de agua el terreno

Por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, se habrán instalado sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas. No manipule dichos sistemas sin previo conocimiento de su encargado.

Ventilación

- Tendrá que ser suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

Iluminación

- Se tendrá que iluminar todo el lugar de trabajo de manera que el personal pueda visualizar los peligros que existen al rededor

Ponerse a salvo en caso

- De que se produzca incendio
- Entrada de agua o la caída de materiales
- Observe cuáles son las vías seguras para entrar y salir de la excavación

Acumulaciones

- De tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

2.1. Origen del riesgo

Los riesgos que pueden significar una amenaza para las diferentes empresas ejecutoras pueden ser:

- Internos: se presentan y/o existen dentro de la compañía: daños físicos y accidentes.

Externos: se presentan fuera de la compañía: peligros naturales (casos fortuitos o de fuerza mayor) como una tormenta tropical, terremotos o situación provocada por el hombre como una convulsión social, actividades de los proveedores, comunidad, clientes del deudor, etc.

2.2. Clasificación de los factores del riesgo

Físicos

- Ruido
- Presión
- Temperatura
- Iluminación
- Ventilación

Químicos

- Radiación
- Polvo
- Vapores
- Líquidos
- Disolventes

Biológicos

- Alergias

Ergonómicos

- Postura

Psicosociales

- Estrés

La tarea más importante es la identificación y el análisis de posibles fuentes que representen pérdidas accidentales, tales como incendios, tormentas, inundaciones y otros fenómenos naturales que representen daños físicos a la infraestructura de la empresa; de igual manera se tiene que tomar en cuenta otras fuentes, tales como el fraude de empleados, demandas laborales, pérdidas de bienes monetarios, falla del producto ofrecido, problemas con el cliente, recesiones económicas, entre otras.

Es responsabilidad de saber identificar y clasificar los diferentes riesgos que puedan representar pérdidas para la empresa. Debido a que no hay un proceso definido para la identificación y clasificación del riesgo, el gerente del riesgo debe apoyarse en fuentes que puedan servir de ayuda, tales como el uso de cuestionarios, hojas de balance y diagramas de flujo.

2.3. Medidas generales para prevenir el riesgo

Criterio de planificación y diseño de excavaciones a realizar:

- Reconocimiento del terreno
- Edificaciones colindantes

- Conducciones enterradas (gas)
- Conducciones eléctricas (enterradas y aéreas)

La mayor parte de los proyectos de construcción comprenden algún tipo de excavación para cimientos, alcantarillas y servicios bajo el nivel del suelo. El cavado de zanjas o fosos puede ser sumamente peligroso y hasta los trabajadores más experimentados han sido sorprendidos por el derrumbe súbito e inesperado de las paredes sin apuntalar de una excavación.

Una persona sepultada bajo un metro cúbico de tierra no podrá respirar debido a la presión sobre su pecho, y dejando de lado las lesiones físicas que pueda haber sufrido, pronto se sofocará y morirá, pues esa cantidad de tierra pesa una tonelada y media.

La tarea de excavación implica extraer tierra o una mezcla de tierra y roca. El agua casi siempre está presente. Aun que más no sea en forma de humedad del suelo, y la lluvia copiosa es causa frecuente de suelos resbaladizos. La posibilidad de anegamiento es otro riesgo a tener siempre en cuenta. La liberación de presiones a medida que se va retirando material, y el resecamiento en tiempo caluroso, causa la aparición de grietas en el suelo.

La índole de los suelos es variable (por ejemplo arena fina que se desliza fácilmente, arcilla dura que es más cohesiva), pero no puede esperarse que ningún suelo sostenga su propio peso, de modo que es preciso adoptar precauciones para impedir el derrumbamiento de los lados de cualquier zanja de más de 1,20 metros de profundidad.

2.4. Causas de accidentes

Las principales causas de accidentes en las excavaciones son las siguientes:

- Trabajadores atrapados y enterrados en una excavación debido al derrumbe de los costados.
- Trabajadores golpeados y lesionados por materiales que caen dentro de la excavación.
- Trabajadores que caen dentro de la excavación.
- Medios de acceso inseguros y medios de escape insuficientes en caso de anegamiento.
- Vehículos llevados hasta el borde de la excavación, o muy cerca del mismo (sobre todo en marcha atrás), que causan desprendimiento de paredes.
- Asfixia o intoxicación causados por gases más pesados que el aire que penetran en la excavación, por ejemplo los gases de caños de escape de motores diesel y de gasolina.

2.5. Medidas de seguridad para impedir el derrumbamiento de las excavaciones y las caídas

Debe darse a los lados de la excavación o zanja una inclinación segura, generalmente con un ángulo de 45° en reposo, o apuntalárselos con madera u otro material adecuado para impedir que se derrumben. La clase de soporte dependerá del tipo de excavación, la índole del terreno y el agua subterránea existente.

La planificación es de vital importancia. Es preciso asegurarse de la disponibilidad de materiales para apuntalar la zanja que ha de cavarse en toda su extensión, ya que los soportes deben instalarse sin demora al practicar la excavación. Para todas las excavaciones se precisa una acumulación de maderas de reserva, pero las de 1,20 metros o más de profundidad se requiere un revestimiento especial. Si el suelo es inestable o carece de cohesión, se necesita un entablado más apretado. Nunca se debe trabajar por delante de la zona apuntalada.

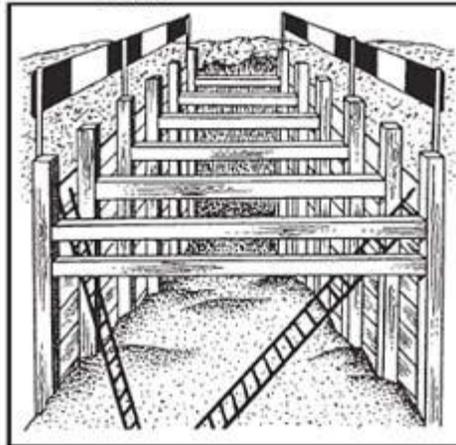
Los apuntalamientos deben ser instalados, modificados o desmantelados sólo por obreros especializados bajo supervisión. Dentro de lo posible, se deben instalar los soportes, antes de haber cavado hasta la profundidad máxima de la zanja, hay que empezar antes de llegar a los 1,20 metros. La excavación e instalación de soportes deberá continuar entonces por etapas, hasta llegar a la profundidad deseada.

Es preciso que los trabajadores conozcan bien los procedimientos para rescatar a un compañero atrapado por un desprendimiento de tierra.

Los trabajadores se caen con frecuencia dentro de las excavaciones.

Deben colocarse barreras adecuadas, de altura suficiente (por ejemplo, cerca de 1,00 metro), para prevenir estos accidentes. A menudo se utilizan los extremos de los soportes que sobresalen del nivel del suelo para sostener estas barreras. (ver figura 1).

Figura 1. **Seguridad en la construcción de excavaciones**



Fuente: www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1358: 26/06/10.

2.5.1. Inspección

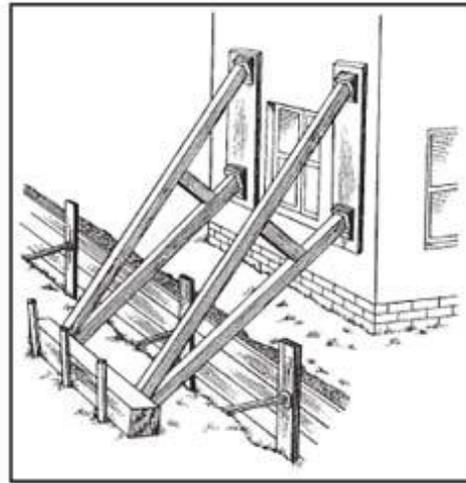
Las excavaciones deben ser inspeccionadas por una persona idónea antes de que comience el trabajo en ellas, y por lo menos una vez por día luego de iniciadas las tareas. Una persona idónea las deberá revisar a fondo una vez por semana, y se debe llevar un registro de esas inspecciones.

2.5.2. Edificios contiguos

Dentro de lo posible, las excavaciones no deben ser excesivamente profundas ni estar demasiado cerca de edificios o estructuras adyacentes como para socavarlos. Deben tomarse precauciones, mediante puntales, soportes, etc. Para impedir derrumbes o desmoronamientos cuando la estabilidad de algún edificio o estructura se vea afectada por los trabajos de excavación.

Ejemplo: excavación cerca de un edificio. Puntales que se requieren para sostenerlo.

Figura 2. **Seguridad en la construcción cerca de edificios**



Fuente: (Imágenes, seguridad en la construcción de excavaciones).
www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1358: 26/06/10.

2.5.3. Orillas

No se deben almacenar ni mover materiales o equipos cerca de las orillas de las excavaciones, ya que ello acarrea el peligro de que caigan materiales sobre los que trabajan abajo, o que aumente la carga en el terreno circundante y se derrumbe la madera o los soportes del sostén. Las pilas de desechos o desperdicios deben también estar lejos de las orillas de las zanjas.

2.5.4. Vehículos

Deben colocarse bloques de tope adecuado y bien anclado en la superficie para impedir que los vehículos (camiones de volteo) se deslicen

dentro de las excavaciones, riesgo que corren en especial cuando dan marcha atrás para descargar. Los bloques deben estar a suficiente distancia de la orilla para evitar los peligros de un desprendimiento bajo el peso de los vehículos.

2.5.5. Accesos

Cuando se trabaja en una excavación, es preciso asegurarse de que existan medios seguros de ingreso y salida, como por ejemplo una escalera de mano bien sujeta. Esto adquiere particular importancia cuando hay riesgo de derrumbamiento y el escape rápido es esencial.

2.5.6. Iluminación

El área que rodea a la excavación deberá estar bien iluminada, sobre todo en los puntos de acceso y en la abertura de las barreras de seguridad.

Puntos a recordar

- No se debe trabajar nunca por delante de los soportes laterales de una zanja, aún cuando se están colocando los puntales.
- Las apariencias engañan. La poca profundidad de una excavación o el aspecto sólido del terreno no son garantía de seguridad.
- Las zanjas profundas parecen peligrosas, pero la mayoría de los accidentes fatales ocurren en excavaciones de menos de 2,50 metros de profundidad.
- Siempre debe usarse el casco de seguridad cuando se trabaja en una excavación.

Barreras a ambos lados de una zanja, para impedir que los trabajadores caigan dentro de ella.

2.5.7. Conductos de servicios enterrados o subterráneos

Antes de empezar a excavar, ya sea a mano o con una excavadora, recuerde que puede haber conductos de servicio bajo la superficie. En las zonas urbanizadas, siempre hay que esperar la presencia de cables eléctricos, tubería de agua y alcantarillas. En algunos sitios también puede haber tuberías que conducen el gas.

Algunos de estos servicios tienen aspecto similar, de modo que al encontrarlos siempre hay que suponer lo peor: dar contra un cable eléctrico puede causar la muerte, o lesiones severas por choque eléctrico, o quemaduras graves. Una tubería que conduce el gas rota tiene pérdidas y puede provocar explosiones. Las tuberías de agua o saneamiento dañados pueden acarrear riesgos súbitos paralizando la excavación o causando el desmoronamiento.

2.5.8. Cables eléctricos

Todos los años hay trabajadores que realizan excavaciones en obras en construcción y sufren quemaduras graves al tocar accidentalmente cables electrificados bajo tierra. Siempre tiene que suponer que el cable que usted encuentra está electrificado. Antes de empezar a excavar, haga averiguaciones con la empresa de electricidad, las autoridades municipales o el dueño de la propiedad acerca de los planos que posean sobre el cableado de la zona, pero aunque existan planos, recuerde que tal vez algunos cables no estén indicados en ellos o no sigan el recorrido marcado por el plano, ya que el tendido pocas veces sigue una línea exacta.

Preste atención a la cercanía de señales de tráfico luminosas, semáforos o subestaciones, generalmente abastecidos por cables subterráneos. Use un localizador de cables si es posible, pero recuerde que si hay un manojo de cables bajo tierra el aparato no podrá distinguir unos de otros, y que hay algunos tipos de cables que no detecta. Una vez hallado el cable, notifique al supervisor y a los otros trabajadores.

Marque la ubicación con tiza o pintura, o si el terreno es demasiado blando, con estacas de madera. No use nunca herramientas puntiagudas. Una vez establecida la ubicación aproximada del cable bajo tierra, utilice herramientas de mano para desenterrarlo: palas y azadón, no piochas. Preste extrema atención a la presencia de cables al excavar. No se deben utilizar herramientas eléctricas a menos de medio metro de distancia de un cable.

2.5.9. Otros servicios

Como en caso del suministro de electricidad se debe hacer averiguaciones con las autoridades que correspondan y con el dueño de la propiedad acerca de la existencia de planos de tuberías de conducción de gas y agua, corriente, alcantarillado y cables telefónicos, y luego utilizar métodos de trabajo similares.

No deben usarse excavadoras mecánicas a menos de medio metro de distancia de un tubo de conducción de gas. Si se siente olor a gas, asegúrese de que no haya focos de combustión cercanos, como cigarrillos encendidos o motores en marcha. Manténgase alejado de la zona, no permita el acceso de otras personas y llame a la compañía de gas. No deben usarse equipos o instalaciones pesadas encima o cerca de las tuberías de conducción de gas, para prevenir su ruptura.

Los cables y tubería que hayan quedado expuestos al abrir una zanja deben ser sostenidos con soportes. No se los debe usar nunca para apoyar equipos o como escalones para bajar y subir de la excavación. Al rellenar una zanja en la que hay tubos de conducción de gas, asegúrese de que el relleno esté bien afirmado debajo de ellos, para evitar rupturas o rajaduras cuando se asienten.

2.6. Costos del riesgo

El riesgo representa costos extras para cualquier empresa, dichos costos se clasifican en:

- Costos directos: reparación de equipo, reemplazo de bienes inmuebles y propiedades dañadas, indemnización a terceras personas.
- Costos indirectos: incapacidad para satisfacer contratos por falta de equipo y pérdida de cuotas de mercado, escasas o nulas relaciones laborales, pérdida de buena voluntad, escasa o nula moral laboral, problemas en el reclutamiento, etc.

2.7. Responsabilidad asumida por muerte, lesión o daño

Estas responsabilidades son aquellas que una empresa en general debe asumir por la muerte, lesión o daño causados por dicha empresa a otras personas u organizaciones, tales como:

Empleados

Terceras personas

Consumidores de producto ofrecido

Público en general

Estado (Gobierno)

2.8. Administración de la función del supervisor de riesgos

Cualquier tipo de supervisión involucra, planeación, organización y control. En el caso de la supervisión de riesgos, el supervisor debe considerar problemas, como lo son, formular una política, el manejo del riesgo, como el trabajo debe ser organizado dentro de la empresa, a qué nivel se debe involucrar el tomar las decisiones por el supervisor de riesgos, definición de metas y objetivos, y el establecimiento de controles para asegurar una adecuada eliminación de riesgos.

2.8.1. Formulación de políticas de la empresa constructora

Uno de los problemas en que se enfrenta el supervisor es la definición de políticas en gerencia de riesgos que debe seguir. Antes de que las políticas sean establecidas, los objetivos deben ser seleccionados. Obviamente estas políticas deben ser formuladas con la ayuda de gerente general. Como señaló *Robert Rennie*, el crecimiento es la motivación dominante del gerente corporativo moderno es igualmente claro que el riesgo y la incertidumbre son las mayores barreras limitantes a tal crecimiento.

La mayor ambición planes para expansión, los más grandes deben ser los riesgos físicos y la incertidumbre de eventos futuros. De esta manera, la función del supervisor de riesgos debe estar unida con las políticas básicas del gerente general, y cuidadosamente la formulación de políticas para el supervisor de riesgos llegar a ser esencial si los objetivos de gerencia general son alcanzados.

Las políticas sirven como una guía de acción. Éstas sirven, en forma amplia, como un conjunto de reglas a seguir, y establecer restricciones. Las políticas pueden ser amplias o estrechas, mayores o menores, a corto o largo plazo. También pueden ser formadas en el claro de los objetivos establecidos para el departamento de gerencia de riesgos.

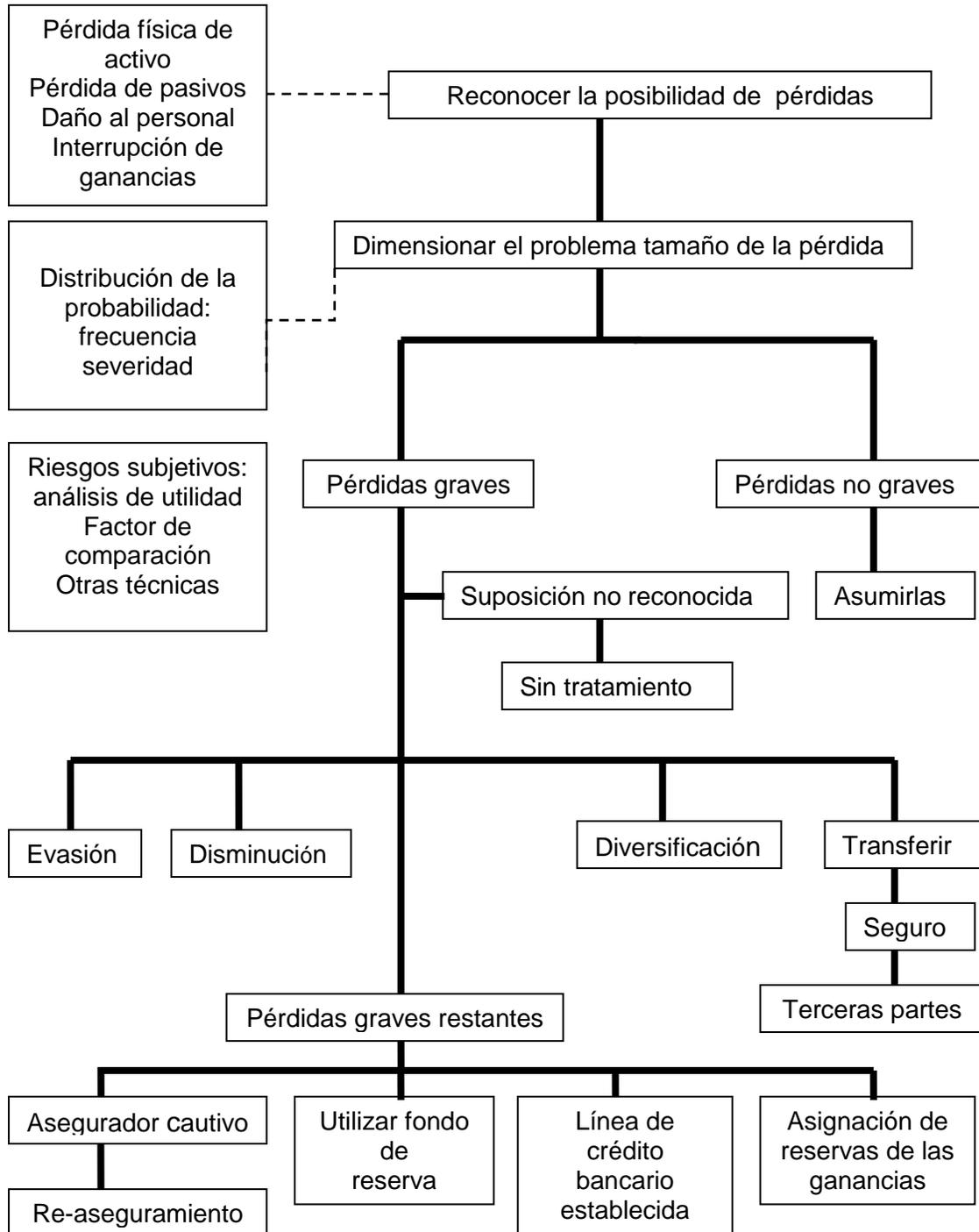
Ejemplo de afirmaciones generales de políticas de gerencia de riesgos son:

- Debe ser políticas de la empresa el reducir tanto como sea posible el costo de los riesgos de pérdida para la empresa, la cual puede tener el efecto de poner en peligro la solvencia de la empresa.
- Debe ser política de la empresa, el transferir a otros los riesgos de pérdida a la firma los cuales excedan X cantidad de dinero, y asumir cualquier pérdida menor a esta cantidad.

2.8.2. Diagrama de flujo de decisiones

El supervisor de riesgos tiene muchas herramientas a su disposición: suposición o retención, aseguramiento, otros tipos de transferencia (como arrendamiento), evitar el riesgo, abatimiento de peligro a través de prevención, y diversificación. Normalmente utiliza todos estos métodos en varios grados, dependiendo el tipo de pérdida a la cual está sujeto, el grado de posibles pérdidas, los tipos de peligros encarados, y los costos involucrados en la utilización de estos métodos. La figura 3 muestra la estructura de la toma de decisiones en supervisión de riesgos.

Figura 3. Diagrama de flujo de decisiones en manejo de riesgos



Fuente: Risk management: text and cases.

2.8.3. Reconocimiento del riesgo

El reconocimiento de posibles fuentes de pérdidas es quizás el aspecto más difícil y más desafiante del trabajo de un supervisor. Esta tarea es asistida por el propio uso de recursos mencionados anteriormente. Fuentes obvias de pérdidas como son fuego, explosión, tormentas, pérdida de dirección del personal, y la interrupción de ingresos debido a peligros definidos que son usualmente bien conocidos para muchos supervisores y presentan pocos problemas de reconocimiento. Menos obvios son a menudo aquellos que producen pérdidas mayores y a menudo embarazosas las cuales nadie esperaba.

2.8.4. Gravedad del riesgo

Debe resultar obvio que el potencial de las pérdidas puede causar dificultades no particulares a la compañía o al contratista, pueden ser asumidas económicamente y pagar como vayan ocurriendo fuera del capital de trabajo, como un costo de realizar transacciones. Un error común en supervisión de riesgos es el de asegurar propiedades que ya no existen, las cuales han sido vendidas o no tenían que haber sido aseguradas.

Métodos estándar para medir la gravedad y reconocer riesgos se identifican en la figura 3 como evasión, prevención, disminución, diversificación y transferencia. Una técnica para manejar estos riesgos de pérdidas también es identificada en la misma figura, y es el utilizar un re-aseguramiento a través del mismo dueño o un asegurador cautivo el cual no retiene una porción significativa de pérdida expuesta, pero en vez de eso pasa mucho del riesgo a una compañía ajena para el re-aseguramiento.

Establecer un fondo de reserva para pérdidas es otro método para manejar el riesgo de pérdidas severas restantes, sin embargo, probablemente no es utilizada ampliamente, porque eso significa mantener los fondos en cuentas de ahorro o en otras inversiones las cuales producen una tasa de retorno menor a la que la empresa podría ganarle al mismo fondo, si fuera invertido en sus propios negocios.

Establecer un superávit para contingencias, es un método ampliamente utilizado para pérdidas severas. La dificultad con este método que no es más que una entrada en la hoja de balance de los libros contables, eliminando cantidades mostradas como ganancia no asignada y colocándola como gastos especiales para posibles pérdidas. Si la pérdida ocurre, la cuenta de superávit no provee recursos para pagar la pérdida. Sin embargo, tiene el efecto de advertir al supervisor de posibles pérdidas e incitar políticas de dividendos más conservadores u otras políticas o prácticas.

El poner líneas crediticias de los bancos para posibles pérdidas es también un método de manejo de pérdidas severas. Si la pérdida ocurre, la gerencia tiene ventaja de tener un avance seguro de negociación con el banco para restaurar la propiedad por medio de este crédito. Obviamente este crédito llega en forma de préstamo el cual tiene que ser pagado.

2.8.5. Identificación del riesgo

El reconocimiento e identificación de las fuentes de pérdidas por eventos, es una de las principales tareas de un gerente de riesgos. La importancia de esta tarea puede ser acentuada, desde que la supervivencia de la empresa como una empresa de negocios puede depender de la atención prestada a esto.

Las dos mayores técnicas de identificación de riesgos son: el sondeo para exposición de pérdidas, las listas de comprobación (checklists) y el uso de estados financieros.

2.9. Financiamiento del riesgo

Es la disposición económica de fondos para financiar la recuperación en una organización en caso de ocurrir varios factores, tal como: daño a propiedad, obligaciones con los trabajadores y con terceras personas, lesiones o muerte de los trabajadores que a su vez afecta a un desempeño eficiente de la empresa, y pérdidas por interrupción del trabajo.

El término provisión económica significa la mejor opción económica de una forma alternativa para proveer el financiamiento necesario para afrontar las consecuencias de eventos adversos fortuitos que afectan una organización.

2.9.1. Métodos para el financiamiento del riesgo

El financiamiento del riesgo puede ser logrado mediante la combinación de algunas de las siguientes opciones:

- Retención del riesgo
- Aseguramiento
- Aseguramiento cautivo
- Otros (fondos internos o externos, reservas para contingencias, préstamos de efectivo obtenidos del ingreso, préstamos externos y re-aseguramiento financiero).

Algunas pequeñas organizaciones pueden acatar solo los requerimientos reglamentarios para el aseguramiento y fiarse en tomar dinero de su flujo de efectivo o de algunos préstamos para financiar las pérdidas que puedan sufrir. Las organizaciones multinacionales en cambio, pueden tener mayores y más complejos arreglos incorporando muchas de las opciones mencionadas anteriormente con diferentes empresas de seguros en diferentes territorios cubriendo diferentes necesidades y requerimientos legales con tal de lograr un buen financiamiento de riesgos.

2.9.2. Otras formas del financiamiento del riesgo

En las organizaciones donde no es económicamente viable utilizar las empresas cautivas de seguros, existen otras formas de auto-financiamiento para afrontar las consecuencias de los riesgos, estos son:

Fondo interno específico: una organización internamente reserva dinero para ser usado solo para solventar los riesgos de auto-retención. Un problema potencial es que puede haber presiones para utilizar esos fondos para otros propósitos alternativos.

Fondos mutuos o mancomunados: estos permiten a organizaciones similares más pequeñas combinarse o juntarse para solventar riesgos más grandes. Hay una cierta pérdida de confidencialidad y hay que tener cuidado al seleccionarse los socios que tengan una actitud positiva para el control del riesgo.

Fondos de riesgo del asegurador: también conocidos como fondos externos de riesgo. A los aseguradores se les pasa por que organicen un fondo. Las contribuciones hechas a los aseguradores son deducibles de impuestos.

La infundadas son usualmente cubiertas por los aseguradores como parte de un paquete total de seguros. Las primas son basadas, por ejemplo, cinco años de reclamación del cliente, con los honorarios del asegurador, inflación permitida, etc. responsabilidad del asegurador es hacer el balance del fondo. Las porciones.

Reserva para contingencia: una porción de los fondos es señalada en papel para la contabilidad de la organización para igualar las pérdidas esperadas. Es un aparato de contabilidad el cual no tiene protección de las transferencias internas de papeleo otras áreas.

3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA GARANTIZAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE SU VIDA ÚTIL

Para garantizar que la red de alcantarillado funcione adecuadamente durante su vida útil hay que tener en cuenta el período de diseño.

- De 30 años a 40 años se diseñan los colectores principales
- De 20 años a 30 años se diseña la planta de tratamientos de aguas residuales
- De 10 años a 15 años se diseña la línea de descarga
- De 8 años a 10 años se diseña los equipos mecánicos eléctricos

3.1. Principales criterios de diseño

Los colectores son las tuberías por las que se conduce el agua residual debe de llenar ciertos requisitos y cumplir ciertas normas.

- Funcionan como un canal abierto
- Nunca un tubo trabaja a sección llena
- No trabajan a presión
- Funcionan con gravedad
- La velocidad de diseño va estar siempre entre 0,60 metros/segundos $\leq V \leq 3,00$ metros/segundos, menor velocidad 0,60 metros/segundos \leq es mejor limpieza en la tubería, mayor velocidad $V \leq 3,00$ metros/segundos mayor erosión en la tubería, mayor daño en los pozos de visita.

3.1.1. Determinación de las pendientes mínimas

En general se usará en el diseño, secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena. El máximo que se permite lleno para diseño, es un 74% del diámetro del tubo.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning, para secciones circulares así:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Para el sistema métrico la fórmula equivalente sería:

$$V = 0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

De donde:

V=velocidad del flujo a sección llena (metros/segundos)

R=radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D=diámetro de la sección circular (metros)

S=pendiente de la gradiente hidráulica (metros/metros)

n=coeficiente de rugosidad de *Manning*

0,014 para tubos de concreto

0,010 para tubos de PVC

Con los gráficos de relaciones de sección parcial o de preferencia por métodos analíticos se calcularán las condiciones hidráulicas de los tubos

parcialmente llenos. Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en su extremo más bajo.

3.1.2. Trazos de ejes y medición de longitudes

Es la topografía aplicada a una red de alcantarillado, incluyendo la altimetría y la planimetría; son los datos recopilados en campo para elaborar planos y ubicar los colectores, los pozos de visita y la planta de tratamiento de aguas residuales.

3.1.3. Ubicación de cámaras de inspección

Las cámaras de inspección o pozos de visita:

- Se colocan entre tramos de tuberías separados 100 metros
- Cambio de diámetro de tubería
- Cambio de pendiente de tubería
- Cruce entre dos o más tubos
- Tramos iniciales

3.1.4. Áreas tributarias y caudales de diseño

- Las áreas tributarias al sistema de alcantarillado se estimarán de acuerdo con lo siguiente: la localidad estudiada, será considerada como área total, que incluyen las áreas adyacentes y que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas u urbanísticas. Deben tenerse en cuenta para el diseño, al fijar la capacidad y profundidad de los colectores, áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarias al sistema.

- El caudal de diseño es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de: a) caudal máximo de origen doméstico; b) caudal de infiltración; c) caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error, por este concepto se agregará un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto.

3.1.5. Numeración de pozos de visita

La profundidad del pozo de visita está en función de la tubería. La tapadera debe de ir con una nomenclatura, un jalador, una flecha indicando la dirección del flujo y agregar un punto.

3.1.6. Cotas de los pozos de visita

Una vez obtenido el diámetro y la pendiente final del diseño del tramo, se procede a calcular las cotas Invert de la tubería en el inicio y el final del tramo.

Para determinar la cota Invert de salida de corrimento de un pozo de visita, cada tubo de entrada o tubo que conecte con el pozo o tramo inicial, debe de ser comparado de forma individual con la tubería de corrimento aplicando los siguientes criterios:

- Para tubería de salida de igual diámetro que la tubería de entrada, la cota Invert de salida debe de estar por lo menos 3 centímetros. Debajo de la cota Invert de entrada.
- Para tubería de salida con mayor diámetro que tubería de entrada la cota Invert de salida deberá de estar por lo menos una altura por debajo de la

cota Invert de entrada igual a la diferencia de diámetros de ambas tuberías.

- Para tuberías de salida ubicada en un pozo, en el cual están conectados tramos iniciales. La cota Invert de salida de la tubería de corrimiento deberá estar, por lo menos, a una altura por debajo de la cota Invert de salida del tramo inicial, igual al diámetro de la tubería de salida.

3.2. Política de operación

Todo sistema de alcantarillado para que opere de manera eficiente debe contar con una política de operación, la cual debe estar de acorde con el diseño del sistema para que el funcionamiento de él sea adecuado y evitar daños tanto a la red como reducir las molestias a los usuarios.

Dentro de las políticas de operación de la red deben estar contemplados programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como maniobras de compuertas y bombeos en determinados sitios y horarios, esto con el propósito de lograr que el sistema funcione de manera óptima. Los programas tienen por objeto mantener en buenas condiciones a todas las tuberías y todas las estructuras que conforman el sistema. En todo momento se tratará que las tuberías de la red trabajen a superficie libre; sin embargo, cuando se presenten lluvias mayores a la que corresponde al período de diseño es de esperarse que trabajen a presión y como correspondencia se produzcan inundaciones en la zona, por ello se debe contar con las medidas necesarias para aminorar los daños y molestias que se ocasionen.

3.3. Medidas de conservación y limpieza

Todo sistema de alcantarillado debe contar con un mantenimiento en menor o mayor grado, esto con el propósito de que el sistema funcione adecuadamente y se eviten anomalías en la época de lluvias. Además, ello ayuda a prolongar la vida útil del sistema.

Esta actividad debe programarse para llevarse a cabo en la época de estiaje, que es cuando los sistemas conducen caudales pequeños y es posible revisarlos con relativa facilidad, así como detectar los daños.

En este período (estiaje) es de esperarse que se tenga la presencia de sedimentos en el sistema debido a que las velocidades son bajas y no es posible que ellos sean arrastrados.

Por esto, es necesario hacer actividades de limpieza en el sistema, para lo cual se requiere de equipo apropiado para llevar a cabo esta actividad, ya que existen tanto conducciones a cielo abierto como cerradas, siendo estas últimas la mayoría.

Para la limpieza de las conducciones cerradas se deben emplear equipos apropiados para arrastrar las sustancias sedimentadas. Una forma de hacerlo es remansando el agua dentro de la alcantarilla y después liberándola de manera súbita. Este proceso se logra colocando una compuerta en un extremo de la alcantarilla y al liberar el volumen remansado, éste arrastrará el material sedimentado hacia aguas abajo; esta onda de agua se recomienda se presente en longitudes de tuberías no mayores de 150 a 200 metros.

Otro sistema de limpieza es el que utiliza inyección de agua a presión (750 kilogramos/centímetros cuadrados), que es introducida a través de una manguera en cuyo extremo lleva una tobera; estas llevan en su parte posterior y en forma de anillo una serie de orificios con cierto grado de inclinación (35° y 45°) para poder ir lanzando el agua y a la vez poder ir avanzando. Este sistema se utiliza en conductos con diámetro interior mayor de 23 milímetros.

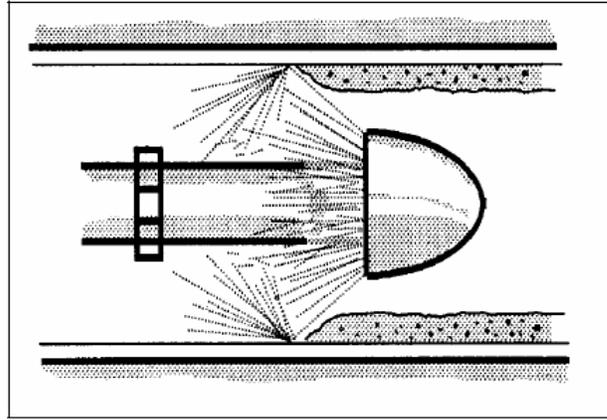
La operación de limpieza de una tubería con este último tipo de sistema es sencilla, ya que basta introducir por el pozo de visita el extremo de la manguera; una vez colocada la tubería adecuada, se pone en funcionamiento la bomba y comienza a avanzar, a partir de este momento, la manguera a través de la tubería, empujada por la reacción del agua que sale a través de los orificios de la tubería, tal como se observa en la figura 4.

3.4. Accesorios de limpieza de conductos

Además de la limpieza de conductos utilizando agua a presión, también se hace por medio de procedimientos manuales, los cuales consisten en el retiro de la basura o sedimento mediante dispositivos como son: cepillos o palas que se arrastran en el interior de la tubería en forma manual o mecánica.

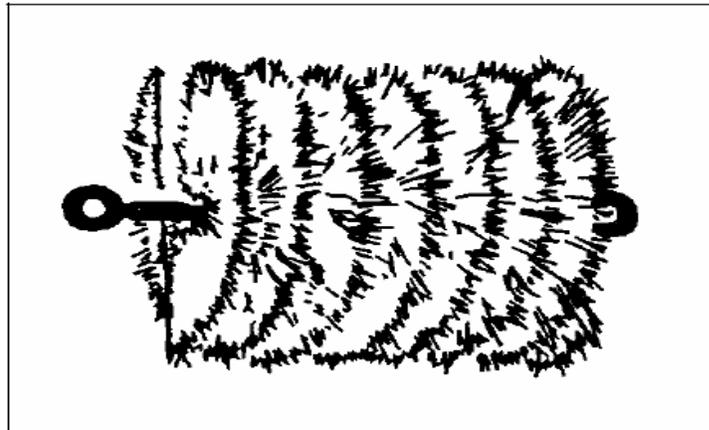
En las figuras 5 a la 11 se muestran algunos ejemplos de cepillos, palas y accesorios diversos. Las figuras siguientes fueron consultadas en internet el nombre del archivo es operación y mantenimiento de una red de alcantarillado.

Figura 4. **Tobera para limpieza hidrodinámica**



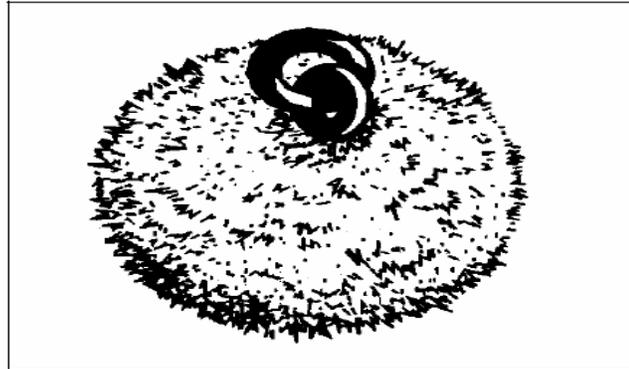
Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 5. **Cepillo espiral**



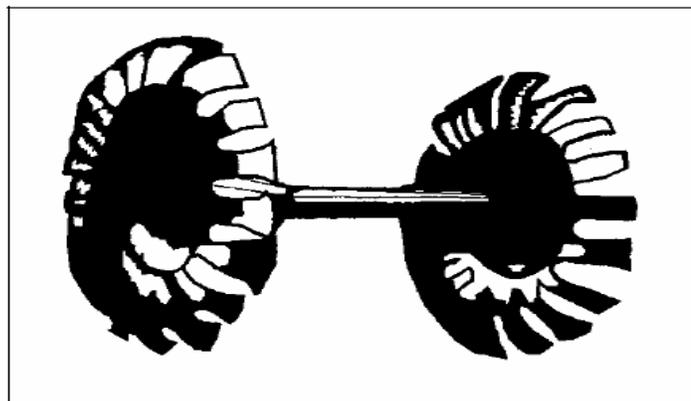
Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 6. **Cepillo esférico**



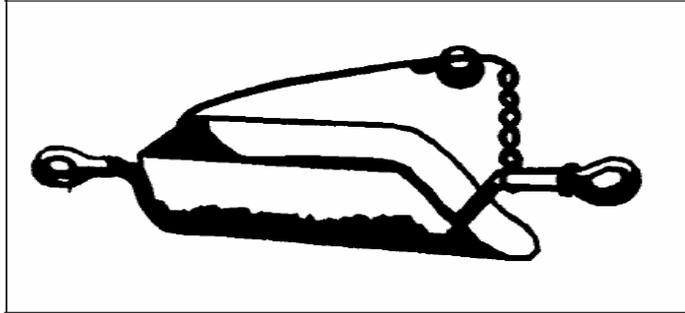
Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 7. **Rastrillo de hierro forjado para limpieza de musgo**



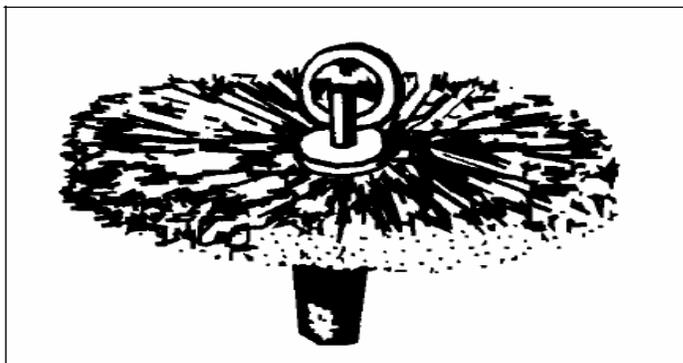
Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 8. Pala depósito para limpieza de arena y fango



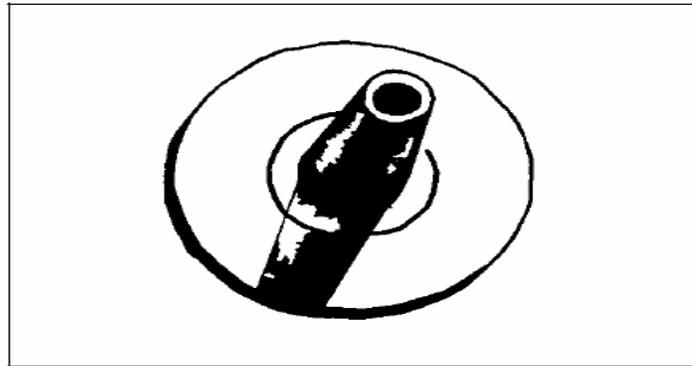
Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 9. Cepillo circular



Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

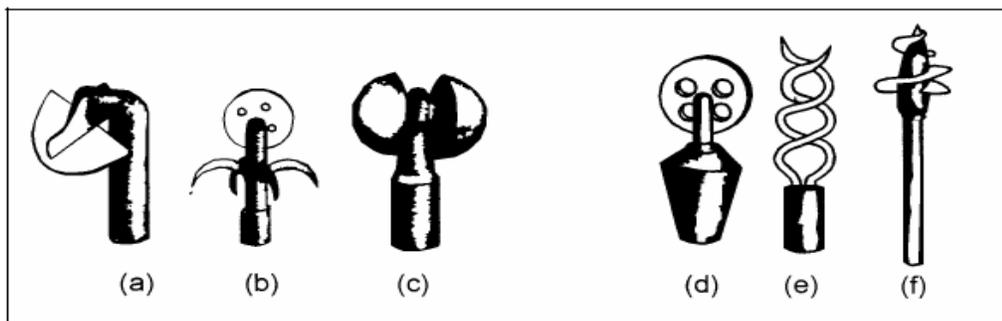
Figura 10. **Enjuagadores de caucho**



Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------------|
| (a) Faederas, fijas o móviles | (b) Ruedas limpiadoras simples con arpón |
| (c) Ruedas limpiadoras universales | (d) Ruedas limpiadoras simples |
| (e) Sacatrapos de doble gancho | (f) Llaves de Arquímedes |

Figura 11. **Accesorios diversos**



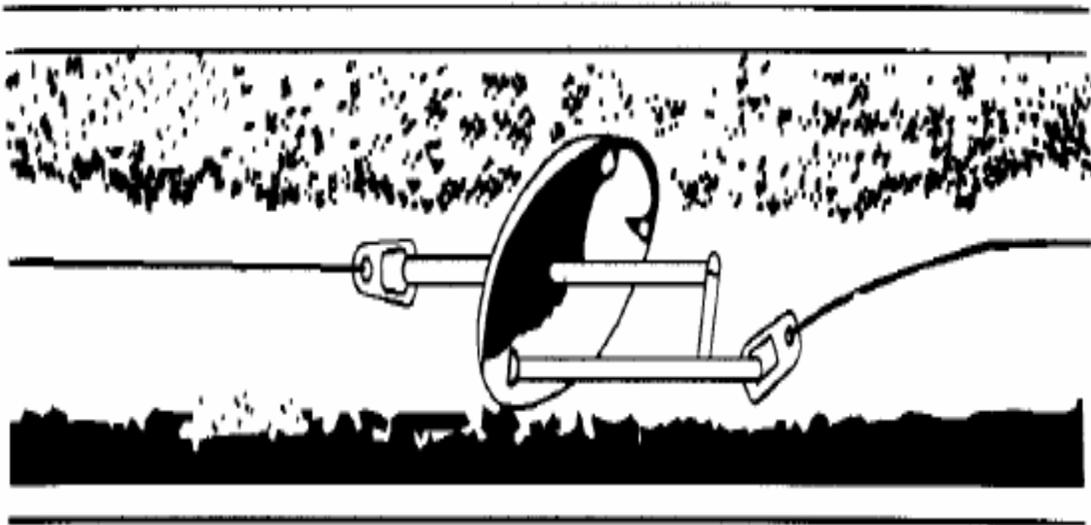
Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Todos los dispositivos descritos se emplean, usando varillas de 0,90 metros en cuyos extremos tienen rosca y palanca para asegurar la sujeción, y dada la flexibilidad del dispositivo se pueden limpiar longitudes de hasta 50 metros, que es en promedio la distancia normal que se tiene entre pozos de visita.

Se usan también los platillos dragadores, los cuales se introducen en el registro de aguas abajo y son arrastrados hacia aguas arriba con una cuerda en posición horizontal. Posteriormente, se tira hacia delante, se levanta el platillo y con esta operación se logra arrastrar los sedimentos.

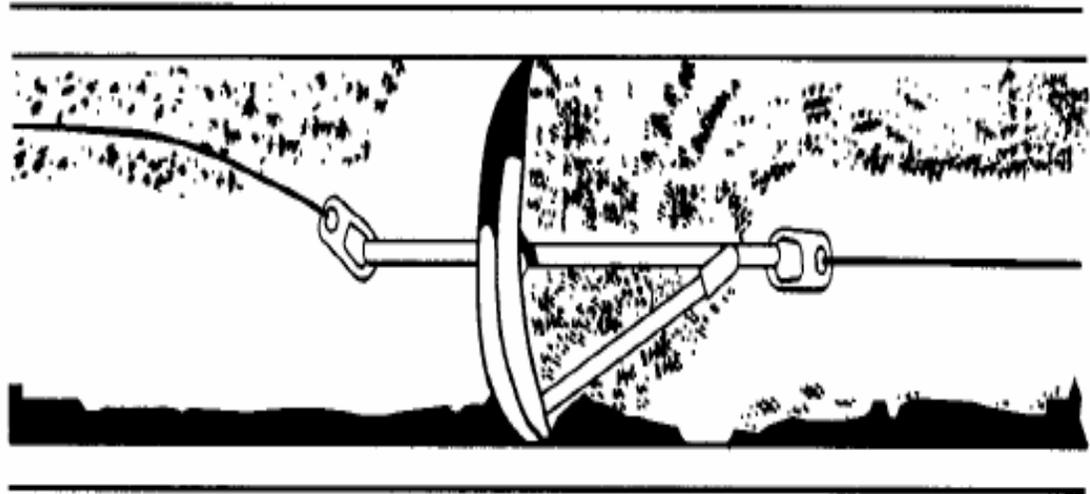
Las figuras 12 y 13 indican el proceso para desazolvar un tramo de tubería con el auxilio de los platillos dragadores.

Figura 12. **Platillos dragadores**



Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 13. **Platillos dragadores**

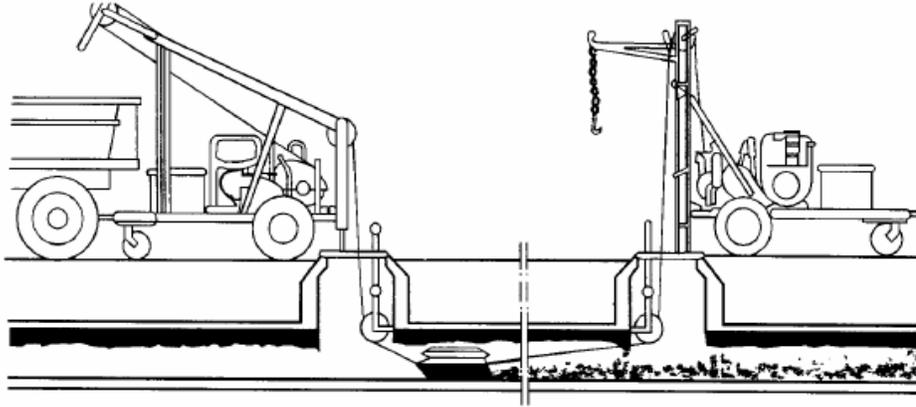


Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

En este proceso se recomienda hacer la limpieza por tramos cortos, según sea la cantidad de sedimento, para no tener que retirar cargas demasiado grandes.

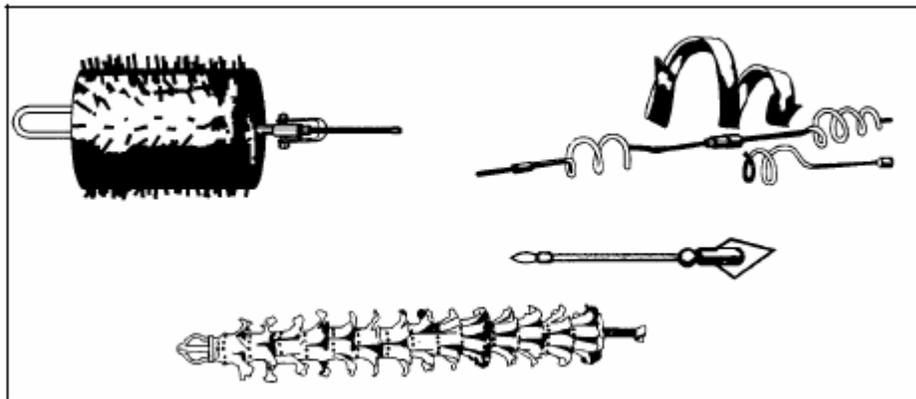
Sin embargo, cuando esto último llega a suceder existen equipos mecánicos como los de la figura 14, el cual está formado por dos dispositivos mecánicos que arrastran dentro de la tubería, una pala que va recolectando la basura y sedimento, la cual es extraída al final. Otros equipos de sondas y su correspondiente sistema de trabajo pueden verse en las figuras 15 Y 16.

Figura 14. **Extracción de sedimentos en un tramo de tubería**



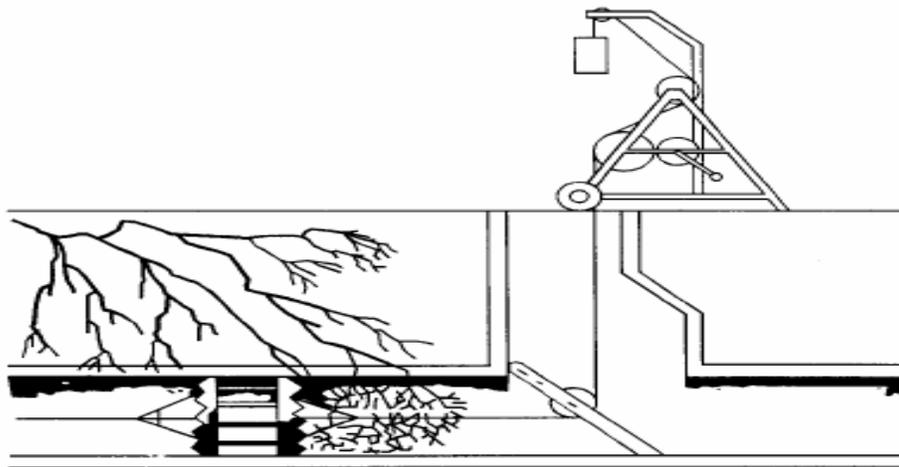
Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 15. **Tipos de sondas**



Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Figura 16. **Aparatos corta raíces**



Fuente: www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.11-03.pdf. 26/06/10.

Además, si la forma de conducción lo permite, pueden emplearse rastrillos, escobas de fibras metálicas y compuertas móviles en las que la presión del agua remansada actúa de motor y el estrechamiento regulable, situado aguas abajo, permite producir un chorro suficiente para provocar el arrastre de sedimento.

3.5. Limpieza en coladeras

Si las coladeras están conectadas con la red de alcantarillado y no tienen cámaras de arena no es necesario limpiarlas; cuando se cuenta con cámara de arena es necesario revisarla en forma periódica y retirar la arena y esta acción puede hacerse en forma manual utilizando cucharas de varios tipos y añadiendo agua para la remoción de los sedimentos.

Sin embargo, la tendencia actual es hacerlo con máquinas provistas de dispositivos de absorción, previa inyección de agua y mediante bombeo al vacío.

Los aparatos modernos más usados para esta clase de operaciones son los camiones de operación con alto poder de succión, capaces de retirar adoquines y elementos similares en volumen y peso.

En general, el material retirado de las alcantarillas deberá ser depositado en un lugar donde no provoque problemas o bien ser tratado para su deposición final.

5.6. Sistema de control

Para conocer el estado que guarda una tubería, en la cual no se puede hacer una inspección visual directa, se utilizan sistemas de televisión con circuito cerrado. De esta manera es posible realizar un diagnóstico acerca de la situación del alcantarillado.

5.6.1. Conservación y reparación de la red de alcantarillado

Es difícil establecer lineamientos que indiquen cuando se requieran efectuar reparaciones o dar un mantenimiento en un sistema de alcantarillado, ya que esta puede ir desde la simple reposición de una tapa de pozo de visita, hasta la reconstrucción de un tramo de alcantarilla. En esta última situación el daño puede haber sido producido por un sismo, una avenida extraordinaria u algún otro evento.

Para hacer la reparación de las tuberías rotas, es necesario levantar el pavimento para sustituir los tramos dañados y en el caso en que solo se tengan agrietamientos estos pueden ser reparados utilizando equipo especial que inyecte concreto o alguna resina en la zona dañada.

3.6.2. Problemas más importantes en la operación de una red de alcantarillado

Los problemas de mantenimiento de una red de alcantarillado pluvial son numerosos, describiendo a continuación los más importantes:

- Problemas imputables a la red
- Corrosión en los elementos metálicos dentro de la red como son, por ejemplo, los equipos de bombeo, compuertas, peldaños de los pozos de registro, etc. La falla de estos últimos son la causa de accidentes graves para el personal que hace labores de inspección.
- Insuficiencia de la capacidad del colector o una red de alcantarillado. El funcionamiento a presión hace trabajar las juntas en condiciones superiores a las normales provocando fugas de agua hacia el exterior. A veces, llegan a provocar que las tapas salten de los registros, generando un serio problema. Igualmente si los conductos entran en carga se puede producir la rotura de bóvedas y dar origen a la formación de socavones bajo el pavimento.
- Los cierres hidráulicos originados en cambios de sección con disposición errónea, así como en la intersección de dos redes de alcantarillas,

generan sobreelevaciones de agua, aguas arriba y llegan a producir inundaciones.

- Erosiones en tramos de tuberías debido a que el flujo lleva una excesiva velocidad el agua, producida por una pendiente inadecuada.
- Sedimentaciones importantes, que obligan a realizar limpiezas más periódicas, debido al empleo de pendientes muy reducidas.
- Pérdida de agua por usar juntas inadecuadas
- Filtración de agua exterior a través de juntas inadecuadas
- Causas externas
- Rotura de los conductos por la penetración de raíces
- Rotura de los conductos por sobrecargas excesivas, mala colocación del conducto o paso de maquinaria o equipo muy pesado sobre ellas.
- Asentamientos provocados por otras construcciones próximas
- Perforación por pilotajes o roturas producidas por excavaciones para otro tipo de obras.
- Utilización de pozos de registros como vertedores de residuos sólidos. Comúnmente con este tipo de acción, se generan obstrucciones y

sedimentaciones y en consecuencia se disminuye la capacidad de los conductos.

- Acción sobre los colectores de otros servicios integrados en el subsuelo, como son, por ejemplo: los servicios de abastecimiento de agua potable, gas, electricidad, teléfono, etc., y que muchas veces llegan a cruzar los colectores disminuyendo su capacidad real.
- La interferencia de los colectores con tuberías de gas o cables de alta tensión constituye un serio problema para el personal de la red de saneamiento, habiendo sido ello origen de importantes accidentes.
- Ataque exterior hacia la tubería por agresividad del terreno o existencia de corrientes.
- Ataque interior hacia los conductos por vertidos de ácidos, gases, productos corrosivos o diferentes elementos que por reacción se transforman en sustancias corrosivas a los conductos. Debe prestarse atención a las descargas de las industrias químicas, fotográficas, de recubrimientos metálicos, garajes, estaciones de servicio, etc.
- Agresividad bacteriana sobre los hormigones, como es el caso de la formación de sulfuro de hidrógeno.
- Conexiones defectuosas, que muchas veces obstruyen el alcantarillado, disminuyendo la capacidad y por tanto impiden el desarrollo satisfactorio de un mantenimiento normal.
- Acciones preventivas

- La solución a los problemas anteriores está en la adopción de acciones como las siguientes
 - Control de la construcción de la red
 - Control de vertidos o descargas
 - Seguridad del personal

El control de vertidos quedará garantizado con la implantación y cumplimiento adecuado de un reglamento, el cual facilitará la operación de la red, la seguridad del personal, la garantía de funcionamiento correcto de la depuradora y la garantía de que se limpiará y se dará mantenimiento a toda la red.

El problema de los vertidos industriales es muy grave, teniendo en cuenta sus efectos sobre el personal y considerando, por otro lado, que se trata de personal experimentado no fácil de sustituir.

La seguridad del personal y la comodidad para realizar su trabajo son premisas imprescindibles en todo proyecto y funcionamiento de una red de saneamiento. No puede admitirse, como actualmente se hace, que el personal vaya sin caretas anti-gas, equipos especiales, etc.

3.7. Acciones para una operación eficiente

Para que un sistema de red de alcantarillado funcione de manera eficiente se deben tomar en cuenta las acciones siguientes:

- Que la velocidad del flujo en las tuberías se encuentre dentro del rango de velocidad mínima y máxima permisibles

- Que el sistema tenga un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a fin de mantener las tuberías libres de basura o roturas
- Contar con políticas de operación para el gasto base
- Contar con políticas de operación para un gasto mayor al de diseño
- Respetar las políticas de operación

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Los riesgos que existen dentro de la ejecución de un proyecto u obra en construcción son variados, se originan por diferentes factores; por esa razón, todas las personas que laboran o visitan una obra en construcción deberán regirse por las normas de seguridad establecidas internacionalmente. Los involucrados en la construcción, desde el personal de seguridad, mantenimiento de áreas operativas, subcontratistas, suministros, visitantes y colaboradores deben conocer estas normas para respetarlas y divulgarlas.

A continuación se mencionan algunas de las actividades que pueden representar un riesgo para el constructor dentro de la obra y algunas recomendaciones para evitarlos:

4.1. Protección del personal

- Utilizar el equipo de seguridad que la empresa pone a disposición
- Sí se observa alguna diferencia en él, ponerlo enseguida en conocimiento del supervisor de seguridad del personal
- Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro nuevo
- En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilizar el casco

- Si se ejecuta o presencia trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos etc., utilizar lentes de seguridad
- Si hay riesgos de lesiones para los pies, utilizar calzado de seguridad
- Cuando se trabaja en alturas utilizar el cinturón de seguridad, más apropiados
- Proteger vías respiratorias y oídos

4.2. Excavación de zanja

- Cuando sea necesario, asegurarse que la excavación esté con un talud adecuado o protegida con otros sistemas
- No acumular tierras o materiales junto al borde
- Cuidado con las conducciones próximas, puede originar accidentes
- Utilizar escaleras adecuadas para entrar o salir de ellas
- Cuando la profundidad de la excavación supere los dos metros, colocar barandillas de protección
- No introducirse en pozos sin antes haber comprobado la inexistencia de riesgo de asfixia.

4.3. Caídas por profundidad

- Asegurarse que los bordes de las zanjas estén protegidas con barandillas, redes o similares
- Proteger los huecos y las escaleras
- Las barandillas deben de tener 90 centímetros. De alto y estar provistas de listón intermedio y rodapié
- No retirar las protecciones si no se está autorizado
- Sobre todo, cuando se esté trabajando a más de dos metros de profundidad.

4.4. Maquinaria ligera

- Antes de utilizar una máquina informarse bien de su funcionamiento, leer las instrucciones aportadas por el fabricante
- No suprimir las carcassas protectoras

4.5. Maquinaria móvil

- Delimitar la zona de trabajo
- Usar chalecos industriales y guardar las distancias de seguridad
- No transportar personal en las máquinas

4.6. Herramientas manuales

- Utilizar las herramientas manuales sólo para sus fines específicos.
Inspeccionarlas periódicamente
- Las herramientas defectuosas deben ser retiradas de uso
- No llevar herramientas en los bolsillos salvo que esté adaptada para ello

4.7. Señalización

- Las señales no eliminan los riesgos pero si informan sobre situaciones de la obra
- Conocerlas
- Respetarla

4.8. Relleno de zanja

Se ejecutará con el espesor ya definido utilizando material granular o de hormigón:

- Tipos de compactación en campo:

Amasado-----	Rodillo pata de cabra-----	PC
Presión-----	Rodillo neumático o liso, Tractor-----	RN, RL, TR
Impacto-----	Canguro y Pisones-----	C, P
Vibración-----	Rodillos y Ranas-----	RV,R
Mixtos-----	Presión y Vibración-----	PV

- Compactación de diferentes suelos:

Cascajo arenoso-----	2,19 g/cm ³ -----	ω= 8%
Arena-----	2,00 g/cm ³ -----	ω=12%
Arcilla arenosa-----	1,84 g/cm ³ -----	ω=14%
Arcilla limosa-----	1,65 g/cm ³ -----	ω=15%
Arcilla plástica-----	0,62 g/cm ³ -----	ω=18%

- Material granular

Se irá compactando con el material requerido por el proyecto, se compactará al 95% del próctor de referencia. Espesor de capas calculado no debe ser mayor a los 25 centímetros.

- Hormigón

El hormigón empleado deberá ser especificado en la documentación técnica del proyecto, en su resistencia, tipo de cemento y cono.

La ejecución de relleno se realiza considerando las características de la tubería a instalar, sus dimensiones y tipo de juntas.

4.9. Recubrimiento mínimo

La determinación de la profundidad de la tubería, se hace mediante el cálculo de las cotas Invert. En todo caso se debe verificar que la tubería tenga un recubrimiento mínimo o adecuado. Para no dañarse con el paso de vehículos y peatones o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto

pesado. Tráfico pesado 1,20 metros, tráfico liviano 1,00 metros, tráfico peatonal (callejones) 0,40 metros.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos de alcantarillado sanitario contribuirán grandemente a mejorar la calidad de vida para los habitantes, se reducirá la transmisión de enfermedades gastrointestinales causadas por las aguas que fluyen a flor de tierra, así se evitaría la proliferación de insectos y contaminación del medio ambiente.
2. Los riesgos más comunes en la construcción de alcantarillados son, desprendimiento de suelo, accidentes con maquinaria pesada por falta de señalización.
3. La falta de planificación y requisitos mínimos para construir alcantarillados, es la causa del riesgo en la construcción.
4. El proyecto de alcantarillado sanitario, es de carácter social, su finalidad principal es proveer servicios a la ciudadanía buscando el bienestar público y no las ganancias.

RECOMENDACIONES

1. Antes de iniciar un proyecto de red de alcantarillado, debe comprobarse que se han tomado las medidas pertinentes para reducir al mínimo los peligros.
2. Una adecuada planificación, programas y cumplimientos mínimos de las normas de seguridad, contribuyen a minimizar, reducir o erradicar riesgos en la construcción de una red de alcantarillado.
3. Para la elaboración de un proyecto de una red de alcantarillado, se hará como mínimo las investigaciones preliminares, y deben ser realizadas por personal calificado, el cual será responsable por la exactitud de los datos recopilados.
4. Para la elaboración del diseño de una red de alcantarillado y garantizar la vida útil es necesario un censo que cubra catastro de la población con la indicación de cada inmueble: número de propietarios con posibilidad económica y disposición de conectar el drenaje de su inmueble a la red de alcantarillado, número de habitantes permanentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANZUETO MALDONADO, Fernando José. *Condiciones generales de cómo prever y cubrir los riesgos que pueden causar siniestros en obras civiles*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, 1982. 110 p.
2. Guatemala. Congreso de la República. Código de trabajo. Decreto 1441, 1995. p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 450 p.
4. Guatemala. Ley de Contratación del Estado y su Reglamento, Decreto Número 57-92, 1992. 89 p.
5. Municipalidad de Guatemala. *Reglamento para el diseño y construcción de drenajes*. Guatemala: EMPAGUA dirección de aguas y drenajes, 2000. 65 p.
6. PANTOJA, José Julio. *Protección de taludes utilizando el método de Oil Nailing*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 125 p.
7. *Reglamentos generales para el diseño de alcantarillas y drenajes según EMPAGUA*. [en línea]. Disponible en Web: www.empagua.com.gt Consulta: 26 de junio de 2010].

ANEXOS

