

## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>Objetivos del Manual.....</b>	<b>5</b>
1.1	Objetivo General .....	5
1.2	Objetivos Específicos .....	5
<b>2</b>	<b>Aspectos generales.....</b>	<b>6</b>
2.1	Introducción.....	6
2.2	Objetivos del plan de manejo .....	7
<b>3</b>	<b>Especificaciones técnicas y ambientales .....</b>	<b>8</b>
3.1	Consideraciones ambientales durante planeación.....	8
3.1.1	Localización de subproyectos y obras.....	8
3.2	Manejo ambiental en actividades de construcción.....	10
3.2.1	Retiro y manejo de la cobertura vegetal.....	10
3.2.2	Manejo durante movimientos de tierra.....	11
3.2.3	Protección de fauna.....	15
3.2.4	Reforestación, siembra de árboles y emradización .....	17
3.2.5	Manejo de aguas lluvias .....	19
3.2.6	Manejo de materiales de construcción .....	21
3.2.7	Manejo de escombros.....	24
3.2.8	Manejo de obras de concreto .....	26
3.2.9	Manejo de residuos sólidos .....	27
3.2.10	Manejo de residuos líquidos .....	36
3.2.11	Control de emisión de gases y partículas .....	39
3.2.12	Manejo de maquinaria y equipo.....	41
3.2.13	Higiene, salud ocupacional y seguridad industrial.....	44
3.3	Manejo ambiental durante operación.....	52
3.3.1	Manejo de embalses .....	52
3.3.2	Manejo de sistemas de acueducto .....	54
3.3.3	Uso eficiente de agua potable .....	58
3.3.4	Operación de sistemas de alcantarillado .....	60
3.3.5	Operación sistemas de tratamiento de aguas residuales .....	63
3.3.6	Manejo de lodos.....	66
3.3.7	Manejo de tráfico .....	76
3.3.8	Implementación de un sistema de gestión ambiental .....	79
3.4	Plan de gestión social (PGS) .....	88
3.4.1	Información y comunicación durante construcción .....	88
3.4.2	Educación y capacitación ambiental a trabajadores durante construcción.....	89
3.4.3	Empleo de mano de obra.....	91
3.4.4	Manejo de patrimonio arqueológico .....	93
3.4.5	Educación y capacitación ambiental durante operación.....	95

### Lista de tablas

Tabla 3-1	Composición física típica de los residuos sólidos de obra.....	28
Tabla 3-2	Composición típica de una aguas residual doméstica.....	36
Tabla 3-3	Factores de riesgos laborales .....	46
Tabla 3-4	Elementos de protección personal. ....	49
Tabla 3-5	Número de miembros del comité paritario .....	50
Tabla 3-6	Frecuencia de medición de caudales y caracterización de vertimientos.....	62
Tabla 3-7	Parámetros que deben medirse para cada nivel de complejidad del sistema .....	62
Tabla 3-8	Composición típica de lodos de un alcantarillado .....	67
Tabla 3-9	Composición típica de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas .....	68
Tabla 3-10	Parámetros de calidad de lodos que presentan limitación para uso en el suelo .....	71
Tabla 3-11	Ventajas y desventajas de la aplicación de lodo en el suelo .....	72
Tabla 3-12	Límites máximos para disposición de compost en el suelo .....	73
Tabla 3-13	Tipos de impactos sobre el tráfico .....	77
Tabla 3-14	Módulos del programa de educación y capacitación ambiental .....	96

## **Introducción**

El Departamento de la Guajira ha solicitado un préstamo al Banco Mundial para la ejecución del proyecto de Infraestructura y Gestión de los Servicios de Agua y Saneamiento en La Guajira, el cual se enmarca dentro de las políticas del nivel nacional y departamental y va orientados a mejorar el servicio de suministro de agua y manejo de aguas residuales y de esta manera mejorar las condiciones sanitarias de la población. Dicho proyecto pretende resolver los siguientes aspectos que se observan en el departamento de la Guajira:

- Bajas tasas de cobertura, deficiente calidad del agua y bajos niveles del servicio en áreas servidas
- Esquema institucional débil con baja capacidad para atender las necesidades de la población
- Nula prestación de servicios básicos de suministro de agua y manejo de aguas residuales en zonas rurales pobres
- Limitada disponibilidad de recursos hídricos en la región
- Altas necesidades de inversión, fondos limitados y necesidad de racionalizar la inversión en el sector.

De esta manera el proyecto tiene como objetivos principales los siguientes:

1. Incrementar la cobertura del servicio en las áreas urbanas mediante la consolidación de un modelo de manejo apropiado que provea la infraestructura necesaria para el suministro de agua y de saneamiento ambiental.
2. Mejorar la capacidad de gestión del departamento para atender la población no servida a través del financiamiento de inversiones en suministro de agua
3. Establecer la estructura institucional necesaria para asegurar el desarrollo sostenible del servicio en el departamento.

Los componentes básicos del proyecto son:

1. Mejoramiento del componente de suministro de agua potable y servicios sanitarios a nivel urbano.
2. Desarrollo del componente de suministro de agua potable y servicios sanitarios a nivel Rural.
3. Manejo ambiental y social
4. Estructuración institucional de una autoridad departamental encargada de agua y saneamiento básico.
5. Manejo del proyecto (capacidad de gestión departamental a través de privados)

Conforme a las políticas ambientales del Banco Mundial, el proyecto debe contar con una Evaluación Ambiental conforme a los lineamientos de la política 4.01. Como resultado de la evaluación ambiental, se concluye que durante el desarrollo del proyecto se pueden generar impactos ambientales que pueden afectar el ambiente en forma importante si estos no se atienden adecuadamente. Por lo anterior se hace necesario establecer las especificaciones técnicas y ambientales que los subproyectos deben seguir

como guía para desarrollar sus actividades de tal forma que se mitiguen y controlen los impactos ambientales.

De esta manera este documento representa el manual de especificaciones técnicas y ambientales para la construcción, operación y mantenimiento de obras y proyectos relacionados con acueductos y saneamiento básico en La Guajira. Este manual incorpora procedimientos de manejo ambiental, con miras a asegurar que se prevean e implementen de manera eficiente acciones de protección y mejoramiento ambiental por parte los agentes privados que serán vinculados a la prestación de los servicios de acueducto y saneamiento básico. Estas acciones están orientadas a: (i) mejorar la calidad ambiental, mediante el mejoramiento de los servicios de acceso de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas, además de la reducción a la descarga de sustancias y residuos peligrosos, ii) mejoramiento de la calidad de vida mediante adopción de prácticas de gestión ambiental para atacar el deterioro ambiental y el agotamiento de los recursos naturales, y (iii) reducción de la vulnerabilidad a riesgos ambientales.

## **Objetivos del Manual**

### **Objetivo General**

Presentar las especificaciones técnicas y ambientales para la construcción, operación y mantenimiento de obras y proyectos relacionados con acueductos y saneamiento básico en La Guajira, que permita prevenir, mitigar y controlar los impactos sobre el ambiente y la salud humana

### **Objetivos Específicos**

- Describir las actividades de construcción y operación de los sistemas de saneamiento básico que requieren medidas de manejo ambiental.
- Identificar y describir los impactos ambientales potenciales que puedan generar las actividades durante el desarrollo del proyecto.
- Establecer las medidas de manejo necesarias, con el fin de mitigar, prevenir y corregir los impactos y/o efectos ambientales que el proyecto pueda ocasionar sobre los recursos naturales, el entorno y la comunidad.
- Formular las acciones de gestión social, mediante el cual se establezcan las medidas de manejo que se deben desarrollar, con el fin de considerar la población como parte fundamental del proyecto en el marco de la gestión comunitaria.
- Formular las acciones de seguimiento y control, encaminado a la supervisión y cumplimiento de objetivos de la ejecución de cada una de las medidas, programas de manejo ambiental y los impactos generados sobre el medio ambiente.

## Aspectos generales

### Introducción

De acuerdo con el Decreto 1220 del año 2005 el impacto ambiental se define como “Cualquier alteración en el sistema ambiental físico, químico, biológico, cultural y socioeconómico que pueda ser atribuido a actividades humanas relacionadas con las necesidades de un proyecto” (Art. 1).

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales negativos, que son causados por las actividades de construcción, operación y mantenimiento, se hace necesario formular las acciones para su minimización y control. De esta manera, este documento presenta el conjunto de acciones ambientales las cuales se han estructurado en los siguientes programas:

Manejo durante actividades de construcción  
Manejo durante movimientos de tierra

Manejo durante operación y mantenimiento

Cada programa de manejo ha sido estructurado a través de los siguientes componentes:

- **Objetivos:** Indican los objetivos previstos con las acciones de manejo propuestas.
- **Descripción de la actividad.** Hace referencia a la actividad del subproyecto que genera los impactos ambientales sobre el ambiente y la salud humana.
- **Impactos ambientales.** Presenta los impactos ambientales que se van a atender con las medidas de manejo propuestas y que son el resultado de la evaluación ambiental del proyecto.
- **Medidas de manejo ambiental.** Son el conjunto de acciones, obras y actividades encaminadas a prevenir, mitigar, controlar o atender los impactos ambientales generados por las actividades de los subproyectos y que deben ser parte integral del proyecto.
- **Reglas básicas.** Corresponde a parámetros básicos de manejo que requieren ser seguidos para garantizar que las actividades se van a desarrollar adecuadamente desde el punto de vista técnico y ambiental.
- **Monitoreo y control.** Corresponde a los parámetros y frecuencias que se deben seguir para el seguimiento de las actividades y monitoreo los efectos sobre el medio ambiente.

### **Objetivos del plan de manejo**

El objetivo general de las medidas de manejo ambiental es permitir la realización de las actividades que realiza el proyecto se realicen bajo el esquema de desarrollo sostenible y en cumplimiento de las normas ambientales, de tal forma que se garantice su viabilidad ambiental.

Para tal efecto en el plan de manejo ambiental plantean los siguientes objetivos específicos:

- Establecer las medidas de prevención para los impactos derivados por el desarrollo del proyecto sobre los componentes físico-biótico y socioeconómico.
- Formular acciones específicas de manejo ambiental para cada una de las actividades de adecuación y operación, y mitigar los impactos derivados de su ejecución.
- Establecer las medidas para el monitoreo del medio ambiente a través de indicadores que revelen el grado de afectación del proyecto sobre los componentes del medio ambiente.
- Presentar los mecanismos, medidas y acciones necesarias para llevar a cabo el seguimiento y control de los diferentes proyectos de manejo propuestos.
- Integrar todas las medidas de prevención, control y atención de los impactos, dentro de los diseños del proyecto.

## Especificaciones técnicas y ambientales

### Consideraciones ambientales durante planeación

### Localización de subproyectos y obras

### Objetivos

Presentar los criterios técnicos y ambientales para localización de obras de acueducto y saneamiento básico en el área de estudio

### Descripción de la actividad.

De acuerdo con el Decreto 1220/05 los proyectos que requieren DAA son los siguientes:

- La construcción de presas, represas o embalses.
- Trasvase de una cuenca a otra de corrientes de agua que excedan de 2 m<sup>3</sup>/segundo durante los períodos de mínimo caudal.
- Proyectos que afecten el Sistema de Parques Nacionales Naturales.
- Explotación de materiales de construcción cuando la explotación proyectada de mineral sea igual o mayor a 600.000 toneladas/año.

Sin embargo, desde el punto de vista ambiental, la localización de obras de ingeniería como plantas de tratamiento de agua potable y residuales, estaciones de bombeo, localización de tanques de almacenamiento, redes de suministro de agua potable, etc, requiere de criterios técnicos y ambientales con el fin de que los impactos ambientales sobre el medio ambiente se prevengan en forma anticipada a la ejecución de la obra.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Generación de procesos erosivos
		Afectación de la calidad del suelo
	Hídrico	Alteración de los patrones de drenaje
		Reducción de caudales
	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial	
Biótico	Vegetación	Reducción de la cobertura vegetal
	Ecosistemas	Afectación de ecosistemas acuáticos
Sociocultural	Sociocultural	Generación de conflictos con las comunidades
	Bienestar	Deterioro de la calidad de vida de la población

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental



A continuación se presentan un conjunto de criterios que se deben considerar a la hora de localizar los subproyectos o las obras que hacen parte de los sistemas de acueducto y saneamiento básico:

1. Abstenerse de emplear terrenos que corresponden a zonas de recarga de acuíferos.
2. Se debe utilizar zonas estables geotécnicamente con el mínimo riesgo de deslizamiento.
3. No ubicar obra en zonas con riesgo de inundación.
4. Ubicar las obras preferiblemente en zonas de baja amenaza sísmica.
5. Las obras de debe ubicar a una distancia superior a 60 m de corredores de falla geológica.
6. Las obras de ingeniería como edificaciones, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento debe ubicarse en terrenos con pendientes menores al 25%, lo cual reduce los movimientos de tierra y riesgos de inestabilidad del terreno. Igualmente deben ubicarse preferiblemente en pendientes mayores al 1%, con el fin de facilitar el drenaje de agua lluvia y reducir los riesgos de inundación.
7. Las obras deben ubicarse a distancias superiores a 50 m con respecto a cuerpos de agua de flujo permanente, lo que permite minimizar los riesgos de contaminación y la alteración de los cuerpos de agua; excepto estructuras de entrega de agua lluvia, canales de descole de aguas residuales, bocatomas y demás obras que necesariamente requieran interactuar con los cuerpos de agua.
8. Las obras deben ubicarse preferiblemente sobre corredores de vías principales y propender por utilizar vías de acceso existentes.
9. No ubicar obras en zonas de reserva forestal o parques naturales, a menos que sea estrictamente necesario y que las medidas de manejo incluyan la prevención, mitigación y compensación de los impactos causados.

### **Reglas básicas**

- En la ubicación de subproyectos y obras debe partir de una caracterización ambiental que permita establecer las condiciones geofísicas, hídricas e hidrogeológicas del sitio del proyecto y su área de influencia.
- Todas las obras de ingeniería debe contar con un estudio de exploración de suelos, como insumo para determinar la estabilidad del terreno y diseñar las cimentaciones.
- Las obras deben ubicarse preferiblemente en las zonas definidas en los Planes de Ordenamiento territorial de los municipios.

## Monitoreo y control

La verificación de la localización de los subproyectos u obras que hagan parte del proyecto de suministro de agua y saneamiento básico debe ser ejercido por la autoridad ambiental, a través de la gestión de permisos, licenciamiento ambiental o estudio de localización (DAA) que tenga que desarrollar el solicitante (municipio, empresa privada, etc) y previamente al desarrollo de las obras.

Debido a la complejidad de la acción, no se contempla utilizar indicadores de seguimiento y control.

## Manejo ambiental en actividades de construcción

### Retiro y manejo de la cobertura vegetal

#### Objetivos

Plantear las medidas encaminadas a manejar la cobertura vegetal que se remueve durante la adecuación del terreno.

#### Descripción de la actividad

El desmonte comprende el retiro de toda la vegetación presente en los sitios donde se adelantan las obras de la adecuación del terreno.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto potencial
Físico	Geosférico	Generación de procesos erosivos Alteración del paisaje
	Hídrico	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial
Biótico	Vegetación	Reducción de la cobertura vegetal
	Fauna	Alteración de los hábitats
	Ecosistemas	Alteración de los ecosistemas existentes

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

#### Medidas de manejo ambiental

1. Toda la vegetación a remover debe ser inventariada, previamente a su remoción. El inventario debe incluir un listado de árboles por especie y el volumen de madera a extraer, para árboles de DAP mayor a 10 cms.

2. Todo el material vegetal resultante del desmonte debe ser almacenado en forma ordenada en un área de la zona destinada a protección ambiental, donde no interfiera con el drenaje de agua de escorrentía.
3. La madera resultante del descapote debe ser empleada preferiblemente en la obra para tablestacado de taludes, formaletas para concretos, tutores durante siembra de árboles, trinchos para control de erosión, etc.

### Reglas básicas

- Antes de iniciar cualquier corte, poda o tala de árboles o arbustos, el Operador deberá obtener el permiso ante la autoridad competente.
- Todos los árboles deben ser repuestos mediante siembra de nuevos árboles o traslado de los existentes. La relación de compensación debe ser de por lo menos 2:1.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Volumen de vegetación retirado	m <sup>3</sup>	Registro del volumen de madera extraído	Permanente*
2. Número de árboles retirados	m <sup>3</sup>	Registro el número y especies de árboles de diámetro superior a 10 cms	Permanente*
3. Calidad del agua	Variables	Monitoreo aguas arriba y aguas debajo de los cuerpos de agua localizados en la zona de influencia del proyecto: pH, Alcalinidad, SST, Sólidos disueltos, Sólidos totales, sólidos sedimentables DBO, DQO, Nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, OD.	15 días después de iniciados los movimientos de tierra y con una frecuencia mensual.
4. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad por causa de la actividad.	Permanente

\* Se deben registrar el 100% de los árboles removidos.

### Manejo durante movimientos de tierra

#### Objetivos

Presentar las acciones de manejo ambiental, para controlar los impactos ambientales ocasionados por las actividades de movimientos de tierra, que incluyen excavación, rellenos, conformación de diques y construcción de zanjias entre otros.

#### Descripción de la actividad

Los movimientos de tierra comprenden la remoción de los materiales del suelo (capa orgánica, suelo y roca), la conformación de diques, apertura de zanjas, construcción de túneles, la ejecución de excavaciones, construcción de vías de acceso, explanaciones construcción de rellenos compactados y demás labores requeridas para ajustar la obra a las condiciones del terreno y de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto.

Los movimientos de tierra se pueden realizar durante la ejecución de las siguientes obras:

- Mejoramiento y construcción de vías de acceso existente.
- Construcción de canales para manejo de aguas lluvias
- Construcción de zanjas para la colocación de tuberías de agua potable o aguas residuales.
- Explanaciones para la construcción de campamentos de construcción.
- Conformación de cimentaciones para la construcción de edificios, casetas, plantas de tratamiento de agua potable y agua residual.
- Cimentación y conformación de diques para represas o embalses.

## Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Pérdida de la capa orgánica
		Generación de procesos erosivos
		Afectación de la calidad del suelo
		Alteración del paisaje
	Atmosférico	Incremento en la concentración de material particulado.
Hídrico	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial	

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

## Medidas de manejo ambiental

Para la realización de los movimientos de tierra se deben considerar las siguientes medidas de manejo ambiental:

1. El material de descapote<sup>1</sup> debe ser almacenado dentro del predio de la obra de tal forma que no obstruya la escorrentía superficial de la zona y permita su utilización posterior en el desarrollo actividades de recuperación de taludes, empradización y reforestación. El almacenamiento se debe realizar en forma separada del material de desmonte (vegetación removida) y de las excavaciones en un área seleccionada para tal fin.

---

<sup>1</sup> El descapote comprende el retiro de la tierra negra o capa orgánica del suelo del área que se está preparando

2. Los sitios de acopio o almacenamiento temporal de materiales de excavación deberán cubrirse con plástico, lona o geotextil para prevenir arrastre de material por acción de la lluvia y aporte de sólidos a los cuerpos de agua.
3. El material de descapote que se vaya a reutilizar para la recuperación de zonas verdes, deberá depositarse en pilas y cubierto con un plástico para mantener su humedad y evitar su disgregación.
4. El material extraído de las excavaciones debe ser empleado preferiblemente en los rellenos que se requieran para la conformación del terreno, adecuación morfológica, conformación de diques ambientales (o barreras contra olores y manejo pisajístico), y para la conformación de los terraplenes.
5. Se debe realizar el control de erosión en taludes de excavación y naturales mediante empradización sobre una capa de suelo orgánico (tierra negra o compost o ambos) el cual se puede fijar mediante malla de gallinero soportada en varilla de acero o pata resistente. Adicionalmente se puede utilizar estacas para sostener el suelo orgánico.
6. Los rellenos en material de excavación, material seleccionado o recebo que se requieran realizar deben cumplir con el grado de compactación adecuado para su estabilidad geotécnica.
7. Para el mejoramiento de vías existentes, se debe aplicar afirmado o recebo en aquellas áreas de rodamiento deterioradas y áreas con deficiente drenaje de tal forma que se conforme pendientes de bombeo mínimas del 2%. Así mismo, se debe realizar el mantenimiento de las cunetas y obras de arte que se encuentren en mal estado. La vía debe incluir la respectiva señalización, de acuerdo con las condiciones particulares de la misma. En ese sentido se deben incorporar las señales de tipo informativo y preventivo.
8. Durante la ejecución de las obras se deberán construir canales de coronación para evitar el ingreso del agua de esorrentía hacia las zonas de trabajo.
9. Los cortes en el suelo pueden realizarse de tal forma que se conformen total o parcialmente los diques de estabilización que se definen en los planos de diseño. De otra parte, en caso de requerirse rellenos o diques sobre el terreno natural se deberá remover el material de descapote y todo aquel material superficial que no cumpla con las especificaciones de los materiales previstos para relleno.
10. Se debe prever la construcción de subdrenes y geodrenes, con el fin de prevenir la presencia de humedad o agua que pueda afectar las obras construidas durante su operación. Esta labor se adelantará una vez se logren las cotas de excavación.
11. Se debe realizar riego de las vías, con el fin de evitar el levantamiento de partículas de polvo durante el tráfico de vehículos y maquinaria.
12. Las vías deben cumplir con las normas de señalización y seguridad vial correspondientes.

13. Las aguas de escorrentía que se generen en zonas de movimientos de tierra (cortes, terraplenes, rellenos) y que arrastren sedimentos deberán someterse a procesos de desarenación o sedimentación previamente a su descarga a los cuerpos de agua natural.
14. Los canales definitivos para el manejo de agua lluvia deberán ser revestidos en concreto o en geomembrana. No se deben permitir canales en suelo natural con el fin de minimizar la acción de los procesos erosivos.
15. Las volquetas empleadas para el transporte de material de descapote o excavación deberán cubrirse con lona o geotextil para evitar la propagación y caída de material.
16. Las excavaciones en el área urbana se deben adelantar únicamente en horario diurno. En caso de requerirse laborar en horario nocturno se deberá solicitar autorización de parte de la autoridad ambiental competente.
17. Todas las excavaciones deberán estar debidamente demarcadas y señalizadas mediante cinta reflectiva.

### Reglas básicas

- Los proyectos deben contar con estudio de suelos que permita conocer los perfiles del suelo, sus propiedades geotécnicas y de resistencia y los niveles de fundación de las obras. Los estudios deberán contener recomendaciones sobre taludes de excavación y rellenos y las medidas requeridas para garantizar su estabilidad y prevenir su erosión.
- Como parte de los diseños técnicos y ambientales, se debe contar con un balance de materiales que permita estimar los volúmenes a remover (descapote, excavación en roca, excavación en suelo), los rellenos a realizar y las cantidad de material sobrante que requiere se dispuesta en forma controlada.
- Todas las obras deben realizarse acorde con las especificaciones técnicas y constructivas de diseño.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Volumen de descapote	m <sup>3</sup>	Registro del volumen de tierra negra extraído	Permanente*
2. Volumen de excavación	m <sup>3</sup>	Registro del volumen de material de excavación extraído y dispuesto en acopio definitivo.	Permanente*
3. Calidad del agua	VARIABLES	Monitoreo aguas arriba y aguas debajo de los cuerpos de agua localizados en la zona de influencia del proyecto: pH, Alcalinidad, SST, Sólidos disueltos, Sólidos totales, sólidos sedimentables DBO, DQO, Nitrógeno amoniacal,	15 días después de iniciados los movimientos de tierra y con una frecuencia mensual.

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
		nitritos, nitratos, OD.	
4. Calidad del aire	VARIABLES	Monitoreo de partículas suspendidas en el aire en los principales receptores de contaminación del aire y en función de la dirección predominante del aire.	15 días después de iniciados los movimientos de tierra y con una frecuencia mensual.
5. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

\* Se debe registrar el 100% del material sobrante.

## Protección de fauna

### Objetivos

- Establecer los procedimientos adecuados para la protección de los elementos faunicos que pudieran verse afectados en desarrollo de la obra o actividad.
- Garantizar el adecuado manejo de las especies de animales que se detecten dentro del área del proyecto (nidos, neonatos, etc).

### Descripción de la actividad

La oferta de hábitat en un área dada aumenta con la complejidad de la cobertura vegetal, siendo mucho mayor en un bosque (con una estratificación que incluya hierbas, arbustos, árboles, lianas, trepadoras y epífitas) y menor en un área de poca estratificación.

La pérdida de cobertura vegetal durante la etapa de construcción genera una reducción del hábitat. La pérdida del hábitat induce un desplazamiento de la fauna, ya sea por presencia de gente en las labores de construcción o por la inclusión de objetos (edificaciones y obras de infraestructura).

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Biótico	Fauna	Reducción de habitats
	Ecosistemas	Alteración de ecosistemas existentes

### Medidas de manejo Ambiental

Para la preservación del hábitat se deben considerar los siguientes aspectos:

1. Manejo paisajístico. Se deben atender las recomendaciones para la reforestación y manejo paisajístico del proyecto.
2. En caso de ser requerido realizar traslado de las especies de animales residentes en el sitio del proyecto. Esta actividad se da de manera pasiva, inmediata en el

momento en que se inician las obras. Su reubicación se puede realizar en forma inmediata gracias a de acuerdo con condiciones medioambientales del área del proyecto,

3. Cuando se observen nidos con polluelos, nidos con huevos o nidos solos realizar el traslado a zonas de conservación natural. De ser necesaria esta actividad se debe tener en cuenta que sea en sitios muy semejantes al anterior, que tengan la misma orientación y calidad de irradiación solar. Así mismo, se debe colocar a la misma altura en que se encontraban y sobre el mismo estrato (árbol, arbusto o hierba). Todos los sitios de reubicación deben ser marcados para su seguimiento.
4. Bajo ninguna circunstancia se deben manipular, tocar o extraer elementos de los nidos, esto conlleva al abandono de polluelos, huevos o el mismo nido.
5. Cuando se requiera remover nidos de árboles se debe hacer antes de derribarlos, usando para ello escaleras o arneses y atendiendo a las mínimas normas de seguridad requeridas para este menester, que garanticen la preservación de la integridad física de quien adelanta esta acción
6. Se debe instruir al personal de construcción y al personal de obra, sobre los procedimientos de preservación de fauna y la prohibición de realizar actividades de caza.
7. Se deben realizar charlas de sensibilización y educación ambiental relacionadas con la biodiversidad y acciones para su preservación, dirigidos a personal de construcción y operativo.

### **Reglas básicas**

- El manejo y traslado de especies se puede realizar con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional.
- En caso de detectarse especies endémicas se deben reportar a la autoridad ambiental competente.

### **Monitoreo y control**

Se debe reconocer los sitios de traslado de nidos, comprobar que las condiciones del nuevo sitio guarden similitud con el sitio anterior. Se debe verificar el correcto flujo de actividades para la protección de la Fauna, es decir: desalojo pasivo de las especies animales, inventario de situaciones especiales (antes del descapote y remoción vegetal), reubicación y traslado de nidos y polluelos, marcaje de los nuevos sitios.

Se deben inspeccionar y controlar actividades y conductas no apropiadas para la protección de la Fauna, tales como: extracción de ejemplares con fines de ornamento, cacería, tala de árboles o remoción de vegetación arbustiva y herbácea sin previa verificación de la existencia de nidos o animales arraigados.

<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>
Listado de especies trasladadas	Unidades	Indica el número de especies halladas	Mensual



		en las zonas donde se realizarán las obras y trasladadas a zonas de reserva.	
--	--	--	--

## Reforestación, siembra de árboles y empradización

### Objetivo

Establecer las acciones para desarrollar la revegetalización como parte de la compensación forestal o de manejo paisajístico de los subproyecto u obras.

### Descripción de la actividad

La revegetalización o siembra de árboles es una actividad que genera un impacto positivo y que se puede adelantar por las siguientes razones:

- Compensar la pérdida de cobertura y retiro de árboles debido a la construcción de una obra.
- Constituir una franja de barrera o aislamiento del proyecto frente a un sector poblado o de circulación de tráfico (p.e. el caso de una planta de tratamiento de aguas residuales)
- Manejo paisajístico.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Pérdida de la capa orgánica
		Generación de procesos erosivos
		Afectación de la calidad del suelo
		Alteración del paisaje
	Hídrico	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. Todas las obras de ingeniería como plantas de tratamiento (agua potable, aguas residuales), estaciones de bombeo, pozos de bombeo de agua subterránea, deberán contar con un diseño paisajístico que incluya la conformación de diques ambientales y la conformación de barreras vivas
2. Tanto la revegetalización como la empradización se deberán realizar después de la terminación de las obras civiles, procurando que las especies no sufran y mueran. Se deberá tener especial cuidado en la manipulación del material vegetal, por lo que se debe procurar la utilización del vivero más cercano al lugar de siembra. Se tendrán en cuenta las técnicas para siembra, requerimientos de agua, abonos, funguicidas y plaguicidas que garanticen el éxito de estos trabajos

3. Los árboles se deberán localizar de manera que durante su crecimiento no causen daño a las estructuras que se construyen ni a las viviendas. El responsable del subproyecto u obra deberá mantener y conservar en perfecto estado los árboles y plantas de la reforestación hasta su entrega definitiva. Se deberá impedir su deterioro por causa de sus propias actividades de construcción.

#### Técnicas Silviculturales

Dentro de las actividades a desarrollar para la adecuada arborización, se deben tener en cuenta las siguientes:

1. Fijar los sitios a reforestar
2. Escoger las especies a plantar de acuerdo al sitio y objetivo deseado (arborización urbana o reforestación para protección de cuencas), se recomienda que las plántulas no tengan un tamaño menor de 1 m.
3. Preparación del terreno y ahoyado: Se deben eliminar las malezas y pasto haciendo un plato de 80 cms. Con azadón, ubicando en el centro un hoyo de 20 a 40 cms de diámetro y una profundidad mínima de 40 cms dependiendo del tamaño de las plántulas.
4. Fertilización: Aplicar 3 días antes de la plantación 50 gr de abono orgánico como gallinaza, humus, estiércol, compost, etc. O abono químico revuelto con tierra en la misma cantidad.
5. Época de siembra: Se deberá realizar en época de lluvia cuando no se posea riego.
6. Siembra: El material vegetal se debe plantar eliminando la bolsa de polietileno, sin que se desmorone la tierra; se coloca en el hoyo y se rellena con material extraído del mismo, cuidando que la planta quede a la misma profundidad que tenía originalmente. Se debe apisonar suavemente alrededor de la planta.
7. Replante: La plantación de la población o replante, corresponde a la sustitución de plántulas muertas debido a factores de repoblación defectuosa, sequía o rotura de los árboles. El prendimiento de las plantas, no debe ser inferior al 90%.
8. Mantenimiento: Realizar 3 plateos al año, hasta que el individuo tenga una altura mínima de dos metros, se realizará fertilización cada 6 meses y las podas se realizarán junto con el plateo. Hacer podas en las ramas laterales para lograr que el árbol crezca recto.

Para realizar la empradización deberán considerarse los siguientes aspectos:

1. Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas mediante la plantación de especies nativas a través de semillas y/o estolones de pastos aptos para la zona. Se debe realizar mantenimiento para garantizar su supervivencia.
2. Con el fin de evitar procesos erosivos, todos los taludes construidos en terraplen o excavación deben ser empradizados. En caso de que los taludes sean muy inclinados se podrán emplearse refuerzos sintéticos o naturales tipo TRM<sup>2</sup>, para garantizar el sustento o fijación de la empradización sobre el talud.
3. La empradización deberá recibir mantenimiento (irrigación y reposición) por lo menos durante 1 mes, mientras se logra su supervivencia por si sola.

### Reglas básicas

- En la siembra de árboles se deberán emplear preferiblemente las especies nativas.
- La siembra de árboles deberá realizarse desde el inicio de las obras de construcción.
- La empradización deberá realizarse preferiblemente por medio de semilla o estolón en lugar de emplear cespedón.
- El material orgánico para siembra de árboles y cespedón puede ser material de descapote, tierra negra o una mezcla de estos materiales con material de compost, lombricompost, bioabono o biosólido<sup>3</sup> estabilizado.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Número de árboles sembrados	m <sup>3</sup>	Número de árboles sembrados dentro del programa de reforestación, discriminado por especie.	Final de la actividad
2. Relación de compensación	Und/Und	Relación entre número de árboles sembrados con respecto al total de árboles removidas.	Final de la actividad
3. Relación de diversidad	Und/Und	Relación entre número de especies o tipos de árboles con respecto a total o tipo de árboles removidas	Final de la actividad
4. Area reforestada	Has	Comprende la extensión de terreno sobre la cual se sembraron y/o repusieron árboles	Final de la actividad
5. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

### Manejo de aguas lluvias

#### Objetivo

<sup>2</sup> Turf Reinforcement Mats (TRM)

<sup>3</sup> Biosólido corresponde a lodo proveniente de plantas de tratamiento de aguas residuales o limpieza de canales y alcantarillado debidamente estabilizado biológicamente.

Dar un adecuado manejo a las aguas lluvias y drenajes durante la etapa de construcción, con el fin de evitar la inundación del frente de trabajo y de las zonas aledañas, y prevenir su contaminación.

### **Descripción de la actividad**

Las aguas lluvias y el agua de escorrentía al entrar en contacto con el suelo natural o con depósitos de materiales sobrantes o de construcción de contamina principalmente con sólidos los cuales pueden fluir hacia los cuerpos de agua causando su contaminación.

### **Impactos ambientales**

<b>Componente ambiental</b>	<b>Elemento ambiental</b>	<b>Impacto ambiental</b>
Biótico	Ecosistemas	Alteración de ecosistemas acuáticos
Físico	Hídrico	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial

### **Medidas de manejo ambiental**

1. En obra se deberá mantener disponible en todo momento un equipo de bombeo que garantice el manejo de contingencias por inundaciones que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos, especialmente durante las excavaciones.
2. Alrededor del sitio de excavación, se deberán construir canales perimetrales para la canalización del agua lluvia y así evitar anegamiento de la zona de trabajo.
3. En el sitio temporal de almacenamiento de materiales (agregados, residuos) deberán contar con cunetas perimetrales que conduzcan el agua al sistema de drenaje pluvial del sector.
4. Las aguas de escorrentía pluvial, deberán ser conducidas hasta los canales y cunetas, con las pendientes necesarias para facilitar el drenaje. Previo a su vertimiento deberán ser decantadas o sedimentadas si estas contiene sedimentos o arrastran materiales de las zonas de excavación, rellenos, diques o terrenos desprovistos de cobertura natural.
5. Se deben mantener limpias las cunetas, canales y drenajes naturales y artificiales de aguas lluvias, para lo cual se deberá retirar periódicamente los sedimentos y residuos que allí se acumulen y que obstruyan el flujo normal del agua.

6. Para el revestimiento de canales, se deberán emplear preferiblemente mantos naturales o sintéticos que permitan reforzar la empradización o vegetación de revestimiento, en lugar de emplear concreto o geomembrana.
7. Para la entrega de agua de canales a cuerpos de agua natural, se deberán diseñar estructuras de disipación de energía y lechos de amortiguación con el fin de prevenir la formación de procesos erosivos o desestabilización del terreno natural.

### **Reglas básicas**

1. Las aguas lluvias no se podrán mezclar con aguas residuales domésticas crudas para su vertimiento.
2. En caso se requerirse el desvío de un curso natural, se deberá solicitar previamente el respectivo permiso, ante la autoridad ambiental competente.

### **Monitoreo y control**

<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>
1. Calidad del agua	Variables	Monitoreo aguas arriba y aguas debajo de los cuerpos de agua localizados en la zona de influencia del proyecto: pH, Alcalinidad, SST, Sólidos disueltos, Sólidos totales, sólidos sedimentables DBO, DQO, Nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, OD.	15 días después de iniciados los movimientos de tierra y con una frecuencia mensual.
2. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

### **Manejo de materiales de construcción**

#### **Objetivos**

- Presentar las medidas de control para el suministro y manejo de los materiales empleados en las obras de construcción.
- Presentar las medidas para el manejo de materiales en obra, previniendo su deterioro y la contaminación del suelo y cuerpos de agua.

#### **Descripción de la actividad**

Durante el desarrollo de las obras de construcción se requiere de los siguientes tipos de materiales:

- Arena, gravas, piedra, para la conformación de filtros y preparación de concretos
- Recebos y afirmados para vías
- Asfaltos para vías

Los materiales se derivan de explotaciones que realiza el proyecto que realizan terceros; también puede ser proveído por empresas especializadas en elaboración de concretos hidráulicos y asfálticos. Sin embargo, la explotación de estos materiales genera impactos indirectos de los subproyectos que merecen ser considerados dentro del manejo ambiental.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Generación de procesos erosivos
		Afectación de la calidad del suelo
		Alteración del paisaje
	Atmosférico	Incremento en la concentración de material particulado.
Hídrico	Hídrico	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial
		Alteración del patrón de drenaje
Sociocultural	Sociocultural	Conflictos

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. Las obras deberán contar con un campamento provisto de área para el almacenamiento de materiales de construcción como son: agregados, cemento, tuberías, madera, hierro, etc.
2. No se deberá realizar el almacenamiento temporal o permanente de los materiales y elementos para construcción, en zonas de espacio público, zonas verdes, áreas arborizadas, reservas naturales o forestales, áreas de recreación y parques ríos o en cualquier tipo de cuerpo de agua.
3. Se deberá llevar un control del volumen saliente de la obra y el volumen dispuesto en el sitio de disposición final.
4. Se debe verificar que los sitios disponibles para la obtención de material petreo cuenten con la respectiva autorización de la autoridad ambiental. En lo posible se utilizarán plantas concreteras ubicadas en la zona y que cuenten con los permisos ambientales correspondientes. En caso de no tener concreteras en el sector, la preparación de los morteros y concretos se realizará sobre formaletas que impidan la desagregación del material, el contacto directo con el suelo y la dispersión de agua contaminada.

Para el manejo de la arena se recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- Se deben construir contenedores en material resistente, preferiblemente metálicos cuando se requiera almacenar temporalmente la arena, los cuales deben impedir su disgregación. Se recomienda la cobertura con productos sintéticos como lona, plásticos o geotextiles para evitar el arrastre por el viento y el agua lluvia.
- Los contenedores deben estar ubicados en un sitio estratégico de tal forma que sean de fácil acceso y al mismo tiempo no interfieran con el tráfico.

Para los procesos de fundición de estructuras se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los agregados serán ubicados en sitios de fácil acceso, evitando su dispersión.
- Durante el vaciado del concreto se controlará lo más pronto posible cualquier desperdicio o residuo.
- Los residuos de concreto que resulten al final de las fundidas se recolectarán para ser mezclados con tierra y posteriormente se llevaran al sitio de disposición final.
- Para la fundición de concretos se recomienda utilizar formaletas metálicas. Solo para fundición de elementos pequeños se podrán realizar mezclas en obra.

### Reglas básicas

- Los materiales de construcción que se empleen en obra deben provenir de fuentes de materiales autorizadas por la autoridad ambiental competente.
- En caso de que la obra explote materiales debe diligenciar los permisos pertinentes de acuerdo con el código de minas y los permisos que exija la autoridad ambiental competente.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Cantidad de materiales empleados en obra	m <sup>3</sup> ó ton	Indica la calidad de agregados provenientes de canteras y explotaciones en ríos que se emplean en la obra.	Mensual
2. Fuentes de suministro	Und	Comprende el número de proveedores que emplea la obra o actividad para abastecerse de materiales pétreos de construcción	Actualización mensual
3. Autorizaciones	Und	Comprende el número de fuentes de suministro que cuenta con autorizaciones de parte de la	Actualización mensual

		autoridad ambiental.	
4. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

## Manejo de escombros

### Objetivo

Establecer las acciones para el manejo adecuado de los escombros generados en las actividades de demolición de obras civiles.

### Descripción de la actividad

Los escombros corresponden a los materiales sobrantes de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas (Dec 1713/02). Por tal efecto, dentro de esta definición se encuentran los siguientes tipos de materiales que se encuentran definidos dentro del Decreto 0541/94:

- Residuos de demoliciones de vías y andenes (materiales de concreto, asfalto, recebos y tierra).
- Restos de placas, vigas y columnas en concreto.
- Residuos de asfaltos generados durante la rehabilitación de estructuras de pavimentos
- Materiales de excavación tales como material vegetal, arenas, gravas arcillas y limos
- Trozos de ladrillo, bloques y teja
- Residuos de mezcla de morteros, cemento
- Residuos de sub-base, base y asfalto
- Concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición
- Tierra orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Elementos: Ladrillo, cemento, acero, mallas, madera, formaleas y similares.
- Agregados sueltos: Grava, gravilla, arena y recebos y similares.

## Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Deterioro de la calidad del suelo
		Deterioro del paisaje
	Hídrico	Deterioro de la calidad del agua superficial



Sociocultural	Infraestructura	Ocupación del espacio público
	Sociocultural	Generación de conflictos
	Bienestar	Deterioro de la calidad de vida

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### **Medidas de manejo ambiental**

1. Las demoliciones a realizarse en la obra, que impida la ejecución de los trabajos, se harán con todo el cuidado del caso, evitando la generación de polvo, interrupciones de los servicios y minimizando las molestias a los usuarios.
2. Cuando sea necesario relocalizar postes o redes de teléfono, gas y alumbrado público, se deberá contar con el respectivo permiso y asesoría de cada Empresa de Servicio Público y la desconexión y reinstalación lo hará también en coordinación con dicha empresa.
3. Los escombros deberán ser dispuestos que sitios que cuenten con la respectiva autorización ambiental por parte de la autoridad ambiental competente.
4. Los residuos de concreto que resulten al final de las fundidas se recolectarán para ser mezclados con tierra y posteriormente se llevaran al sitio de disposición final. Su manejo se realizará como material de escombros.
5. Las volquetas empleadas para el transporte de escombros deberán cubrirse con lona o geotextil para evitar la propagación y caída de material.
6. Los escombros no deben ser almacenados temporalmente en zonas verdes.
7. Cuando sea indispensable el uso de andes para el almacenamiento temporal de escombros, se deben adelantar los trabajos de aislamiento de la áreas de almacenamiento, mediante la utilización de estibas, contenedores o sacos para evitar la segregación de los materiales y el arrastre por el agua lluvia.
8. Los escombros deberán almacenarse, recolectarse, transportarse y disponerse sin ser mezclados con otros tipos de residuos como basuras ordinarias, peligrosas, lodos, ni hospitalarias.
9. En caso de requerirse de patios de almacenamiento de escombros, se deben construir canales perimetrales provistos de canales perimetrales de agua lluvia y estructuras de control de sedimentos.
10. Cuando se realicen demoliciones de edificaciones, se deberán proteger las edificaciones vecinas y se deben construir defensas necesarias para su estabilidad.
11. Las demoliciones en el área urbana se deben llevar a cabo únicamente en horario diurno, por lo cual durante el horario de 6:00 p.m a 7:00 p.m. solo se podrán adelantar si se cuenta con autorización de parte de la autoridad ambiental competente.

## Reglas básicas

- Para el manejo de manejo de escombros se deberá tomar en consideración al Resolución 541 de 1994 expedida por el MAVDT.
- El almacenamiento temporal de escombros en andenes o vías no se debe realizar por más de 24 horas.

## Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Cantidad de escombros generados en la obra	m <sup>3</sup> ó ton	Indica la cantidad de escombros producidos en la obra.	Mensual
2. Escombros dispuestos	m <sup>3</sup> ó ton	Comprende la cantidad de escombros dispuestos en una escombrera autorizada por la autoridad ambiental competente.	Actualización mensual
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

## Manejo de obras de concreto

### Objetivo

Presentar las medidas de manejo para el control de los impactos ocasionados por el manejo de agregados y concretos durante las obras civiles.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Deterioro de la calidad del suelo
	Atmosférico	Deterioro del paisaje
	Hídrico	Generación de ruido
Sociocultural	Infraestructura	Deterioro de la calidad del agua superficial
	Sociocultural	Ocupación del espacio público
	Bienestar	Generación de conflictos
		Deterioro de la calidad de vida

Fuente: Adaptado por el autor, 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. Cuando se utilice concreto mezclado en obra, se deberá confinar la zona para evitar vertimientos accidentales de esta mezcla
2. Cuando se requiera adelantar la mezcla de concretos en el sitio de la obra, esta debe realizarse sobre una plataforma de madera, metálica geotextil, para evitar realizar la mezcla sobre el suelo o andenes.
3. En caso de utilizarse concreto mezclado en planta, se recomienda extremar las medidas de precaución en el transporte de la mezcla hasta el frente de trabajo, con el fin de evitar vertimientos accidentales.

4. El concreto transportado desde las plantas mezcladoras que no pueda disponerse directamente en la obra, debe almacenarse temporalmente utilizando contenedores metálicos o de madera.
5. En caso de derrame de mezcla de concreto, se debe recoger y disponer de manera inmediata.
6. Se restringe la utilización de formaletas de madera para la fundición de obras de concreto, por lo cual es recordable utilizar formaletas metálicas.
7. Cuando se utilice asfalto como sello para las juntas de pavimentos rígidos o para riego de adhesivos cuando se trabaja con pavimentos flexibles, el calentamiento de estas mezclas debe llevarse a cabo en una parilla portátil. No se deben realizar hogueras en zonas verdes.

### Reglas básicas

- Los materiales para preparación de concretos deben provenir de fuentes de materiales autorizadas por la autoridad ambiental competente.
- Los residuos de concreto no se podrán disponer junto con los residuos ordinarios, sino con los residuos de escombros.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Volumen de concreto empleado en obra	m <sup>3</sup>	Comprende el registro de los volúmenes de concreto empleados en las obras de construcción.	Mensual
2. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

### Manejo de residuos sólidos

#### Objetivo

Manejar adecuadamente los residuos sólidos, generados durante la construcción del proyecto, a fin de impedir que se afecten los recursos geosféricos, atmosféricos, paisajísticos y socioeconómico.

#### Descripción de la actividad

En el campamento y frentes de obra se genera residuos de carácter principalmente doméstico. En la Tabla 0-1 se presenta la composición física de los residuos sólidos, donde se destaca una participación importante del contenido orgánico y de materiales reciclables.

**Tabla 0-1 Composición física típica de los residuos sólidos de obra**

Componente	Participación (% peso)
Restos de alimentos	45 a 55 %
Vasos desechables	2 a 2.5
Botellas plásticas	1 a 1.5%
Papel de oficina	12 a 18%
Plástico	6 a 14%
Metales	1 a 7%
Cartón	2 a 4%
Vidrio	0.5 a 1%
Madera	1 a 3%
Otros (barrido,	4.9
Suma:	100 %

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

Estos residuos requieren ser manejados apropiadamente y de acuerdo con las normas ambientales que sobre el particular se han establecido en Colombia. Estos residuos no deben ser dispuestos en botaderos a cielo abierto ya que en estos se presentan las siguientes impactos ambientales:

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por la producción y flujo de lixiviados.
- Contaminación de los cuerpos de agua superficial por arrastre de sedimentos por la operación incontrolada del botadero.
- Contaminación del aire por las quemadas incontroladas y la emisión incontrolada de biogases y malos olores.
- Afectación de la salud de la población por la contaminación del aire asociada al tráfico de vehículos por vías sin pavimentar así como por la proliferación de vectores de enfermedad (roedores, aves, animales domésticos).
- Afectación de la salud de las personas que realizan reciclaje en la fuente, por punzonamientos, emisión de biogases y gases de quema, contacto con residuos infecciosos y peligrosos, exposición de vectores de enfermedad, etc.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Deterioro de la calidad del suelo
		Deterioro del paisaje
	Atmosférico	Concentración de gases
		Incremento en la concentración de material particulado

		Presencia de malos olores
	Hídrico	Deterioro de la calidad del agua superficial
	Hidrogeológico	Deterioro de la calidad del agua subterránea
Sociocultural	Sociocultural	Generación de conflictos
	Bienestar	Incremento en el nivel de morbilidad Deterioro de la calidad de vida

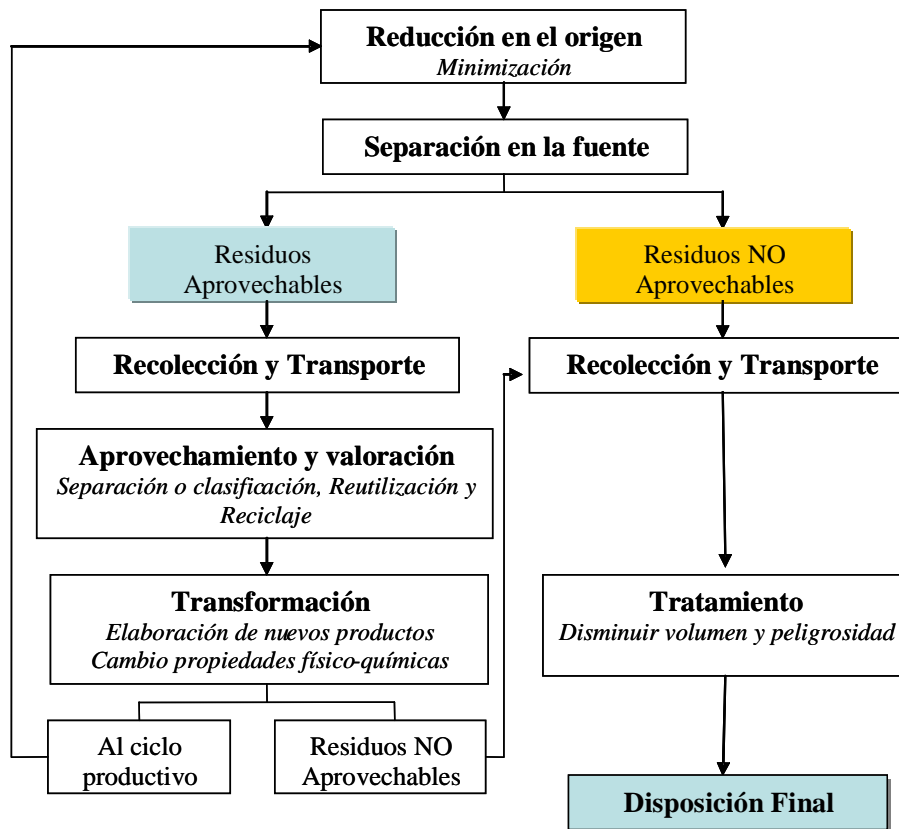
Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

## Medidas de manejo ambiental

### Manejo integral

Para el manejo de residuos sólidos se debe propender por la aplicación de las siguientes estrategias de manejo que fueron establecidas por el MAVDT a partir del año 1997 y que actualmente se encuentran concebidas en el Decreto 1713/02 y la Resolución 1043/03 (ver Figura 0-1):

Figura 0-1 Esquema de manejo integral de residuos sólidos



Fuente: Adaptado por el estudio. 2005.

- **Minimización.** Comprende el conjunto de acciones para reducir la producción de residuos en sus fuentes de generación como estrategia para minimizar los requerimientos de transporte, tratamiento y disposición final y de esta manera atenuar los riesgos hacia el medio ambiente.

- **Aprovechamiento y valoración.** Comprende las acciones para la recuperación y el aprovechamiento de los componentes físicos de los residuos sólidos y su retorno al ciclo productivo. Esta estrategia contribuye a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía en los procesos industriales, minimizar los requerimientos de disposición final, lo cual permite atenuar en forma efectiva los impactos ambientales asociados. Implica acciones de segregación en el origen o centros de clasificación antes de transportar los residuos remanentes a los sitios de destino final, por lo cual igualmente va acompañado de un cambio cultural.
- **Tratamiento y transformación.** La transformación o el tratamiento implica la implementación de procesos que permitan la alteración física, química o biológica de los residuos, con el fin de generar nuevos productos que tenga un valor comercial o que sean menos riesgosos para el medio ambiente.
- **Disposición final.** Se define como la última acción a implementar cuando ya se han agotado las anteriores y comprende la actividad de disposición final controlada de los materiales inservibles (basuras) o los sobrantes derivados de los procesos de manejo integral anteriores. Implica la implementación de tecnologías que cuenten con sistemas de control de sus emisiones, sólidas, gaseosas o líquidas. Igualmente deben localizarse en sitios donde se minimicen los posibles impactos ambientales hacia el medio ambiente y la salud y sea consecuente con las condiciones socio-económicas de la población.

#### Acciones de minimización

La minimización en la fuente se puede lograr a través de programas de ahorro de materiales, uso de productos reciclables, fomentando la separación en la fuente para conservar las propiedades de los materiales aprovechables, realizando al máximo el aprovechamiento de los materiales reutilizables y reciclables, mejorando los procedimientos. A continuación se presentan algunas prácticas que pueden ser incorporadas para minimizar la producción de residuos:

- Realizar convenio con los proveedores de productos para hacer devolución de empaques.
- Minimizar la utilización de elementos desechables.
- Preferir materiales que generen residuos reciclables.
- Minimizar el uso de empaques de icopor ya que es un material no biodegradable, no incinerable y poco reciclable.
- Desarrollar campañas para las personas utilicen únicamente los materiales que realicen un uso racional de los materiales de trabajo.
- Emplear materiales de mejor calidad o de mayor vida útil.
- Proteger los materiales reciclables o reusables de la intemperie para evitar su deterioro.
- Realizar un buen control de inventarios para minimizar pérdidas de materiales por deterioro o vencimiento.
- Cuando sea posible, realizar compras a granel en lugar de compras en recipientes pequeños.

- Reutilizar el papel de fotocopias e impresión por ambas caras para trabajos de borrador.
- Utilizar materias primas que no tengan componentes peligrosos.
- Utilizar baterías y pilas recargables en lugar de desechables.
- Reutilizar la madera en obras de geotécnica y construcción.

#### Acciones para el aprovechamiento

Las acciones de aprovechamiento incluye el desarrollo de las siguientes actividades:

- Identificar los materiales reciclables.
- Recolectarlos en forma segregada en la fuente (Clasificación)
- Realizar un acopio controlado
- Comercializar los materiales reciclables recuperados

La identificación de materiales reciclables parte de un ejercicio de caracterización física de los residuos sólidos generados en el campamento y frentes de obra. El objetivo de la caracterización es determinar los tipos y cantidades de residuos generados durante construcción. La caracterización física de residuos sólidos tiene las siguientes características:

- En cada una de las fuentes de producción (Campamento de construcción y frentes de obra) y durante tres días consecutivos, se debe tomar dos muestras diarias de residuos domésticos, con el fin de determinar la composición física de los residuos sólidos. Cada muestra debe tener un peso mínimo de 90 kg. La muestra puede ser tomada aleatoriamente de los materiales contenidos en los sitios de acopio o almacenamiento temporal.
- Para cada muestra se determinará el peso de cada uno de los componentes de los residuos tales como: papel, cartón, vidrio, alimentos, desechables, plásticos, etc. Cada componente será pesado por medio de una báscula y se determinará su participación en porcentaje.
- Los residuos generados esporádicamente tales como materiales de empaque y embalaje u otros materiales serán registrados y estimados con base en entrevistas con el personal encargado de su manejo.

Con el fin de garantizar que los materiales no se mezclen, se deterioren o se contaminen con otros residuos, es necesario recolectarlos en forma segregada. Para tal efecto se propone la incorporación de recipientes con el siguiente código de colores:

- Blanco: Para materiales recuperables
- Negro: Para materiales no recuperables (con destino a relleno sanitario)
- Rojo: Para materiales de origen hospitalario o generados en enfermerías (con destino a desactivación o incineración)
- Café: Para materiales orgánicos (con potencial de reuso para bioabono)

Los recipientes deben ser colocados estratégicamente en función de los residuos que se generan, para lo cual se puede tener en cuenta lo siguiente:

- A nivel de oficinas de campamento y frentes de obra se pueden instalar dos tipos de recipientes: Blanco, Café y Negro.
- En servicio médico debe colocarse recipientes Blanco, Café, Negro y rojo.

Los recipientes pueden ser plásticos o metálicos y deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Los recipientes deben ser preferiblemente rígidos de tal forma que no se deformen con los residuos depositados.
- El material de los recipientes pueden ser en plástico o en metal.
- En su parte externa debe contener un listado con los nombres de los residuos que se pueden depositar.
- Cuando se generen residuos de gran volumen (follaje) se pueden utilizar canecas metálicas vacías, de 55 galones.
- Dentro de los recipientes se pueden utilizar bolsas plásticas para facilitar su recolección. Sin embargo, esta opción debe ser utilizada únicamente cuando sea necesario ya que se puede producir demasiado plástico.
- Cuando se coloquen recipientes a la intemperie, estos deben contar con tapa y una cubierta para protegerlos de la intemperie.
- Los materiales deben depositarse diariamente en un centro de acopio.

Con el fin de que los materiales presenten buena calidad en el momento de la comercialización, a continuación se presentan algunas especificaciones técnicas:

- Todos los residuos sólidos deben estar limpios y homogéneos.
- Aluminio. Se recomienda que las latas sean aplastadas y empacadas. Deben estar libres de humedad y contaminación.
- Papel y cartón. No deben tener contaminantes como papel quemado por el sol, metal, vidrio y residuos de comida. Deben estar libres de humedad.
- Plásticos. Deben ser clasificados de acuerdo a las categorías de uso internacional y deben estar libres de humedad.
- Vidrio. Debe clasificarse por colores, no debe contener contaminantes como piedras, cerámicas o según especificaciones del mercado. No se debe reciclar vidrio de automóvil laminado. Si el uso es para fibra de vidrio, no deberá contener materiales orgánicos, metales o refractarios.
- Metales férreos. Se recomienda separar las etiquetas de papel, lavar las latas preferiblemente con detergente y aplastarlas. Las tapas de botellas y botes pueden reciclarse junto con latas de acero. Pueden aceptarse las latas de aerosoles vacías.
- Metales no férreos. Varían según las necesidades y los mercados.
- Madera. Varían según las necesidades y los mercados.
- Neumáticos. Varían según las necesidades y los mercados.
- Textiles. Tipo de material; grado de limpieza.



- Pilas domésticas. Las pilas reciclables son las de botón de óxido de mercurio y óxido de plata y las pilas de níquel cadmio. No se pueden reciclar pilas alcalinas y de zinc plomo.

Para el almacenamiento temporal de los residuos se recomienda construir un centro de acopio en los campamentos de construcción. El centro de acopio comprende un cuarto de almacenamiento provisto de cámaras para alojar los distintos residuos por tipo. Los centros de acopio debe construirse de tal forma que cumplan con las siguientes especificaciones:

- Permitir el acceso y maniobrabilidad de los vehículos para el cargue de los residuos.
- Contar con suministro de agua potable para el mantenimiento.
- Contar con red de alcantarillado para permitir el drenaje de las aguas de lavado. La red debe estar conectada a la red de alcantarillado del parque.
- Contar con la señalización que permita la identificación de los materiales almacenados.
- Contar con buena ventilación.
- Debe contar con un cuarto para el almacenamiento de canecas e implementos de barrido y aseo.
- Debe estar provisto de extintores y su operación deben involucrarse dentro del plan de contingencia, en especial en el tema de incendios.
- Debe contar con recipientes grandes que permitan el almacenamiento de los materiales conservando las mismas especificaciones de colores y señalización establecida para los demás recipientes.
- Debe contar con cubierta para proteger los materiales de la intemperie.

En el centro de acopio se pueden completar la clasificación de los materiales con el fin de prepararlos para su destino final. En la operación del centro de acopio se deben considerar los siguientes aspectos:

- En el centro de acopio no deben almacenarse materiales hospitalarios o patógenos generados en enfermería.
- En el centro deben almacenarse los materiales en forma temporal y no definitiva, por lo cual el tiempo de almacenamiento máximo de un material debe ser de 1 semana. Los materiales orgánicos no deben almacenarse por más de tres días.
- En el centro de acopio no deben almacenarse productos químicos líquidos o sólidos, repuestos, partes de vehículos, aceites lubricantes o cualquier tipo de insumo requerido para la operación.

Los materiales recuperables y reciclables pueden ser comercializados directamente con las empresas e industrias que los utilizan como materias primas o a través de intermediarios. Alternativamente los residuos pueden ser entregados a empresas especializadas que cuente con plantas de manejo integral de residuos (recuperación de materiales y disposición final).

### Disposición final

La disposición final es la actividad de disponer en forma definitiva los residuos no recuperables o los sobrantes de los procesos de tratamiento y transformación. Para la disposición final se pueden emplear las siguientes alternativas:

#### Incineración de Residuos

La incineración es el proceso fisicoquímico en presencia de oxígeno en el que mediante oxidación a alta temperatura (combustión) se transforma un residuo orgánico modificando su composición, peso, volumen y humedad. La principal ventaja del proceso es la detoxificación y esterilización de desechos infecciosos, por lo que se recomienda que los residuos patógenos que puedan resultar en enfermedades. Debido a los altos costos que implica el proceso no se recomienda que los residuos domésticos se manejen por este sistema. El proceso de incineración se puede realizar directamente en obra si se cuenta con un equipo e instalaciones apropiadas acorde con la normatividad ambientales vigente y en especial con el Decreto 058/02, así como de los permisos de emisión atmosférica emitidos por la autoridad ambiental. También se pueden emplear empresas prestadoras de servicio que cuenten con autorización de parte de la Corporación Autónoma Regional.

#### Relleno Sanitario

Un relleno sanitario es el espacio físico donde se almacenan definitivamente los residuos sólidos, dentro del terreno natural, de tal forma que se controlen los impactos que los residuos puedan causar sobre el medio ambiente y la salud humana, en las etapas de construcción, operación, cierre y postclausura. Dependiendo de la magnitud de la obra o actividad, el relleno sanitario puede ser construido por el constructor y se pueden emplear un relleno sanitario debidamente autorizado. En caso de requerirse su localización deberá tomarse en consideración las especificaciones de ley dadas por el Decreto 1713/02 y el Decreto 0838/05, así como las siguientes:

- Fuera de áreas de inundación con periodos de retorno de 100 años
- La distancia de ubicación con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo debe ser de 1,000 m como mínimo
- Debe contar con una zona de amortiguamiento para el manejo de agua lluvia
- Conservar una distancia mínima de 100 m a pozos de extracción de aguas
- Conservar una distancia superior a 60 m respecto a fallas geológicas activas
- Localizarse fuera de zonas inestables geológica y geotécnicamente.

Para la construcción del relleno sanitario se deberán tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- Contar con los diseños y estudio de impacto ambiental respectivo, aprobados por la autoridad ambiental. Los estudios deben incluir las etapas de construcción, operación, clausura y postclausura.
- Contar con sistema de impermeabilización de fondo en materiales sintéticos y/o naturales para prevenir al contaminación del suelo y de las aguas subterráneas.

- Contar con un sistema de recolección de lixiviados de fondo y un sistema de tratamiento. La calidad de lixiviado en el vertimiento debe cumplir con la norma de vertimiento del Decreto 1594/84.
- Contar con un sistema de manejo de agua lluvia orientado a minimizar el ingreso de agua lluvia al relleno sanitario, prevenir su contaminación por lixiviados y prevenir procesos erosivos.
- Incorporar sistemas para la evacuación adecuada de biogases y prevenir su acumulación dentro de la masa del relleno sanitario. El gas debe ser reutilizado o en su defecto quemado previamente a su disposición a la atmósfera.

Para la operación deberá considerar las siguientes especificaciones:

- El lixiviado debe ser tratado antes de su vertimiento.
- Se debe contar con un plan para el control de vectores (aves, roedores y demás animales).
- Se deben cubrir los residuos sólidos con material natural.
- Se debe adecuar paisajísticamente las zonas ya rellenadas.
- Se debe contar con sistema de monitoreo y control de la estabilidad del relleno.
- Se debe realizar un programa de monitoreo de cuerpos de agua próximos y la calidad del aire en el área de influencia.

### Reglas básicas

- Esta prohibida la quema de desechos o desperdicios.
- Esta prohibido arrojar basuras y residuos sólidos en las áreas aledañas a los lugares donde se están ejecutando las actividades del proyecto.
- No se debe permitir el manejo de residuos infecciosos de enfermería, ni residuos peligrosos, ni lodos sin tratamiento de origen orgánico, junto con los residuos sólidos convencionales que maneja el servicio de aseo municipal.
- En caso de que la empresa prestadora del servicio no recogiera los residuos, estos deberán ser llevados por el Constructor, hasta el sitio de disposición de los Municipios.
- Los residuos generados por el mantenimiento de la maquinaria (combustible, filtros), se deben almacenar en recipientes herméticos y depositarlos en canecas especiales, que serán recogidos por el servicio de aseo especial o empresas autorizadas de la zona.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
Producción Total de residuos	ton/mes	Indica la producción total de los residuos.	Mensual
Producción per cápita (PPC)	Kg/hab-d	Indica la producción unitaria de los residuos.	Mensual
Porcentaje de materiales recuperados	% (a)	Indica el % de los materiales recuperados en campo respecto al total de los generados.	Mensual
Porcentaje de materiales dispuestos.	% (b)	Indica el % de los materiales dispuestos en relleno sanitario e incineración en sitios autorizados.	Mensual

Kg rs: Kilogramo de residuos; hab: Habitante

- (a) Peso de materiales recuperables dividido entre el peso total de los residuos generados.
- (b) Peso de materiales no recuperados (dispuestos en relleno e incinerados) dividido entre el peso total de los residuos generados.

## Manejo de residuos líquidos

### Objetivos

Presentar las medidas de manejo de aguas residuales generadas en campamentos de construcción y frentes de obra.

### Descripción de la actividad

Durante las labores de construcción se generan aguas residuales de carácter doméstico provenientes de las unidades sanitarias, lavamanos y cafetería del campamento de obra o localizadas en los frentes de trabajo En la Tabla 0-2 se presenta la composición típica de una agua residual doméstica, cuyas características pueden ser similares a las esperadas en obra.

**Tabla 0-2 Composición típica de una aguas residual doméstica**

Parámetro	Unidad	Norma *	Valor típico **
PH	Unidades	5 a- 9	
Temperatura	°C	Menor a 40	Ambiente +2 a 5 °C
Sólidos suspendidos totales	mg/l	Remoción mayor al 80%	160 a 220
Sólidos disueltos totales-SDT	mg/l	S.E.	243 a 500
Fósforo Total	mg/l	S.E.	4 a 15
Grasas y Aceites-G&A	mg/l	Remoción mayor al 80%	50 a 120
DBO <sub>5</sub>	mg/l	Remoción mayor al 80%	190 a 300
DQO	mg/l	S.E.	
Nitrógeno Total	mg/l	S.E.	35 a 80
Coliformes Totales	NMP/100 ml	5000	1 x 10 <sup>7</sup> a 1 x 10 <sup>9</sup>

S.E: Sin especificación normativa

\* Norma sobre calidad del agua Decreto 1594/84.

\*\* Agua Residual sin tratamiento. Fuente: Medcalf & Eddy. 1991. Romero. 1994.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Atmosférico	Generación de malos olores
	Hídrico	Deterioro de la calidad del agua superficial
	Hidrogeológico	Deterioro de la calidad del agua superficial
Biótico	Ecosistemas	Alteración de ecosistemas acuáticos
Sociocultural	Infraestructura	Ocupación del espacio público
	Sociocultural	Generación de conflictos

	Bienestar	Deterioro de la calidad de vida
--	-----------	---------------------------------

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

## Medidas de manejo ambiental

Para el manejo de campamentos se podrán adoptar el diseño y construcción de tanques sépticos provistos de campos de infiltración. Para determinar la capacidad de tratamiento de los tanques sépticos se puede utilizar la siguiente expresión:<sup>4</sup>

$$CAP = 0.18 P + 2.0$$

Donde: CAP: Capacidad del tanque séptico en m<sup>3</sup>.

P: Número de personas atendidas por el tanque séptico.

En todo caso, para el diseño, construcción y operación de tanques sépticos deberán emplearse las normas que sobre el particular ha fijado al Empresa de Acueducto Alcantarillado de Bogotá.

Durante la operación del tanque séptico se generan lodos a nivel de fondo producto de los procesos de sedimentación y estabilización biológica (floculación biológica) que se depositan a nivel de fondo. El manejo de los lodos depende especialmente de su nivel de estabilización biológico. Para el caso de los tanques sépticos, estos lodos presentan un alto nivel de estabilización ya que su retiro se realiza con una frecuencia entre 1 a 2 años, tiempo suficiente para que se digieran. Este lodo se caracteriza porque no presenta problemas de olores y su potencial contaminante es bajo. Para el manejo de los lodos originados en los tanques sépticos se recomienda lo siguiente:

- Los lodos deben ser retirados con una frecuencia que varía dependiendo de la capacidad del tanque y del número de personas atendidas. La frecuencia de limpieza puede ser estimada mediante la siguiente expresión:

$$FL = (V-200P)/(287.62 P)$$

Donde: FL: Frecuencia de limpieza o retiro de lodos, años

V: Volumen útil del tanque, m<sup>3</sup>

P: Número de personas atendidas por el tanque séptico.

- Con el fin de minimizar riesgos de contaminación por patógenos y prevenir riesgos de olores el lodo puede ser mezclado con cal (CaOH) en una dosis de 5 kg de cal por cada 100 kg de lodo.
- El lodo extraído debe ser deshidratado lo cual se puede realizar por medio de un lecho de secado. En el lecho de secado el lodo es dispuesto por espacio de

---

<sup>4</sup> Fuente. Norma técnica para tanques sépticos. EAAB. 2005.

mínimo tres días para permitir que el lodo pierda humedad por evaporación y escurrimiento.

- El lodo deshidratado puede ser mezclado con tierra negra o material de descapote en una proporción 1:1 y se utilizado como suelo orgánico dentro de los programas de reforestación, siembra y mantenimiento de jardines y zonas verdes.

### **Reglas básicas**

- Esta prohibido el vertimiento de aguas residuales domésticas a las calles o sistemas de drenaje pluvial. Estas aguas deberán ser conducidas hacia el sistema de alcantarillado doméstico o tratarse previamente a su disposición final sobre un cuerpo de agua.
- Cuando no exista alcantarillado en la zona del proyecto o no sea posible conectar los servicios sanitarios a este sistema, se podrán instalar servicios sanitarios portátiles para los trabajadores de la obra, los cuales deberán ser manejados de acuerdo con las especificaciones del proveedor o en su defecto construir sistemas de remoción provisional que permitan remover los contaminantes antes de su vertimiento a una corriente hídrica, de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.
- Los proveedores de unidades sanitarias portátiles deberán contar con los respectivos permisos de parte de la autoridad ambiental competente.
- No se deben construir tanques sépticos sellados. Estos deben poseer tapas a nivel del terreno para facilitar su limpieza. En caso de que existan tanques sellados, se debe localizar, señalizar y adecuar las tapas que faciliten el retiro de lodos.
- No se deben usar sustancias inhibidoras de olor en los sanitarios. Estos productos químicos se comportan como desinfectantes y tienen un efecto mas nocivo que los detergentes no biodegradables.
- No se deben depositar el papel higiénico por la red sanitaria. En este sentido se debe colocar avisos alusivos a que los usuarios de los sanitarios no depositen estos materiales en los sanitarios. El papel higiénico crea riesgos de taponamientos de las tuberías, reducen su capacidad, incrementan la carga de sólidos y orgánica del agua residual.

### **Monitoreo y control**

Con el fin de verificar las eficiencias de tratamiento y el cumplimiento de la norma de vertimiento, se debe realizar un monitoreo de las aguas residuales domésticas antes y después de los tanques sépticos. En tal sentido se deben realizar monitoreos cada 2 meses, antes y después de cada tanque séptico. Los parámetros a evaluar comprenden los siguientes:

- Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5).

- Demanda química de oxígeno (DQO).
- Oxígeno Disuelto.
- Sólidos Totales.
- Sólidos Suspendidos Totales.
- Grasas y aceites.
- pH.
- Conductividad.
- Nitrógeno orgánico.
- Nitrógeno amoniacal.
- Sulfatos.
- Fósforo total.
- Potasio.
- Coliformes totales y fecales.

Se deberá llevar un registro continuo de cada uno de los monitoreos de calidad de agua y programas de mantenimiento y purga de lodos que se realicen, indicando la Fecha de muestreo, parámetros evaluados y cumplimiento ambiental.

### **Control de emisión de gases y partículas**

#### **Objetivo**

Presentar las medidas para el control de la contaminación atmosférica con el fin de mitigar los impactos producidos por las emisiones de gases, olores y material particulado a causa de las actividades de construcción de las obras.

#### **Descripción de la actividad**

Durante el desarrollo de las obras se genera contaminación del aire debido a la emisión de partículas en suspensión y generación de gases de combustión. Las fuentes de emisión son las siguientes:

- Tráfico de maquinaria y vehículos que ocasionan emisión de polvo, gases de combustión y ruido.
- Almacenamiento de materiales de construcción y escombros que generan partículas suspendidas.
- Generación de olores por manejo de aguas residuales y de residuos sólidos.

#### **Impactos ambientales**

<b>Componente ambiental</b>	<b>Elemento ambiental</b>	<b>Impacto ambiental</b>
Físico	Atmosférico	Deterioro de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas

		Deterioro de la calidad del aire por emisión de gases de combustión
		Generación de ruido
Sociocultural	Sociocultural	Generación de conflictos
	Bienestar	Deterioro de la calidad de vida

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. Para evitar la generación de partículas ocasionado por el tráfico de vehículos y maquinaria se deberán realizar actividades de riego de vías sin pavimentar.
2. Con el fin de minimizar las emisiones de gases de exosto por motores se deben emplear vehículos en adecuado grado de sincronización y carburación; volquetas cuya antigüedad no sea superior a cinco años; equipos que usen combustible diesel, deberán poseer tubos de escape que descarguen por encima de tres metros de altura, sobre el nivel del piso; La sincronización deberá practicarse por lo menos cada 10.000 Km de recorrido o uso de los vehículos.
3. Se deberá contar con un programa de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria de la obra ajustado a las recomendaciones y normas de los fabricantes, que garantice el buen estado mecánico y de carburación, con el fin de generar la menor emisión de contaminantes a la atmósfera y deberá llevar una ficha que indique las actividades del mantenimiento y la fecha del mismo.
4. Al utilizar brea durante el proceso de pavimentación, se deberá trabajarla en un lugar bien aislado, ventilado y que el humo producido no se dirija hacia ninguna conglomeración de personas y animales o infraestructura. De ser necesario se deberán emplear barreras en tejas de zinc o similar para lograr el control de las emisiones.
5. Cada uno de los vehículos empleados para la construcción de la obra deberán tener el certificado de gases vigente, de acuerdo con las exigencias del código de tránsito.
6. La velocidad de las volquetas y equipos en general, se debe reglamentar con el fin de disminuir emisiones de polvo y los riesgos de accidentalidad y atropellamiento. La velocidad de tránsito de los vehículos en la carretera no deberá superar los 30 Km/h.

Para el control de ruido se deberán considerar los siguientes aspectos:

1. El uso de maquinaria y equipos deben quedar restringido al horario diurno cuando labores en zonas residenciales.
2. La maquinaria y equipo deben contar con los aditivos necesarios para el control de los niveles de presión sonora.



3. Se deberán mantener en óptimas condiciones los silenciadores de los motores ruidosos, procurando que estos equipos trabajaren de manera aislada. No se permitirá el uso de bocinas o pitos accionados por sistema de compresor de aire.
4. Se deberá dotar al personal expuesto al ruido de protectores para sus oídos y cuando se trabaje con niveles máximos (90 dB), programar las tareas con relevos, de manera que se tengan descansos alternativos de una (1) hora. En los programas de seguridad industrial, se le informará a los trabajadores sobre la importancia del uso permanente de los protectores para su salud, tanto física como mental. El horario de trabajo se desarrollará en lo posible entre las 6 a.m. y 7 p.m.

### Reglas básicas

- No se deben realizar quemas de residuos ni madera a cielo abierto.
- No se debe emplear el pito o bocina de vehículos a menos que sea indispensable
- No se deben emplear lubricantes usados ni llantas usadas como combustibles de mecheros, antorchas para calentamiento de asfalto o iluminación de la obra en horas nocturnas.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Concentración de PST *	Ug/mg	Valorar la concentración de PST en por lo menos tres receptores, ubicados dentro del área de influencia de la obra o actividad.	Mensual
2. Nivel de ruido	Dbl	Valorar los niveles de ruido en por los menos 3 receptores tanto de día como de noche, dentro del área de influencia de la obra o actividad.	Mensual
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

PST: Partículas suspendidas totales

### Manejo de maquinaria y equipo

#### Objetivo

Proporcionar guías para el adecuado manejo a la maquinaria y equipo que se utilizará para el desarrollo de las obra, con el fin de minimizar los impactos que esta actividad puede generar principalmente en el recurso aire.

#### Descripción de la actividad

Para el desarrollo de las obras de ingeniería se requiere el uso de maquinaria. Esta se emplea para los movimientos de tierra, transporte de materiales de excavación y de

construcción, conformación de sitios de acopio temporal o definitivo, conformación de diques, etc. La maquinaria empleada puede ser la siguiente:

- Bulldozer
- Retroexcavadoras
- Motoniveladoras
- Volquetas
- Compactadoras

Los tipos, número y especificaciones de la maquinaria dependen del tamaño de la obra

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Deterioro de la calidad del suelo
	Atmosférico	Concentración de gases
		Incremento en la concentración de material particulado
		Ruido
Hídrico	Deterioro de la calidad del agua	
Sociocultural	Sociocultural	Conflictos
	Bienestar	Nivel de morbilidad

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. Los equipos y maquinaria a emplear en la construcción del proyecto deben ser manejados adecuadamente, por lo que el constructor, en la primera semana de iniciadas las obras capacitará al personal sobre el manejo seguro de ellos.
2. No se permitirá realizar lavados, cambios de aceite, ni mantenimientos de vehículos y maquinarias en la zona de la obra ni en las vías públicas. Estas actividades se deben realizar en un taller especializado o en el campamento. La zona de campamento destinada a mantenimiento rutinario y correctivo de la maquinaria debe localizarse sobre el terreno impermeabilizado con geomembrana o concreto y las aguas lluvias resultantes debe ser recolectadas por medio de cunetas con cárcamos y tratadas con un trampa de grasas previamente a su vertimiento.
3. Los campamentos estarán dotados de una adecuada señalización para indicar las zonas de circulación de equipo pesado y la prevención de accidentes de trabajo. Igualmente deberán contar con equipos de protección contra incendios y material de primeros auxilios.
4. Cuando se realice el desmantelamiento y retiro del campamento al final de la obra, se debe evaluar si el suelo presenta contaminación con combustible o aceites derramados. De ser así el suelo contaminado deberá tratarse mediante bioremediación o un proceso similar que permita reducir la concentración de hidrocarburos a menos de 5000 ppm. El suelo tratado, finalmente podrá ser

empradizado, previa colocación de una capa orgánica (tierra negra sola o mezclada con material de compost o biosólido estabilizado) de por lo menos 20 cms.

5. Los vehículos mezcladores de concreto y otros que tengan alto contenido de humedad deben tener dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame del material de mezcla durante el transporte.
6. Los vehículos y la maquinaria utilizada en la obra, deberá contar con dispositivos de sonido de alerta automáticos con la reversa, además deberán portar en las puertas laterales un logo visible, indicando No. Contrato, Contratista y obra que se desarrolla.
7. Se evitará sobrecargas debidas al peso de los materiales transportados, respetando la carga máxima legal permitida 6 m<sup>3</sup>, 12 m<sup>3</sup> o 18 m<sup>3</sup>.
8. En el caso de que los residuos generados en la obra se transporten hasta un sitio de disposición fuera de las instalaciones del predio, se debe cubrir la carga transportada en las volquetas para evitar la dispersión de la misma o emisiones fugitivas. Por lo tanto el contenedor debe estar constituido por una estructura cerrada, que en su contorno no contenga roturas, perforaciones ranuras o espacios. La carga deberá ser acomodada de manera tal que su volumen haga rasa con los bordes superiores del platón o contenedor. Además, las puertas de descarga de los vehículos que cuenten con ellas, deberán permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte. Se deberán limpiar las ruedas antes de iniciar el desplazamiento, en donde se pueda, se construirá una batea con agua para su limpieza.
9. Las motobombas, y en general los equipos para extracción de agua, que se empleen en las actividades de adecuación inicial deben estar provistas de bandejas que permitan retener las fugas de combustible y lubricante; por ningún motivo se deben descargar aceites o combustibles en forma directa o indirecta a los cuerpos de agua.

### **Reglas básicas**

- No se debe permitir el tránsito, estacionamiento ni lavado de equipo móvil en lechos de quebradas u otros sitios distintos a los autorizados.
- No se deben realizar vertimientos de aceites usados ni combustibles directamente en el suelo, ni a través del sistema de manejo y/o tratamiento de aguas residuales. Estos deben almacenarse y suministrarse a una empresa o persona natural autorizada para su tratamiento y disposición final.

## Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Emisión de contaminantes	%	Indica el número de vehículos y maquinaria que cuenta con certificado de emisión vigente con respecto a total que laboran en la obra.	Inicio de la Obra y Mensualmente
2. Volumen de aceite	Lt	Indica la cantidad de aceite usado generado en el mes y dispuesto adecuadamente.	Mensual
3. Baterías	Und	Indica la cantidad baterías generadas en el mes y dispuestas adecuadamente.	Mensual
4. Derrames de aceite	%	Indica el número de derrames de aceite remediados en obra y campamento con respecto al total de derrames presentados.	Mensual
5. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

PST: Partículas suspendidas totales

## Higiene, salud ocupacional y seguridad industrial

### Objetivos

Toda obra civil y de operación relacionado con suministro de agua y saneamiento básico debe contar con unas normas de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial encaminadas a cumplir con los siguientes objetivos:

- Prevenir los riesgos hacia los trabajadores asociados al manejo de los residuos y las labores inherentes a la operación.
- Prevenir las enfermedades profesionales de los trabajadores.
- Prevenir los accidentes de trabajo.
- Prevenir los daños hacia la salud de los trabajadores, la infraestructura o las propiedades del relleno sanitario.
- Garantizar el apropiado desempeño del personal, en las labores que éste realiza.

### Descripción de la actividad

Durante la ejecución de las obras los contratistas constructores deben desarrollar el programa de Salud Ocupacional, el cual contempla las siguientes actividades: Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene Industrial y Seguridad Industrial; cumpliendo con lo establecido en el Decreto N° 614 de 1984, por lo cual se determinan las bases para la organización y administración de la Salud Ocupacional en el País y la

Resolución N° 1016 de 1986 de los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y el de Salud, por lo cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleados del País. Igualmente se dará cumplimiento a la Resolución 02013 de 1986, del Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, por lo cual se reglamenta la Organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo.

El Plan de Salud Ocupacional incluirá un Panorama de los Riesgos Operacionales propios de la operación. Estos panoramas deberán revisarse y ajustarse durante el desarrollo de la obra y especialmente cuando se presenten cambios en las condiciones del trabajo, o cuando la actividad específica, así lo requiera. El Panorama de Riesgos será la base para la planeación y el desarrollo de las actividades del plan específico. De acuerdo con la Resolución 1016/89 el Programa de Salud Ocupacional debe estar constituido por los siguientes subprogramas:

- Medicina preventiva y del trabajo
- Medicina del trabajo
- Higiene y Seguridad Industrial
- Conformación y funcionamiento del Comité Paritario de Salud Ocupacional.

## **Medidas de manejo ambiental**

### Subprograma de Medicina Preventiva y del Trabajo

La medicina preventiva comprende el conjunto de actividades encaminadas a educar a todos los trabajadores para evitar accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y riesgos específicos. La medicina del trabajo comprende las actividades dirigidas a promover y mejorar la salud de los trabajadores, evaluar su capacidad laboral de acuerdo a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas; diagnosticar y tratar precozmente las alteraciones de la salud derivadas de las condiciones de trabajo y reubicar o rehabilitar al afectado. El programa de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial deberá contener por lo menos las siguientes actividades:

- Realizar exámenes médicos, clínicos y paraclínicos para admisión, periódicos ocupacionales, reubicación, reingreso y retiro de los trabajadores.
- Desarrollar actividades de vigilancia epidemiológica
- Realizar actividades de prevención de enfermedades profesionales, accidentes de trabajo y educación en salud a empresarios y trabajadores.
- Investigar y analizar los riesgos relacionados con la patología laboral y las enfermedades ocurridas, determinar causas y establecer medidas preventivas y correctivas
- Organizar e implementar un servicio oportuno y eficiente de primeros auxilios
- Diseñar y ejecutar programas para la prevención y control de enfermedades relacionadas o agravadas por el trabajo
- Elaborar y mantener actualizadas las estadísticas de morbilidad y mortalidad de los trabajadores e investigar la relación con su actividad laboral.
- Promover actividades de recreación y deporte.

- Adelantar campañas, controlar la fámaco dependencia, el alcoholismo y el tabaquismo (Resolución 1075 de 1992)

Previamente a la contratación del personal para la operación, se debe realizar los exámenes preocupacionales, que permita registrar las condiciones de salud del trabajador y evaluar su capacidad para desempeñar las labores propias de la operación. Anualmente se deben practicar consultas a todos trabajadores encaminadas a cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar alteraciones en la salud relacionadas con el riesgo a que se encuentra expuesto durante su trabajo.
- Identificar posibles tendencias
- Prevenir y controlar el desarrollo de enfermedades profesionales.
- Evaluar el uso de equipos e implementos de protección personal

Durante la realización de las consultas periódicas se debe revisar el cumplimiento del programa de vacunas, acorde con los riesgos de salud a los que se encuentran expuestos, de acuerdo a las recomendaciones del médico de salud ocupacional. Las consultas y controles médicos a los trabajadores pueden ser realizados a través de la empresa promotora de salud (EPS) y la evaluación de riesgos profesionales puede realizarse a través de la Aseguradora de Riesgos Profesionales (ARP), que por ley deben contar todos los empleados del relleno. Todos los empleados que laboren directamente en obra o que ingresen periódicamente deben contar con las vacunas que el médico de salud ocupacional estime necesaria para la prevención de enfermedades asociadas a los riesgos de la actividad.

Se deberán realizar a todos los empleados conferencias o charlas sobre temas de salud preventiva, especialmente sobre las alteraciones osteomusculares, así como normas para el manejo de cargas y adopción de posturas. Igualmente se deben realizar campañas educativas a los trabajadores por medio de conferencias y de afiches informativos sobre las normas elementales de higiene y de comportamiento.

#### Subprograma de Higiene y Seguridad Industrial

La Higiene Industrial comprende la identificación, evaluación y control de aquellos factores ambientales que se originan en los lugares de trabajo y que pueden causar perjuicio o enfermedades a la salud o la bienestar de los trabajadores y ciudadanos en general. La evaluación de riesgos debe partir de una identificación de riesgos, el cual constituye el Panorama de Riesgos. Este incluye un reconocimiento detallado de factores de riesgos en cada puesto de trabajo y al número de trabajadores expuestos a cada uno de ellos. El Factor de Riesgo es toda condición ambiental, susceptible de causar daño a la salud y/o proceso, cuando no existen o fallan los mecanismos de control. En la Tabla 0-3 se presentan los Factores de Riesgo que se pueden emplear en la elaboración del panorama de riesgos.

**Tabla 0-3 Factores de riesgos laborales**

<b>Factores</b>	<b>Medio</b>	<b>Fuente</b>
1. Físicos	Medio ambiente físico	Ruido Iluminación Temperatura

<b>Factores</b>	<b>Medio</b>	<b>Fuente</b>
		Radiación Presión
2. Químicos	Contaminantes químicos	Partículas sólidas Partículas líquidas Gases Vapores Solventes Metales
3. Inseguridad	Condiciones de seguridad	Mecánicos Máquinas y herramientas Eléctricos Almacenamiento Transporte de Cargas Incendios y explosiones Instalaciones locativas defectuosas
4. Biológicos	Contaminantes biológicos	Amimados Inanimados
5. Ergonómicos	Carga de Trabajo	Sobre-esfuerzo Manipulación de cargas Posturas de trabajo Superficies de trabajo Espacio
6. Psicosociales	Organización del trabajo	Planeación de trabajo Distribución de trabajo Distribución horaria Relaciones Conflictos de autoridad Aspectos salariales

Fuente: Adaptado por el Autor. 2005.

La Seguridad Industrial comprende el conjunto de actividades dirigidas a prevenir, controlar y corregir todos los factores presentes en el medio ambiente de trabajo o en equipos, herramientas, máquinas, etc.; así como maniobras o actitudes de los trabajadores que pueden causar accidentes de trabajo.

El programa de Seguridad Industrial puede estar compuesto de las siguientes actividades:

- Se debe elaborar un panorama de factores de riesgo para obtener de información sobre éstos, y así mismo evaluar la exposición a que están sometidos los trabajadores por ellos.
- Evaluar la magnitud de los riesgos para determinar su peligrosidad
- Inspeccionar y comprobar el buen funcionamiento de equipos de seguridad y control de riesgos.
- Estudiar e implementar un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas, herramientas e instalaciones locativas.
- Suministrar elementos de protección personal cuando sea necesario y verificar que dichos elementos sean los adecuados en función del panorama de riesgos.
- Elaborar y mantener actualizadas las estadísticas sobre los accidentes de trabajo.
- Delimitar y demarcar las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento y vías de circulación y señalizar las salidas de emergencia y zonas de protección y sectores peligrosos de la maquinaria e instalaciones.
- Organizar y desarrollar un plan de emergencia.

A continuación se presentan algunas prácticas a considerar dentro del programa de Seguridad Industrial en Obra.

- Se designará antes de iniciar las labores, la persona responsable por la seguridad industrial, quien deberá conocer los procedimientos de trabajo y los planes de contingencia; así como las disposiciones legales vigentes sobre salud ocupacional y seguridad industrial.
- Cuando hay campamento o patio de almacenamiento de la tubería, éste se deberá proveer con un número suficiente de extintores para incendios, localizados estratégicamente sobre toda el área del mismo y especialmente en sitios donde sea mayor la posibilidad de esta emergencia.
- Se debe verificar que los empleados tienen un conocimiento apropiado acerca de los riesgos asociados a las labores que desempeñan.
- Incluir dentro del programa de entrenamiento una capacitación específica a los empleados, respecto a la labor que van a desempeñar. Debe incluir riesgos en los trabajos, su prevención y control.
- Se debe investigar y documentar los incidentes y accidentes de trabajo. Se deben tomar medidas para evitar su reincidencia.
- Prohibir el uso de cornetas o pitos que emitan altos niveles de ruido, de modo que no se viole el decreto 948 de 1995 y sus decretos reglamentarios.
- Evitar el empozamiento de aguas residuales y el vertimiento de las mismas a cuerpos de agua o drenajes naturales sin tratamiento previo.
- Todas las zonas de trabajos e interés de la zona del proyecto deben delimitarse y señalizarse debidamente, de acuerdo a las especificaciones de diseño. Dentro de las señales se debe incluir, entre otras, las siguientes:
  - Valla principal en la entrada en la que se indique el nombre de la zona, fecha de inicio, vida útil, actividades realizadas y nombre del operador.
  - Señales de dirección a frente de trabajo.
  - Velocidades de circulación.
  - Señales de procedimientos de descargue.
  - Señales de salidas de emergencia.
  - Zona de manejo de lixiviado.
  - Localización y numeración de piezómetros.
- Se deberá conformar, capacitar y mantener la brigada de primeros auxilios, botiquines con dotación adecuada, así como analizar los sistemas de transporte en caso de emergencia, manteniendo principalmente camillas
- Antes de iniciar la obra se debe verificar que todos los empleados se encuentran afiliados a una empresa Administradora de Riesgos Profesionales (ARP).



- Se deberán realizar revisiones periódicas a los extintores, equipos y demás sistemas de seguridad.
- Se debe exigir la utilización de silenciadores y filtros de retención de partículas en los exostos de los vehículos, maquinaria y equipos, del proyecto.
- Se debe verificar que todos los empleados utilizan debidamente los implementos de protección personal (ver Tabla 0-4). La entrega de la anterior dotación vendrá acompañada de una educación y motivación a los trabajadores para que usen siempre los elementos de protección en cada labor.
- Todos los trabajadores deben colocarse el uniforme y equiparse con los implementos de protección personal, previamente al inicio de los trabajos.
- El uniforme de trabajo debe ser guardado en los casilleros y no debe portarse fuera de las instalaciones de la obra. Este uniforme solo podrá ser utilizado como máximo por 3 días, tiempo en el que se deberá lavar para su próximo uso.
- Se deberá tener una iluminación adecuada, suficiente y constante durante los trabajos nocturnos y en lugares oscuros.
- Se deberá realizar la limpieza del campamento y del lugar del trabajo con agua para no levantar polvo.

**Tabla 0-4 Elementos de protección personal.**

<b>Aspecto</b>	<b>Elemento de protección</b>
Cabeza	Casco, tafiote, cachuchas, togas para soldadores, casco tipo minero (con luz)
Auditiva	Protectores tipo copa, diadema, tapones, otros.
Ocular	Caretas para soldar y esmerilar, caretas contra ácidos, monogafas, lavaojos tipo industrial
Respiratoria	Mascaras y canister antigases – respiradores doble cartucho, filtros químicos contra diferentes contaminantes – filtros químicos – respiradores desechables- máscaras especiales con filtros (povo-humos).
Manos	Guantes de cuero, dieléctricos, contra ácidos, soldadores, caucho tipo industrial, aseadoras, para cirugía, asbesto, nitrilo 18”.
Pies	Zapatos de seguridad con puntera, zapatos dieléctricos, botas de caucho altas, corrientes y con puntera, botas tipo pantalón con o sin puntera, zapatos antideslizantes, botas de media caña en cuero.
Tronco	Vestido neopreno (2 piezas), poncho de caucho, cinturones de seguridad, chaleco reflectivo, peto, caucho contra ácidos, sobretodo de caucho, equipo salvavidas, vestidos para electricistas, vestidos impermeables enterizos, chompas acolchonadas (diferentes tipos), overoles térmicos.

Fuente: Adaptado por el Estudio. 2005.

- Se deberán instalar barandas en aquellos lugares de difícil circulación, así como en los sitios peligrosos.

- Las escaleras, pisos y plataformas se deberán mantener en buen estado y arreglándolas inmediatamente se deterioren.
- Los sitios de trabajo, deberán presentar un buen sistema de ventilación local y general.

Continuamente se deben realizar inspecciones de las condiciones de trabajo y de seguridad en los siguientes aspectos:

- Frentes de trabajo
- Vías de acceso
- Herramientas y equipos de trabajo en obra y campamento
- Vehículos de transporte de residuos
- Areas de mantenimiento de maquinaria

Todo personal nuevo que ingrese a laborar en el relleno debe estar capacitado en el programa de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial. Adicionalmente, se deben realizar charlas de 8 horas durante cada semestre en los siguientes aspectos:

- Procedimientos apropiados de ejecución de las actividades propias del manejo y disposición de residuos
- Uso de Herramientas
- Manejo de cargas
- Manejo de combustibles
- Orden y aseo
- Riesgos de las actividades propias de la operación, prevención y control
- Enfermedades profesionales, prevención y control
- Uso de los implementos de seguridad personal
- Programa de medicina preventiva
- Primeros auxilios

#### Subprograma de comité paritario de salud ocupacional

Las empresas con más de 10 empleados deben conformar un Comité Paritario de Salud Ocupacional, el cual es un ente de control interno. Los miembros del comité deben tener conocimiento de los aspectos básicos de la salud de los empleados y de su ambiente de trabajo. El número de miembros depende del tamaño de la empresa y deberá estar constituido por representantes de los trabajadores.

**Tabla 0-5      Número de miembros del comité paritario**

<b>Numero de trabajadores</b>	<b>Número de miembros</b>
De 10 a 49 trabajadores	1 representante con su suplente
De 50 a 449 trabajadores	2 representantes con sus suplentes
De 500 a 999 trabajadores	3 representantes con sus suplentes
De 1000 trabajadores o más	4 representantes con sus suplentes

Las funciones del comité paritario son las de apoyar las acciones y previsiones señaladas en el programa de Salud Ocupacional y proponer modificaciones, adiciones o actualizaciones del mismo. Dentro de las funciones se encuentran las siguientes:

- Proponer a la empresa, proyecto obra o actividad, las medidas y actividades relacionadas con la salud en el trabajo, adopción de medidas y el desarrollo de actividades que propendan por mejorar y mantener la salud de los trabajadores.
- Vigilar el cumplimiento de las actividades del programa de salud ocupacional.
- Realizar inspecciones a los lugares de trabajo con el fin de vigilar los ambientes de trabajo y las medidas de manejo para conservar la salud de los trabajadores y evitar accidentes laborales.
- Realizar actividades administrativas como llevar archivos, elegir secretario, llevar registros y presentar informes a la gerencia del proyecto o al encargado por parte de la empresa.

### **Reglas básicas**

- De conformidad con la Ley 100 de 1993, los contratistas están obligados a filiar a todos sus trabajadores al sistema de seguridad social integral, prestado por las entidades públicas o privadas autorizadas, con el fin de garantizar las prestaciones de salud, económicas y servicios sociales establecidos para los riesgos comunes y profesionales.
- De conformidad con el Decreto Ley N° 1295 de 1994, por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, los empleadores (contratistas) están obligados a afiliar y cotizar para todos sus trabajadores por accidente de trabajo y enfermedad profesional, de acuerdo a la clase de riesgo en el que se le clasifique.
- Todo el personal que labora en obra debe conocer el programa de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial
- Todas las personas deben tener una hoja de vida en el archivo de personal de la compañía, la cual debe contener los resultados de los exámenes médicos periódicos de salud ocupacional (Historia clínica), así como los registros de incidentes en que se ha participado.
- Todo personal que labora en obra debe portar uniforme con el logo y nombre de la empresa operadora. Se debe restringir el ingreso de personal ajeno a la operación del relleno.
- Los campamentos de obra deben contar con unidades sanitarias, duchas y vestieres para todo el personal que labora en obra.
- Los contratistas de obra deben contar con un manual de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial el cual debe ser objeto de permanente revisión y actualización periódica.

- En la cartelera de la zona campamento y en forma visible a todo el personal que ingresa a la obra, se deben colocar los teléfonos de emergencia (Hospital o centro de salud más cercano, bomberos, defensa civil, oficina de atención de emergencias del municipio y cruz roja).

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Programa de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial (PHSOSI)	SI /NO	Indica la obra o actividad cuenta con un programa de HSOSI.	Inicio de la Obra
2. Panorama de riesgos.	SI /NO	Indica si el programa de HSOSI cuenta con un Panorama de riesgos.	Inicio de la obra
3. Comité paritario de salud ocupacional.	SI /NO	Indica si la obra cuenta un Comité paritario de salud ocupacional, de acuerdo con lo establecido en la ley.	Inicio de la obra

### Manejo ambiental durante operación

#### Manejo de embalses

#### Objetivo

Presentar las medidas de manejo y control de embalses durante su etapa operativo.

#### Descripción de la actividad

Durante la operación de embalses destinados a suministro de agua, se hace necesario hacer un control del caudal ecológico aportante de las fuentes de agua, con el fin de no afectar los ecosistemas acuáticos ni los usos del agua aguas abajo del embalse.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Hídrico	Reducción de caudales en cuerpos de agua superficial.
Biótico	Ecosistemas	Deterioro de los ecosistemas acuáticos
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de conflictos con la comunidad

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

#### Medidas de manejo ambiental

El control del caudal mínimo o caudal ecológico sobre las fuentes aportantes, se debe efectuar través del balance hídrico a partir del caudal de captación o derivación del agua para el uso del acueducto, más los demás propósitos. El balance podrá considerar los siguientes aspectos:

- El caudal de afluencia  $Q_a$ , el cual está constituido por la suma de los caudales de las fuentes superficiales aportantes.
- El caudal de desembalse o demandado  $Q_d$ , el cual lo regula la operación de la bocatoma o estructura de control de salida hacia la aducción, de acuerdo a la demanda de agua, en este caso la de acueducto más la de energía y riego, si el embalse es multiuso.
- El caudal de agua que ingresa por precipitación  $Q_p$ .
- El caudal que sale o se pierde del embalse por evaporación  $Q_e$ .
- El caudal que se pierde por infiltración  $Q_i$ .
- El caudal que retorna a la fuente a través del rebose o de la descarga de fondo del embalse  $Q_r$ .

El balance hídrico estaría dado por la siguiente expresión:

$$Q_a - Q_d + Q_p - Q_e - Q_i = Q_r$$

De tal manera  $Q_r$  no puede ser inferior al caudal ecológico

En los embalses de llenado multianual y propósito múltiple pueden contar con un modelo matemático de simulación para la operación del desembalse, los cuales deben estar calibrados de acuerdo con los registros hidrológicos históricos de la cuenca. En situaciones de sequía lo recomendable es que la operación se haga a través de un comité hidrológico integrado por técnicos representantes de las entidades usuarias, que estén revisando permanentemente el balance hídrico y ajustando los desembalses, teniendo en cuenta que el servicio de acueducto es prioritario. El embalse debe contar con un manual operativo del embalse y obras complementarias, en donde se incluya actividades restringidas y las que se puedan ejecutar con la debida reglamentación de usos y horarios, tanto en la zona húmeda como en las zonas de transición y seca.

### Reglas de Operación

- Todo embalse debe contar con un modelo que permita determinar mensualmente el balance hídrico del mismo.
- Los embalses debe contar con sistemas de medición continua para valorar el caudal de retorno y compararlo con el caudal ecológico.
- Los cuerpos de agua que aporten agua al embalse deberán igualmente conservar su caudal ecológico, para lo cual se deberán instalar estaciones que permitan valorar continuamente sus caudales.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Balance hídrico	Variable	Realizar un balance hídrico en el embalse para controlar las pérdidas y caudales ecológicos de los cuerpos de agua.	Mensualmente
2. Monitoreo de caudales	%	Indica el número de cuerpos de agua que son objeto de monitoreo de caudales aguas abajo de la bocatoma que suministra agua al embalse.	Indicio de la obra
3. Modelo matemático	SI/NO	Indica si el embalse cuenta con un	Indicio de la

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
		modelo hidrológico que permita hacer simulaciones a futuro y tomar decisiones sobre el manejo del embalse.	Obra
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

## Manejo de sistemas de acueducto

### Objetivo

Establecer las medidas de control ambiental a tener en cuenta durante la etapa de operación normal en un sistema de acueducto.

### Descripción de la actividad

Para efectos del presente estudio el sistema de acueducto está conformado de los siguientes elementos:

- Captación
- Aducción y conducción
- Planta de tratamiento
- Red de distribución

Para cada uno de estos procesos se requiere contar con unas medidas de manejo básicas.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Hídrico	Reducción de caudales en cuerpos de agua superficial.
		Agotamiento de acuíferos
		Deterioro de la calidad del agua superficial
Biótico	Ecosistemas	Deterioro de los ecosistemas acuáticos
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de conflictos con la comunidad

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

#### Captación

1. Se debe verificar con una frecuencia periódica el caudal captado de la fuente, es decir se deben llevar registros de la macromedición realizada en la bocatoma.
2. La frecuencia de éste registro variará de acuerdo con las condiciones de cada sitio, sin embargo no debe ser mayor a una vez por mes para los sistemas de acueducto con captaciones menores o iguales a 0.5 l/s.

3. Se deben mantener actualizados los registros de caudal de la fuente de suministro, apoyándose en información secundaria (suministrada por entidades oficiales, como el IDEAM) o por mediciones directas en el sitio. Como mínimo se debe conocer el caudal en las fuentes de suministro para épocas de sequía y de invierno al año.
4. Si se trata de pozos subterráneos se debe tener información sobre la napa de agua existente en la zona y localización de otros pozos en el área.
5. Se debe calcular el caudal ecológico de la fuente teniendo en cuenta que el mismo se evalúa con base en las condiciones críticas de flujo (caudal mínimo) procurando que después del sitio de captación permanezca como mínimo el 25% del agua o la cantidad que determine la autoridad ambiental.
6. Instruir al personal de mantenimiento sobre la necesidad de recoger los residuos producidos durante las actividades rutinarias a realizar en el sitio de bocatoma y la expresa prohibición de disponerlos en las fuentes cercanas.
7. Las arenas que se extraigan del desarenador deben ser colocadas en áreas de la zona habilitadas para éste fin. Este material puede ser reutilizado o manejado como material de escombros.
8. Si el sistema de captación involucra equipos que requieran lubricación, se deben recoger los recipientes y llevarlos al sitio de disposición final que cuente con autorización ambiental más cercana. Si durante las actividades de reemplazo de lubricantes, éstos se derraman sobre el suelo se deben recoger con aserrín inmediatamente y limpiar el suelo contaminado.
9. A los operarios encargados del mantenimiento, se les debe dotar con bolsas para la recolección de residuos sólidos y capacitarlos en la correcta ejecución de sus actividades preservando el medio ambiente.

#### Aducción y conducción

1. Se debe realizar inspección periódica de los sistemas aducción y conducción con miras a identificar conexiones en ruta y el estado de la aducción y conducción (fugas) que reduzcan el caudal que es conducido de la bocatoma a la planta o de esta última a la red de suministro.
2. Se debe verificar periódicamente el estado de las válvulas y accesorios existentes.
3. Se debe realizar inspección rutinaria del corredor de servidumbre, para detectar oportunamente la invasión del mismo por los habitantes cercanos.
4. Se debe hacer mantenimiento adecuado de la cobertura vegetal en el corredor de servidumbre.

5. Los sedimentos del proceso de desarenación pueden ser manejados como residuos inertes, por lo cual se pueden reutilizados, enterrados en el suelo (en un sitio diseñado y previsto para tal fin) o manejados como material de escombros.

#### Instalación y mantenimiento de tuberías, colectores cámaras

1. Se debe realizar acopio de materiales alejado de las riberas al menos 100 metros, para evitar aportes de materiales a las aguas.
2. No se deben disponer los sobrantes de mezclas de concreto en cauces o cursos de agua. Estos deben ser manejados como material de escombros.
3. Si en el corredor a intervenir se encuentran árboles para tala se deben ubicar los nidos de aves y proceder a su rescate.
4. Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el diseño paisajístico.

#### Planta de tratamiento

1. Se deben llevar registros periódicos de la calidad del agua cruda que llega al sistema de potabilización, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 475/98.
2. Realizar pruebas de jarras periódicas que permitan controlar el proceso de tratamiento implementado, permitiendo el suministro de agua potable a la población.
3. Mantener un adecuado remanente de productos químicos requeridos en el proceso.
4. Establecer dentro de las instalaciones de la planta, un sitio para el almacenamiento de productos químicos, el cual debe cumplir con las normas de seguridad industrial pertinentes.
5. Instruir a los operadores de la planta sobre las características de los productos, la forma adecuada de manipulación de los mismos, y forma de actuar en caso de accidentes.
6. Llevar registros del volumen de lodo producido a nivel de pruebas de jarras y de planta.
7. Establecer procedimientos para el lavado de los filtros, de forma que se minimice el agua utilizada en ésta actividad.
8. El agua proveniente de las actividades de limpieza de la planta debe ser conducida al sistema de alcantarillado de la población en caso en que sea posible, si ésta alternativa no es viable debe disponerse de un sistema de



tratamiento que permita mejorar su calidad antes del vertimiento a una fuente hídrica.

9. Las aguas de lavado de filtro y los lodos de fondo de los procesos de sedimentación deben ser tratados mediante espesado (sedimentadores cónicos) y llevados a lechos de secado. Debido a que estos lodos son inertes, los lodos deshidratados pueden ser manejados como residuos de escombros.
10. Los empaques de productos químicos deben ser clasificados de acuerdo con el grado de toxicidad del producto que los contienen y ser dispuestos de forma adecuada. No deben ser mezclados con residuos convencionales de la planta.

#### Tanque de almacenamiento

1. Durante su construcción y previamente a su puesta en marcha se deben hacer pruebas de infiltración para determinar posibles fugas, las cuales deben ser reparadas en caso de detectarse.
2. Durante la operación normal de éste componente se deben llevar registros de las actividades de limpieza y desinfección del tanque, controlando el agua utilizada en ésta labor.
3. Los residuos líquidos generados se deben conducir al sistema de recolección de aguas servidas de la población, nunca disponerlos en los drenajes o fuentes superficiales cercanas.
4. Realizar inspecciones rutinarias para detectar posibles fisuras y fugas.

#### Red de distribución

1. Tener en cuenta las mismas disposiciones expresadas para la aducción y conducción. Adicionalmente se deben mantener registros actualizados de los suscriptores del servicio.
2. Realizar mantenimiento periódico de hidrantes y control de la calidad del agua suministrada a la población.
3. Programar reparaciones y actividades de mantenimiento con anterioridad informando en forma oportuna a la comunidad.

#### **Reglas básicas**

- Las actividades de excavación, reforestación, manejo de residuos sólidos y escombros deben realizarse de acuerdo con lo establecido en las medidas ambientales establecidas para la fase constructiva.
- Además de las medidas de manejo previstas, se deben considerar las que particularmente establezca la autoridad ambiental en el permiso de concesión de agua.

## Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
2. Monitoreo de caudales	m <sup>3</sup> /d	Indica el caudal captado de cuerpos de agua o pozo en forma permanente.	Permanente
3. Calidad del agua	SI/NO	Indica si el sistema de acueducto realiza monitoreo de la calidad del agua de acuerdo con los parámetros y frecuencias establecidos en el Decreto 745/94 del Ministerio de Salud.	Mensualmente
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

## Uso eficiente de agua potable

### Objetivo

Establecer las medidas de manejo y control que permitan dentro de la prestación de servicio de acueducto, establecer programas de uso eficiente de agua.

### Descripción de la actividad

Con el fin de controlar y disminuir las pérdidas técnicas de agua, todas las entidades prestadoras del servicio de acueducto, deben realizar programas de macromedición, instalando instrumentos a la salida de la planta de tratamiento o en las tuberías de entrega de pozos profundos, por lo menos en esos sitios.

El artículo 146 de la Ley 142 de 1994 estableció el derecho que tienen la empresa y el suscriptor a que se midan los consumos de agua potable; a que se empleen para ello los instrumentos de medida que la técnica haya hecho disponibles y a que el consumo sea el elemento principal del precio que se cobre al suscriptor.

En esta materia, corresponde a los actuales Alcaldes, en caso de que los servicios sean prestados directamente por el municipio o por empresas de servicios públicos de orden local, salvo que les cobijen las excepciones para su colocación, cumplir con la instalación de micromedidores a todos los suscriptores de su entidad territorial, antes del 17 de julio del presente año, sobre lo cual deberán informar a esta Superintendencia a más tardar el 1 de agosto de 2001.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Hídrico	Reducción de caudales en cuerpos de agua superficial.
		Agotamiento de acuíferos
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de conflictos con la

		comunidad
--	--	-----------

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### **Medidas de manejo ambiental**

1. Se debe implementar un programa de micromedición y realizar actividades de instalación de contadores de tal manera que se cubra el 100% de los usuarios del municipio. Su ejecución se debe realizar de acuerdo con los plazos particulares que conceda la CRA para cada proyecto específico.
2. El programa de de micromedición debe incluir el monitoreo y mantenimiento de tal forma que los medidores se revisen, calibren, reparen por lo menos cada 3.000 metros cúbicos de marcación.
3. Se debe contar con un programa de macromedición que garantice que los instrumentos de macromedición deben estar presentes en la fuente de suministro (estructura de captación), a la salida de la planta de tratamiento, o en las tuberías de entrega de pozos profundos.
4. Los programas de macromedición y micromedición deben ir acompañados de campañas de sensibilización y educación a la comunidad, en la que se resalte la importancia de la conservación y control del agua y la medición como mecanismo para controlar el consumo.
5. Se deben llevar y conservar registros actualizados y confiables de la forma como han ejecutado y cumplido la operación y control de los sistemas de producción y conducción de agua potable.
6. Se debe llevar programa de mantenimiento de redes que incluya el registro y control de reposición de tuberías, instalación de válvulas nuevas y sectorización de redes de acueducto que permita la reducción de pérdidas en la distribución del recurso.
7. Se debe incentivar el uso de las aguas lluvias tanto en viviendas como en instalaciones no residenciales en zonas deficitarias de agua.
8. Se debe motivar y exigir el uso de aparatos y accesorios de bajo consumo de agua (Decreto 3102/98).
9. Ejecutar programas tendientes a lograr un Índice de Agua No Contabilizada por debajo de 30 %, de acuerdo a metas anuales de reducción aprobadas por la CRA.

### **Reglas básicas**

- Se debe mantener vigente la concesión de aguas otorgada por la autoridad ambiental regional, cumpliendo todas y cada una de las disposiciones allí plasmadas.

- Además de las medidas de manejo previstas, se deben considerar las que particularmente establezca la autoridad ambiental en el permiso de concesión de agua.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Programa de macromedición y micromedición	SI/NO	Indica si se cuenta con dicho programa, el cual debe actualizarse anualmente.	Permanente
2. Usuarios medidos	%	Indica el número de usuarios que cuenta con sistema de micromedición, con respecto al total de usuarios que cuenta con servicio de acueducto.	Mensualmente
3. Agua no contabilizada	%	Indica el porcentaje de agua consumida por los usuarios que son facturados, con respecto al agua suministrada desde por el sistema de acueducto.	Mensualmente
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

### Operación de sistemas de alcantarillado

#### Objetivo

Establecer las medidas de control ambiental a tener en cuenta durante la etapa de operación de un sistema de alcantarillado.

#### Descripción de la actividad

Un sistema de alcantarillado está compuesto de los siguientes elementos:

- Tuberías y colectores (primarios y secundarios)
- Cámaras de quiebre y de inspección
- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Sistema de descole y vertimiento final

Durante su operación, las actividades van encaminadas a su mantenimiento preventivo, correctivo con el fin de garantizar su adecuado desempeño y prevenir obstrucción parcial o total. Para el caso de la planta de tratamiento, esta se compone de un conjunto de procesos encaminados a reducir las cargas contaminantes y garantizar que el agua vertida no genere impacto significativo sobre el cuerpo de agua receptor, por lo cual su calidad debe estar acorde con el Decreto 1594/84 o con el permiso de vertimiento otorgado por la autoridad ambiental competente.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Hídrico	Deterioro de la calidad del agua superficial
Biótico	Ecosistemas	Deterioro de los ecosistemas acuáticos

Socioeconómico	Sociocultural	Generación de conflictos con la comunidad
	Bienestar	Incremento del nivel de morbilidad

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. Todo el sistema de alcantarillado debe incluir un programa de operación y mantenimiento que incluya inspecciones, mantenimiento preventivo y correctivo, manejo de lodos, monitoreo y control. Igualmente deben incluirse las medidas de manejo ambiental que parta de los posibles impactos que se pueden causar sobre el medio ambiente y la salud de la población atendida y ubicada en el área de influencia el proyecto.
2. Se debe realizar una inspección periódica de las redes de recolección, pozos de inspección, cámaras de paso, aliviaderos y demás estructuras con miras a identificar conexiones erradas y/o fugas que alteren el caudal a ser conducido a la planta de tratamiento. Estas estructuras deben incluirse dentro del programa de mantenimiento.
3. Se debe realizar mantenimiento de los corredores de servidumbre y sitios de entrega del alcantarillado pluvial, para detectar oportunamente la invasión del mismo por la población.
4. Se debe hacer un mantenimiento adecuado de la cobertura vegetal en el corredor de servidumbre.
5. Evaluación periódica del caudal transportado por la red de alcantarillado combinado, descargado por el sistema de alcantarillado pluvial y recibido en la PTAR.
6. Las labores de limpieza de las redes deben efectuarse con sonda manual o electro sonda y la frecuencia mínima de inspección debe ser de una vez al año.
7. Los emisarios finales pueden exigir dragado permanente, lo mismo que una limpieza permanente en el caso de aliviaderos, lo cual debe quedar explícito en el manual de mantenimiento.
8. Debe restringirse la siembra de árboles con potencial dañino para los colectores a una distancia menor de 2 m. La penetración de raíces en los colectores puede prevenirse.
9. Las mediciones de caudales en la red de colectores de aguas residuales se hace necesaria con el fin de conocer y corregir las anomalías que se puedan presentar en el sistema, para llevar un control de vertimientos y para contribuir a una mejor estimación de los diferentes parámetros utilizados en los diseños. Estas mediciones deben hacerse no solamente en términos de cantidad sino también de calidad del agua. En cuanto a mediciones de calidad de agua, éstas se deben regir por los requerimientos de la normatividad vigente sobre vertimientos y descargas para la disposición de aguas residuales (Ver Tabla 0-6).

10. Para la determinación del caudal de las descargas deben efectuarse por lo menos 3 jornadas de medición horaria durante las 24 horas del día y en cada uno de los emisarios que se consideren representativos. Con estos datos deben determinarse los caudales medio y máximo horario representativos de cada descarga de acuerdo a lo establecido en el RAS 2000.
11. Se debe realizar un programa de monitoreo de la calidad de las aguas vertidas. Los parámetros, frecuencias y sitios de muestreo deben corresponder a lo establecido en los requerimientos técnicos de control de la planta de tratamiento de aguas residuales o lo indicado en el permiso de vertimiento particular. Sin embargo, como mínimo se deberá realizar un monitoreo de acuerdo a lo establecido en el RAS 2000 (ver Tabla 0-8).

**Tabla 0-6 Frecuencia de medición de caudales y caracterización de vertimientos**

Nivel de complejidad del sistema	Frecuencia mínima	Cantidad	Mediciones
Bajo a medio	Caudal: Bianual Calidad: Bianual	Caudal: Obligatorio Calidad: Recomendado	Periodicidad bianual en 1 o 2 puntos de control en emisario final
Medio alto	Caudal: Bianual Calidad: Bianual	Caudal: Obligatorio Calidad: Recomendado	Periodicidad bianual en puntos estratégicos de control (subáreas de drenaje) en colectores principales y emisarios
Alto	Caudal: Anual Calidad: Bianual	Caudal: Obligatorio Calidad: Obligatorio	Periodicidad anual en puntos estratégicos de control (subáreas de drenaje) en colectores principales y emisarios. Medición automática y telemetría recomendada en algunos puntos.

Fuente: RAS. 2000

**Tabla 0-7 Parámetros que deben medirse para cada nivel de complejidad del sistema**

Nivel	Parámetro
Bajo	DBO <sub>5</sub> total y soluble, sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, DQO soluble y total, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo (soluble y particulado).
Medio	DBO <sub>5</sub> total y soluble, sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, DQO soluble y total, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo (soluble y particulado).
Medio alto	DBO <sub>5</sub> total y soluble, sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, DQO soluble y total, fósforo (soluble y particulado), aceites, detergentes, grasas y nitrógeno total Kjeldahl.
Alto	DBO <sub>5</sub> total y soluble, sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, DQO soluble y total, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo (soluble y particulado), aceites y grasas, fósforo, metales pesados: Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Hg, Cu, Ag, y sustancias orgánicas volátiles, cloruros, detergentes.

Fuente: RAS.2000.

### Reglas básicas

- Las actividades de excavación, reforestación, manejo de residuos sólidos y escombros deben realizarse de acuerdo con lo establecido en las medidas ambientales establecidas para la fase constructiva.

- Además de las medidas de manejo previstas, se deben considerar las que particularmente establezca la autoridad ambiental en el permiso de vertimientos.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Monitoreo de caudales y calidad	SI/NO	Indica si se cuenta con dicho programa, el cual debe realizarse de acuerdo con lo establecido en el permiso de vertimiento y/o la norma RAS 2000.	Permanente
2. Programa de operación y mantenimiento	SI/NO	Indica si el sistema cuenta con dicho programa.	Actualización anual
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

### Operación sistemas de tratamiento de aguas residuales

#### Objetivo

Establecer las medidas de control ambiental a tener en cuenta durante la etapa de operación normal en un sistema de tratamiento de aguas residuales.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Hídrico	Deterioro de la calidad del agua superficial
Biótico	Ecosistemas	Deterioro de los ecosistemas acuáticos
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de conflictos con la comunidad
	Bienestar	Incremento del nivel de morbilidad

Fuente: Adaptado por el autor, 2005.

### Medidas de manejo ambiental

#### Medidas generales

1. El personal de operación debe estar entrenado en la operación de la planta y ser capaz de manejar cualquier contingencia que se presente. El entrenamiento puede ser obtenido a través de una empresa o entidad especializada que pueda certificar y calificar a los operadores como aptos para operar la planta de tratamiento.
2. Se debe llevar control diario del caudal afluente del sistema de tratamiento.
3. Se deben mantener en la planta, resultados de las caracterizaciones periódicas del agua residual cruda como la tratada, en los parámetros que establezca la autoridad ambiental.
4. Se deben mantener stock de los materiales y productos químicos necesarios para el funcionamiento del sistema de tratamiento.
5. Toda planta debe contar con un manual de operación y mantenimiento. El manual debe contener las instrucciones precisas sobre el funcionamiento de cada uno de los procesos y elementos que componen, la planta, debe fijar reglas de

operación y debe incluir acciones concretas a los posibles problemas de funcionamiento que se puedan presentar.

#### Trampa de grasas

1. Las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. La limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo..
2. Las grasas recolectadas pueden ser mezcladas con cal en una dosis del 5% y dispuestas en rellenos sanitarios convencionales debidamente autorizados.

#### Rejillas y desarenadores

1. Se debe realizar limpieza manual periódica de desarenadores cuando el caudal sea menor de 50 litros/seg. La Limpieza debe ser mecánica cuando el caudal sea igual o mayor de 50 litros/seg.
2. Se debe llevar control periódico del lecho de arena acumulado. Se debe aislar la estructura cuando la arena ocupe las 2/3 partes del volumen. Se deben mantener registros continuos del volumen de arena removida y transportada al sitio de disposición final.
3. Análisis de sólidos volátiles contenidos en la arena removida. En caso de que estos sean muy altos, se deben establecer medidas de corrección pertinentes.
4. El material de fondo de los desarenadores puede ser deshidratado y reutilizado o manejado como material de escombros.

#### Sedimentadores primarios

1. Las natas y grasas deben eliminarse diariamente de la superficie del tanque y estabilizarse con cal antes de su disposición final.
2. Los diseños deben contemplar preferiblemente dos unidades que funcionen en paralelo para facilitar las labores de mantenimiento.
3. Los lodos primarios deben atender las recomendaciones establecidas en las medidas de manejo para tal fin, las cuales se presentan mas adelante.
4. Se debe evitar la acumulación excesiva de lodos, los cuales deben ser removidos cuando el nivel sea igual o superior a 1/3 de la altura útil de la unidad.
5. Cuando el sistema tenga más de un sedimentador, se deben revisar periódicamente los sistemas de alimentación para nivelar caudales.

#### Lodos activados

1. Se debe realizar mantenimiento y limpieza periódica del tanque de aireación, con el correspondiente control del índice volumétrico de lodos con frecuencia diaria; concentración de oxígeno con frecuencia diaria, debe mantenerse registros continuos; volumen de lodo manteniendo los rangos establecidos en el diseño.



2. Prever el funcionamiento continuo del sistema de aireación o el requerido para mantener condiciones aeróbicas en el reactor y concentración de oxígeno disuelto de diseño.
3. Evitar formación de depósitos de material en el tanque, que permitan la correcta circulación del agua.
4. Los diseños deben contemplar preferiblemente dos unidades que funciones en paralelo para facilitar las labores de mantenimiento.

### Filtros percoladores

1. Se debe mantener distribución uniforme del flujo en la superficie y una buena ventilación del filtro.
2. Se debe realizar limpieza regular de tubos y orificios de la regadera.
3. En filtros percoladores cerrados, se deben verificar cambios de color en el material filtrante y presencia de sustancias explosivas, en cuyo caso debe aislarse inmediatamente la estructura y notificar al jefe de planta.
4. Controlar presencia de moscas en los filtros, situación que genera problemas ambientales, se deben lavar paredes internas del filtro que estén expuestas al medio ambiente con agua limpia y fumigar los alrededores de los filtros.

### Reactores UASB

1. Se debe realizar un monitoreo continuo de pH y alcalinidad, el valor mínimo de pH debe ser 6,5 unidades.
2. Se debe realizar mantenimiento periódico de las estructuras y equipos de recolección de gases para malos olores.
3. Se debe realializar monitoreo de contenido de sólidos volátiles en el efluente, cuando se sobrepase el valor de 60 mg/litro, se debe revisar funcionamiento hidráulico. Del sistema.

### Sedimentadores secundarios

1. Se debe evitar la concentración de lodos para el control de malos olores, se debe mantener solamente la concentración específica en la línea de retorno de acuerdo con los diseños, los lodos en tal caso deben ser recolectados y conducidos al inicio del proceso.
2. Se debe evitar el abultamiento de lodos, llevando un control permanente del contenido de nutrientes, carga orgánica, oxígeno disuelto, caudal de retorno de lodos y operación del sedimentador.
3. Se debe evitar la acumulación excesiva de lodos, los cuales deben ser removidos cuando el nivel sea igual o superior a 1/3 de la altura útil de la unidad.

### Control ambiental de la planta

1. La operación debe procurar que todo el caudal efluente del sistema de tratamiento siga el proceso de tratamiento pre establecido en los diseños.

2. Se debe observar diariamente el estado general de la planta y las estructuras de tratamiento en particular. Donde sea necesario se debe garantizar el mantenimiento, reparación y/o reposición de las partes que lo ameriten.
3. Se debe llevar control permanente de calidad y cantidad del agua que llega y sale de la planta, o reemplazo, olores y ruido.
4. Se deben seguir las medidas de seguridad industrial que garanticen la protección de los operarios y visitantes.

### Reglas básicas

- Las plantas de tratamiento deben ser diseñadas para cumplir con los requerimientos del Decreto 1594/84 en materia de vertimientos y/o la autoridad ambiental a través del permiso de vertimientos.
- Todas las plantas de tratamiento deben contar con documentos de diseño y manual de operación y mantenimiento.
- Todos los operadores de planta deben contar con certificación adecuada para realizar dicha labor.
- Se deben atender además las observaciones establecidas en el permiso de vertimiento de aguas residuales.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Remoción de materia orgánica	%	Indica la eficiencia en la remoción de materia orgánica expresada en DBO5 y calculada de la siguiente manera.  $R = \frac{DBO_{ent} - DBO_{salid}}{DBO_{ent}} \times 100$	Mensual
2. Remoción de Sólidos suspendidos totales	%	Indica la eficiencia en la remoción de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y calculada de la siguiente manera.  $R = \frac{SST_{ent} - SST_{salid}}{SST_{ent}} \times 100$	Mensual
3. Remoción de Grasas y Aceites	%	Indica la eficiencia en la remoción de Grasas y Aceites (G&A) y calculada de la siguiente manera.  $R = \frac{G\&A_{ent} - G\&A_{salid}}{G\&A_{ent}} \times 100$	Mensual
4. Remoción de patógenos	%	Indica la eficiencia en la remoción de organismos patógenos expresados como Ecoli e Coniformes. La remoción puede ser calculada de la siguiente manera.  $R = \frac{E_{ent} - E_{salid}}{E_{ent}} \times 100$	Mensual
5. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

\* ent: valor en la entrada a la planta; salid: valor en el punto de vertimiento.

### Manejo de lodos

### Objetivos

Establecer las medidas de manejo para los lodos producidos en las plantas de tratamiento de aguas residuales y las redes de alcantarillado.

### Descripción de la actividad

Durante la operación de los sistemas de alcantarillado se pueden generar lodos los cuales son de dos tipos:

- Lodos del mantenimiento de las redes públicas de drenaje, como alcantarillado sanitario y pluvial. Estos lodos se caracterizan por tener un alto contenido de humedad y alto contenido orgánico. Dependiendo de la frecuencia de retiro de lodo, éste puede presentar un nivel de estabilidad biológica alto o bajo; para el caso de canales, cuando las frecuencias son superiores a 1 año se pueden esperar niveles de estabilidad alto, ya que el lodo ha sufrido procesos de digestión dentro del mismo colector o canal. Para el caso de lodos de alcantarillado su nivel de estabilización biológica suelen ser bajos debido a que el lodo se encuentra asociado a los sólidos suspendidos del agua residual doméstica, principalmente (Ver Tabla 0-8).

**Tabla 0-8 Composición típica de lodos de un alcantarillado**

Parámetro	Valor *
% finos, % **	12.31 a 84.8
Humedad, %	50.7 a 84.2
DBO <sub>5</sub> , g/Kg O <sub>2</sub>	75.0 a 6,600.0
DQO, g/Kg O <sub>2</sub>	13,171.0 a 89,654.0
DBO <sub>5</sub> /DQO,	0.3 a 34.0
Sólidos Volátiles (%)	2.3 a 8.0
pH, Unidades	7.3 a 8.8
Cadmio, mg/Kg Cd ***	0.5 a 1.3
Plomo, mg/Kg Pb	32.6 a 252.6
Cromo, mg/Kg Cr	1.5 a 39.8
Cobre, mg/Kg Cu	1.2 a 380.0
Niquel, mg/Kg Ni	15.1 a 71.6
Zinc, mg/Kg Zn	65.5 a 327.6
Mercurio, mg/Kg Hg	0.03 a 0.80
Colif. Totales, NMP/100 ml	1.4E6 a 1.6E11
E. Coli, NMP/100 ml	4.0E5 a 3.0 E7

Fuente:

\* EAAB. 1999.

\*\* Expresados como porcentaje que pasa tamiz No. 200 ó partículas menores de 0.074 mm de diámetro.

\*\*\* Todos los metales están expresados en base seca.

- Lodos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas municipales. Los lodos normalmente se genera por procesos de decantación (primaria o secundaria) y está compuesto por una fracción sólida y una fracción acuosa, cuya proporción depende del proceso que lo genera, aunque la fracción sólida normalmente se encuentra en por debajo del 10% en peso. La fracción sólida incluye componentes físico-químicos que le confieren las propiedades al lodo y

son las que determinan los riesgos hacia el medio ambiente y consecuentemente los requerimientos de manejo. La calidad de lodo depende del tipo de lodo (primario, secundario o estabilizado). En la Tabla 0-9 se presenta la composición típica de un lodo primario o crudo. Este tipo de lodo se caracteriza por presentar mas del 60% de materia orgánica, lo que hace que su potencial contaminante sea alto, por lo cual normalmente se requieren procesos de estabilización biológica previa a su disposición final en el suelo o en rellenos sanitarios controlados

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto potencial
Físico	Geosférico	Deterioro de la calidad del suelo
	Atmosférico	Deterioro de la calidad del aire por gases y olores
	Hídrico	Deterioro de la calidad del agua superficial
Sociocultural	Sociocultural	Generación de conflictos
	Bienestar	Deterioro de la calidad de vida

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

**Tabla 0-9 Composición típica de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas**

Parámetro	Unidad	Valor
Materia Orgánica	% solidos secos	65 a 75
Nitrógeno	% solidos secos	3 a 7
Fósforo	% solidos secos	0.5 a 1.5
Grasas y Aceites	% solidos secos	4 a 12
Proteínas	% solidos secos	10 a 20
Carbohidratos	% solidos secos	5 a 8
pH	Unidades	6.8 a 7.6
Zinc	mg/Kg sólidos secos	1.600,0
Cobre	mg/Kg sólidos secos	700,0
Plomo	mg/Kg sólidos secos	400,0
Cromo	mg/Kg sólidos secos	300,0
Niquel	mg/Kg sólidos secos	150,0
Cadmio	mg/Kg sólidos secos	15,0
Arsénico	mg/Kg sólidos secos	5,0
Mercurio	mg/Kg sólidos secos	10,0
Selenio	mg/Kg sólidos secos	1,0

Fuente: CIMAB. Centro de ingeniería y manejo ambiental de bahías y Costas. Barbados. 2003.

### Medidas de manejo ambiental

#### Lodos de redes de alcantarillado y agua lluvia

Estos lodos son extraídos mecánicamente de las redes de alcantarillado en inclusive canales de agua lluvia mediante equipos de succión o de vacío, palas y

retroexcavadoras. Estas labores están a cargo de las empresas de servicio público encargadas de los acueductos municipales.

Ya que el retiro de los lodos se realice normalmente en los espacios públicos de la ciudad, es decir junto a la viviendas y peatones de las vías públicas, el manejo involucra el cargue directo desde los colectores a los vehículos transportadores, lo que no da lugar a pretratamiento como la deshidratación y menos la estabilización biológica. En ese sentido es recomendable que estos procesos se incorporen en los sitios de disposición final.

Para las labores de extracción y transporte es recomendable que las empresas de servicios públicos y sus contratistas tengan en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Realizar el mantenimiento de redes preferiblemente en horarios de bajo flujo vehicular y peatonal.
2. En caso de que sea necesario realizar el escurrimiento del lodo para deshidratación, es recomendable depositar en lodo sobre geomembrana de polietileno y en un sitio aledaño al sitio de trabajo que no afecte el paso vehicular ni peatonal.
3. En caso de presentarse malos olores, se debe aplicar cal al material almacenado temporalmente.
4. El material puede depositarse en forma de cordón y pila y cubrirse debidamente con plástico para evitar el arrastre de material y la interrupción del escurrimiento. El tiempo máximo de escurrimiento debe ser de 24 horas.
5. Durante el transporte en volquetas, el material debe ir debidamente cubierto de tal forma que se evite el derrame de material sobre las vías públicas. El transporte debe realizarse preferiblemente en horarios de bajo flujo vehicular.

#### Lodos de planta de tratamiento de aguas residuales municipales

Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales se generan en las siguientes unidades:

- Sedimentadores primarios (agua cruda)
- Lagunas anaeróbicas y anaeróbicas
- Sedimentadores secundarios (localizados después de los procesos biológicos)
- Reactores anaeróbicos tipo UASB

Dentro de los diseños de las plantas normalmente se incluye el manejo de los lodos, por lo cual las labores de tratamiento de los mismos se realizan en la misma planta. De acuerdo con las características físicas y químicas de los lodos las labores de tratamiento de lodos en los sitios de las plantas deben incluir los siguientes:

- **Digestión o estabilización biológica de los lodos.** Para el caso de lagunas aeróbicas y anaeróbicas, los lodos generados presentan un nivel de estabilización apropiado ya que el drenaje de estos sistemas se realizan con frecuencias de 5 a 10 años, tiempo suficiente para que los lodos se estabilicen.

Para el caso de plantas con procesos biológicos aeróbicos como los lodos activados, la estabilización de lodo ocurre dentro de la misma planta, por lo que no es necesaria la incorporación de procesos adicionales.

Sin embargo, para los demás casos es necesario implementar la estabilización de lodos antes de su disposición final, mediante el uso de lagunas anaerobicas o reactores en forma de pilas estáticas o por volteo. En todo caso el sistema que se implemente debe contar con las instalaciones necesarias para prevenir la contaminación del suelo, agua de escorrentía y cuerpos de agua con el material de lodo o lixiviados que se puedan generar durante el proceso.

- **Deshidratación.** La deshidratación es un proceso que se debe realizar en el sitio de la planta de tratamiento de aguas residuales para reducir el volumen, lograr la manejabilidad del lodo y prepararlo para su disposición final. La deshidratación se debe aplicar a lodos digerido previamente. Esta labor debe incluir por lo menos la incorporación de lechos de secado en material granular o de placas de secado, ambos procesos protegidos del agua lluvia. Igualmente se pueden emplear sistemas mecánicos mas sofisticados como filtros prensa, centrífugas e incluso deshidratadores térmicos de acuerdo con el diseño de la planta. El contenido de humedad máximo recomendado debe ser del 40% para facilitar y reducir las labores de transporte. Sin embargo el contenido de humedad puede ser mas bajo en la medida en que se requiera para su aprovechamiento y disposición final posterior.

#### Aprovechamiento y valoración de lodos

Los lodos tanto de redes de alcantarillado como de planta de tratamiento ofrecen las siguientes posibilidades de aprovechamiento en recuperación de suelos, co-tratamiento con residuos orgánicos y cobertura final en rellenos sanitarios y escombreras.

#### Recuperación de suelos

La aplicación del lodo en el suelo es una técnica que se emplea exitosamente en otros países con una amplia competencia frente a otros sistemas de manejo e igualmente utilizados como son los rellenos, la incineración y el compostaje. Cualquier alternativa de manejo y disposición final se debe fundamentar en la premisa básica de garantizar que se minimice el riesgo potencial que estos residuos puedan ejercer sobre el medio ambiente (agua, aire, suelo, paisaje) y la salud humana. Es este orden, la disposición de lodo de forma controlada en el suelo resulta una alternativa ampliamente viable, permitiendo el mejoramiento de las características del suelo como medio de sustento de la vegetación<sup>5</sup>. Esta alternativa permite además su incorporación a corto y mediano plazo, con lo cual se puede mejorar la vida útil de los sitios de sitio de disposición final. La aplicación de lodo en el suelo comprende su distribución en el suelo ya sea sobre el terreno o por debajo de la superficie del mismo. Esta actividad es la opción de manejo mas ampliamente utilizada en Estados Unidos en localidades pequeñas. Dependiendo de

---

<sup>5</sup> / Metcalf y Eddy, Ingeniería de aguas residuales. Pp 1022. 1995.

las características físico-químicas y bacteriológicas del lodo, así como de las condiciones edafológicas de los suelos, el lodo puede ser aplicado en los siguientes tipos de suelo:

- Terrenos de uso agrícola
- Terrenos forestales
- Terrenos preparados exclusivamente para la disposición de lodos
- Cobertura final de rellenos sanitarios y escombreras

En cualquiera de los usos disponibles, la disposición del lodo permite un tratamiento adicional del lodo ya que los cambios de humedad y la luz solar induce la eliminación de organismos patógenos, las plantas consumen los nutrientes presentes en el residuo con lo que se mejora su estabilidad biológica y se atrapan físicamente los metales pesados en la matriz de suelo. En todo caso la aplicación de lodo en el suelo para un cultivo o vegetación específica, deberá ser analizada en función de uso de la vegetación. En la Tabla 0-10 se presentan las características de los lodos que pueden ofrecer limitaciones de uso en el suelo.

**Tabla 0-10 Parámetros de calidad de lodos que presentan limitación para uso en el suelo**

Parámetro	Limitaciones de uso
Contenido orgánico	Un alto contenido orgánico en el lodo puede generar problemas de olores y atraer vectores (moscas, mosquitos y roedores). Para minimizar este efecto el lodo puede ser estabilizado biológicamente mediante digestión previa por vía aeróbica (compost) o anaeróbica. Igualmente puede ser estabilizado químicamente mediante la aplicación de cal (hidróxido de calcio) o hidróxido de sodio.
Patógenos	La presencia de organismos patógenos (bacterias, virus, protozoos, etc), presentan el riesgo de propagar enfermedades si estos entran en contacto con el hombre. Para su uso se requieren procesos encaminados a su eliminación.
Nutrientes	Los principales nutrientes de las plantas están constituidos por Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Los lodos de origen de aguas residuales comúnmente presentan estos componentes los cuales le confieren aptitud al suelo como material de soporte de las plantas. Cuando estos elementos se encuentran en baja proporción pueden representar limitaciones en el crecimiento, dependiendo del tipo de planta.
Metales pesados	La presencia de metales pesados pueden generar aporte de elementos tóxicos a la planta, lo cual limita el uso posterior de la misma con fines de alimentación. Metales como el Cadmio pueden ser acumulados en la planta y representan riesgo para el hombre y animales, sin embargo pueden no ser tóxicos para la planta. Igualmente, un cambio en las condiciones del pH hacia valores ácidos, posibilita unas condiciones más favorables para la solubilidad de los metales y consecuentemente para el riesgo de inmigración hacia el medio externo.
Textura y consistencia	La textura es una propiedad física del lodo que puede limitar su utilización por concepto de erosión si no se dispone en condiciones seguras. Por tal motivo es recomendable la mezcla de lodo estabilizado con suelo orgánico, aserrín de madera y cascarilla de arroz.

*Fuente: Metcalf y Eddy, Ingeniería de aguas residuales. 1995*

El método de aplicación a emplear depende de las características del lodo y de las condiciones del terreno tales como la topografía, condiciones climáticas, tipo de vegetación prevista. Dentro de los métodos de aplicación se destacan los siguientes:

- **Aplicación de lodo líquido:** Es empleado cuando el contenido de humedad es superior al 90% (1) Su aplicación se puede realizar mediante el uso de vehículos especialmente equipados o por tubería. Para el caso de aplicaciones cíclicas, las labores incluyen la distribución del lodo antes de la siembra, el secado parcial del mismo y la escarificación para permitir la mezcla con el suelo. Estas actividades se repite en cada aplicación. Dentro de los posibles riesgos de este tipo de aplicación se encuentran, la generación de olores, generación de vectores, lavado por escorrentía superficial, aunque estos factores se minimizan en la medida en que el residuo se encuentra estabilizado y el terreno presenta una mayor aptitud.
- **Aplicación de lodo deshidratado:** Este sistema se emplea comúnmente cuando el contenido de humedad es menor al 80 % y su aplicación es similar a la empleada con abonos animales, por lo cual se pueden emplear cajas de distribución acarreadas por tractores o esparcidores manuales. Una vez distribuido el lodo, el terreno es arado o escarificado para permitir su mezcla. La aplicación de grandes volúmenes puede implicar la utilización de maquinaria pesada como motoniveladoras, retroexcavadoras, bulldozer, etc.

La aplicación del lodo en el suelo ofrece ventajas y desventajas que determinan la factibilidad técnica y ambiental. La generalización de la aplicación en diferentes países demuestra su factibilidad, en virtud de su amplia utilización en diferentes tipos de cultivos. Sin embargo, para cada uso específico se debe analizar sus riesgos y dentro de las medidas de aplicación se deben incluir las medidas para la prevención y control de posibles riesgos, lo que permitirá que los beneficios sean aún mayores. En la **Tabla 4.11** se presentan las ventajas y desventajas de la aplicación del lodo en el suelo, considerando su uso frente a otras alternativas.

**Tabla 0-11 Ventajas y desventajas de la aplicación de lodo en el suelo**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Su aplicación es sencilla</li> <li>● Existe un tratamiento adicional debido al consumo de nutrientes por parte de las plantas.</li> <li>● El lodo puede ser comercializado y distribuido para diversos usos, tales como viveros, plantas ornamentales, recuperación de suelos, parques, cobertura de relleno sanitarios y escombreras, proyectos paisajísticos y forestales, terrenos agrícolas y terrenos para ganadería.</li> <li>● Además de ser una medida de disposición definitiva del lodo, representa un beneficio por ser mejorador de suelos.</li> <li>● Permite la reutilización del mismo terreno para aplicaciones periódicas.</li> <li>● Puede emplearse conjuntamente con otras alternativas tal como rellenos como mecanismo para minimizar los lodos a disponer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cuando el lodo se aplica sin estar estabilizado biológicamente, puede generar problemas de olores. Su utilización implica una estabilización previa.</li> <li>● Puede presentar limitaciones por presencia de metales pesados, principalmente el Cadmio.</li> <li>● Si los volúmenes a disponer son altos, se pueden requerir grandes áreas.</li> <li>● En Colombia las experiencias sobre su utilización son escasas.</li> <li>● No existen normas locales específicas sobre su utilización.</li> </ul>

En Colombia no existen normas ambientales sobre la aplicación de lodo en el suelo, sin embargo, en Estados Unidos se han desarrollado algunas normas que constituyen una guía importante para establecer las tasas de la utilización del lodo. Actualmente la Norma 40 CFR Partes 257 y 503. EPA (E.U.) es la norma que determina las limitaciones de lodo en el suelo, en Estados Unidos, para lo cual establece lo siguiente:



“La aplicación de lodos al suelo comprende el esparcimiento de los lodos de las aguas residuales sobre la superficie del terreno o su incorporación en la zona de raíces. Las concentraciones máximas de metales en lodos para su uso agrícola irrestricto son las siguientes:

Contaminante	Expresado como	Concentración máxima, mg/Kg.
Arsénico	As	41.0
Cadmio	Cd	39.0
Cobre	Cu	1,500.0
Mercurio	Hg	17.0
Molibdeno	Mo	75.0
Niquel	Ni	420.0
Selenio	Se	36.0
Zinc	Zn	2,800.0”

Igualmente las normas de calidad existentes para material de compost pueden ser empleados como referencia, para establecer la factibilidad técnica y ambiental para la utilización de lodo en el suelo, ya son un indicativo de grado de riesgo que se puede presentar en el mismo (ver Tabla 0-12).

**Tabla 0-12 Límites máximos para disposición de compost en el suelo**

Parámetro	Tierras agrícolas y forestales, sitios de ocurrencia pública, recuperación de suelos (NORMA EPA 503)		Límites máximos permisibles en Compost (RAS 2000) mg/Kg (peso seco)
	Máxima concentración (mg/Kg)	Máxima aplicación (Kg/Ha)	
Arsénico	75	41	54
Cadmio	85	39	18
Cromo	3,000	3,000	1,200
Cobre	4,300	1,500	1,200
Plomo	840	300	300
Mercurio	57	17	300
Molibdeno	75	18	20
Niquel	420	420	180
Selenio	100	100	11
Zinc	7,000	2,800	1,800
Patógenos			< 1000 a)

a) Coliformes fecales/g de sólidos totales

#### Co-tratamiento con residuos orgánicos para la producción de humus y bioabono

Debido al contenido importante de materia orgánica y nutrientes, el lodo puede ser incorporado a los procesos de tratamiento de residuos orgánicos tales como compostaje, previstos dentro del esquema de manejo de residuos ordinarios. Para tal efecto se recomienda que el lodo a incorporar tenga un contenido de humedad menor al 40% y tenga un contenido de metales pesados que no supere las exigencias de calidad de lodo producido. Ya que el lodo se torna rígido cuando se reduce el contenido de humedad sería necesaria la utilización de material abultante durante el proceso de compostaje tal

como aserrín de madera y cascarilla de arroz para mejorar las condiciones de textura del material. De todas formas en el cotratamiento de lodos con residuos se suelen usar proporciones inferiores al 30% de lodo con respecto a la carga de residuos orgánicos a tratar.

Uso como cobertura final en rellenos sanitarios y escombreras

Un relleno sanitario se define como el sitio en el cual se realiza en forma controlada la disposición de residuos sin que se cauce daño al medio ambiente o la salud humana. Convencionalmente en las zonas del relleno donde se logran las cotas definitivas de llenado el relleno se cubre definitivamente con un conjunto de capas impermeables y de drenaje que tiene como fin principal la de minimizar la infiltración del agua lluvia hacia el interior del relleno, controlar el agua de escorrentía, controlar procesos erosivos y por condiciones paisajísticas y estéticas.

La capa superior o cobertura final incluye normalmente la colocación de material orgánico en la que se soporta la vegetación. El objetivo primordial de dicha capa es la de permitir el desarrollo de la vegetación, tal como césped, hierba y arbustos. Igualmente la colocación conjunta de la capa y la vegetación debe permitir el control efectivo de procesos erosivos y mejorar las condiciones estéticas del relleno una vez clausurado.

Por lo anterior se puede establecer que los materiales que se dispongan dentro de la capa orgánica y cumplan con dichas funciones (soporte a la vegetación y bajo riesgo de erosión) se pueden catalogar como aptos para ser utilizados. Dentro de los materiales orgánicos se pueden emplear suelo orgánico (horizonte A), compost (mejorador de suelos) y lodo de origen orgánico estabilizado (mejorador de suelos) y preferiblemente una mezcla de estos materiales.

La colocación de cobertura final en rellenos sanitario requiere de volúmenes significativos de material orgánico (15,000 a 20,00 m<sup>3</sup>/ha), que pueden provenir de la misma excavación del relleno sanitario o de sitios de explotación externos al sitio del proyecto. Su uso involucra normalmente la explotación de suelo (tipo horizonte A o capa orgánica) en nueva zonas, lo que involucra una generación de impactos al componente suelo y la realización de inversiones económicas importantes para su explotación y transporte. En este sentido la utilización completa o parcial de lodo como parte de la cobertura final en rellenos sanitarios representa un beneficio ambiental y económico<sup>6</sup>.

Para prevenir movimientos de tierra y agrietamientos de la capa superior de la cobertura final, especialmente en los taludes externos del relleno, el lodo podría ser combinado con suelo orgánico natural (horizonte A), compost, cascarilla de arroz y/o aserrín. Igualmente para minimizar dicho riesgo, la vegetación debe ser colocada simultáneamente con la capa orgánica (suelo + lodo) con lo que se reduce los tiempo de exposición al agua lluvia<sup>9</sup>.

---

<sup>6</sup> / LUE HING, Cecil. ZENZ, David. KUCHENRITHER, Richard. *Municipal Waste Sludge Management: Processing, utilization and Disposal*. Technomic Publishing Company. Pp 347. USA. 1992.

De acuerdo con la norma técnica de aseo (RAS 2000), la capa de control de erosión o capa orgánica debe tener un espesor mínimo de 0.15 m. Ya que el uso de lodo como cobertura final en rellenos sanitarios puede entenderse como un aprovechamiento y una disposición final es recomendable que esta capa se incremente a 0.30 en los rellenos sanitarios del área de estudio para poder obtener una mayor capacidad de disposición. Esta opción debe ser utilizada únicamente para el caso de uso de lodo ya que si este material no se utiliza, los costos de cobertura final convencional se incrementarían significativamente.

### Tratamiento y disposición final

En la medida en que se colmen las opciones de aprovechamiento se van a requerir opciones de disposición final controlada a través de relleno controlado. El relleno controlado también puede ser utilizado como sistema de contingencia para los esquemas de aprovechamiento que se implemente. La tecnología de disposición final comprende el relleno sanitario controlado para lodos. Esta tecnología es de uso común y ha sido prevista para el manejo de este tipo de residuos en Bogotá donde ya se cuentan con los estudios de diseño y estudios ambiental para su incorporación.

El relleno sanitario controlado es la técnica de disposición final definida para lodos, de amplio uso para este tipo de materiales. Para este tipo de rellenos no existe una reglamentación específica en Colombia, sin embargo los principios de ingeniería y conservación del medio ambiente son similares a los de un relleno sanitario convencional. En ese sentido el Decreto 1713 del año 2002 define el relleno sanitario como *“el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final”*.

Ya que las relaciones del proyecto con el medio ambiente son similares, así como los impactos ambientales que se pueden ocasionar, la localización de este tipo de rellenos se puede realizar en los mismos sitios definidos como aptos para rellenos sanitarios convencionales.

### **Reglas básicas**

- El manejo de lodos debe estar incluido dentro de los programa de mantenimiento del sistema de alcantarillado y dentro de los manuales de operación y mantenimiento de las plantas.
- Igualmente el manejo de lodos debe incluirse dentro de los planes de gestión integral de residuos sólidos municipales (PGIRS), los cuales deben dar los lineamientos y estrategias para la valoración, tratamiento y disposición final, con enfoque regional.
- Se deben preferir las estrategias de aprovechamiento y valoración antes que las de disposición final.

- Los lodos no deben ser dispuestos directamente en botaderos a cielo abierto, cuerpos de agua, redes de alcantarillado, rellenos sanitarios para residuos ordinarios ni escombreras.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Plan de manejo de lodos Alcantarillado	SI/NO	Indica si el sistema de alcantarillado cuenta con un programa de manejo de lodos, con una vigencia inferior a 5 años.	Anual
2. Plan de manejo de lodos PTAR	SI/NO	Indica si la planta de tratamiento municipal cuenta con un plan de manejo de lodos, con una vigencia menor a 5 años.	Anual
3. Volumen lodos	m <sup>3</sup> /mes	Indica la cantidad de lodos generados en la red de alcantarillado o PTAR.	Mensual
4. Lodos dispuestos	m <sup>3</sup> /mes	Indica la cantidad de lodos manejados o dispuestos adecuadamente en sitios autorizados o de acuerdo con la normatividad ambiental vigente por parte del sistema de alcantarillado o PTAR.	Mensual
5. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

\* ent: valor en la entrada a la planta; salid: valor en el punto de vertimiento.

### Manejo de tráfico

#### Objetivo

Se debe programar adecuadamente el manejo y operación del tráfico vehicular, dentro de las zonas urbanas, durante la ejecución de obras civiles relacionadas con saneamiento básico.

#### Descripción de la actividad

La ejecución de obras relacionadas con construcción y mantenimiento de redes de acueducto y alcantarillado en el sector urbano, involucra muy comúnmente la interferencia del tráfico de vehículos. El impacto se encuentra asociado con la magnitud de las obras y con el nivel de importancia de la vía a interferir. Por lo anterior se requiere contar con unas medidas mínimas para que el impacto sea bajo.

El manejo de tráfico fue reglamentado por el Instituto Nacional de Vías, mediante la Resolución 5246/85, en la cual se adoptó el “Manual de dispositivos para regulación de Tránsito de Calles y Carreteras”, el cual fue actualizado en 1998. Este manual incluye los parámetros básicos para la incorporación de señales.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto potencial
Sociocultural	Sociocultural	Generación de conflictos

	Bienestar	Deterioro de la calidad de vida
--	-----------	---------------------------------

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

## Medidas de manejo ambiental

Previo a la ejecución de obras de construcción y mantenimiento de redes que involucre una afectación sobre el tráfico vehicular y peatonal se requiere de diseñar un Plan de Manejo de Tráfico el cual debe incluir los siguientes aspectos:

- Identificación y evaluación del tipo de impacto generado
- Definición del plan de acción para manejo de tráfico

### Identificación y evaluación del tipo de impacto generado

El tipo y magnitud de los impactos generados por la obra o actividad depende fundamentalmente de los siguientes factores:

- El tipo de vía, sus dimensiones, importancia y funcionalidad
- Tipo de zona o sector y los usos de esta (centro, residencial, comercial, periférica, suburbanoa etc)
- Tipo de intervención requerida que tiene que ver con el tipo de obra, su ubicación específica y la magnitud de la misma
- Tipos y magnitud de los flujos vehiculares y peatonales existentes

Los tipos de impacto que se pueden generar por la obra o actividad se pueden clasificar en los siguientes (ver Tabla 0-13):

- **Impacto general sobre el tráfico.** Ocurre cuando se genera intervención de una red principal de la ciudad o municipio que interfiere con el tráfico intermunicipal, aumentando los tiempos de viaje de un gran número de ciudadanos.
- **Impacto local del tráfico.** Ocurre cuando se interfieren vías colectoras o secundarias, andenes de alto tráfico peatonal y en algunos accesos a barrios genera impactos locales sobre la movilidad. Son los habitantes de la zona y los usuarios de dichas vías quienes se ven afectados. Igualmente se generan mayores tiempos de viaje.

**Tabla 0-13 Tipos de impactos sobre el tráfico**

Tipo de intervención	Tipo de impacto esperado
Intervención en una vía de red primaria	Impacto general, local y de accesibilidad Impacto peatonal
Intervención de una vía con transporte público	Impacto general, local y de accesibilidad Impacto peatonal
Intervención en vías locales y de acceso a barrios	Impacto local y de accesibilidad Impacto peatonal
Intervención de andenes	Impacto local y de accesibilidad Impacto peatonal
Obras de redes de servicio	Impacto local Impacto peatonal

- **Impacto sobre el transporte público.** Ocurre cuando se interfieren vías en las cuales circula el transporte público del municipio, por lo cual afecta un volumen importante de la población y a las empresas transportadoras. Igualmente genera dificultades por utilizar oportunamente el transporte público.
- **Impacto sobre la accesibilidad.** Ocurre cuando se interrumpe el acceso de personas hacia sus viviendas, comercios y oficinas. El impacto económico puede ser importante a afectar el comercio, sumado a los mayores tiempos de viaje.
- **Impactos sobre peatones.** Ocurre cuando hay intervenciones sobre el espacio público que afectan flujos peatonales. Genera incomodidades y trayectorias mas largas en incluso riesgos de accidentes.

De esta manera, se debe identificar el tipo de impacto. La valoración del impacto comprende la determinación del área de influencia, el número de vías y número de personas afectadas.

#### Plan de acción para el manejo de tráfico

##### Método constructivo

La primera y principal medida para el control de los impactos tiene que ver con la planeación del método constructivo, el cual se debe enfocar hacia la mínima afectación del tráfico de personas y vehículos, así como los riesgos de accidentalidad. Las recomendaciones que tienen que ver con el método constructivo son:

- Este se debe planear de tal forma que se permita el flujo, aún parcial a lo largo de la vía
- Utilizar horarios de trabajo donde el tráfico vehicular sea bajo, e incluso en horario nocturno si es necesario si el sector es comercial o industrial.
- Emplear recursos suficientes y necesarios para minimizar los tiempos de intervención de las vías.
- Trabajar por calzadas o carriles en vías con pocas intersecciones
- Evitar en lo posible el desvío del transporte público, al cual se debe dar prioridad.

##### Programa de Desvíos

Se debe concertar con las entidades encargadas de tránsito y transporte, las rutas opcionales y la forma como se debe manejar los desvíos, considerando el tipo de maquinaria y vehículos a utilizar en la obra.

La función principal del control de tráfico, en este tipo de obras, es la de dirigir la circulación en forma segura y rápida a través de zonas de trabajo y alrededor de ellas, lo que obliga a la imposición de límites de velocidad, controles, dirección de tráfico y disposiciones especiales.

Parte de las actividades a cargo del constructor es la de diseñar con asesoría de las autoridades de tránsito, los planes y programas de desvíos de tránsito, seguridad y

señalización tanto vehicular como peatonal de las áreas de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en el manual del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

#### Pasos provisionales

Se deben construir pasos temporales para peatones y vehículos, que serán instalados y mantenidos debidamente para evitar accidentes.

El acceso a centros de salud, estaciones de policía y otros deben quedar despejados para evitar traumatismo en caso de emergencia.

Se construirán los andenes necesarios y en lo posible se deben mantener despejados para garantizar la seguridad del peatón.

#### Reglas básicas

- Toda empresa prestadora de servicios debe contar con un plan genérico de manejo de tráfico, el cual puede aplicarse a las diferentes obras y tipos de impacto esperados para las condiciones del municipio.
- Toda intervención de tránsito debe realizarse en coordinación con las autoridades de tránsito del municipio.
- Cuando se prevea intervención de tráfico vehicular y peatonal se debe informar a la comunidad afectada directamente con la anticipación.
- El programa de manejo de tráfico debe incluir la señalización temporal que permita prevenir e informar a la comunidad sobre los desvíos, pasos peatonales provisionales, áreas de trabajo, áreas de peligros, etc. Se debe incluir una valla que describa la obra y la duración de la misma.

#### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Plan de manejo de tráfico	SI/NO	Indica si el sistema de acueducto y alcantarillado cuenta con un programa de manejo de tráfico para sus operaciones de construcción y mantenimiento en el sector urbano	Anual
2. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

#### Implementación de un sistema de gestión ambiental

##### Objetivo

Presentar los lineamientos generales para que las empresas responsables de actividades relacionadas con la prestación de servicios públicos y de saneamiento básico implementen un Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

## **Descripción de la actividad**

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), es aquella parte del sistema de gestión o administración total, el cual incluye la estructura organizacional, planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental. El sistema abarca todas las actividades y procesos realizados en la empresa necesarios para la implementación de la gestión ambiental.

Las normas internacionales de Gestión Ambiental, ISO 14000, están previstas para proveer a las organizaciones de los elementos de un sistema efectivo, que se puedan integrar con otros requisitos administrativos para ayudarle a lograr sus metas económicas y ambientales. Estas normas no deben crear barreras arancelarias, ni aumentan o cambian las obligaciones legales de una organización.

La Norma Técnica (NTC) ISO 14001, especifica los requisitos esenciales de un SGA y es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, y se acomoda a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones, en especial de la alta gerencia. Además capacita a la organización para establecer procedimientos y evaluar su efectividad, para fijarse una política y objetivos ambientales, logrando la conformidad con ellos.

## **Medidas de manejo ambiental**

El objetivo global de la norma es el de servir de soporte a la protección del medio ambiente y la prevención de la contaminación, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas de la organización y el entorno.

### Alcances del SGA

Se debe definir el alcance del sistema, es decir, la organización donde aplica el SGA, lo cual se puede hacer utilizando los siguientes medios:

- Descripción de la estructura física y localización geográfica de las obras e infraestructura que componen el sistema.
- Diagrama de flujo del proceso que relaciona los procesos que serán parte del sistema.
- Organigrama que presenta las áreas de la organización que estarán involucradas en el sistema.

El alcance del SGA debe llevarse hasta las actividades o servicios que presta la empresa y debe incluirse las responsabilidades de la administración en actividades relacionadas con las demás empresas que proveen servicios, contratación de personal, manejo de residuos, etc.

## **Política ambiental**



Se debe formalizar y documentar la Política Ambiental para que de respuesta a las exigencias del entorno (comunidades, autoridades y recursos naturales), en concordancia con las fortalezas y debilidades de la empresa y donde se refleje el pensamiento de la dirección en relación con la prevención de la contaminación, el mejoramiento del desempeño ambiental y el compromiso con requerimientos legales y voluntarios aplicables. El proceso de definición de la política, el documento en si mismo y la evidencia de su aplicación en la práctica, son los mecanismos utilizados para determinar si la política es adecuada.

Esta política ambiental debe ser coherente con los aspectos ambientales identificados, los impactos significativos definidos, así como con los objetivos y metas planteados.

Para lograr que la política sea el marco para establecer objetivos y metas ambientales, esta debe ser suficientemente clara. Así mismo, se deben tener disposiciones, ya sea en el Manual Ambiental o en alguno de los procedimientos documentados del SGA, sobre la necesidad de verificar que los objetivos planteados respondan a la política y en caso de ser necesario, ajustar alguno de estos dos elementos.

Establecer el mecanismo para comunicar la Política Ambiental de manera que llegue a todo el personal de la ORGANIZACIÓN de la empresa, además de asegurar que el personal haya comprendido la importancia de la conformidad con la política.

Teniendo en cuenta que la política ambiental NO es un documento de carácter confidencial, se debe establecer el mecanismo para que esté disponible al público.

#### Planificación Ambiental

##### a. Aspectos ambientales

La etapa de planificación del SGA parte de la identificación de las actividades potencialmente impactantes y de la calificación de los impactos hacia el medio ambiente. La identificación se extiende a todas las actividades y servicios que preste la organización independiente de si las actividades las lleva a cabo personal de la empresa o se realizan a través de contratistas.

Para el control de los impactos ambientales y de las acciones de manejo es recomendable adelantar las siguientes acciones:

- Se debe asignar responsabilidades para la implementación de las medidas de manejo ambiental, establecidas en el Plan de Manejo ambiental,
- Se deben fijar los criterios para actualizar la información, consignada en el Plan de Manejo Ambiental.
- Para cada medida de manejo ambiental se debe establecer unas metas de mejoramiento, para lo cual se pueden emplear los indicadores propuestos. En tal sentido es recomendable realizar una valoración de la gestión a través de cada

uno de los indicadores durante el primer año y a partir del segundo año fijarse metas anuales.

- Se deben tomar en consideración el estudio de impacto ambiental o el plan de manejo ambiental de los procesos, obras actividades que cuenten con el mismo.

#### b. Requisitos Legales y otros

La empresa debe conocer sus responsabilidades frente a las normas ambientales de Colombia En tal sentido debe contar con un mecanismo de verificación del cumplimiento legal frente a sus actividades. Es recomendable que esta labor tenga un responsable cuya función incluya la actualización de la normatividad y su divulgación a los respectivos responsables de la empresa.

Como parte de la parte de la gestión es importante que se establezca el mecanismo para realizar las comunicaciones con las autoridades ambientales y de control de documentos, así como para hacer seguimiento al cumplimiento de los compromisos que se desprenden de los permisos y las comunicaciones con la autoridad ambiental.

#### c. Objetivos, metas y programa de administración ambiental

La norma ISO 14001 no exigen explícitamente un procedimiento para establecer y documentar los objetivos y metas ambientales, sin embargo es recomendable que la documentación del SGA explique en alguno de sus apartes el concepto y el papel de los objetivos y metas, la responsabilidad para establecerlos y la manera como podrían ser documentados.

Los objetivos del SGA deben ser fijados a través de los programas de manejo ambiental y las metas deberán ser fijadas de acuerdo con los resultados de los indicadores obtenidos durante el primer año de implementación del Plan de Manejo Ambiental.

#### Implementación Operacional

##### a. Estructura y responsabilidad

Este es un punto muy importante a tener en cuenta y por ende una vez identificados los aspectos ambientales significativos y estructurado el sistema se deben actualizar las funciones, responsabilidades y autoridad del personal cuya labor pueda generar impacto significativo y la de aquel que tenga responsabilidades específicas en el SGA.

Se debe verificar que los recursos que se han asignado para la gestión ambiental estén acordes con los programas ambientales derivados de los objetivos y metas propuestas y en caso contrario buscar los mecanismos para proveer los recursos requeridos.

##### b. Entrenamiento, conocimiento y competencia

Se debe elaborar el programa de entrenamiento que cubra todo el personal para lograr que conozcan, entiendan y apliquen la política, así como para que estén preparados para responder a situaciones de emergencia o accidentes.

De igual manera, para el personal cuya labor pueda generar impacto significativo sobre el ambiente, el programa debe establecer el entrenamiento que requieren. Además de definir los criterios para determinar la competencia de dicho personal, de acuerdo con el requerimiento de ISO 14001.

Para garantizar el buen funcionamiento del SGA, es fundamental que se lleve a cabo un proceso de sensibilización del personal para lograr su concientización frente a la problemática ambiental y sus consecuencias; este proceso debe evidenciarse a través del desempeño ambiental de la empresa.

c. Comunicaciones

Se debe elaborar un procedimiento para planificar y manejar las comunicaciones internas y las externas.

En cuanto a comunicaciones internas, formalizar el mecanismo para planificar dichas comunicaciones involucrando: tipo de comunicaciones, responsables, criterios de confidencialidad, medios que se emplean, a quien se dirige, frecuencia y propósito.

Formalizar el mecanismo para recibir, documentar y responder las comunicaciones externas, asignando claras responsabilidades al respecto. Tener en cuenta que las comunicaciones hacia fuera de la organización influyen en la imagen. El procedimiento que se establezca debe considerar los diferentes medios, las clases o tipos de comunicación y la interrelación con acciones correctivas y preventivas.

d. Documentación del Sistema de Gestión Ambiental

Si bien la norma ISO 14001 no establece formalmente el requerimiento de un manual, es recomendable hacerlo. Este manual puede contener secciones donde se presente la siguiente información:

- Presentación del manual y la forma como se controla.
- Presentación de la empresa desde el punto de vista ambiental, dimensionando el medio ambiente con el cual interactúa la empresa y los procesos y actividades claves que se desarrollan y de las que se derivan los impactos significativos.
- Definición del alcance del SGA indicando la cobertura y alcance en forma muy explícita ya que la Organización presta servicios y a la vez contrata ciertos servicios.
- Descripción de la forma como se da respuesta a cada uno de los requisitos de la norma, adoptando una estructura requisito a requisito, ó por procesos.

e. Control de documentos

Es recomendable establecer el procedimiento de control de documentos, como una de las tareas prioritarias durante el proceso de implementación de manera tal que los demás

documentos generados estén elaborados bajo este procedimiento y no haya duplicidad de trabajo.

Se debe elaborar el listado de documentos específicos para el SGA que permita mantener la información disponible y actualizada, es decir controlada. Tener en cuenta que dentro de este listado se deben incluir planos (bocatomas, redes, edificaciones, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento, vías de acceso, etc.), manual ambiental, procedimientos e instrucciones, matriz de aspectos e impactos, listado de legislación aplicable, política ambiental y objetivos y metas ambientales, entre otros. Al igual que la documentación de origen externo como por ejemplo los resultados de monitoreos y mediciones.

f. Control operacional

Se debe elaborar el inventario de productos y sustancias químicas, indicando el nombre comercial de la sustancia, el nombre químico, el estado (sólido, líquido o gaseoso), las cantidades almacenadas, el lugar de almacenamiento, los recipientes utilizados con su capacidad y la relación de las hojas de seguridad “MSDS”.

Establecer los lineamientos de la gestión de productos y sustancias químicas en cada una de las etapas del ciclo de vida de la misma, es decir desde su selección y definición de especificaciones de compra, pasando por la inspección de recibo, el almacenamiento, el transporte interno, el uso en las diferentes actividades que requieren su consumo y terminando con el manejo de los residuos y de las situaciones de emergencia.

En cuanto al manejo de combustibles además de la cadena relacionada anteriormente, se deben involucrar las actividades relacionadas con la inspección y mantenimiento de tanques de almacenamiento.

Bienes y servicios adquiridos con impacto significativo real o potencial. Establecer criterios para seleccionar y hacer seguimiento a quienes suministran bienes o actividades que generan impacto ambiental una vez se haya hecho el ejercicio de identificación de las mismas (Ejemplo: los contratistas de fumigación y erradicación de plagas); así mismo, es necesario tener en cuenta que en los documentos donde se formaliza la relación contractual entre las empresas, quede expresa la responsabilidad entre las partes, principalmente en lo relacionado con disposición de residuos peligrosos.

También es necesario definir el mecanismo para comunicar a proveedores y contratistas los impactos asociados con la actividades y los procedimientos de control que deben cumplir.

Se deben elaborar los procedimientos que permitan garantizar que desde el “diseño de los proyectos” se ha considerado la variable ambiental, de tal forma que se asegure el

cumplimiento de la legislación aplicable y que la prevención de la contaminación sea tomada en cuenta como criterio. Así mismo, se debe contar con disposiciones orientadas a garantizar que durante la ejecución de los proyectos se controlan los impactos derivados de esta actividad y el mecanismo de enlace con el SGA implementado.

Para plantas de tratamiento se deben elaborar los procedimientos en los cuales se relacionen las especificaciones técnicas de cada uno de ellos, los planos respectivos y, donde sea posible, las memorias de cálculo. Dentro de las especificaciones, incluir lo referente a la eficiencia para cada uno de los sistemas.

g. Preparación y respuesta ante emergencias

Se debe implementar un plan de emergencias para todas las actividades y procesos que realiza la empresa la cual puede incluir los siguientes aspectos:

- Procedimiento administrativo donde se presenten los elementos administrativos u operativos asociados al plan de respuesta.
- Plan de respuesta ante emergencias, incluyendo la divulgación del mismo.
- Requerimientos de capacitación y entrenamiento a las brigadas de respuesta ante emergencias.
- Señalización de rutas de evacuación y las zonas de peligro como mecanismo de comunicación del riesgo.
- Simulacros para evaluar la efectividad del plan elaborado, incluir simulacros para los diferentes eventos evaluados.

Verificación y acción correctiva

a. Monitoreo y medición

Formalizar el procedimiento en el cual se describan los criterios para administrar los monitoreos y calibraciones de instrumentos y equipos para evaluar variables ambientales.

Este procedimiento puede contener disposiciones sobre la responsabilidad y mecanismos para definir las variables que deben ser monitoreadas; definir y/o modificar las frecuencias y puntos de medición; establecer en qué casos las mediciones deben ser hechas por terceros; seleccionar firmas externas que hagan las mediciones; seleccionar los equipos de medición; definir las frecuencias y criterios de calibraciones; establecer los instructivos para mediciones y calibraciones; seleccionar y entrenar al personal encargado por calibrar los equipos, hacer las mediciones y la supervisión a mediciones hechas por terceros; definir los criterios para establecer el cumplimiento de cada una de las variables; definir registros para mediciones y calibraciones; definir las herramientas y frecuencias para analizar la información (por ejemplo, análisis de tendencias); definir el seguimiento a objetivos y metas ambientales, así como para los indicadores de desempeño ambiental establecidos.

b. No conformidad y acción correctiva y preventiva

Se debe elaborar el procedimiento de acciones correctivas y preventivas, e incluir los criterios para la toma de acciones correctivas (incumplimientos de la legislación, quejas de las comunidades, desviaciones sistemáticas de los procedimientos de control, recurrencia de condiciones anormales de operación, desempeño ambiental no satisfactorio frente a los parámetros definidos, resultados de las auditorías, condiciones de riesgo que no estén controladas, prácticas que vayan en contra de la prevención de la contaminación, etc.) y preventivas (tendencias de la legislación, sugerencias de proveedores y contratistas, comportamiento de las variables ambientales, etc.).

Así mismo, para el SGA, especificar las responsabilidades relacionadas con la investigación de las no conformidades y la mitigación de los impactos que se puedan derivar de ellas.

c. Registros

Se deben identificar los registros que el SGA debe administrar y con ellos elaborar el listado de los registros, especificando los tiempos de retención.

Tener en cuenta los registros de origen externo, tales como cartas y oficios provenientes de las autoridades, comunicaciones de las comunidades, registro de disposición de residuos por terceros, e informes de laboratorio hechos por contratistas, que deben ser controlados.

Es esencial que los registros que demuestran que en forma permanente se cumple con los requerimientos legales, que los impactos significativos están bajo control, que los riesgos ambientales se están previniendo y que el desempeño ambiental mejora, cumplan con lo establecido en el procedimiento de control de registros que se establezca.

d. Auditoría al sistema de administración ambiental

Se debe elaborar el procedimiento de auditorías, estableciendo mecanismos y frecuencias, es decir incluir los programas de auditoría, teniendo en cuenta que cuando los sistemas están en implementación reciente, es recomendable hacer entre dos y tres ciclos de auditorías al año y a medida que el sistema madure se puede llegar a uno o dos ciclos anuales.

Con respecto a la calificación de los auditores del SGA, es necesario que se definan los criterios para hacer dicha calificación. Es importante que los auditores aparte de conocer sobre técnicas de auditoría y poseer las habilidades propias de esta actividad, conozcan a fondo la norma ISO 14001 y los elementos claves de un buen manejo ambiental como son la legislación ambiental aplicable, fundamentos de prevención de la contaminación, control del riesgo ambiental, gestión de residuos, manejo de sustancias químicas, control de la contaminación del agua. Además de conocer el SGA implementado y los aspectos e impactos ambientales significativos identificados.

Para poderse certificar, se requiere que como mínimo se haya realizado un ciclo completo de auditorías internas para lo cual ya se debe contar con auditores calificados y que las no conformidades identificadas se hayan corregido, en su gran mayoría y las demás se encuentren en proceso de corrección.

#### Revisión por la gerencia

Al definir el mecanismo para realizar la revisión gerencial, es recomendable tener en cuenta:

- Seleccionar los indicadores que faciliten medir el progreso en el desempeño ambiental.
- Definir la forma como se debe presentar la información para la revisión, de tal forma que facilite el análisis y la toma de decisiones.
- Resumir las situaciones de no conformidad por categorías e identificar las causas comunes, así como proponer acciones correctivas y cambios al SGA (si se requieren) para prevenir nuevas ocurrencias.
- Considerar mecanismos para hacer seguimiento a las medidas surgidas de la revisión y lineamientos para evaluar la efectividad del SGA.
- Establecer la frecuencia para la revisión.
- Definir la forma como se documenta la revisión.

#### Reglas básicas

- Para la implementación del SGA es recomendable que la empresa se apoye en una persona experta en el tema y cuente dentro de su organización con una persona encargada de realizar el apoyo, monitoreo, control y supervisión para su implementación y el mantenimiento a largo plazo.
- Es recomendable que una vez al año se realicen auditorías que permitan evaluar el SGA y tomar los correctivos que sean requeridos para garantizar el mejoramiento continuo.

#### Monitoreo y control

Para la implementación del SGA es importante establecer un cronograma de tallado, estableciendo responsabilidades. El seguimiento debe ir encaminado a verificar su cumplimiento. En tal sentido se debe fijar como meta que en el primer año se debe contar con un SGA.

## Plan de gestión social (PGS)

Para atender los impactos sobre el componente socio-económico se debe contar un plan de gestión social (PGS) el cual se puede estructurar en forma de fichas o programas. A continuación se describen algunos programas que puede contener el PGS.

### Información y comunicación durante construcción

#### Objetivos

- Suministrar a las autoridades municipales, comunidad, y líderes comunitarios de la zona de influencia donde se realiza la obra o actividad, información clara y oportuna sobre los aspectos técnicos del proyecto y sus medidas de manejo ambiental.
- Mitigar la generación de expectativas producidas por la presencia del proyecto y prevenir la circulación de información tergiversada o errónea en torno al mismo.
- Señalar los mecanismos establecidos por el proyecto, para atender las inquietudes y quejas de parte de la comunidad.

#### Descripción de la actividad

El desarrollo de obras y actividades dentro de un entorno social y económico específico requiere una comunicación adecuada de parte del proyecto hacia las comunidades localizadas en su área de influencia con el ánimo de minimizar la creación de falsas expectativas y por ende conflictos con la misma. De esta manera el proyecto debe buscar que la comunidad esté debidamente informada sobre el alcance del proyecto, sus impactos ambientales positivos y negativos y las medidas de manejo ambiental que se tienen previstas.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Sociocultural	Sociocultural	Generación de conflictos
		Generación de falsas expectativas
	Aspectos poblacionales	Aceleración de la dinámica poblacional

#### Medidas de manejo ambiental

- Previo al inicio de las obras y en coordinación con las autoridades municipales y líderes comunitarios se convocará a la comunidad localizada en el área de influencia del proyecto y/o beneficiaria con el mismo a una reunión para suministrar la información relacionada con los aspectos técnicos (Alcance de la obra) y de manejo ambiental del proyecto.
- En el sitio de la obra se debe instalar una vaya que indique el objeto del proyecto, su duración, nombre de la empresa contratante, nombre de la empresa



contratista dirección y los teléfonos donde la comunidad se puede dirigir en caso de que requiera información sobre el alcance del mismo.

- El proyecto debe establecer los mecanismos de comunicación de la comunidad con el proyecto, para lo cual se debe definir una persona del proyecto para que reciba, consigne y atienda oportunamente las inquietudes de la comunidad sobre el proyecto o quejas formuladas por molestias o impactos causados por éste.
- Periódicamente y dependiendo de la duración de la obra, se deben realizar reuniones con la comunidad para informar sobre los avances de la obra y el desarrollo del plan de manejo ambiental y social.
- Se debe elaborar un folleto del proyecto, que indique el objeto del proyecto, explique el desarrollo del proyecto, presente los beneficios de la obra y presente brevemente el plan de manejo ambiental.

### Reglas básicas

- El proyecto deberá mantener en todo momento un canal de comunicación con autoridades locales y comunidad ubicada en el área de influencia.
- Se deberá dar trámite oportuno a todas las quejas que presente la comunidad.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Información a la comunidad y autoridades.	SI/NO	Indica si se ha informado a la comunidad y autoridades locales sobre los aspectos técnicos y ambientales del proyecto.	Inicio de la obra
2. Valla informativa	SI/NO	Indica si la obra o actividad cuenta con valla informativa.	Inicio de la obra
3. Mecanismo de comunicación	SI/NO	Indica si la obra o actividad cuenta con un mecanismo formal de comunicación el cual fu informado a la comunidad y autoridades locales.	Inicio de la obra y seguimiento Mensual.

### Educación y capacitación ambiental a trabajadores durante construcción

#### Objetivo

Capacitar al personal vinculado en la construcción y operación del proyecto, obra o actividad sobre el alcance y actividades que componen el plan de manejo ambiental o presentar las medidas de manejo ambiental que deben tomarse en cuenta para prevenir, mitigar o controlar los posibles impactos que se puedan presentar.

#### Descripción de la actividad

Las obras de ingeniería en su etapa constructiva y operativa presentan unas interacciones sobre el medio ambiente que pueden causar impacto positivo o negativo sobre el mismo. Algunas de estas obras pueden contar con un estudio de impacto

ambiental, un plan de manejo ambiental o un permiso para uso y aprovechamiento de los recursos naturales; sin embargo, la responsabilidad del proyecto será la de identificar y atender los posibles impactos ambientales que se presenten y ejecutar las medidas de manejo para su prevención, mitigación y control. Dichas medidas deben ser divulgadas al personal que labora en el proyecto con el fin de que apliquen las prácticas y medidas propuestas e incluso sirvan de multiplicadores hacia la comunidad en su aplicación.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Generación de procesos erosivos
		Afectación de la calidad del suelo
		Alteración del paisaje
	Atmosférico	Incremento en la concentración de material particulado.
	Hídrico	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial
Alteración del patrón de drenaje		
Sociocultural	Sociocultural	Conflictos

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. Si un proyecto, obra o actividad no ha requerido el desarrollo de un EIA, plan de manejo ambiental, permiso o autorización, de todas formas debe elaborar un panorama de riesgos e impactos ambientales y proponer las medidas para su manejo y control.
2. Previamente al inicio de los proyectos se debe realizar un taller con el personal vinculado laboralmente con el proyecto, en el cual se instruirá sobre el plan de manejo ambiental de todo el proyecto y sobre los compromisos y funciones específicas de cada uno para su cumplimiento y desarrollo.
3. Cada 8 días se darán charlas de manejo ambiental adecuado en obra y operación del proyecto. Se aprovecharán las charlas para corregir las malas prácticas que puedan estarse ejecutando (p.e. manejo de residuos). En las charlas se podrán incluir medidas de control y manejo previstas en la normatividad ambiental colombiana.
4. Se debe llevar un registro del personal que ha recibido, cursos, talleres o charlas. El registro incluirá el tema, la duración, el nombre de la persona, el cargo y la firma.

### Reglas básicas

- Los temas de capacitación se realizarán sobre los compromisos del plan de manejo ambiental.

- Se podrán dictar charlas sobre manejo adecuado de los residuos, manejo de aceites, manejo de escombros, manejo de aguas residuales, control de la contaminación, etc.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Talleres de capacitación	Und	Número de talleres de capacitación sobre PMA y/o legislación a trabajadores y/o personal técnico del proyecto	Mensual
2. Número de charlas	Und	Número de charlas de 10 a 15 minutos de capacitación sobre PMA y/o legislación a trabajadores y/o personal técnico del proyecto	Mensual

### Empleo de mano de obra

#### Objetivo

Establecer las medidas necesarias para el control de la oferta de empleo directo generado por la obra o actividad.

#### Descripción de la actividad

El desarrollo de las obras y actividades demanda mano de obra calificada y no calificada, sin embargo el nivel de demanda está de acuerdo con la magnitud de la obra, lo que da lugar a establecer un número fijo de empleos que se deba generar. Sin embargo, se requiere que la obra o actividad cuente con un manejo adecuado del empleo frente a la comunidad, con el fin de no generar falsas expectativas y por lo tanto conflictos con la misma.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de conflictos con la comunidad
		Incremento de la dinámica poblacional

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Medidas de manejo ambiental

1. A través de las alcaldías municipales y/o locales, dar a conocer a la comunidad del área de influencia, las posibilidades reales de empleo que puede generar el proyecto u obra.
2. Realizar talleres con la comunidad, con el fin de dar a conocer la oferta laboral del proyecto y conocer las inquietudes comunitarias al respecto.
3. El número de talleres debe estar determinado por el tiempo de duración de la obra, de manera que en todo el tiempo de ejecución, la comunidad esté enterada de este aspecto.
4. Edición de material informativo sobre el proyecto, que contribuya al manejo de las expectativas comunitarias sobre el mismo.
5. Previo al inicio de la obra se debe determinar el perfil y número de personas requeridas para la obra. Dependiendo de la magnitud de la obra, se deben realizar reuniones con las Juntas de Acción Comunal de las veredas o barrios donde se localiza la obra, con el fin de acordar los procedimientos de contratación. A través de dichas juntas se pueden obtener las hojas de vida del personal disponible para laborar.
6. La empresa contratista debe definir el procedimiento de selección y contratación del personal, el cual debe ser divulgado a la comunidad y reportado a las juntas de acción comunal de las veredas o barrios donde se realiza la obra.

### Reglas básicas

- Se debe dar prioridad a la población ubicada en el área de influencia de la obra o actividad.
- Todo el personal que se contrate debe contar con un contrato de empleo o de prestación de servicios.
- Se debe atender las recomendaciones técnicas y de ley del programa de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial para la contratación y el desempeño de los trabajadores.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Empleos locales	%	Indica el número de personas contratadas que se localizan en el área de influencia del proyecto (vereda, barrio, municipio) con respecto al total de empleados de la obra.	Mensual
2. Procedimiento de contratación de personal	SI/NO	Indica si la obra o actividad cuenta con un procedimiento para evaluación de hojas de vida y contratación de personal.	Indicio de la obra y revisión Mensual
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

## Manejo de patrimonio arqueológico

### Objetivos

- Verificar la existencia de vestigios arqueológicos en las áreas a ser ocupadas por las obras
- Recuperar la información sobre los bienes culturales amenazados, posibilitando su contextualización histórica y cultural
- Establecer los procedimientos a ser adoptados durante las obras con el fin de preservar el patrimonio
- Prevenir la pérdida de material arqueológico encontrado en la remoción de tierra.
- Dar la inducción necesaria a los operadores, de manera que actúen adecuadamente en caso de encontrar algún objeto que pueda ser de tipo arqueológico.

### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Sociocultural	Sociocultural	Generación de conflictos con la comunidad
		Alteración o pérdida de patrimonio arqueológico.

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

### Descripción de la actividad

La arqueología es la disciplina antropológica que se encarga del estudio de la diversidad humana a través de las evidencias materiales que han dejado. Normalmente este tipo de evidencias se encuentran enterradas y requieren un cuidadoso análisis para con ellas poder reconstruir aspectos relevantes de las sociedades del pasado, tales como tipo de organización social, grado de integración política, dependencia relativa en la agricultura, sistema económico, tecnología, etc.

En este ámbito el Instituto Colombiano de Antropología e Historia organiza esfuerzos para realizar directamente y también promover las investigaciones arqueológicas. Asesora a las autoridades locales y regionales en la labor de protección del Patrimonio Arqueológico y a las autoridades ambientales en el proceso de otorgamiento de licencias ambientales para el desarrollo de obras de infraestructura en zonas de potencial arqueológico contribuyendo a la preservación de la información que requiere la Arqueología.

Una de las responsabilidades la obra y actividad es la de identificar oportunamente y recuperar adecuadamente los posibles yacimientos arqueológicos localizados en las áreas intervenidas durante la construcción.

### **Medidas de manejo ambiental**

1. La obra o actividad debe localizarse en sitios que no sean de interés arqueológico.
2. Durante la etapa de estudios, se debe hacer un reconocimiento del área de la obra con el fin de obtener información oportuna sobre los aspectos arqueológicos de la zona, grupos de habitaron, sus condiciones sociales y económicas y relaciones con grupos vecinos y actuales.
3. En caso de ser necesario y dependiendo de la magnitud de la obra, el reconocimiento del área puede incluir apiques de sondeo de 50 x 50 cms para determinar y descartar la existencia de yacimientos arqueológicos que puedan ser alterados durante la construcción.
4. En caso de que en el sitio de la obra se registren yacimientos, se debe dar una inducción a quienes participarán en estas etapas, tanto operarios como personal administrativo y profesional, abordando temas como:
  - Qué es arqueología
  - Por qué es importantes la arqueología; legislación relacionada.
  - Descripción de material arqueológico para facilitar su posible identificación durante actividades de remoción de tierras.
  - Qué hacer en caso de encontrar objetos que se presume pueden ser vestigios arqueológicos.

Esta inducción la debe realizar un arqueólogo, mediante un taller con una duración máxima de tres horas. Este profesional aportará el material visual necesario para el desarrollo de la inducción, incluyendo un breve instructivo que describa el procedimiento a seguir en caso de encontrar algún objeto que se presume puede ser arqueológico; de este material se dará una copia a cada uno de los asistentes.

5. En caso de que se detecten yacimientos arqueológicos durante la ejecución del proyecto se debe informar al director o gerente de obra, quien a su vez informará inmediatamente al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh). Esto es consecuente con lo establecido en la Constitución Nacional de Colombia de 1991 que establece que patrimonio arqueológico pertenece a la Nación y, en esta condición, es inalienable, imprescriptible e inembargable.

### **Reglas básicas**

- Desde la etapa de planeación y durante el desarrollo el Estudio de Impacto Ambiental, se debe hacer una exploración de campo para determinar la existencia o no de yacimientos arqueológicos.

- Para la localización de las obras, durante la etapa de estudios, se debe tomar en consideración los aspectos arqueológicos.
- Para realizar excavaciones y recuperación de yacimientos arqueológicos se deberá tramitar una licencia ante el Instituto Colombiano de Arqueología.
- El componente arqueológico puede realizarse bajo la asesoría del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh).
- En la elaboración del diagnóstico y manejo arqueológico del proyecto se deberán considerar las obligaciones establecidas en el Decreto 833 de Abril de 2002 referente al Patrimonio Arqueológico Nacional.

### Monitoreo y control

Indicador	Unidades	Descripción	Frecuencia
1. Diagnóstico arqueológico	SI/NO	Indica si la obra o actividad cuenta dentro de sus estudios con un diagnóstico arqueológico.	Inicio de la obra
2. Permiso de exploración y rescate arqueológico	SI/NO	Indica si la obra o actividad cuenta con una autorización para realizar exploración y rescate arqueológico otorgado por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh).	Indicio de la obra y revisión Mensual
3. Quejas	Reporte	Registro de quejas de la comunidad con motivo del desarrollo de la actividad.	Permanente

### Educación y capacitación ambiental durante operación

#### Objetivos

Establecer las acciones para educar y capacitar a todo el personal operativo en aspectos relacionados con la conservación y preservación del medio ambiente.

#### Descripción de la actividad

La educación y capacitación ambiental tiene carácter preventivo ya que permite que las personas se sensibilicen e involucren dentro de sus procedimientos el componente ambiental. La educación ambiental tiene relación con todos los componentes ambientales ya que incluye temas relacionados con suelo, agua, aire, el paisaje, los aspectos bióticos y los aspectos socioeconómicos.

#### Impactos ambientales

Componente ambiental	Elemento ambiental	Impacto ambiental
Físico	Geosférico	Generación de procesos erosivos
		Afectación de la calidad del suelo
		Alteración del paisaje
	Atmosférico	Incremento en la concentración de material particulado.

	Hídrico	Incremento en concentración de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua superficial
		Alteración del patrón de drenaje
Sociocultural	Sociocultural	Conflictos

Fuente: Adaptado por el autor. 2005.

## Medidas de manejo ambiental

El programa de educación y capacitación ambiental tiene los siguientes objetivos:

- Sensibilizar a todo el personal en la preservación y conservación del medio ambiente.
- Difundir la normatividad ambiental y concientizar a las personas sobre sus derechos y responsabilidades frente a la preservación del ambiente.
- Difundir y preparar al personal en la aplicación del plan de manejo ambiental.
- Capacitar al personal técnico en el mantenimiento y operación de los sistemas de control ambiental.

El programa de capacitación debe estructurarse por módulos o temas y desarrollado a a través de conferencias de 4 a 8 horas, en la que un experto dicta una conferencia sobre un módulo en particular. En la Tabla 0-14 se presentan los módulos y contenidos de cada uno.

**Tabla 0-14 Módulos del programa de educación y capacitación ambiental**

Módulo	Contenido	Asistentes
Ecología y medio ambiente	Conservación de los recursos naturales Impactos globales Cadenas tróficas Ciclo del agua Biodiversidad y conservación Contaminación del agua Contaminación del suelo Contaminación del aire Principales problemas ambientales locales	Todos
Legislación ambiental	Marco constitucional. Ley 64-00. Normas reglamentarias. Obligaciones ambientales. Roles y responsabilidades de la autoridad ambiental. Licenciamiento ambiental. Permisos	Todos
Plan de manejo ambiental	Marco legal Caracterización del área de influencia Identificación de actividades impactantes Identificación y jerarquización de impactos Plan de manejo para el control de impactos	Todos



<b>Módulo</b>	<b>Contenido</b>	<b>Asistentes</b>
	Obligaciones frente a la autoridad ambiental.	
Plantas de aguas residuales	Normatividad ambiental. Impactos ambientales debidos a los vertimientos. Obligaciones de ley. Obligaciones frente al Plan de Manejo Ambiental. Descripción de las fuentes de vertimiento. Funcionamiento de los sistemas de tratamiento. Aspectos que afectan la eficiencia. Reglas de operación y mantenimiento.	Operadores de planta

Los módulos pueden repetirse dos o más veces y en diferentes fechas para permitir que se logre la cobertura del personal asistente. Después del segundo año debe dictarse charlas regularmente de 2.0 horas en los siguientes aspectos:

- Ecología y medio ambiente.
- Manejo de aguas residuales domésticas.
- Manejo integral de residuos sólidos.
- Sistema de Gestión ambiental.
- Legislación ambiental.
- Los que resulten de las necesidades particulares del proyecto

De cada módulo se deberá producir una cartilla resumen del módulo que deberá ser difundida a todo el personal.

### **Monitoreo y control**

<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>
1. Módulos por año	Und/año	Indica el numero de temas cubiertos anualmente dentro del programa de educación ambiental	Anual
2. Asistencia	%	Indica el número de personas que asistieron a las charlas respecto al total de empleados.	Anualmente

