

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

8. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Mediante el Plan de Monitoreo y Seguimiento se busca analizar la eficiencia y eficacia de los programas planteados en el Plan de Manejo Ambiental, lo que permitirá, si se requiere, ajustarlos a las nuevas condiciones que se vayan presentando durante la construcción de las obras, para alcanzar los objetivos definidos en cada uno de los programas y proyectos diseñados.

Para ello se diseñaron programas de monitoreo para los Medios Físicos, Bióticos y Sociales que permitan evaluar los resultados de los planes presentados en el capítulo 7, que se resumen en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1. Programas de monitoreo

Programas del Plan de Manejo Ambiental	Programas Plan de Monitoreo y Seguimiento
Programa para el manejo de residuos líquidos	Programa de monitoreo de aguas residuales Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas
Programa para el manejo de emisiones de fuentes fijas y móviles.	Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fija y móviles
Programa para el manejo de residuos sólidos	Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas
Programa para el manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de canteras	Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fija y móviles Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas
Programa para el manejo del transporte y almacenamiento de materiales y equipos	Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fija y móviles Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas
Programa de arborización y revegetación	Programa de monitoreo para los programas de remoción de cobertura vegetal y descapote y programa de reforestación (arborización) y revegetación
Programa de manejo para la remoción de cobertura vegetal y descapote	Programa de monitoreo para los programas de remoción de cobertura vegetal y descapote y programa de reforestación (arborización) y revegetación
Programa de educación ambiental	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social
Programa de información y participación comunitaria	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social
Programa de acompañamiento para la	Programa de monitoreo y seguimiento Medio

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16
negociación de viviendas y reasentamiento de familias	Social	

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

Tabla 8.1. Programas de monitoreo. (Continuación)

Programas del Plan de Manejo Ambiental	Programas Plan de Monitoreo y Seguimiento
Programa de contratación de mano de obra	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social
Programa de monitoreo arqueológico	
Programa de pago por afectación de la actividad económica	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social

El costo total del Programa de Monitoreo y Seguimiento es de \$ 385.260.000 durante la etapa de construcción.

8.1 MEDIO ABIÓTICO

8.1.1 Programa de monitoreo de aguas residuales.

- **Objetivos**

- a) Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental, decreto 1594 de 1984, sobre los vertimientos realizados a las corrientes de agua o al alcantarillado existente en la zona

- **Metas**

- a) Realizar el 100% de los monitoreos programados en el año

- **Etapas**

Etapas de construcción y operación.

- **Impactos por controlar**

- a) Modificación de la calidad del agua
- b) Alteración de las propiedades químicas y físicas del suelo
- c) Afectación de la dinámica del río

- **Lugar de aplicación**

El monitoreo se realizará en los sitios de la planta donde se realicen vertimientos a las corrientes de agua.

- **Justificación**

Para realizar cualquier vertimiento de aguas residuales a alguna corriente de agua, se debe cumplir con lo estipulado en el Decreto 1594 de 1984 (véase Tabla 7.2), lo cual deberá ser verificado durante la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- **Población beneficiada**

La población asentada en los barrios aledaños a la planta: Machado del municipio de Copacabana, y Navarra y Fontidueño del municipio de Bello

- **Descripción de actividades**

Para el monitoreo de aguas residuales se deberán tomar muestras del agua residual, antes y después del tratamiento, para analizar los parámetros exigidos en la norma. El procedimiento deberá cumplir con lo establecido en la guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del IDEAM.

Como máximo se monitorearán cuatro puntos, dependiendo de la forma como el constructor maneje las aguas residuales.

- **Instrumentos e indicadores de seguimiento**

Cumplimiento de los valores establecidos en el Decreto 1594 de 1998 para pH, Temperatura, Grasas y aceites, Sólidos suspendidos y DBO₅

- **Cronograma de ejecución**

Este programa se iniciará desde el comienzo de las obras, realizando el primer año cuatro monitoreos (uno por trimestre), con el fin de verificar el buen funcionamiento del tratamiento, y si es necesario construir las obras adicionales requeridas, cuya efectividad se chequeará en los monitoreos siguientes.

A partir del segundo año, el monitoreo se realizará semestralmente:

Actividad		Construcción																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	0	1				2				3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Monitoreo aguas residuales																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

- **Presupuesto (directos, personal)**

	Unidad	Valor (\$)	Cantidad	Total (\$)
Costos de personal por monitoreo				4.500.000
Ingeniero	H-mes	4.500.000	1	4.500.000
Costos directos por monitoreo				1.740.000
Vehículo	Días	280.000	1	280.000
Ensayos de Laboratorio	Punto	120.000	8	960.000
Informe	SG			500.000
Costo por monitoreo				6.240.000
Costo durante el primer año				24.960.000
Costo durante construcción				49.920.000

- **Responsable**

Empresas Públicas de Medellín E.S.P., como dueño del proyecto

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

8.1.2 Programa de monitoreo de aguas superficiales.

- **Objetivos**

- a) Verificar las condiciones fisico-químicas y bacteriológicas de las aguas superficiales existentes en los alrededores de la planta, con el fin de identificar las afectaciones que se generan en ella por la construcción y operación de la PTAR

- **Metas**

- a) Realizar el 100% de los monitoreos programados para un año

- **Etapas**

Etapas de construcción y operación.

- **Impactos a controlar**

- a) Modificación de la calidad del agua
- b) Alteración de las propiedades químicas y físicas del suelo
- c) Afectación de la dinámica del río

- **Lugar de aplicación**

El monitoreo se realizará en los mismos puntos donde se hicieron los muestreos para la caracterización de la línea base, excluyendo la quebrada Rodas, la cual no se verá afectada por la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.

Los puntos son:

Nombre	Coordenadas	
	E	W
Río Medellín, antes de la descarga de la planta	839.373	1.192.791
Río Medellín, después de la descarga de la planta	838.293	1.192.623
Quebrada Niquía	839.293	1.193.209
Quebrada La Seca	838.609	1.1927.88

- **Justificación**

Durante la construcción del proyecto, como se ha mencionado en los capítulos 5 y 7 de este estudio, se generarán aguas residuales que pueden cambiar las condiciones fisico-químicas de algunas corrientes, por lo que se planteó un programa para el manejo de las aguas residuales que se generan en la planta.

Además de verificar el cumplimiento de la norma en el caso de los vertimientos de aguas residuales, lo cual se realiza con el proyecto anterior, se deberá evaluar los cambios que se presentan en las corrientes aledañas a la planta.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- Población Beneficiada**

La población asentada en los barrios aledaños a la planta: Machado del municipio de Copacabana, y Navarra y Fontidueño del municipio de Bello

- Descripción de actividades**

El monitoreo y seguimiento de las características de los afluentes se realizará de acuerdo con lo establecido en los protocolos del IDEAM; la metodología incluye la calibración de los equipos portátiles, toma de muestras, preservación, refrigeración y transporte y el complemento con registro fotográfico.

Para los cuatro puntos establecidos se deberán evaluar los siguientes parámetros

Cuerpo de agua	Parámetro	Fase del proyecto
Río Medellín, antes y después de la descarga de la Planta	Oxígeno Disuelto (OD), pH, Conductividad eléctrica, Temperatura del agua, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Nitrógeno total (NKT), Nitritos (NO ₂), Nitratos (NO ₃), Amonio (NH ₃), Alcalinidad, Dureza, Sulfatos (SO ₄), Cloruros (Cl-), Fósforo total, Ortofosfatos, Hierro	Construcción Operación
Quebrada Niquia y Quebrada La Seca	Oxígeno Disuelto (OD), pH, Conductividad eléctrica, Temperatura del agua, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Totales, Coliformes Fecales	Construcción

- Instrumentos e indicadores de seguimiento**

Se evaluará mediante el Índice de Calidad WQI

- Cronograma de ejecución**

El monitoreo se realizará semestralmente, realizando el primero antes de iniciar la construcción de la obra, cubriendo dos períodos hidrológicos (verano e invierno).

Las quebradas dejarán de ser monitoreadas al terminar la construcción, pues ya no habrá ningún tipo de vertimiento a ellas.

Actividad	Construcción												Operación											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Monitoreo aguas superficiales																								

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- Presupuesto (directos, personal)**

	Unidad	Valor (\$)	Cantidad	Total (\$)
Costos de personal por monitoreo				4.500.000
Ingeniero	H-mes	4.500.000	1	4.500.000
Costos directos por monitoreo				2.460.000
Vehículo	Días	280.000	1	280.000
Ensayos de Laboratorio – río Medellín	Punto	600.000	2	1.200.000
Ensayos de Laboratorio – quebradas	Punto	240.000	2	480.000
Informe	SG			500.000
Costo por monitoreo				6.960.000
Costo durante el primer año				13.920.000
Costo durante construcción				41.760.000

- Responsable**

Empresas Públicas de Medellín E.S.P, como dueño del proyecto

8.1.3 Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fijas y móviles.

- Objetivos**

- Evaluar la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto, que permita verificar la eficiencia de las medidas diseñadas y construidas para el manejo del material particulado, gases, ruido y olores.

- Metas**

- Realizar el 100% de los monitoreos planteados en este programa.

- Etapas**

Etapas de Construcción y Operación.

- Impactos por controlar**

- Alteración de la calidad del aire

- Lugar de aplicación**

El monitoreo se realizará en los mismos puntos donde se realizó el muestreo para la caracterización de la línea base.

Los puntos donde se realizará el monitoreo son:

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

Punto	Coordenadas	
	E	W
Machado	839.058	1.192.390
Navarra	839.187	1.193.004
Lote, zona norte	837.733	1.193.201
Lote, zona sur	838.800	1.192.717
Subestación Bello	838.759	1.192.474

- **Justificación**

Para la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, se elaboró un programa de manejo para garantizar la condiciones de calidad del aire en la zona de influencia de la planta, en temas tan sensibles para la comunidad como la generación de ruido y olores, razón por la cual se deberá realizar un monitoreo para evaluar la eficiencia y eficacia de las medidas diseñadas.

- **Población Beneficiada**

La población asentada en los barrios aledaños a la planta: Machado del municipio de Copacabana, y Navarra y Fontidueño del municipio de Bello

- **Descripción de actividades**

Los parámetros sobre los cuales se debe realizar monitoreos son:

- a) Material particulado. Se analizarán semestralmente los niveles de Partículas Suspendidas Totales (PST) en los puntos caracterizados en la línea base. El procedimiento para el monitoreo se realizará de acuerdo a la Resolución 601 de abril de 2007 (barrios Machado y Navarra, Subestación Bello).
- b) Ruido ambiental. Durante construcción, se realizará un monitoreo trimestral de los niveles de ruido ambiental en los puntos muestreados en la caracterización; de ser necesario, se evaluarán los sitios de especial interés, atendiendo posibles quejas de la comunidad. Los monitoreos se realizarán con base en la Resolución 627 de abril de 2007 (Subestación Bello, Lote, zonas norte y sur, barrios Machado y Navarra).

En el primer año de operación de la planta, el monitoreo se hará semestralmente, con cuyos resultados servirán para evaluar la frecuencia de este monitoreo.
- c) Gases: semestralmente, durante construcción se muestrearán de CO (barrios Machado y Navarra, Subestación Bello, Lote, zonas norte y sur), NO₂ (barrios Machado y Navarra, Subestación Bello), SO₂(barrios Machado y Navarra, Subestación Bello). Durante operación, anualmente se analizará el H₂S Subestación Bello, Lote, zonas norte y sur.

- **Instrumentos e indicadores de seguimiento**

Mediante el “Índice de Calidad Ambiental” definido en el capítulo 7, se evaluará la eficiencia y eficacia de las medidas planteadas en el Plan de Manejo Ambiental

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- Cronograma de ejecución**

El programa de monitoreo comenzará un mes antes de iniciar la construcción de la planta, para actualizar las condiciones de la línea base. A partir de ese momento, iniciará el conteo de seis y doce meses para realizar el monitoreo respectivo.

Antes de iniciar la operación, se deberá monitorear el H₂S, que servirá para actualizar la línea base.

Actividad	0	Construcción												Operación											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1....	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo de PST																									
Monitoreo de Ruido																									
Monitoreo de CO, NO ₂ , SO ₂																									
Monitoreo de H ₂ S																									

- Presupuesto (directos, personal)**

Los costos por monitoreo incluyen el valor de los equipos y del personal que se utiliza en el monitoreo.

	Unidad	Valor (\$)	Cantidad	Total (\$)
Costos por monitoreo				
Vehículo	Mes	3.500.000	1	3.500.000
Monitoreo de CO	Punto	240.000	5	1.200.000
Monitoreo de SO ₂ , NO ₂	Punto	1.300.000	3	3.900.000
Material Particulado (PST)	Punto	2.200.200	3	6.600.000
Ruido	Punto	960.000	5	4.800.000
Informe	SG			1.000.000
Costo por monitoreo completo				21.000.000
Costo durante el primer año				57.100.000
Costo durante construcción				171.300.000

- Responsable**

Empresas Públicas de Medellín E.S.P, como dueño del proyecto

8.1.4 Programa para monitoreo de las comunidades bénticas.

- Objetivos**

- Evaluar la calidad del agua del río Medellín y de algunas quebradas afluentes mediante las biocenosis presentes en estos ecosistemas, por medio del seguimiento de la estructura de las comunidades bénticas de algas perifíticas y macroinvertebrados.
- Determinar espacio-temporalmente la composición de taxones de algas perifíticas y macroinvertebrados presentes.
- Cuantificar los cambios espaciales y temporales de las densidades de estas comunidades.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- d) Determinar las variaciones espaciales y temporales de los índices de diversidad que reúnen los atributos cuantificables de las comunidades.
- e) Establecer mediante la información anterior el estado de los cuerpos de agua y su variación espacial y temporal asociada a la influencia del proyecto y del régimen hidrológico de la zona.

- **Etapas**

Etapas de construcción y operación.

- **Impactos por controlar**

- a) Alteración de la calidad del aire.
- b) Molestias causadas a la comunidad.

- **Lugar de aplicación**

El monitoreo se realizará en los mismos puntos donde se hicieron los muestreos para la caracterización de la línea base, excluyendo la quebrada Rodas, la cual no se verá afectada por la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.

Los puntos son:

Nombre	Coordenadas	
	E	W
Río Medellín, antes de la descarga de la planta	839.373	1.192.791
Río Medellín, después de la descarga de la planta	838.293	1.192.623
Quebrada Niquía	839.293	1.193.209
Quebrada La Seca	838.609	1.1927.88

- **Justificación**

Este programa tiene como fin el seguimiento de comunidades acuáticas que se desarrollan en los diferentes ecosistemas en el área del proyecto y el mejoramiento de la calidad del agua. El monitoreo de estas comunidades son útiles en el futuro para evaluar la evolución y las condiciones ambientales del entorno con la presencia y operación del proyecto y la protección y conservación del recurso hídrico, que implica la posibilidad de uso de éste con beneficios en la población humana.

- **Población beneficiada**

La población asentada en los barrios aledaños a la Planta: Machado del municipio de Copacabana, y Navarra y Fontidueño del municipio de Bello.

- **Descripción de actividades**

De manera general las actividades previas, la remoción de vegetación y descapote y las excavaciones superficiales afectan las corrientes de estudio por pérdida de cobertura vegetal

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

protectora. Estas actividades, sumadas a las de construcción de obras de infraestructura y disposición de sobrantes de excavación generan material particulado, el cual afecta las características fisicoquímicas de las corrientes y ocasiona cambios en la estructura del biotopo y pérdida de organismos bentónicos sensibles.

De otro lado, las actividades de vaciado de concretos y la operación de almacenes, campamentos y talleres, implican la producción de sustancias contaminantes que igualmente afectan la estructura del biotopo y las comunidades. Adicionalmente, la presencia del proyecto significa un cambio en la calidad del agua de las corrientes y principalmente en el Río Medellín. Por lo tanto, se pretende que por medio del programa de monitoreo propuesto se vayan detectando los cambios en las corrientes ocasionados por cada una de las actividades durante la etapa de construcción, y cuál ha sido el efecto generado por las medidas diseñadas y que conforman el Plan de Manejo.

Con el fin de proporcionar información efectiva en el seguimiento del monitoreo, es importante aclarar que las metodologías de campo aplicadas deben ser constantes, es decir, con rasgos generales semejantes, con el fin de generar información comparable, tanto entre estaciones, como entre diferentes momentos de muestreo. Adicionalmente, presentar cuantificación de taxa de las comunidades hasta el nivel de género y de sus densidades por unidad de área (perifiton), de la misma manera que se realizó para la caracterización de la línea base, para que igualmente sean confrontables.

Al igual que en el procedimiento de campo, las metodologías utilizadas para el análisis de los datos deben ser las mismas o por lo menos incluir las variables que fueron analizadas en la primera evaluación del estado de estas comunidades y deben realizarse de manera conjunta con los análisis fisicoquímicos, puesto que pueden ser complementarios para la definición de la calidad del agua.

a) Metodología para el monitoreo de algas perifíticas

- Metodología de campo

Para coleccionar las muestras, se realizará una remoción por medio de cepillos plásticos del material adherido a sustratos (piedras, troncos, hojarasca), que estén inmersos en el lecho de la corriente. Como unidad de área se utilizará un cuadrante de 8 cm², el cual será utilizado 30 veces al azar en el sitio, a lo largo de un transepto de 20 m aproximadamente, para un total de 240 cm² por estación.

Las muestras recolectadas serán fijadas con una solución de lugol al 10% (0.5 ml por cada 100 ml de muestra) y transportadas en envases plásticos opacos, debidamente rotulados, para su posterior análisis en el laboratorio.

- Análisis de laboratorio y procesamiento de la información

Para la observación de las muestras de algas perifíticas se utilizará un microscopio invertido. Para el montaje de la muestra se utilizará la cámara de conteo Sedgwick-Rafter de 1 ml de capacidad (Wetzel & Likens, 1990). Para efectuar comparaciones válidas entre los análisis cuantitativos, todas las muestras serán llevadas a un volumen de 100 ml; este volumen será agitado en un recipiente plástico de arriba abajo 40 veces, e inmediatamente con una pipeta plástica se tomará el mililitro de muestra que se dispondrá en la cámara de conteo.

Para efectuar el conteo, se seleccionarán 30 campos de observación, siguiendo un sistema de muestreo al azar, y el dato obtenido será la densidad de las algas por unidad de volumen

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

(ind/ml), el cual será también relacionado con el área de muestreo contemplada (240 cm²) (Uehlinger, 1964). El conteo se realizará con una magnificación total de 400X y los taxones serán identificados mínimo hasta el nivel de género.

b) Metodología de macroinvertebrados bénticos

- Metodología de campo

En cada una de las estaciones establecidas en el río Medellín y las quebradas afluentes, se deben tomar muestras cualitativas por recolección manual, con una red tipo D-net y por medio de la red Surber, cubriendo un área representativa y seleccionada dentro de las corrientes y removiendo la vegetación de las orillas, el fondo y levantando piedras, rocas y material vegetal sumergido. Las muestras recolectadas deben ser depositadas en tarros o bolsas plásticas y fijadas en alcohol al 70%, para posteriormente ser identificado en el laboratorio.

- Análisis de laboratorio y procesamiento de la información

En el laboratorio, los organismos recolectados deben ser separados e identificados a través de un estereoscopio hasta el nivel de familia, para calcular el índice de calidad BMWP. Posteriormente, se continuará la identificación hasta el nivel de género, si es posible, con el fin de facilitar y unificar el análisis con la información disponible.

• Instrumentos e indicadores de seguimiento

Para el análisis de los datos deben considerarse los siguientes parámetros, puesto que de esta manera los resultados obtenidos durante los monitoreos podrían ser comparables con los resultados obtenidos en el estudio actual:

- Se debe determinar la calidad ambiental por la obtención del índice BMWP/Col., el cual se fundamenta en la existencia de una comunidad de macroinvertebrados que interviene como un sensor ambiental.
- Se debe determinar la riqueza, abundancia de los individuos por especie y los índices de diversidad y equidad, y comparar la estructura y composición de las comunidades de bentos en los diferentes sitios de muestreo y determinar la riqueza y abundancia de individuos por género.

• Cronograma de ejecución

El monitoreo se realizará semestralmente, realizando el primero antes de iniciar la construcción de la obra, cubriendo dos períodos hidrológicos (verano e invierno).

Actividad	Construcción												Operación											
	0	1			2			3			1....			20										
Monitoreo comunidades bénticas																								

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- Presupuesto (directos, personal)**

	Unidad	Valor (\$)	Cantidad	Total (\$)
Costos de personal por monitoreo				15.500.000
Biólogo macroinvertebrados	H-mes	4.500.000	1,5	6.750.000
Biólogo Algas	H-mes	4.500.000	1,5	5.250.000
Biólogo Auxiliar	H-mes	3.500.000	1	3.500.000
Costos directos por monitoreo				1.680.000
Vehículo	Días	280.000	1	280.000
Muestra de macroinvertebrados	Punto	50.000	4	200.000
Muestra de algas perifíticas	Punto	50.000	4	200.000
Informe	SG			1.000.000
Costo por monitoreo				17.180.000
Costo durante el primer año				34.360.000
Costo durante construcción				103.080.000

- Responsable**

Empresas Públicas de Medellín E.S.P., como dueño del proyecto

8.2 MEDIO BIÓTICO, PROGRAMA DE MONITOREO PARA LOS PROGRAMAS DE REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE Y PROGRAMA DE REFORESTACIÓN (ARBORIZACIÓN) Y REVEGETACIÓN

8.2.1 Objetivos.

- Hacer seguimiento a los programas para garantizar la conservación y establecimiento de las especies recomendadas.
- Realizar seguimiento a la recuperación paisajística.

8.2.2 Etapa

Etapas de Construcción y Operación.

8.2.3 Impactos por controlar

- Modificación del paisaje.
- Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Cambios en la cobertura vegetal.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- Modificación del biotopo y biocenosis terrestre.

8.2.4 Lugar de aplicación

Lote donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.

8.2.5 Justificación

El seguimiento a la remoción de vegetación y al establecimiento de las especies sembradas en la arborización y la revegetación, permitirá obtener información sobre patrones de adaptación y requerimientos de ajustes al manejo.

Adicionalmente, proveerá información con respecto a la recuperación paisajística del entorno y el cambio en la calidad visual de las áreas que fueron afectadas por las obras del proyecto durante la construcción.

8.2.6 Población Beneficiada

La población asentada en los barrios aledaños a la planta: Machado del municipio de Copacabana, y Navarra y Fontidueño del municipio de Bello

8.2.7 Descripción de actividades

- **Lista de verificación de las medidas propuestas en el plan de manejo de reforestación y revegetación**

Para verificar que se están cumpliendo las medidas propuestas se llevarán listas de chequeo (véase Tabla 8.2)

Tabla 8.2. Lista de chequeo de cumplimiento de las actividades de los programas

Actividad	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Se valoraron los requerimientos de poda y tala			
Se acopia el material podado en el sitio dispuesto para hacerlo			
Se lleva registro de los individuos talados			
Se hace rescate de los individuos juveniles			
Se señalizan las áreas en que se van a conservar árboles			
Se controla la acumulación de materiales y maquinaria cerca de los individuos que se van a conservar			
Las áreas con restricción tienen avisos que indiquen qué especies se están conservando			
Se sectorizó la planta por áreas			
Se realiza descapote de las áreas intervenidas			

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

Tabla 8.2. Lista de chequeo de cumplimiento de las actividades de los programas (Continuación)

Actividad	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Se almacena el suelo proveniente del descapote			
Se protegen las pilas de almacenamiento del suelo			
Se instalaron los drenajes requeridos en las áreas de revegetación			
Se prepara sustrato con suelo orgánico y enriquecido con fertilizante			
Se utilizan soportes para sostener el sustrato			

- **Inventario físico de los individuos conservados y sembrados.**

Los individuos sembrados y los conservados serán codificados y localizados sobre el plano de urbanismo, en los sectores señalados en el programa de arborización y revegetación.

Con este código se hará seguimiento de su crecimiento y desarrollo, con inspecciones cada dos meses durante el primer año, trimestrales en el segundo y semestrales a partir del tercero. Para esto se aplicará el formato propuesto en la Tabla 8.3.

Para la cobertura vegetal de tipo herbáceo ubicada en jardines, se llevará registro del número de individuos sembrados y especies, el número que se conserva y si están o no afectados por plagas, enfermedades o deficiencias nutricionales.

El seguimiento a las áreas revegetadas se hará determinando el porcentaje de área cubierta con vegetación.

- **Registro de mantenimientos programados y realizados**

Las labores de mantenimiento (control de plagas, enfermedades, podas y fertilización) serán programadas y se llevarán registros de su ejecución.

- **Seguimiento a la recuperación paisajística**

Se hará un registro fotográfico durante construcción de la adecuación de las áreas abiertas y la siembra que se haga en ellas, y será actualizado anualmente durante los primeros tres años de operación de la planta.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

[illegible]

- Número de individuos arbóreos y arbustivos conservados/Número de individuos arbóreos y arbustivos sembradas
- Número total de especies conservadas/Número total de especies sembradas (incluidas las que se conservaron en el lote)
- Número de individuos transplantados conservados/Número de individuos transplantados
- Área abierta conservada/Área abierta tratada

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

Las áreas abiertas se refiere a las zonas verdes que hacen parte del urbanismo de la planta.

8.2.9 Cronograma de ejecución

El seguimiento se efectuará durante la construcción y la operación.

8.2.10 Presupuesto (directos, personal)

Durante la construcción, los costos se encuentran dentro de la Interventoría. Durante operación, los costos hacen parte del grupo de trabajo que se tenga contemplado para las labores de jardinería en la planta.

8.2.11 Responsable

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

8.3 MEDIO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

8.3.1 Objetivos.

- Realizar un seguimiento periódico a la ejecución de los programas del Plan de Manejo Ambiental definidos en la dimensión social y en los barrios definidos en la cobertura espacial.
- Utilizar los instrumentos de verificación propuestos en cada uno de los programas del Plan de Manejo Ambiental -PMA.
- Identificar las variables relevantes de la zona donde se inserta el proyecto, con las cuales se pueden presentar alteraciones por la presencia de la planta de tratamiento en sus etapas de construcción y operación.
- Establecer indicadores con los cuales se pueda realizar un monitoreo por la presencia de la planta asociando variables externas con los alcances y actividades planteadas dentro de cada uno de los programas del plan de manejo.

8.3.2 Etapa

Etapas de Construcción y Operación.

8.3.3 Impactos a controlar

- Generación de expectativas.
- Molestias causadas a la comunidad.
- Desplazamiento de población.
- Afectación de actividades productivas.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

- Afectación de áreas recreativas y de esparcimiento.
- Generación de empleo.
- Afectación del patrimonio arqueológico.
- Cambios en las condiciones de movilidad.
- Cambios en los niveles de gobernabilidad.

8.3.4 Lugar de aplicación

El programa de monitoreo se aplicará a la comunidad vecina o del área de influencia directa de la PTAR, así como a la población que deberá ser reubicada.

8.3.5 Justificación

El seguimiento de cada uno de los programas del Plan de Manejo Ambiental del Medio Social, con la revisión de los instrumentos de verificación propuestos, garantizará una buena gestión socioambiental lo que propicia la permanencia del proyecto.

Igualmente, el realizar el seguimiento periódico al Plan de Manejo Ambiental, asociado a los impactos ambientales identificados, agilizará y actualizará los procesos de evaluación para la autoridad ambiental en el momento de ser requerido.

La presencia de un proyecto en el cual se han identificado impactos importantes y de largo plazo, incluso permanentes, acarrea cambios y externalidades, tanto positivas como negativas, cuyas variables son importantes para su medición en períodos determinados.

8.3.6 Población Beneficiada

Comunidades ubicadas en el área de influencia directa del proyecto

8.3.7 Descripción de actividades

En las áreas sociales el monitoreo se ha tomado más como el seguimiento a la ejecución de los planes, programas y proyectos. El mismo Banco Mundial (1989) define el monitoreo como una evaluación continua de los programas y proyectos, en relación con los cronogramas de ejecución, el uso de los recursos e infraestructura y el uso de servicios por parte de los beneficiarios¹.

Si bien el monitoreo contribuye al seguimiento y evaluación de la ejecución del Plan de Manejo, no se pueden confundir, ya que cada uno de ellos demanda estrategias, recursos y aproximaciones diferentes para su desarrollo.

¹ Citado por: CORREA, Elena. Impactos socio-económicos de grandes proyectos. Financiera Energética Nacional –Fondo FEN, 1999.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

El seguimiento consiste en la observación, registro y sistematización de la ejecución de las actividades y tareas de un proyecto social en términos de los recursos, las actividades cumplidas, los tiempos y presupuestos previstos, así como sus modificaciones, de tal modo que permita conocer la marcha del proyecto y los correctivos que se deben realizar.

El monitoreo de los aspectos sociales requiere identificar las variables relevantes de la región, sobre las cuales se considera que se pueden presentar alteraciones por la presencia de la obra, o las que se consideran significativas para medir y evaluar el estado socio-económico, cultural y político de una región.

En el siguiente plan de seguimiento y monitoreo se enfatiza que su enfoque es hacia los temas y las variables que se desprenden de un Plan de Manejo Social por las afectaciones que la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, causarán al ambiente en la dimensión social.

• **Seguimiento**

En el Plan de Manejo Ambiental del Medio Social se establecieron metas e indicadores, los cuales están diseñados como objeto de seguimiento.

Durante los estudios previos, Empresas Públicas de Medellín E.S.P ha realizado acercamientos a la comunidad de los barrios de Bello (Navarra, Fontidueño, sector de Niquía) y en el barrio Machado de Copacabana, además de las continuas comunicaciones y visitas realizadas a los residentes en el lote de Las Pistas, propiedad de las Empresas. Es decir, que la comunidad ya se encuentra informada sobre la existencia futura de la planta, todo como respuesta al manejo de las expectativas generadas en la población.

Durante la operación, el seguimiento está basado en la prevención de reclamaciones por parte de la comunidad provenientes de la concepción que tengan del funcionamiento de una planta de esta naturaleza.

Las actividades que se realizarán durante el seguimiento incluyen:

- Seguimiento de metas. Cada uno de los responsables especificados en los programas del Plan de Manejo, realizará seguimiento a las metas propuestas en los programas con la periodicidad indicada para cada uno de estos.
- Evaluación de las solicitudes, quejas y reclamos. Con el formato presentando en el numeral 7.4.2 de este estudio se registrarán las quejas, solicitudes y reclamos realizados por la comunidad. Estas serán canalizadas por el gestor social asignado para la zona. Este dirigirá la queja o solicitud al empleado que le compete y establecerá un límite de tiempo para responder a la comunidad. En este proceso, sistematizará el número y causa de las quejas y reclamaciones y generará un indicador sobre la conclusión de cada solicitud (es decir, una respuesta donde ya haya finiquitado el proceso).
- El seguimiento será realizado por una persona del equipo ambiental y social del contratista y será verificado por un interventor cuando aplique.

En la Tabla 8.4 se presenta la lista de verificación del cumplimiento de los programas del Plan de Manejo Ambiental para la dimensión social.

Tabla 8.4. Lista de verificación

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO			
FICHA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL: Programas del plan de manejo			
Empresa Interventora:			
Fecha de elaboración:			
ASUNTO	SI	NO	OBSERVACIONES
Se informó a las comunidades del área de influencia sobre la existencia y funcionamiento de la planta y corresponde al 100%?			
Se ha realizado la atención oportuna a las solicitudes, quejas y reclamos de la comunidad, la atención es del 100%?			
Se han realizado las evaluaciones a los asistentes a las reuniones?			
En el programa de Educación ambiental se ha capacitado a todo el personal que ha ingresado?			
El personal capacitado ha diligenciado la encuesta de evaluación?			
El personal se encuentra satisfecho con la capacitación impartida?			
Se ha contratado personal local en cuanto a mano de obra no calificada?			
Se negoció el 100% de las viviendas existentes en el predio propiedad de Empresas Públicas de Medellín E.S.P?			
Se negoció dentro de los parámetros definidos por Empresas Públicas de Medellín E.S.P?			
Se han evaluado los cambios en cuanto al lugar de residencia de la población con la cual se negoció su reasentamiento?			
Se estableció una metodología de pago por los negocios y reconocimiento por la actividades económicas realizadas en el lote de "Las Pistas"?			
Se han documentado quejas y reclamaciones con respecto a la negociación de viviendas una vez realizada?			
_____	_____		
Vo. Bo. Interventoría	Vo. Bo. Encargado		

• **Monitoreo**

El monitoreo de los aspectos socioeconómicos asociados a la construcción y operación del de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, requiere identificar variables relevantes de la zona, sobre las cuales se considera que se pueden presentar alteraciones por la presencia de la obra.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

La identificación de los residentes y demás usufructuarios de la zona del lote de “Las Pistas” y la adopción de una metodología de avalúo de sus mejoras y de pago o indemnización, amerita establecer unos criterios de monitoreo para un período futuro.

Con este programa de monitoreo se trata de construir indicadores confiables que puedan medir los cambios en el tiempo de algunas variables susceptibles de ser modificadas por las medidas de manejo del proyecto.

8.3.8 Instrumentos e indicadores de seguimiento

- a) Número de personas capacitadas por mes / Número total de personas presupuestadas por capacitar.
- b) Número de personal capacitado, contratado / Número total de personal contratado.
- c) Temas abordados en los talleres / Temas planeados para los talleres.
- d) Número de evaluaciones planeadas en el año.
- e) Rango de calificación en los cuestionarios o evaluaciones pretest – postest.
- f) Cantidad de reuniones informativas realizadas/Cantidad de reuniones informativas planeadas.
- g) Cantidad de inquietudes respondidas/Cantidad de inquietudes recibidas.
- h) Cantidad de evaluaciones realizadas/Cantidad de reuniones informativas realizadas.
- i) # de actividades que continuaron/total de actividades que fueron afectadas.
- j) # de personas dependientes de la actividades que continuaron/total de personas de las que dependían de una actividad específica.
- k) # de actividades nuevas que se desarrollaron/total de actividades que fueron afectadas.

En la Tabla 8.5 se proponen los indicadores, las variables y la fuente de información para realizar los monitoreos anuales, y apreciar los cambios positivos o negativos por la presencia de la planta en su área de influencia. Igualmente por sinergias generadas con otras entidades u otros proyectos que surjan en el futuro.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

Tabla 8.5. Indicadores para realizar el monitoreo

Indicador	Descripción	Variables	Fuentes – tipo de información
Índices de empleo	El aporte de empleo de mano de obra calificada y no calificada, disminuirá los índices de desempleo registrados en Bello y Copacabana.	Número de empleos demandados año por año durante la construcción y por municipio (Bello y Copacabana). Índice de desempleo de los municipios de Bello y Copacabana.	Anuario Estadístico de Antioquia. Anuario Estadístico del municipio de Bello Anuario Estadístico del municipio de Copacabana. Secretaría de Servicios Administrativos Informes del total de empleados y trabajadores que ha ingresado (datos que debe suministrar el contratista de acuerdo con el programa de Contratación de mano de obra).
Mejoramiento de la calidad de vida	Este indicador se analizará desde los cambios identificados por el apoyo y por las actividades reseñadas en el programa de asesoría para el reasentamiento de la población afectada.	Análisis de la situación actual de los residentes en el lote de Las Pistas en cuanto a cobertura de servicios públicos, condiciones de acceso a las viviendas, índices de hacinamiento, calidad actual de las viviendas. Análisis de las actividades económicas nuevas o continuación de las existentes con respecto a las personas que tenían algún negocio o la actividad de quema de material vegetal en el lote de Las Pistas.	Secretarías de Salud Secretarías de Planeación. Informes generados por el gestor social en cuanto al seguimiento de las familias asentadas en las nuevas viviendas en función de la cobertura y calidad de los servicios públicos, accesos, índice de hacinamiento; para analizar esos cambios en la calidad de vida. Igualmente informes del seguimiento de las actividades económicas las personas con las cuales se negoció, o la aparición de nuevas actividades. Recorridos de campo y registros fotográficos.

8.3.9 Cronograma de ejecución

Las actividades de seguimiento se harán mensualmente.

Las actividades del monitoreo se harán anualmente.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

8.3.10 Presupuesto (directos, personal)

Los costos para las actividades de seguimiento se encuentran incluidos dentro del costo de la Interventoría.

Para el monitoreo se deberá contratar una persona que levante la información para la evaluación de los indicadores y elabore los informes.

	Unidad	Valor (\$)	Cantidad	Total (\$)
Cotos de personal				4.500.000
Profesional área social	H-mes	4.500.000	1,0	4.500.000
Costos directos				1.900.000
Vehículo	Días	280.000	5	1.400.000
Informe	SG			500.000
Costo durante el primer año				6.400.000
Costo durante construcción				19.200.000

8.3.11 Responsable

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 0	Fecha: 2008-04-16

8. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO 8.1

8.1 medio Abiótico 8.3

- 8.1.1 Programa de monitoreo de aguas residuales 8.3
- 8.1.2 Programa de monitoreo de aguas superficiales..... 8.5
- 8.1.3 Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fijas y móviles. 8.7
- 8.1.4 Programa para monitoreo de las comunidades bénticas. 8.9

8.2 medio biótico, Programa de monitoreo para los programas de remoción de cobertura vegetal y descapote y Programa de reforestación (arborización) y revegetación..... 8.13

- 8.2.1 Objetivos..... 8.13
- 8.2.2 Etapa..... 8.13
- 8.2.3 Impactos por controlar..... 8.13
- 8.2.4 Lugar de aplicación 8.14
- 8.2.5 Justificación 8.14
- 8.2.6 Población Beneficiada 8.14
- 8.2.7 Descripción de actividades 8.14
- 8.2.8 Instrumentos e indicadores de seguimiento..... 8.17
- 8.2.9 Cronograma de ejecución 8.18
- 8.2.10 Presupuesto (directos, personal)..... 8.18
- 8.2.11 Responsable 8.18

8.3 medio social, Programa de monitoreo y seguimiento..... 8.18

- 8.3.1 Objetivos..... 8.18
- 8.3.2 Etapa..... 8.18
- 8.3.3 Impactos a controlar..... 8.18
- 8.3.4 Lugar de aplicación 8.19
- 8.3.5 Justificación 8.19
- 8.3.6 Población Beneficiada 8.19
- 8.3.7 Descripción de actividades 8.19
- 8.3.8 Instrumentos e indicadores de seguimiento..... 8.22
- 8.3.9 Cronograma de ejecución 8.23
- 8.3.10 Presupuesto (directos, personal)..... 8.24
- 8.3.11 Responsable 8.24

Tabla 8.1. Programas de monitoreo 8.1

Tabla 8.2. Lista de chequeo de cumplimiento de las actividades de los programas..... 8.14

Tabla 8.3. Seguimiento a los individuos arbóreos y arbustivos sembrados y conservados 8.17

Tabla 8.4. Lista de verificación 8.20

Tabla 8.5. Indicadores para realizar el monitoreo 8.23