Revista Tecnológica ESPOL, Vol. Xx, N. xx, pp-pp, (Octubre, 2007)

Evaluación de Impactos Ambientales del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Urbanización "Valle Alto II", Aplicando Modelo de Simulación para las Descargas del Efluente

Ingrid T. Orta Zambrano, Ing. José Chang
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Km. 30.5 vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador
iorta@espol.edu.ec, jvchang@espol.edu.ec

Resumen

En la actualidad la ciudad de Guayaquil se ve afectada por el masivo incremento poblacional, por lo cual, varias empresas han buscado como alternativas para el desarrollo urbanístico las áreas extremas de la ciudad, como la vía a la Costa donde se encuentra la Urbanización "Valle Alto Sector II", en base a la cual se realizó el presente trabajo. Estas áreas no cuentan con infraestructura de servicios básicos, por lo que se implementan redes y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD) independientes a los de la ciudad, las cuales pueden ser aeróbicos o anaeróbicos; dentro de los más utilizados en Guayaquil tenemos las zanjas de oxidación, lodos activos y pozos sépticos. Considerando este tipo de proyectos como una pieza base en el desarrollo y en la mejora socio ambiental, en el presente artículo se resume los resultados de la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) y el Plan de Manejo Ambiental (PMA) propuestos para las fases de construcción y operación del STARD de la Urbanización "Valle Alto Sector II". El producto de este proyecto ser{a puesto a consideración de los promotores de la urbanización, con la finalidad de que implementen las medidas ambientales propuestas y así mejorar la calidad de vida de los futuros pobladores y su relación con el ecosistema.

Palabras claves: *Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Evaluación de Impactos Ambientales, Plan de Manejo Ambiental.*

Abstract

Now-a days the huge increase of population in Guayaquil, has forced to look for new alternatives for the urban development, these alternatives consist in closed urbanizations localized near of the city's limits, as the urbanization Valle alto sector II, in which we based this project. These rural areas don't count with basic services infrastructure, due to that designers apply independent nets and wastewater treatment systems. The treatment systems can be aerobic or anaerobic, and some of the most used are oxidation ditch, active sludge and septic tanks. As these type of projects are a fundamental piece for the social and environmental development and improvement, in this article it is presented an abstract of the results for the Environmental Impact Evaluation and the Environmental Management Plan, that are proposed for the construction and operation phases of the wastewater treatment plant for the urbanization "Valle Alto Sector II". The product of this project will be exposed to the owners of the urbanization, in order to implement the environmental actions proposed, and to improve the standards of life for the people and the relation ship with the ecosystem.

Palabras claves: *Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Evaluación de Impactos Ambientales, Plan de Manejo Ambiental.*

1. Marco teórico

El Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas es un proceso necesario para mantener y salvaguardar la integridad del ecosistema en el que vivimos. Por medio de estos tratamientos, las concentraciones de contaminantes en el agua residual, son reducidas a niveles permisibles, según lo establecido en la legislación y normas vigentes en el país. Los contaminantes biodegradables de las aguas residuales son degradados en sistemas donde los microorganismos aceleran la descomposición de la materia orgánica, utilizándola como alimento para su crecimiento y manutención. Los tratamientos de aguas residuales constan de 4 fases básicas: tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento avanzado y tratamiento de lodos.

El tratamiento primario consiste en la eliminación por medio de operaciones físicas de sólidos gruesos, sedimentables y flotantes que se encuentran en el agua residual. En el tratamiento secundario se realiza la reducción de la carga orgánica, reflejada en la Demanda Bioquímica de Oxígeno, mediante la acción de las bacterias o microorganismos que son los encargados de degradar la materia. El tratamiento avanzado o terciario consiste en la remoción de sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional, es decir que elimina contaminantes específicos no removidos en el tratamiento secundario: fosfatos, nitratos, plaguicidas, sales, materia orgánica persistente, entre otros. En Guayaquil, principalmente se utilizan procesos para alcanzar la eficiencia (%) de remoción de materia orgánica establecida en el TULAS. Un tratamiento de desinfección es la eliminación de coliformes fecales y microorganismos patógenos, persistentes después del tratamiento secundario. Entre los procesos más utilizados tenemos clorinación, rayos Ultra Violeta y ozonización. Entre los tratamientos más comunes para el lodo producido en el proceso de lodos activos están la digestión aeróbica, lechos de secados, filtros prensa, entre otros.

En la actualidad existen diversos tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales, que pueden ser clasificadas por su distribución de unidades, por su tipo de tratamiento, por el tipo de reactores, etc. Los sistemas pueden ser modulares o centrales. En los últimos cinco (5) años, en la ciudad de Guayaquil, se tiene a los procesos aerobios como los más comunes para urbanizaciones, los cuales tienen una gran variedad de métodos aplicables bajo este concepto.

Para controlar el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales se deben considerar ciertos parámetros como fundamentales para la verificación de la idoneidad del STARD. Debido a los diferentes problemas que pueden surgir en el funcionamiento de cada unidad se debe controlar los parámetros típicos del medio, verificando que se encuentren en el rango establecido por la Legislación Ambiental (Ver Anexo I Tablas de Límites máximos permisibles para descargas de efluentes, Anexo 1, Libro VI, TULAS).

Por otro lado, uno de los principales requerimientos para la construcción de obras civiles, es la aprobación, por a Dirección del Medio Ambiente de la M. I. Municipalidad de Guayaquil, del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). se consideran como aspectos fundamentales en la planeación para el futuro desarrollo urbano y uso de suelo la provisión de un adecuado abastecimiento de agua potable, para satisfacer las necesidades domésticas y comerciales. También se deben considerar cumplir a cabalidad con las normas, para solucionar los problemas causados por la calidad del agua y la eliminación de desechos (líquidos y sólidos).

En la elaboración de proyectos se suelen producir alteraciones a la calidad del medio ambiente. Para poder prevenir, mitigar o equilibrar dichas afectaciones, se deben determinar cuales son los impactos que atentan contra la estabilidad del ecosistema del área de influencia.

La identificación de los Impactos Ambientales[(1)] se la realiza, a partir de la comparación de los posibles efectos que puedan generar las actividades que se realizan en el proyecto. La selección de las metodologías se la realizó en base a los siguientes aspectos:

- ✓ Adecuada para las tareas a realizar en el proyecto.
- ✓ Lo suficientemente independiente de los puntos de vista personales del evaluador, es decir que los resultados obtenidos deben poder reproducirse de igual manera, con cualquier evaluador.

Para este caso se utilizan Listas de Revisión o Control de las Actividades del proyecto y de los Componentes del Medio Ambiente afectados en el proceso. Las listas de control abarcan desde simples listados de factores ambientales hasta enfoques descriptivos que incluyen información sobre la medición, predicción e interpretación de las alteraciones de los impactos identificados. También pueden incluir valoración o jerarquización de los impactos de cada uno de los factores ambientales considerados [(2)]. Las listas de control proporcionan un enfoque estructurado para identificar los impactos claves y factores ambientales pertinentes a ser considerados en la Evaluación de Impactos Ambientales[(3)].

Las listas de control más sofisticadas son aquellas que incluyen la asignación de pesos de importancia a los factores ambientales [(4)]. Motivo por el cual, una vez identificadas las acciones y los factores del medio que serán impactados, se desarrolla la matriz de importancia de cada factor ambiental, lo que permite obtener una valoración cualitativa[(5)] del impacto. Esta valoración nos servirá de pauta para la posterior evaluación de los impactos ambientales en cada fase del proyecto.

Para valorar, prevenir o corregir y comunicar los efectos e impactos producidos por las actividades de la construcción y funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Urbanización "Valle alto Sector II", se decidió aplicar un método en el que se obtengan los impactos ambientales cruzando las acciones sobre los factores del medio; se propone el uso de el método de los criterios relevantes [6], donde se le asigna un valor ponderado a cada indicador del impacto (intensidad, duración, extensión, desarrollo y reversibilidad) al cual se le suma la probabilidad de ocurrencia. Se obtiene así una jerarquización de impactos. Solo los impactos con altas probabilidades y con altos valores se toman en cuenta para el diseño de medidas de prevención, reducción, control y compensación ambiental [7]. Se obtendrán valores para cada impacto producido por cada una de las actividades de la obra, y la evaluación culminará con un juicio sobre los efectos. Clasificándolos en efectos notables o impactos y en efectos mínimos.

Un plan de manejo o gestión ambiental consiste en la programación de la aplicación de medidas ambientales, dentro de este se incluirá el plan de monitoreo y seguimiento, el plan de contingencias y el plan de abandono [8]. A partir de la evaluación de los impactos y de la revisión de documentos, se establecerán los procedimientos ambientales requeridos para llevar a cabo el plan de gestión ambiental [9]. Además de adjuntar recomendaciones para mejorar la operación del STARD y llevar a cabo los análisis ambientales necesarios durante la operación y mantenimiento del mismo.

Las medidas ambientales son acciones que se diseñan con el fin de que se las implemente en la realización de un proyecto y durante su funcionamiento, para disminuir los impactos negativos ocasionados sobre el medio ambiente y para magnificar los impactos positivos que generaría la ejecución de una obra civil o el funcionamiento de un proyecto.

2. Descripción del Sistema de Tratamiento

Para el proyecto de la Urbanización Valle Alto Sector II se consideró un sistema de lodos activados con una zanja de oxidación como reactor biológico y en distribución de óvalos integrados. Caracterizado por su fácil tratamiento, operación, vigilancia y monitoreo, debido a que los caudales a tratar son bastante elevados. Se prevé que el sistema funcione de forma modular, como un proceso de mezcla completa, durante el mantenimiento parcial o total de cada una de sus unidades.

Los procesos de lodos activos no remueven la materia orgánica (coliformes fecales), en el grado de eficiencia que exigen las leyes del Ecuador; por este motivo el diseñador del STARD de la urbanización Valle Alto Sector II, colocó una unidad de desinfección como tratamiento terciario. El equipo utilizado es una Unidad de Rayos Ultravioleta (UV), la cual se encuentra a la salida del clarificador, la cual remueve coliformes fecales, permitiendo alcanzar porcentajes de remoción en el orden del 99.9% [10].

El diseño del STARD analizado, incluye un Digestor de Lodos, el cual tiene como finalidad disminuir la concentración de lodos maduros en el sistema, hasta el 40 o 50% [11]. Debido a las regulaciones nacionales, el lodo que se produce en la planta, solamente podrá ser depositado en el relleno sanitario de la ciudad de Guayaquil, si tiene una humedad del 30%. Ya que en el proceso de digestión aeróbica, la humedad es del orden del 95% [12], plantearon una opción para dar tratamiento de secado a estos lodos y así proceder a su disposición final.

El diseñador del sistema consideró un proceso de deshidratación de lodos, mediante la creación de un lecho de secado de arena. Donde se tratarán los lodos del digestor hasta un 55 y 60% de la humedad con la que salieron del digestor, es decir una humedad relativa del 30%. Este sistema es el método más simple y económico para tratamiento de lodos residuales estabilizados.

Finalmente, se prevé que el efluente del sistema salga con óptimos valores, en comparación a los parámetros considerados por la legislación local y nacional. Siendo el lugar de disposición final del efluente tratado el Río ANETA, que desemboca al Estero Salado; y en cuanto a los sólidos, estos serán dispuestos en el relleno sanitario de la ciudad de Guayaquil.

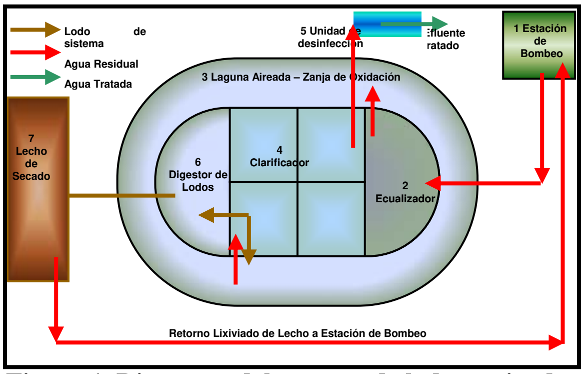

Figura 1. Diagrama del proceso de lodos activados

3. Línea base ambiental

La Línea Base Ambiental es un análisis y descripción del estado y condiciones ambientales del lugar de un proyecto, antes de la ejecución del mismo. Se considera los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamiento de recursos naturales, según las actividades preexistentes en la zona. Para la evaluación de impactos es indispensable describir la situación actual del lugar del proyecto, para luego establecer una comparación entre el lugar sin proyecto y luego de implementar las acciones previstas.

Se llamará Área de Influencia del Proyecto (AI) o directamente afectada al espacio geográfico que es ocupado en el desarrollo de sí mismo. Para determinar el área total de influencia de un proyecto se debe tomar en cuenta la tridimensionalidad de los impactos de ser necesario. El área de influencia del Proyecto se divide en dos partes fundamentales: el área de Influencia Directa (AID) o área del Proyecto (AP); y el área de Influencia Indirecta (AII). Los sitios con los que va a limitar el STARD son:

- ✓Canal de Aguas Lluvias - Río Aneta.
- ✓Franja de servidumbre de la tubería de PETROCOMERCIAL.
- ✓Área Cedida al Municipio (ACM) dentro de Valle Alto Sector II.
- ✓Vía de acceso para pobladores de la Urbanización Valle Alto II.

Figura1. Ubicación de los límites del STARD en la etapa Buenos Aires.

El Área de Influencia directa (AID) corresponde al espacio geográfico que recibe los impactos directos del proyecto, por lo general corresponde a una franja de 300 metros de ancho, medidos a partir de los límites del área del proyecto (AP). Se ha determinado que el área de influencia directa, se verá afectada en el entorno físico, biótico y socio-económico, por la realización del proyecto.

La mayor influencia sobre el entorno físico, se dará en la zona en que se va a desarrollar el sistema, que comprende un área a partir del lindero del STARD, incluyendo el cauce del río Aneta; la ciudadela Buenos Aires de la Urbanización que es donde se ubicará el proyecto; y la franja de servidumbre de la tubería de PETROCOMERCIAL. El Río Aneta es un canal de aguas lluvias que ha sido reconformado en el área de la urbanización, donde se descargará el efluente tratado de la planta de tratamiento; y sirve de límite entre los Sectores I y II de Valle Alto. La construcción del STARD influye directamente en el entorno social. Esto se da mediante los campos laborales para obreros y profesionales de la construcción y por la prestación de servicios de empresas proveedoras de materiales. Estos aspectos influyen positivamente en el aspecto socio-económico de los participantes.

Una vez en funcionamiento la influencia social del STARD se verá reflejada en la calidad de los servicios básicos de saneamiento para los moradores de la urbanización, así como se deberá considerar la posible presencia de malos olores, ruidos y cualquier otra irregularidad que afecte a la sociedad asentada en el área de influencia.

El Área de influencia indirecta corresponde a los lugares cercanos que rodean al STARD; y que corren el riesgo de sufrir impactos indirectos o directos. Entre los lugares afectados por el desarrollo del proyecto tenemos:

- ✓ Terrenos de las ciudadelas Venecia, Río de Janeiro y Madrid, también pertenecientes a Valle Alto Sector II.
- ✓ El recorrido del Río Aneta que bordea la urbanización, hasta su desembocadura en el Estero Puerto Hondo.
- ✓ Asentamientos poblacionales de la Autopista Guayaquil – Salinas.
- ✓ La Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado.

A continuación se muestra un detalle de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

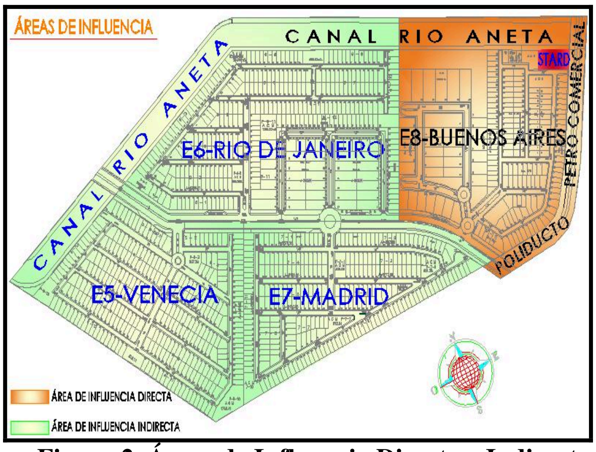

Figura 2. Áreas de Influencia Directa e Indirecta del STARD.

4. Identificación y evaluación de impactos ambientales.

Todo proyecto, ya sea durante su construcción o funcionamiento, suele producir alteraciones a la calidad del medio ambiente. Para prevenir, mitigar o equilibrar las afectaciones originadas por el funcionamiento del STARD, se debe determinar los impactos contra la estabilidad del ecosistema del área de influencia del sistema y su descarga. El término "Evaluación de Impacto Ambiental" tiene diferentes sentidos; designa diferentes metodologías, procedimientos o herramientas para la Planificación y Gestión Ambiental. Describe impactos ambientales resultantes de proyectos de ingeniería o actividades humanas de cualquier tipo, como procesos productivos y sus productos y la instalación de un proyecto [13].

Para realizar el proyecto se tendrán que ejecutar diferentes actividades que podrían ocasionar impactos en el medio ambiente, por consiguiente es muy importante identificarlas y analizarlas.

La identificación de los impactos se efectuó a partir de Listas de Revisión tanto de las Actividades del Proyecto, así como de los Componentes Ambientales que se verían afectados.

Una vez identificados los impactos ambientales sobre los componentes del medio para cada una de las fases, y con la evaluación cualitativa respectiva. Durante la fase de construcción el componente afectado por una mayor importancia negativa es el agua, en su calidad por el vertido de efluentes y desechos; mientras que son dos los componente de mayor importancia positiva el mejoramiento del suelo y la generación de empleo. Así mismo en la fase de operación y mantenimiento del STARD se tiene al componente agua como el más afectado negativamente; mientras que el impacto positivo de mayor importancia se da sobre el medio socio-económico en el factor de los servicios básicos.

Por el contrario en el abandono de la planta de tratamiento se tiene al factor de servicios básicos como el de mayor importancia con afectación negativa, y a la eliminación de residuos como el factor con mayor importancia positiva. Con la evaluación cualitativa de los impactos sobre cada factor de los componentes ambientales, se puede proceder con mejor criterio a la evaluación cuantitativa de los impactos, para así determinar la factibilidad socio ambiental del proyecto.

La evaluación de Impactos Ambientales permite concluir cuales serian las actividades del proyecto que causarían los mayores impactos ambientales. Las actividades de la fase de Construcción, ocasionan impactos medios y bajos; siendo el movimiento de tierras y transporte de materiales y desechos las que ocasionan mayor impacto.

Por otro lado la actividad de mayor significancia durante la etapa de Operación y Mantenimiento es en sí el Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales, que genera un impacto alto; mientras que las demás actividades de esta fase ocasionan impactos medios y bajos.

Finalmente en el Abandono se proyectan impactos medios y bajos siendo la actividad con mayor influencia el manejo de desechos sólidos.

Tabla 1. Impactos por Componente Ambiental.

COMPONENTES AMBIENTALES	VIA	%
INTERÈS HUMANO : Empleo	120,8	20,67%
INTERÈS HUMANO : Salud Pública y Laboral	46,2	7,91%
PAISAJE: Calidad Visual	45,7	7,82%
SUELO: Calidad de Suelos: Mejoramiento	40,2	6,87%
SUELO: Generación de Desechos	39,6	6,78%
INTERÈS HUMANO : Seguridad Pública y Laboral	34,7	5,94%
SERVICIOS: Servicios Básicos	34,6	5,91%
SERVICIOS: Eliminaciòn de Residuos Sòlidos	33,9	5,80%
AIRE: Niveles de Ruido y Vibraciones	33,1	5,66%
BIÓTICO: Fauna	28,9	4,95%
INTERÈS HUMANO : Áreas de Reserva	27,5	4,70%
AIRE: Calidad de Aire: Material Particulado	26,4	4,52%
AGUA: Calidad del Agua Superficial	19,6	3,34%
PAISAJE: Calidad de Olores	19,3	3,30%
AIRE: Calidad de Aire: Emisiones de Gases	19,2	3,29%

Tabla2. Impactos por Actividad del Proyecto.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	VIA	%
1.- FASE DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN		
Movimiento y Mejoramiento de Terreno (Excavación, Desalojo y Relleno)	37,8	6,47%
Transporte de materiales y desechos de construcción	30,4	5,20%
Desbroce y limpieza	25,8	4,41%
Presencia de Obreros (desechos biológicos y actividades laborales)	25,4	4,34%
Operación y Mantenimiento de Equipos y Maquinaria de Construcción	23,1	3,95%
Trabajos de albañilería, Revestimientos, Acabados	19,6	3,35%
Colocación de Adoquines en área de operación y mantenimiento	15,4	2,64%
Encofrado y Fundición de estructuras de hormigón armado	14,3	2,44%
Colocación de geomembrana	14,0	2,39%
Soldadura de elementos estructurales de Acero	13,6	2,32%
Montaje de Estructuras Metálicas y Equipos	10,5	1,80%
Instalaciones Eléctricas y Sanitarias	8,5	1,46%
2.- FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Tratamiento y disposición de Aguas Residuales Domésticas	47,0	8,04%
Tratamiento y disposición de Lodos	45,0	7,69%
Manejo de Desechos Sólidos	42,7	7,30%
Actividades de Mantenimiento (limpieza, prevención de reboses)	30,3	5,18%
Control de Insectos, vectores y olores	27,8	4,76%
Operación de Equipos de Aireación y Bombas	24,0	4,10%
Actividades de Monitoreo y Muestreo de Aguas, lodos y niveles de ruido	22,7	3,88%
3.- FASE DE ABANDONO		
Manejo de Desechos sólidos	37,5	6,42%
Desmontaje de instalaciones civiles	31,4	5,37%
Abandono y Clausura del área del proyecto	23,6	4,04%
Desmontaje de instalaciones electromecánicas y equipos.	14,3	2,45%

Tabla 3. Actividades Relevantes del Proyecto.

Actividades Relevantes	%	Carácter del Impacto
Tratamiento y disposición de Aguas Residuales Domésticas	8,04%	Negativo
Tratamiento y disposición de Lodos	7,69%	Positivo
Manejo de Desechos Sólidos	7,30%	Positivo
Movimiento y Mejoramiento de Terreno (Excavación, Desalojo y Relleno)	6,47%	Negativo
Manejo de Desechos sólidos	6,42%	Positivo
Desmontaje de instalaciones civiles	5,37%	Negativo
Transporte de materiales y desechos de construcción	5,20%	Negativo
Actividades de Mantenimiento (limpieza, prevención de reboses)	5,18%	Positivo
Control de Insectos, vectores y olores	4,76%	Positivo
Desbroce y limpieza	4,41%	Negativo
Presencia de Obreros (desechos biológicos y actividades laborales)	4,34%	Negativo
Operación de Equipos de Aireación y Bombas	4,10%	Negativo
Abandono y Clausura del área del proyecto	4,04%	Negativo
Operación y Mantenimiento de Equipos y Maquinaria de Construcción	3,95%	Negativo
Actividades de Monitoreo y Muestreo de Aguas, lodos y niveles de ruido	3,88%	Positivo
Trabajos de albañilería, Revestimientos, Acabados	3,35%	Positivo
Colocación de Adoquines en área de operación y mantenimiento	2,64%	Positivo
Desmontaje de instalaciones electromecánicas y equipos.	2,45%	Negativo
Encofrado y Fundición de estructuras de hormigón armado	2,44%	Negativo
Colocación de geomembrana	2,39%	Positivo
Soldadura de elementos estructurales de Acero	2,32%	Negativo
Montaje de Estructuras Metálicas y Equipos	1,80%	Positivo
Instalaciones Eléctricas y Sanitarias	1,46%	Positivo

En cuanto a los componentes ambientales se puede observar que sólo un componente, el Empleo, se ve afectado por un impacto alto; mientras que el resto se ve afectado por impactos medios y bajos.

En general con el Valor de Índice Ambiental de 584.6 obtenido para todo el proyecto, se determina que la ejecución de la obra del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Urbanización Valle Alto II, es VIABLE. Teniendo en cuenta que todos los impactos negativos ocasionados en las fases del proyecto, serán mitigados mediante la aplicación del plan de manejo ambiental; y los impactos positivos serán maximizados con la finalidad de aumentar y mejorar los beneficios que traerá su ejecución.

5. Plan de manejo ambiental y plan de abandono

El plan de manejo ambiental constituye un instrumento de gestión destinado a proveer una serie de programas, procesos y procedimientos a manera de guía, que debe ser puesta en práctica como acciones orientadas a la protección del Ambiente frente a las actividades propias de un proyecto de construcción. Este plan describe las actividades que deben ser ejecutadas para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos, durante las fases de construcción y operación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Urbanización Valle Alto sector II. Además, el plan de manejo ambiental busca mejorar y optimizar aquellos aspectos identificados como positivos. Se propone, describe y diseña medidas ambientales para prevenir y mitigar los impactos negativos en el medio ambiente. Estas medidas ambientales servirán como prevención, control, mitigación o compensación de las acciones realizadas en las fases de construcción y funcionamiento del Sistema de Tratamiento, para asegurar el cumplimiento de las leyes y normas vigentes en el país y la ciudad. Se considera que durante la operación del proyecto, se dispondrá de planes reales de manejo ambiental y un análisis de riesgos; siendo importante que todos los individuos involucrados estén familiarizados con las políticas, objetivos, planes, y procedimientos ambientales y de seguridad del STARD.

6. Recomendaciones y conclusiones

La ejecución del proyecto del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Urbanización Valle Alto II, en sus etapas de operación y funcionamiento, va a ocasionar impactos ambientales negativos que pueden ser prevenidos y mitigados con las medidas ambientales expuestas en el presente estudio; además ocasionarán impactos positivos como lo son la generación de empleo y la mejora del servicio de alcantarillado al tratar el agua residual precio a su disposición final. Es recomendable el aplicar estrictamente un plan de manejo ambiental basado en las medidas indicadas en el capítulo 5 del presente trabajo, siendo importante que se definan acciones específicas para cada fase (construcción y funcionamiento).

Es importante poner en marcha el plan de monitoreo, control y seguimiento en las etapas de construcción y mantenimiento, este servirá para comprobar que las Medidas del Plan de Manejo Ambiental propuesto están siendo aplicadas de forma acertada, además de determinar su grado de exactitud y validez. En caso de que los resultados del plan de monitoreo, control y seguimiento no cumplan con los parámetros permisibles por la legislación o indiquen alguna anomalía en el desarrollo de las actividades, se deberá mejorar y actualizar el Plan de Manejo Ambiental con sus respectivas medidas.

Se recomienda que para el buen funcionamiento del Sistema de Tratamiento, las autoridades deben asegurar que el uso de suelo de la zona no cambie de residencial, ya que la presencia de ciertas actividades o negocios que generen aguas con concentraciones elevadas de compuestos como los tensoactivos, aceites y grasas, entre otros; pueden generar problemas y mal funcionamiento del STARD.

Adicionalmente se recomienda capacitar a los operadores durante la operación del STARD, así como seguir estrictamente las pruebas de control recomendadas, aplicar lo dispuesto en el Manual de Operación y Mantenimiento del diseñador, solicitar asesoría especializada para mantenimiento de equipos o para reparaciones, y respetar las especificaciones técnicas de equipos. En base a los resultados de la evaluación de impactos del proyecto, podemos concluir que el proyecto es factible social-económica y ambientalmente, dado que la ciudad de Guayaquil requiere la implementación de sistemas de tratamiento para las urbanizaciones que se ubican cerca del límite urbano, zonas donde no hay redes de alcantarillado instaladas.

7. Agradecimiento.

La elaboración de este trabajo fue realizada gracias al apoyo de la empresa Consulambiente Cía. Ltda., que a través del Ing. Feliciano González Delgado nos facilitó la información y el apoyo necesarios para el proyecto.

8. Referencias.

---

[1] CANTER, Larry, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 1ª Edición. España. 1998.

[2] CANTER, Larry, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 1ª Edición. España. 1998. pp. 71-72

[3] CANTER, Larry, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 1ª Edición. España. 1998. pp. 118.

[4] CANTER, Larry, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 1ª Edición. España. 1998. pp. 72

[5] GARNENDIA, SALVADOR, Evaluación de impacto ambiental, Editorial Pearson-Prentice Hall. Madrid, España. 2005. pp. 230-247.

[6] BUROZ, 1994

[7] Informe sobre la Primera Consulta Pública del Proceso de Evaluación Ambiental del Programa de Desarrollo Tecnológico y Educación Técnica Agropecuaria. Anexo: Documento adjunto a la invitación. Nicaragua. 1999

[8] Informe sobre la Primera Consulta Pública del Proceso de Evaluación Ambiental del Programa de Desarrollo Tecnológico y Educación Técnica Agropecuaria. Anexo: Documento adjunto a la invitación. Nicaragua. 1999

[9] Informe sobre la Primera Consulta Pública del Proceso de Evaluación Ambiental del Programa de Desarrollo Tecnológico y Educación Técnica Agropecuaria. Anexo: Documento adjunto a la invitación. Nicaragua. 1999

[10] MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, (TULAS), Capítulo VI, Anexo I, www.ambiente.gov.ec, Ecuador, 2003, tabla 11.

[11] METCALF & EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales, Volumen 2, Tercera Edición, Ed. Mc Graw Hill, Madrid – España, 1995, tabla 12-24.

[12] TALLER IBEROAMERICANO SOBRE LODOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, Tratamiento, disposición y aprovechamiento de lodos residuales, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, 2005.

[13] SÁNCHEZ, LUIS E., Evaluación de Impacto Ambiental. II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental, Departamento Engenharia de Minas, Escola Politécnica Universidad São Paulo, Brasil, 2006.