

# Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio de análisis de lixiviados de la Empresa Pública Municipal Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato (EPM-GIDSA).



*Feasibility study for the implementation of a laboratory for analysis of leachates from municipal public company integral management of solid waste from Ambato (EPM-GIDSA).*

Manolo Alexander Córdova Suárez.<sup>1</sup>, Jéssica Carolina Mera Tapia.<sup>2</sup>, José Geovanny Vega Pérez.<sup>3</sup>, Mentor Leovigildo Córdova Naranjo.<sup>4</sup> Ángel Mauricio Carranza Garcés.<sup>5</sup> & Edwin Leonardo Sánchez Almeida<sup>6</sup>.

Recibido: 16-03-2017 / Revisado: 09-05-2017 Aceptado: 15-06-2018/ Publicado: 01-07-2018

## Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i3.182>

In the landfill is given the final process of the litter, its degradation produces a toxic liquid called “Leachates”, it is treated to be discharged and depending on the quality of the liquid, it can generate pollution in the Culapachan river, that is the reason why it has to be controlled and tested in order to check if the liquid gets the allowed limits, taking into account the rules of discharging liquids according to the TULAS. This investigation concluded with the idea of creating a laboratory where the “Leached” could be studied to control the liquid quality through technical and economic studies. In the technical study, the investigation was based on physical and chemical statements to start a deep analysis of the quality of liquids. From this investigation, the material, the equipment, the lab material and the necessary reagents. In addition, the structural design and basic lab services was created. In the economic research, the results provided financial rates that allowed to accept and reject the project, the “Net present value”

1 G+ Energy-Risks & Engineering Group, Department of Food Science and Engineering, Technical University of Ambato, Ambato-Ecuador, ma.cordova@uta.edu.ec

2 Department of Food Science and Engineering, Technical University of Ambato, Ambato-Ecuador, jcm1991@gmail.com

3 G+ Energy-Risks & Engineering Group, Department of Food Science and Engineering, Technical University of Ambato, Ambato-Ecuador, jg.vega@uta.edu.ec

4 Faculty of Humanities and Education, Technical University of Ambato, Ambato-Ecuador, mentorlcordova@uta.edu.ec

5 Department of engineering, System, Electronic and Industrial, Technical University of Ambato, Ambato-Ecuador, am.carranza@uta.edu.ec

6 Indoamerica Technologic University, Ambato, Ambato-Ecuador, leonardosanchez@uti.edu.ec

(VAN) of \$ the “Internal rate of return” (VAN) de \$ 30.778,50, the “Internal rate of return” (TIR) del 35,73 %, the “Cost benefit relation” of 1,18, the Period of Recuperation in the Investment of 2 years and 4 months and a rentability of 43,15 % of the project. The results of the financial rates show that the implementation of a lab to analyze “Leachates” in the EPM- GIDSA is achievable and it will generate economical savings, at the moment of working by itself, trying not to hire external labs.

**Methods:** During the investigation a set of activities was carried out which demonstrated the intention in the investment or implementation of physical, human and financial means, organized in a coherent way over time in order to fulfill the proposed objectives for the implementation of the laboratory of leachate analysis. Then, certain independent variables were taken into account, such as the costs of materials, equipment costs, adjustment costs, maintenance costs and as dependent variables the total costs (Muskus, 2005).

Within the technical study we have the location, design, engineering of the project and finally the economic study.

**Results:** The sanitary landfill located on the road to Pillaro, has a maximum useful life of one year, so the implementation of the leachate analysis laboratory will be carried out in the land where the new sanitary landfill will be, the laboratory has an extension of construction equivalent to 48m<sup>2</sup>.

The economic study indicates that the projected cash flows of the laboratory at 5 years are \$ 30,778.50; an Internal Rate of Return (IRR) of 35.73%, this value was verified by means of the graphical method, where it can be seen that the IRR of the project is around 35%, an IRR of 35.73% indicates a high profitability and justifies the investment; The Investment Recovery Period (PRI) is 2 years and 4 months, less than the five years for which it was projected, the profitability is 43.15%.

**Conclusion:** The requirements of personnel, raw material and basic services regarding the production needs of the laboratory, need a monthly budget of \$ 2,552.61, a value that is estimated constant throughout the year, and a 5-year project with an increase of 5% per year, in order to determine the high saving capacity of the project by calculating the financial indicators.

**Keywords:** Landfill, leached, analysis lab, Technical research, Economic research.

### **Resumen.**

En el relleno sanitario se da la disposición final de los residuos, cuya degradación da origen a un líquido contaminante denominado lixiviado, el mismo que es tratado para

luego ser descargado, lo cual dependiendo de la calidad de efluente puede generar contaminación en el Río Culapachán, por lo que se debe realizar análisis de control de calidad del efluente para saber si cumple con los límites máximos permisibles establecido en las normas generales para descarga de efluentes establecido en el TULAS. Por lo que el presente trabajo tuvo como finalidad determinar la factibilidad de la instalación de un laboratorio de análisis de lixiviados para control de calidad de los efluentes, mediante un estudio técnico y económico. En el estudio técnico se investigó los parámetros físicos y químicos para un análisis básico de calidad de lixiviados, de esta investigación se estableció los equipos, material de laboratorio y los reactivos necesarios, además se realizó el diseño estructural y de servicios básicos del laboratorio. En el estudio económico se calculó índices financieros los cuales dan resultados que permiten aceptar o rechazar el proyecto, el Valor Actual Neto (VAN) de la Tasa Interna de Retorno (VAN) de \$ 30.778,50, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 35,73%, la Relación Costo Beneficio del 1,18, el Período de Recuperación de la Inversión de 2 años y 4 meses y una Rentabilidad del proyecto del 43,15%. Los resultados de los índices financieros demuestran que la implementación de un laboratorio de análisis de lixiviados en la EPM-GIDSA, es factible y generaría un ahorro considerable al no subcontratar el servicio de análisis a laboratorios externos.

**Métodos:** Durante la investigación se realizó un conjunto de actividades las cuales demostraron la intención en la inversión o puesta en marcha de medios físicos, humanos y financieros, organizados de manera coherente en el tiempo con el fin de cumplir los objetivos propuestos para la implementación del laboratorio de análisis de lixiviados. Se tomaron en cuenta entonces ciertas variables independientes como son los costos de materiales, costos de equipos, costos de adecuaciones, costos de mantenimiento y como variables dependientes los costos totales (Muskus, 2005).

Dentro del estudio técnico tenemos la ubicación, el diseño, la ingeniería del proyecto y finalmente el estudio económico.

**Resultados:** El relleno sanitario ubicado en la carretera a Píllaro tiene una vida útil máxima de un año, por lo que la implementación del laboratorio de análisis de lixiviados se llevará a cabo en el terreno donde se ubicará el nuevo relleno sanitario, el laboratorio tiene una extensión de construcción equivalente a 48m<sup>2</sup>.

El estudio económico indica que los flujos de efectivo proyectados del laboratorio a 5 años son \$ 30,778.50; una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 35.73%, este valor fue verificado por medio del método gráfico, donde se puede ver que la TIR del proyecto es de alrededor del 35%, un TIR de 35.73% indica una alta rentabilidad y justifica la inversión.

El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es de 2 años y 4 meses, menos de los cinco años para los que fue proyectado, la rentabilidad es 43.15%.

**Conclusión:** Los requerimientos de personal, materia prima y servicios básicos respecto a las necesidades de producción del laboratorio, necesitan un presupuesto mensual de \$ 2.552,61, valor que se le estimo constante durante todo el año, y se le proyecto a 5 años con un aumento del 5% anual, para poder determinar la alta capacidad de ahorro del proyecto mediante el cálculo de los indicadores financieros.

**Palabras Claves:** Relleno Sanitario, Lixiviado, Laboratorio de análisis, Estudio Técnico y Económico.

## **Introducción.**

Toda la humanidad genera residuos sólidos y cada uno de nosotros debe cooperar para mitigar los efectos de dichos residuos sólidos a pesar que el manejo total de los residuos es competencia de las entidades gubernamentales quienes generan programas sistematizados de gestión de estos residuos sólidos urbanos (**Moreno, et al, 2010**).

En la actualidad, el deterioro progresivo del medio ambiente ha despertado la preocupación del hombre debido a las incidencias directas que ha tenido sobre su salud y sobre su calidad de vida. Un manejo deficiente de los residuos domésticos municipales es una causa potencial de contaminación ambiental, especialmente de la atmosfera, por adición de biogás, y de agua superficial y/o subterránea, como consecuencia de la dispersión de lixiviados (**Mendoza & López, 2004**).

Un Laboratorio se constituye como una organización, a la cual son aplicables los lineamientos de la ISO9001. Una vez implementado el Sistema, el laboratorio puede proceder a certificarse con las entidades autorizadas para tal fin y de ésta manera será reconocido como organización con un sistema de Gestión de Calidad implementado en sus procesos.

Una vez el laboratorio decide implementar una Norma técnica, como por ejemplo la ISO 15189 o la ISO 17025, asegura su competencia técnica dando validez a los resultados emitidos por el laboratorio. Una vez Acreditado el laboratorio las ventajas son muchas, entre ellas está la reducción o desaparición de fallas en las pruebas, alcanzar la validación de los métodos; mejorándose el proceso técnico, asegurándose la confiabilidad de los resultados (**ISO/IEC 17025:2005**).

## **Materiales y método.**

### **Materiales.**

En la Investigación se usó hojas de registro con el listado de laboratorios acreditados y de empresas distribuidoras de equipos, para solicitar cotizaciones y proformas, un computador, servicio de internet, Microsoft Office (Word y Excel), Software de diseño asistido por computadora (AutoCAD).

### **Métodos.**

#### **Estudio Técnico.**

El planteamiento técnico tiene como finalidad demostrar los aspectos requeridos y de mayor importancia en la parte operativa y funcional de un laboratorio de análisis para el control de calidad de los lixiviados producidos en el relleno sanitario, por ello tomando en cuenta la relevancia de estos los puntos a considerar son los siguientes.

#### **Localización del proyecto.**

Para la localización del laboratorio de análisis se consideró algunos los siguientes factores:

- Requerimientos operativos por parte de la EPM-GIDSA.
- Terreno disponible para el nuevo relleno sanitario del EPM-GIDSA.
- Transportación de las muestras de lixiviado y efluente.
- Disponibilidad de los servicios básicos y otros suministros.

#### **Diseño del proyecto.**

El diseño de los planos estructurales del proyecto se realizó tomando en cuenta los requerimientos necesarios de un laboratorio de análisis y con proyección a un posible crecimiento en la prestación de servicios del laboratorio.

#### **Ingeniería del Proyecto.**

Para la recolección de la información respecto a la tecnología necesaria se llevó a cabo con el estudio previo sobre la identificación de los parámetros físicos y químicos para el control de calidad, a partir de los cuales se procedió a la investigación del método analítico usando el manual HACH de análisis de agua, complementando la investigación con el libro Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. La identificación del método respectivo para cada uno de los parámetros permitió realizar la elección de los equipos adecuados, al igual que los reactivos necesarios, los cuales serán la materia prima.

### **Estudio Económico.**

Se realizó mediante la recopilación de valores por medio de cotizaciones, de todo lo necesario como es material de vidrio, equipos y reactivos, de igual manera se tomó el costo de subcontratar el servicio de análisis como ingreso para la EPM-GIDSA. Para la evaluación económica se consideró como base el estudio técnico todos los gastos que representa la implementación de un laboratorio, lo cual permitió conocer el capital necesario, de igual manera se comparó los costos de análisis mediante una proforma, la misma que se obtuvo de un laboratorio acreditado por la SAE ubicado en la ciudad de Ambato, dicha proforma sirvió para identificar el ahorro que representaría para la EPM-GIDSA tener un laboratorio propio y no subcontratar el servicio.

Al contar con las proformas y cotizaciones facilitadas, se procedió a tabular los valores de acuerdo a los gastos y al ahorro que generaría contar con un laboratorio, dichos ahorros se tomaron como ingresos para realizar los cálculos pertinentes al estudio de factibilidad económica. Una vez tabulado y organizado se procedió a realizar la proyección a cinco años, para mediante una hoja de Excel, calcular el punto de equilibrio y todos los indicadores financieros requeridos en la parte económica, los mismos que se detallan a continuación:

### **Punto de equilibrio.**

El punto de equilibrio permite establecer la igualdad entre ingresos y egresos, es decir el punto a partir del cual se obtiene ganancias, este indicador se expresó en unidades de análisis y de dinero mediante la aplicación de las siguientes formulas.

### **Punto de Equilibrio en unidades de análisis realizados.**

$$PE = \frac{CF}{PV_u - CV_u}$$

### **Ecuación 1**

### **Punto de Equilibrio en unidades de dinero.**

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CV_u}{PV_u}}$$

### **Ecuación 2**

Dónde:

PE: Punto de Equilibrio  
CF: Costo Fijo  
CVu: Costo variable unitario  
PVu: Precio de venta unitario

### **Valor Actual Neta (VAN)**

Este indicador financiero determina el valor neto presente de una inversión, a partir de una tasa de descuento, con pagos y entradas en un periodo de tiempo, dicho indicador se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{VAN} = \text{Ingresos Actualizados} - \text{Egresos Actualizados}$$

### **Ecuación 3**

Se comprobó el resultado mediante la función financiera VNA, disponible en las hojas de cálculo de Excel.

### **Tasa Interna de Retorno (TIR).**

Se determinó mediante la función financiera TIR, disponible en las hojas de cálculo de Excel, y por el método gráfico.

### **Relación Costo Beneficio (B/C).**

Este indicador permite estimar el beneficio obtenido a partir de cada dólar invertido, el mismo que se determinó usando la siguiente ecuación:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingresos Actualizados}}{\text{Egresos Actualizados}}$$

### **Ecuación 4**

### **Período de Recuperación de la Inversión (PRI).**

Este indicador financiero permite establecer el periodo de tiempo en el cual se recupera la inversión del proyecto, se determinó mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{PRI} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio neto}}$$

### **Ecuación 5**

### **Rentabilidad del Proyecto (R).**

Este indicador financiero determina la medida de rendimiento que producen los capitales, es decir supone la comparación entre la renta generada y los recursos utilizados, y se calculó con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversión inicial}} * 100\%$$

### **Ecuación 6**

#### **Resultados.**

#### **Estudio Técnico.**

#### **Localización del proyecto.**

La construcción del laboratorio de análisis será frente a la planta de tratamiento de lixiviados, debido a que en esta parte se podrá contar con los servicios básicos necesarios, presentará las facilidades para realizar el control de calidad permanente, permite que no exista inconveniente de toma, transporte y conservación de muestra, factor importante para tener resultados confiables y sin alteraciones para traslados innecesarios de las muestras recolectadas.

#### **Diseño de la planta del proyecto.**

El laboratorio tiene características (Tipo) es decir que se acople a todas las variaciones topográficas de terreno debido a que no se tiene una superficie establecida por parte de la EPM-GIDSA para la ubicación y construcción del mismo. Dicho laboratorio tiene una extensión de construcción equivalente a 48 m<sup>2</sup>, con un frente de 8 m. lineales y un fondo de 6 m. lineales desde la intersección de la columna entre los ejes longitudinal y transversal.

En el laboratorio los espacios están correctamente distribuidos para que todos los espacios estén concatenados de forma óptima y de este modo favorecer la buena relación interdepartamental, dicha infraestructura consta del ingreso que está en el frente de la construcción y que tiene como departamento primario el área de recepción e información, la misma que tiene conexión directa con la administración del laboratorio en dicha área se colocará el archivador de los documentos inherentes al desempeño de las actividades del laboratorio así como también servirá de oficina para el laboratorista de planta, dentro del área Administrativa (recepción e administración) tenemos un baño social que es independiente del área de laboratorio y de uso exclusivo del personal administrativo cabe mencionar que el piso está contemplado que será de madera tipo “parquet” dado que es de alta resistencia al tráfico de personas y por otro lado mantiene el calor evitando así problemas médicos en las personas que trabajen en dicha área.

Por otra parte tenemos el área de laboratorio que consta de una bodega de suministros materiales y reactivos que son indispensables y necesarios para realizar las labores diarias del laboratorista, así como también consta de sub áreas básicas que un laboratorio de control debe poseer como por ejemplo la ducha de seguridad que es indispensable para salvaguardar la integridad del personal que laborará en esta área debido a que está expuesto a contaminación y accidentes por el mismo hecho de trabajar con reactivos y sustancias químicas, para el correcto desempeño de las labores del laboratorista se dispuso el diseño de mesones de mármol dado a que estos están expuestos al contacto directo con todo tipo de sustancias inclusive de naturaleza corrosiva, por esta razón se consideró este material debido a que tiene alta resistencia es fácil limpieza y asepsia; cabe recalcar que por términos de control de asepsia el área de laboratorio consta con un baño de uso exclusivo para el personal que laborará como laboratorista y de esta forma evitar contaminación externa; un detalle extra de esta unidad es el piso que será anti deslizante y cubierto con pintura especial de poliuretano grado alimenticio para su fácil limpieza y desinfección.

### **Ingeniería del proyecto.**

Los parámetros físicos y químicos para un análisis de control de calidad de los lixiviados fueron seleccionados de acuerdo a revisión bibliográfica y respecto a los análisis que la EPM-GIDSA maneja para los controles ambientales, dichos parámetros se pueden evidenciar al igual que sus respectivos métodos analíticos de manera detallada, para la elección de los métodos adecuados se utilizó el manual de análisis de agua de HACH, de acuerdo a los parámetros seleccionados se prosiguió a realizar el listado de lo necesario para la implementación del laboratorio, como son los equipos, material de vidrio que serán nuestros activos fijos y los reactivos que es nuestra materia prima y representa nuestro costo de producción.

### **Equipamiento.**

Los equipos necesarios para realizar los análisis de control de calidad de los lixiviados se seleccionaron de acuerdo a los parámetros establecidos y a sus respectivos métodos.

En la figura 1 se observa una balanza analítica, indispensable en un laboratorio de análisis, para pesar con precisión los reactivos necesarios para la preparación de soluciones.



### **Figura 1. Balanza Analítica**

En la figura 2 se observa un espectrofotómetro necesario para los métodos fotométricos el cual debe estar correctamente calibrado para que garantice los resultados de las lecturas de los parámetros analizados.



**Figura 2. Espectrofotómetro DR 6000**

El espectrofotómetro DR6000 es el más avanzado de la industria para análisis de laboratorio. Ofrece escaneo de longitud de onda a alta velocidad a lo largo del espectro UV y visible, y viene programado con más de 250 métodos de análisis y presenta las siguientes características:

- Exactitud de calidad avanzada
- Procedimientos guiados y eliminación de lecturas falsas
- Interfaz de pantalla táctil grande a color

En la figura 3 se observa un reactor DRB200 que posee un bloque calefactor para digestión de muestra, este termoreactor viene preprogramado para todas las digestiones estándar y es libremente programable para las digestiones específicas en la determinación de parámetros requeridos por el usuario.



**Figura 3. Reactor DRB200**

En la figura 4 se observa un Kit Benchop, es un sistema todo en uno que permite que las pruebas de medición de calidad de agua como el pH y la conductividad sean simples y rápidas, este sistema está diseñado para una amplia variedad de aplicaciones y viene con todo lo necesario para iniciar las pruebas, es un equipo fácil de manipular con electrodos separados para que no existe interferencia en las lecturas y presenta las siguientes características.

- Estación de medición móvil
- Excelente manejo para las pruebas de campo
- Mediciones simples y rápidas
- 



**Figura 4. Benchtop Kit doble canal 5014**

En la figura 5 se observa un destilador necesario en un laboratorio de análisis para la obtención de agua destilada, la cual es indispensable para preparación de soluciones, diluciones de muestra y preparación de blancos, este equipo garantiza la calidad del proceso de destilado y la producción es de 3,5 litros por hora.



**Figura 5. Destilador de Agua**

### **Estudio económico.**

El estudio financiero se realizó considerando los siguientes aspectos: la inversión inicial, el ahorro al no subcontratar los servicios de análisis, gastos fijos y variables que representa la producción es decir el costo de realizar los análisis en un laboratorio propio.

### **Inversiones.**

La inversión inicial comprende todos los activos fijos que se requiere para la implementación del laboratorio de análisis, aquí se incluye infraestructura, equipos, material de laboratorio y enseres, todo esto nos da un valor de \$46.187,77.

### **Presupuesto de ingresos, costos y gastos.**

El laboratorio no contara con ingresos por prestación de servicios, por lo cual se consideró el ahorro que se obtiene al no subcontratar servicios de análisis, donde se tiene un ahorro

mensual de \$ 4.506,88 para la proyección anual no se consideró ningún incremento porcentual, debido a que este laboratorio es sin fines de lucro, ya que la intención es controlar la calidad de lixiviados para evitar una alta contaminación de los cauces de agua dulce, y de esa manera tratar de mitigar la Problemática Ambiental respecto a la contaminación del recurso hídrico.

Se estima que la cantidad mínima de muestras analizadas en el mes será de 16, se tomara muestras dos días a la semana, a la entrada de la planta de tratamiento y del efluente, de este modo en la proyección a 5 años se mantiene el número de muestras analizadas mensualmente.

Los costos que genera el laboratorio respecto a la producción corresponden a gastos fijos y gastos variables, en donde los gastos fijos son la mano de obra que representa un valor de \$ 1.350,00 mensuales mientras que en gastos variables se incluye los reactivos y los servicios básicos e imprevistos que representan un valor de \$ 1.172,71 mensuales, en relación a los costos variables para la proyección se consideró un incremento anual del 5%, con la finalidad de estimar la alta capacidad de ahorro que generaría invertir en el laboratorio.

La proyección financiera permite estimar las necesidades en un determinado periodo de tiempo, resumiendo los ingresos (ahorros) y egresos de efectivo que se asume puede ocurrir en el próximo periodo, de la proyección financiera se obtiene los flujos de caja, resultado de la diferencia existente entre los Ingresos Totales y los Costos Totales (Producción y Activos Fijos).

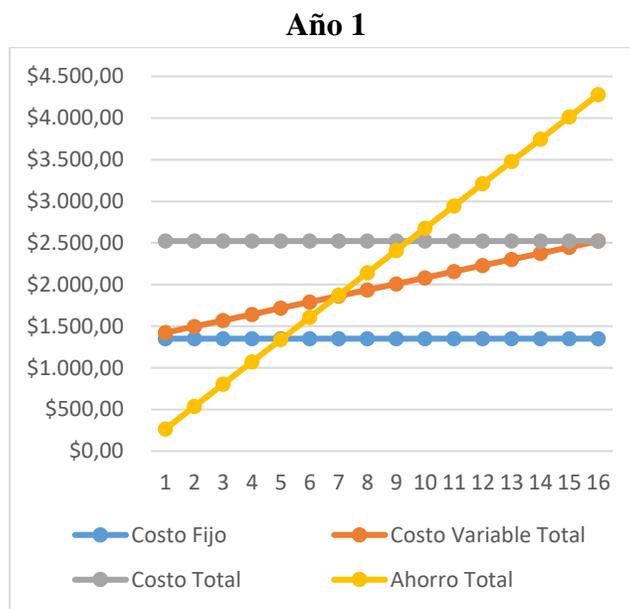
### **Punto de equilibrio.**

De acuerdo a los cálculos realizados con la aplicación de las ecuaciones 1 y 2, se obtuvo que el punto de equilibrio mensual en el primer año de funcionamiento es de 7 muestras analizadas y de \$ 1.858,98, valores comprobados por método gráfico y el cual se puede evidenciar en la Figura 6, donde claramente se puede visualizar un amplio rango de ahorro, ya que se tiene estimado realizar mínimo 16 análisis mensuales.

En la proyección realizada para 5 años de funcionamiento se consideró un aumento anual del 5% para el costo variable unitario respecto al año anterior, y un incremento de \$ 100 en los Costos Fijos, mientras que el precio de venta unitario se mantiene constante para los 5 años, así se tiene que para el segundo año de operación el punto de equilibrio es de 8 análisis y \$ 2.035,00 ver (Figura 7), en el tercer año se tiene que el punto de equilibrio es de 8 análisis y \$ 2.220,16 ver (Figura 8), en el cuarto año se tiene que el punto de equilibrio es de 9 análisis y de \$ 2.415,62 ver (Figura 9) y por último en el quinto año se mantiene el incremento teniendo así el punto de equilibrio con 10 análisis y \$ 2.622,84 ver (Figura 10).

De acuerdo a lo indicado se puede establecer que el laboratorio tiene una alta capacidad de ahorro, como se puede evidenciar en los gráficos del punto de equilibrio, en todos los años proyectados se tiene un amplio rango de ahorro, ya que el punto máximo fue de 10 análisis para nuestro quinto año, y solo como uso interno del relleno sanitario se tiene estimado realizar 16 análisis mensuales, lo que nos indica la alta rentabilidad ya que tenemos 6 análisis de ahorro en nuestro quinto año de proyección, por lo que de acuerdo a la interpretación sobre el punto de equilibrio el proyecto es viable debido a que tenemos un margen de ahorro del 37,5 % en el último año cabe destacar que el porcentaje de ahorro en los años previos es mayor.

**Punto de Equilibrio método gráfico.**



**Figura 6. Representación Gráfica del punto de equilibrio mensual (año 1).**

**Año 2**

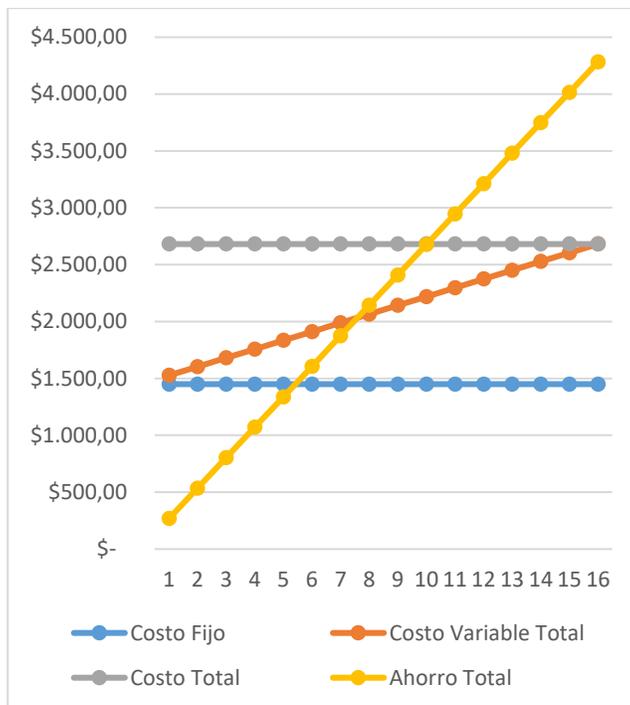


Figura 7. Representación Gráfica del punto de equilibrio mensual (año 2).

Año 3

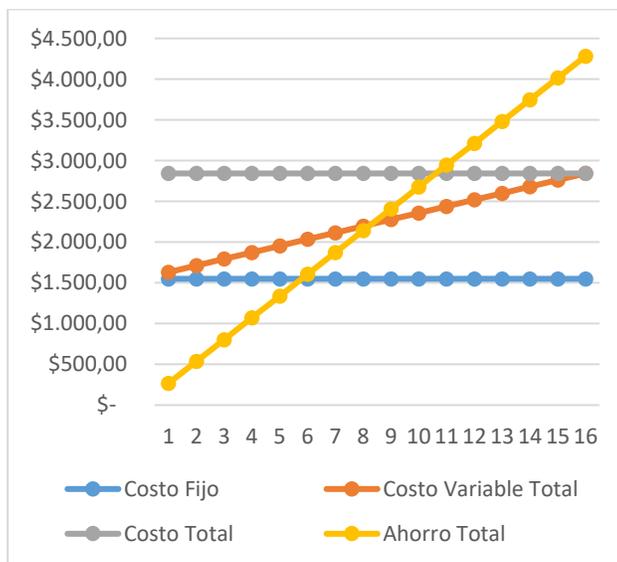


Figura 8. Representación Gráfica del punto de equilibrio mensual (año 3).

Año 4

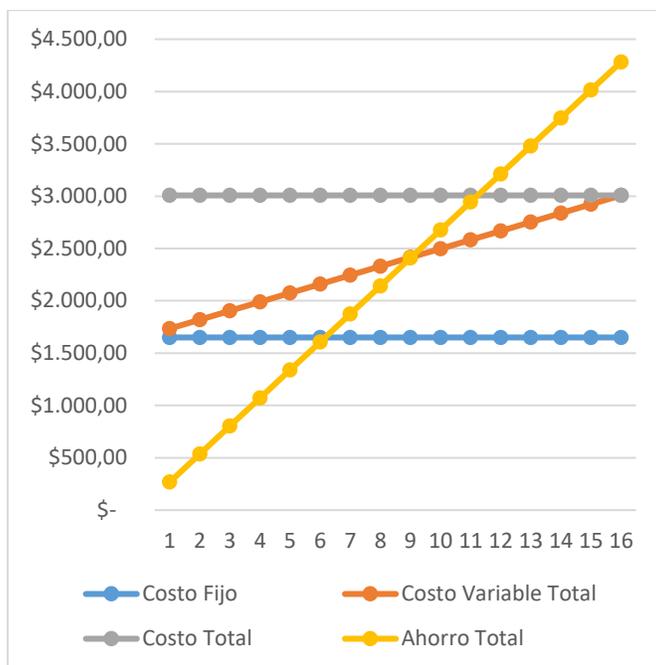
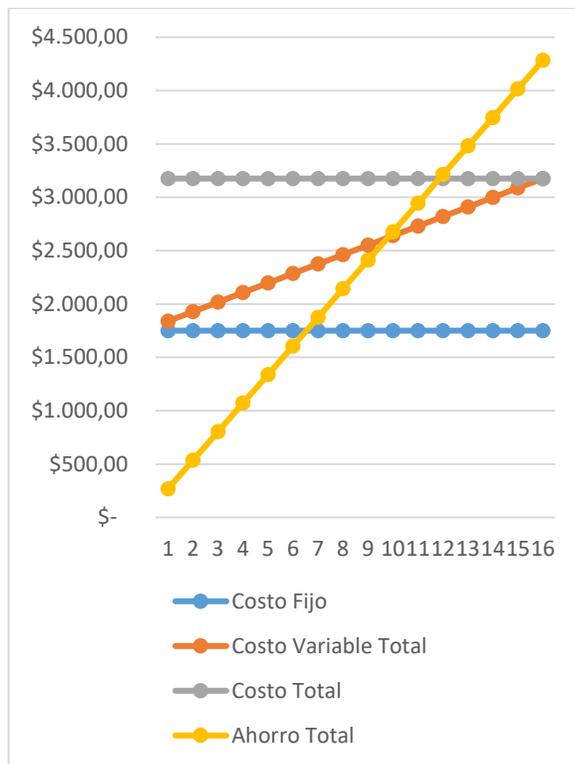


Figura 9. Representación Gráfica del punto de equilibrio mensual (año 4).

Año 5



**Figura 10. Representación Gráfica del punto de equilibrio mensual (año 5).**

**Indicadores Financieros.**

El Valor Actual Neto (VAN) es la diferencia entre la sumatoria de los ingresos actualizados y la sumatoria de los egresos actualizados, indicador que se calculó aplicando la Ecuación 3, en donde se obtiene que los flujos de caja del laboratorio proyectados a 5 años son de \$ 30.778,50, y se comprobó mediante la función financiera VNA de Excel, obteniendo el mismo resultado, al ser este un valor positivo indica que el proyecto es rentable.

El valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) se determinó mediante la aplicación de la función financiera TIR de Excel obteniendo un resultado de 35,73%, dicho valor se comprobó por medio del método gráfico ver (Figura 11), donde se puede visualizar que el TIR del proyecto está alrededor del 35%, un TIR del 35,73% indica una alta rentabilidad y justifica la inversión.



**Figura 11. Representación Gráfica de la Tasa Interna de Retorno.**

La relación costo beneficio se determinó mediante la aplicación de la Ecuación 4, la cual determinó que la relación costo beneficio del proyecto es igual a 1,18 lo que significa que por cada \$ 1,00 invertido se obtiene \$ 0,18 de beneficio.

El Período de Recuperación de la inversión (PRI) se determinó con la aplicación de la Ecuación 5, el PIR calculado del proyecto es de 2 años y 4 meses, tiempo menor a los cinco años para los cuales se proyectó, por lo que este indicador también establece que el proyecto es factible.

La rentabilidad del proyecto calculado mediante la Ecuación 6, es del 43,15%, valor que indica una alta rentabilidad, tomando en consideración que no se incrementó los ingresos anuales en la proyección financiera.

### **Discusión.**

El valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 35,73%, lo que indica una alta rentabilidad y justifica la inversión, la relación costo beneficio es igual a 1,18 lo que significa que por cada \$ 1,00 invertido se obtiene \$ 0,18 de beneficio, el período de Recuperación de la inversión (PRI) es de 2 años y 4 meses, tiempo menor a los cinco años para los cuales se proyectó, por lo que este indicador también establece que el proyecto es factible y la rentabilidad del proyecto, es del 43,15%, valor que indica una alta rentabilidad.

Una vez determinado todos los análisis financieros se indica que todos los índices financieros dan como resultado que el proyecto es viable, se toma la decisión que la implementación del Laboratorio de análisis de lixiviados en la EPM-GIDSA es factible y generaría un ahorro

considerable además de poder controlar la calidad de efluentes descargados y tomar correctivos pertinentes para minimizar la contaminación ambiental.

### **Conclusiones.**

- Los parámetros físicos y químicos que actuarán como indicadores de calidad de los lixiviados son diecisiete los cuales serán evaluados en el control básico al ingreso y a la salida de la planta de tratamiento lo que servirá para controlar la carga contaminante del efluente descargado y el funcionamiento de la planta.
- El costo de realizar un análisis básico de calidad en base a los costos que maneja el único laboratorio que puede brindar el servicio en la ciudad de Ambato, es de \$267,68 por muestra analizada, dicho valor representa un ahorro significativo para la EPM-GIDSA, ya que se tiene proyectado realizar el análisis de 16 muestras en el mes.
- En el estudio económico se estableció el presupuesto necesario para la puesta en marcha del laboratorio, necesitando \$ 46.187,74 para la inversión inicial, donde el Periodo de Recuperación de la Inversión es 2 años y 4 meses, este indicador más el análisis de los otros indicadores financieros, podemos concluir que el proyecto es factible y rentable para la EPM-GIDSA.
- El diseño estructural y de los servicios básicos se elaboró conforme a los requerimientos de un laboratorio de análisis y a la proyección de crecimiento para la prestación de servicios, por lo que en los planos incluye todas las áreas requeridas con sus instalaciones respectivas.

### **Referencias bibliográficas.**

Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas. *Gestión Ambiental*, 2(23), 12-19.

Baudrit, E. 2008. “Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de un Laboratorio de servicios privados en Microbiología y Química Clínica en el Cantón de La Unión en el año 2008”. Consultado en: [http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/TESIS/2008/Baudrit Carrillo Ester PRO 08.pdf](http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/TESIS/2008/Baudrit_Carrillo_Ester_PRO_08.pdf). (15/11/2016).

Colmenares, W; Bonilla, K. 2005. Generación y manejo de lixiviados en sitios de disposición final.

Cruz R., Orta M., Sánchez J. y Rojas M., 2001, “Estimación de la generación de lixiviados en rellenos sanitarios mediante un balance de agua en serie”, Memorias del AMCRESPAC, Querétaro, México.

Giraldo, E. "Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos", 1997. Consultado en: <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/download/.../718>. (15/11/2016).

Giraldo, E. 2002. “Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios”. Universidad de los Andes.

ISO, N. (2006). IEC 17025: 2006. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Segunda edición

Matute. (2000). Tratamiento de efluentes. Recuperado el 12 de Diciembre de 2016, de [http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo\\_Agroid/documentospdf/TratR](http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo_Agroid/documentospdf/TratR)

Méndez, I; Sandoval, E; Sauri, M; Castillo, E.2002. Influencia del material de cubierta en la composición de los lixiviados de un relleno sanitario. Ingeniería 6-2; 7-12.

Mendoza, Patricia; López, Valentina. 2004. “Estudio de la calidad del lixiviado del relleno sanitario La Esmeralda y su respuesta bajo tratamiento en filtro anaerobio piloto de flujo ascendente”. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Departamento de Ingeniería Química.

Moreno, R. García, T. Muñoz, M. (2010). *Tratamiento biológico de los residuos urbanos (RU): Situación actual de tratamiento de restos vegetales y lodos de depuración en la comunidad de Madrid*. Tecnología y desarrollo. Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. VIII p1-32.

Muskus, A. 2005. Propuesta para la implementación de un laboratorio de análisis fisicoquímico de suelos en la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga. <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7031/2/119590.pdf>

Rojas, J. 2004. Estudio de Factibilidad para la creación de establecimientos prestadores de servicios de telefonía e Internet en Bogotá, en los barrios Centenario, Santa Isabel y Álamos Norte. Consultado en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis63.pdf>. (16/11/2016).

Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS), 2010. Libro VI.

**Para citar el artículo indexado.**

Córdova M., Mera J., Vega J., Córdova M., Carranza M & Sánchez E. (2018). Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio de análisis de lixiviados de la empresa pública municipal gestión integral de desechos sólidos de Ambato (EPM-GIDSA). *Revista electrónica Ciencia Digital* 2(3), 642-661. Recuperado desde: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/182/161>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

