

ASPECTOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y LEGALES DE LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAEROBICA ASOCIADA A LA MITIGACIÓN DE LA EMISIONES DE GEIs. PARTE II.

URTIZBEREA Y., Cides M., Pagano A. y Crozza D.

Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería – UNCPBA, Avda. del Valle 5737, 87400) Olavarría, Tel.: 02284 451055/6,
e-mail: dcrozza@fio.unicen.edu.ar

Resumen

El estudio se presenta como una continuación del trabajo “Potencial Aprovechamiento Energético de Desechos de una Escuela Agropecuaria. Parte I” y sobre la base de la aplicación de un sistema de digestión anaeróbica (DA). En función de lo actuado, la evaluación económica demostró que se necesitaría un capital de inversión de aproximadamente \$67,000 y el flujo de fondos dio como resultado un VAN negativo. Se demostró que el proyecto generaría un impacto positivo sobre los aspectos ambientales, dado que entre otras cuestiones, se lograría una reducción del volumen de generación de residuos y un aprovechamiento de los recursos, porque se reemplazaría parte del consumo de energía convencional por energía renovable. Se presentan las leyes nacionales y provinciales que respaldan el presente proyecto. Además, se encontró que se evitarían emitir a la atmósfera 185 kg. CH₄/año producto del manejo del estiércol, si este proyecto fuera ejecutado.

Marco teórico

Un estudio de factibilidad asociado a una evaluación de impacto ambiental y al marco legal que debe cumplir un proyecto son los aspectos necesarios a analizar, para completar lo presentado en el trabajo que precede al presente trabajo.

Según el Inventario Nacional Gases Efecto Invernadero (INVGEI, 2005), las actividades, agricultura y ganadería, son fuente de emisión de gases efecto invernadero (GEI) que promueven el calentamiento global. En el caso de las actividades ganaderas, prácticamente todo el estiércol proveniente de la producción animal queda depositado en el suelo sin tratamiento. En particular, aquel destinado a la producción lechera. Se estima que el 10% de las excretas totales diarias se depositan en la sala de ordeño y en el corral de espera, quedando el 90% restante sobre las pasturas. Con respecto a la cría de cerdos, alrededor del 75 % de la población se encuentra confinada y el resto en el campo.

Así EPA (1999) en un informe presentado estima que la emisión de metano generada en Estados Unidos (1997) por el estiércol bovino representó un 10% del contenido total de emisiones de este gas en ese país.

Las políticas de energía son el elemento clave en el costo y efectividad de los esfuerzos para reducir las emisiones. Los avances en el desarrollo de tecnologías que reducen las emisiones de GEI, han sido mayores a lo previsto en los últimos años. La innovación tecnológica, la eficiencia energética, y el énfasis en las fuentes de energía renovables serán esenciales para lograr esta meta. En la medida en que se puedan utilizar distintas combinaciones de tecnologías y políticas, este futuro sistema de suministro de energía podría construirse de formas muy variadas. En el corto plazo, sin embargo, con la demanda mundial de energía que seguramente irá en aumento, las acciones para reducir

las emisiones deben seguir incluyendo un énfasis importante en la eficiencia energética (Cordelim, 2007).

Objetivos

El presente trabajo tiene por objetivo presentar los aspectos económicos, ambientales y legales derivados de la aplicación de la tecnología anaeróbica en la Escuela de Educación Agraria N°1 “Dr. Ramón Santamarina” ubicada en la ciudad de Tandil, Provincia de Buenos Aires, como así también una evaluación de la emisión de gases efecto invernadero (GEIs) que dejarían de difundirse a la atmósfera si esta metodología de DA fuera aplicada.

Metodología

Evaluación económica

Para la confección de la evaluación económica del proyecto se identificaron los costos y beneficios atribuidos al mismo, que ocurren en distintos períodos de tiempo, con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutarlo.

Entendiendo que el capital de inversión corresponde a la cantidad de dinero que se debe invertir para poder adquirir e instalar las maquinarias y equipos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Los costos de inversión se subdividieron tal como lo propone Peters y colab.(1978), de la siguiente forma:

Costos directos

Se consideraron: 1) adquisición de equipos, 2) instalación de los equipos adquiridos, 3) cañerías y tuberías, 4) mejoras del terreno y 5) instalaciones de servicio.

Costos indirectos

Se tuvo en cuenta lo relacionado con la ingeniería y supervisión que demandaría el proyecto.

Inversión inicial

Para este ítem se elaboró un listado de los costos a afrontar para implementar el proyecto, previa consulta a los respectivos proveedores.

Gastos fijos

Los gastos considerados para el presente proyecto se basaron fundamentalmente en el material para mantenimiento, que se calcularon como el 8% (anual) de la inversión inicial. Sin embargo, los gastos de energía consumidos por la bomba, la trituradora, y el agitador se consideran despreciables, ya que funcionan por una pequeña fracción de tiempo durante el día.

Amortizaciones

Ciertos equipos y componentes de una planta de producción presentan la característica de sufrir una depreciación de sus valores con el correr del tiempo. Por ello, se realizó también un cómputo contable de la disminución de ese valor, para imputar a cada período de tiempo una porción del costo de los mismos y así, lograr una correlación con los ingresos generados por su propiedad. Para el cálculo de las amortizaciones de maquinaria y construcciones se tomaron valores de 10 % y 5 % (anual) del valor inicial, respectivamente.

Finalmente, para el análisis económico, se elaboró un flujo de fondos, para un período de 15 años, y así medir la viabilidad del proyecto. Además de considerar todo lo anteriormente detallado se tuvo en cuenta como ingreso los ahorros por gas envasado y energía eléctrica y se aplicó una tasa del 8% en calidad de aumento anual para ambos

servicios. Luego se calcularon los indicadores económicos, tales como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Análisis del aspecto ambiental

Para este aspecto, se llevó a cabo una evaluación preliminar y generalizada. Se consideraron las operaciones que podrían generar impactos, desde la construcción del biodigestor hasta su puesta en marcha y funcionamiento y que comprenden las siguientes etapas: 1) construcción del biodigestor, 2) construcción de las piletas, 3) transporte de los residuos a tratar (porcinos, tambo y residuos de comida), 3) obtención del biogás, 4) transporte del biogás y su utilización, 5) transporte y secado del biofertilizante, 6) mantenimiento del equipo y 7) eliminación del sistema actual.

Este tipo de estudio merece la participación de un grupo interdisciplinario junto a estudios y análisis que no fueron objetivo primordial en esta primera etapa del proyecto.

Cálculo de las emisiones de GEIs

Para el establecimiento en cuestión, se cuantificaron las emisiones de metano procedente de la fermentación entérica de los bovinos y porcinos del establecimiento. A tal fin se utilizaron los factores de emisión establecidos en el Tomo III del Inventario Nacional de Emisiones de GEI (INVGEI, 2005), tomando como base un plantel de 85 vacas lecheras y 100 porcinos. Del mismo modo, a partir de información suministrada en el citado Inventario, se evaluaron las emisiones de metano procedentes del manejo del estiércol de los animales vacunos y porcinos, considerando los factores correspondientes a la región templada del país, lugar donde se ubica el establecimiento objeto de estudio.

Así, para el cálculo estimado de las emisiones de CH₄ procedentes de la fermentación entérica, se recomienda multiplicar el número de animales de cada categoría (Ec. 1) por un factor de emisión apropiado (INVGEI, 2005). A continuación, se suman las emisiones de todas las categorías de animales para obtener el total (Ec. 2).

$$\text{Emisiones} = \frac{\text{FE} * \text{Población}}{10^6 \left(\frac{\text{kg.}}{\text{Gg.}} \right)} \quad (1)$$

Donde,

Emisiones = Emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica, en Gg. de CH₄/año.

FE = Factor de emisión correspondiente a una población específica, en Kg.* cabeza* año.

Población = Número de animales, en cabezas.

$$\text{Emisiones}_{\text{CH}_4} = \sum_i E_i \quad (2)$$

Donde:

Emisiones totales = Emisiones totales de metano procedentes de la fermentación entérica, en Gg. de CH₄ * año.

Índice i = Cada una de las categorías y subcategorías de ganado.

E_i = Emisiones correspondientes a la cantidad i de categorías y subcategorías de ganado.

Para el cálculo estimado de las emisiones de CH₄ procedentes del manejo de estiércol, se recomienda multiplicar el número de animales de cada categoría por un factor de emisión apropiado (Ec. 3) y en la Ec. 4 se presentan las emisiones totales (INVGEI, 2005).

$$\text{Emisiones}_{\text{CH}_4} = \frac{\text{FE} * \text{Población}}{10^6 \left(\frac{\text{kg.}}{\text{Gg.}} \right)} \quad (3)$$

Donde:

Emisiones de CH₄ = Emisiones de CH₄ procedentes del manejo del estiércol para una población definida, en Gg.* año.

Factor de emisión = Factor de emisión correspondiente a la población de ganado definida, en Kg. *cabeza-1* año.

Población = El número de cabezas que integra la población de ganado definida.

Los factores de emisión se empleados utilizados tanto en las Ecs. 2 como 4 fueron extraídos del INVGEI (2005).

$$\text{Emisiones}_{\text{TCH}_4} = \sum_i E_i \quad (4)$$

Donde:

Emisiones totales = Emisiones totales de metano procedentes del manejo del estiércol, en Gg. de CH₄ * año.

Índice i = Cada una de las categorías y subcategorías de ganado.

E_i = Emisiones correspondientes a la cantidad i de categorías y subcategorías de ganado.

Aspectos legales

En este sentido, se realizó una búsqueda del marco legal tanto a nivel provincial como nacional, al que debe ajustarse el presente proyecto.

Resultados

Evaluación económica

La inversión inicial dio como resultado un total de \$67,000 y en gastos fijos de aproximadamente \$4,000.

Como resultado se obtuvo que el valor del VAN es de -21,126, entendiéndose esta cifra como la medida de cuanto dinero podría permitirse el establecimiento pagar por la inversión por encima de su costo. Si bien el valor negativo del VAN indica la no viabilidad económica del proyecto, es necesario tener en cuenta las externalidades positivas que se relacionan con la implementación de la propuesta, como ser generación de energía alternativa, disminución en la contaminación del medio ambiente, etc., lo que conlleva a preservar la salud de las personas; además del aporte en la educación de los alumnos del establecimiento. Teniendo en cuenta estos beneficios, este proyecto bien puede ser viable para ser presentado ante autoridades competentes, podría ser el Ministerio de Educación de la Provincia de Bs. As.

En función del resultado arrojado por este indicador, resulta irrelevante realizar un análisis del valor de la TIR (Peters y colab., 1978).

Impacto ambiental

Los aspectos que se destacan en la ejecución del proyecto son:

El *tipo de tecnología*, que tiende a disminuir el riesgo de contaminación y reduce la concentración de GEIs que provocan un calentamiento global de la tierra.

El *impacto visual* se reduciría, ya que los efluentes de las actividades ganaderas que se realizan actualmente en el establecimiento son vertidos sin ningún tratamiento previo al cauce de un arroyo próximo a la región, lo cual afecta de manera directa al entorno de la explotación y la zona de influencia.

Esta propuesta de tratamiento anaeróbico de los desechos orgánicos generaría *mano de obra para la construcción* del sistema de tratamiento de los residuos.

Podría ser un proyecto innovador, por su *conversión energética* en biogás.

Una alternativa energética de esta naturaleza inserta en un establecimiento educativo con las características de la Escuela Agropecuaria, provoca además un impacto positivo desde el punto de vista de la *educación ambiental* que forma parte también de la educación integral de los alumnos, haciéndose extensiva a toda la comunidad educativa toda.

La *posibilidad de réplica* del proyecto factible de ser repetido en otro centro educativo con actividades similares

Otro efecto importante tiene que ver con la propia composición del alumnado, mayoritariamente proveniente de familias rurales que se dedican a la explotación agropecuaria, y por lo tanto existe la *posibilidad de la transferencia* en sus propios ámbitos de la explotación familiar.

La ubicación de la escuela en un medio netamente rural, centro de una actividad productiva agropecuaria, facilitará la demostración hacia los productores rurales a través de *acciones de extensión* tales como cursos, asesoramiento, asistencia técnica

Se lograría además una importante *reducción del volumen* de generación de residuos, mejorando los aspectos medioambientales, relacionados con la salud humana y animal, la protección del medio ambiente y un aprovechamiento de los recursos (Crozza, 2007).

Emisiones de GEIs

Como resultado de los cálculos (Ecs. 1 y 2) se estima que mediante un proyecto como el que se propone se evitaría la emisión al medio ambiente de 8 ton de CH₄ anuales, aproximadamente.

Y para el caso del manejo del estiércol, el cálculo (Ecs. 3 y 4) permitió estimar que actualmente se está emitiendo un total de 185 kg CH₄/año.

El efecto conjunto de ambos procesos, es decir la sumatoria de las emisiones debidas a la fermentación entérica y al estiércol daría una tasa de emisión de metano aproximadamente 8.1 ton anuales.

Si bien puede pensarse que éste es un valor poco significativo en el contexto mundial, no se puede negar que aún las emisiones de las pequeñas explotaciones contribuyen con su granito de arena al fenómeno del calentamiento global del planeta.

Aspectos legales

Los proyectos que se realicen dentro del establecimiento con el fin de tratar los residuos deben ajustarse a la legislación vigente tanto de la provincia como de la nación. Entre las principales leyes vigentes en nuestro país se pueden mencionar:

De la *Nación*:

Resolución 97/01 presenta el Reglamento para el Manejo Sustentable de Barros Generados por Plantas de Tratamiento de Efluentes Líquidos.

Ley 26.093: Biocombustibles. Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles.

Ley 24.051: Residuos peligrosos, (decreto 831).

Ley 19.587: Higiene y seguridad en el trabajo.

Ley 24.557: Ley sobre riesgos de trabajo.

De la *Provincia de Buenos Aires*:

Ley N° 11.720: Ley Integral del Medio Ambiente.

Ley N° 11.820: Prestación de los Servicios Públicos de provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales.

Ley 5.965/96: Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera.

Ley 11.459: de Radicación Industrial.

Decreto 1.741 / 96 (Dec. Reglamentario de la Ley 11.459).

Conclusiones

En relación al análisis económico al que se arribó, si bien se obtuvo un VAN negativo, es factible realizar una justificación basada en la diferencia que significa una evaluación económica social de proyectos desde el punto de vista de la comunidad involucrada teniendo en cuenta las externalidades del proyecto, y otra que sólo considera lo que constituye un costo o beneficio para las personas o entidades que lo emprenden.

Desde lo ambiental, la metodología aquí presentada brinda un mejoramiento en la calidad de vida, aprovechamiento de los recursos y tiene además la particularidad de reemplazar en el establecimiento educativo parte del consumo de energía convencional por una renovable. La sumatoria de estas cuestiones, constituye lo que se denomina un conjunto de “externalidades positivas”, que podrían entenderse como los beneficios generados por un proyecto que son percibidos por un grupo social diferente a aquel que paga por los bienes y servicios que se ofrecen. Dentro de estas externalidades también es factible considerar la disminución del riesgo de contaminación, paralelo al valor agregado que se le incorporaría a los residuos.

Desde el marco legal, se destaca la Ley de biocombustibles - Ley 26,093 “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles”, también tiene en cuenta en su Artículo 11 al biogás y establece que “...*el biocombustible gaseoso denominado biogás se utilizará en sistemas, líneas de transporte y distribución de acuerdo a lo que establezca la autoridad de aplicación...*”. En este sentido el aspecto legal para el desarrollo de una actividad aún incipiente en nuestro país, se traduce en una fortaleza para esta propuesta de tratamiento de los residuos orgánicos.

Por otra parte, estaría dentro de las leyes de operacionalización, que contemplan como resultado de la actividad económica la equivalencia a *tasas de regeneración* que son determinadas por la capacidad de recuperar el ecosistema y en conjunto conforman la denominada *tasa de emisión de desechos*.

Y también estas leyes están representadas por la *tasa de recomposición* (para los recursos naturales). En conjunto, tienen que ser tratadas como “capital natural” y, por lo tanto, las actividades generadoras de emisiones o contaminación deben tender a la reducción de la entropía y privilegiar entonces la conversión de energía y las fuentes renovables, tal como lo refleja el presente proyecto.

El aprovechamiento energético que se obtendría, tiende a cumplir con la relación de mantener la capacidad de sustento de los ecosistemas, esto es, le permite a la naturaleza absorber y recomponer las agresiones provocadas por las actividades antrópicas, como es en este caso particular, arrojar lo generado por los animales –residuos y efluentes- a un arroyo cercano.

Analizado desde la óptica de estas externalidades, sería una propuesta viable fundamentalmente porque se condice con el espíritu de la definición de desarrollo sustentable.

En relación a la emisión de GEIs, también se estaría contribuyendo a una disminución anual de un gas tan potente como el metano. Aunque si bien el valor obtenido es relativamente reducido, la sumatoria de pequeñas acciones como la aquí presentada representaría un aporte destacada al decrecimiento de emisiones.

Bibliografía

- Cordelim. (2007). Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio, "Mitigación de los Gases de Efecto Invernadero – GEI", <http://cordelim.net/cordelim.php?c=693>.
- Crozza D., (2007). "Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Gral. La Madrid Provincia de Buenos Aires", Tesis. UNMdP.
- EPA, US, Environmental Protection Agency, "Livestock Manure Management". 1999.
- INVGEI (2005). "Inventario Nacional de la República Argentina, de Fuentes de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero, No Controlados por el Protocolo de Montreal", Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, Banco Mundial, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Fundación Bariloche, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Peters M. S., Timmerhaus K. D., 1978. "Plant Design and Economics for Chemical Engineers". Ed. McGraw Hill.