

**Estimación de gases efecto invernadero (GEI)
y oportunidades de adquisición de créditos
por reducción de emisiones de carbono
(CER'S)**

Freddy Emmanuel Valero Monserrate

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

Estimación de gases efecto invernadero (GEI) y oportunidades de adquisición de créditos por reducción de emisiones de carbono (CER'S)

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Freddy Emmanuel Valero Monserrate

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

Estimación de gases efecto invernadero (GEI) y oportunidades de adquisición de créditos por reducción de emisiones de carbono (CER'S)

Presentado por:

Freddy Emmanuel Valero Monserrate

Aprobado:

Carlos Quiroz, M.Sc.
Asesor Principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director Carrera Desarrollo
Socioeconómico y Ambiente

Erika Tenorio, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Valero, F. 2008. Estimación de gases efecto invernadero (GEI) y oportunidades de adquisición de créditos por reducción de emisiones de carbono (CER's). Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Zamorano, Honduras. 55p.

El cambio climático que ha experimentado el planeta Tierra durante las últimas décadas, es consecuencia de las actividades humanas insostenibles como en la industria, la agricultura, el transporte, las energías no renovables, y la inadecuada gestión de residuos; impactando de esta manera en el incremento de las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI). Teniendo consecuencias en la salud, la alimentación, la biodiversidad, e intensificándose las inundaciones y las sequías. El objetivo esta investigación es estimar mediante la metodología del panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), los GEI y el potencial para adquirir créditos por su reducción mediante la implementación de tecnologías limpias en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). El estudio se realizó en cuatro localizaciones, para aguas residuales se muestreó las lagunas de estabilización, ganado porcino y ganado lechero y para desechos sólidos se trabajó con el relleno sanitario. En el caso de las aguas residuales se realizaron en cada componente estudiado aforos de caudales, bajo frecuencias de muestreos de una semana en época seca y una semana en época lluviosa. Los datos obtenidos de la cantidad de kg de CH₄ es a partir de la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que las aguas residuales generan a lo largo del año. En el caso del relleno sanitario también se hicieron frecuencias de muestreos por una semana en época seca y por una semana en época lluviosa, donde se obtuvieron pesos diarios de los desechos bajo una tipificación que se realizó de este componente. Bajo estos escenarios se contabilizó 514 y 704 T equivalentes de CO₂/año estimados a partir de la DQO y DBO respectivamente, procedentes de las aguas residuales de la EAP, Asimismo el relleno sanitario presentó un promedio de 757 T equivalentes de CO₂/año. Finalmente, se determinó el potencial de adquisición de CER's que podría obtener la EAP, el cual es de \$1,212 ó \$2,761 al año, estimados a partir de la DQO y DBO respectivamente. De gestionar la inscripción de Zamorano a la asociación hondureña de pequeños productores de energías renovables (AHPPER) el potencial de adquisición de CER's podría ser de \$12,022 ó \$16,469 estimados a partir de la DQO y DBO respectivamente, y bajo el precio internacional de mercado por reducción de carbono el ingreso sería de \$23.38 por 1 T equivalentes de CO₂/año.

Palabras clave: Ingreso por reducción de carbono, cambio climático, IPCC, DQO, DBO, metano, AHPPER.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISION DE LITERATURA.....	5
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4 RESULTADOS.....	20
5 CONCLUSIONES.....	37
6 RECOMENDACIONES.....	38
7 BIBLIOGRAFÍA.....	39
8 ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro		Página
1.	Resumen de emisiones efecto invernadero procedentes de residuos urbanos.....	2
2.	Resumen de emisiones efecto invernadero procedentes de residuos líquidos.....	2
3.	Resumen de emisiones procedentes de residuos líquidos industriales, año 2000.....	2
4.	Resumen de emisiones procedentes de residuos líquidos industriales, año 2005.....	3
5.	El área requerida depende sobre el clima, el diseño, y el nivel de tratamiento requerido.	11
6.	Normas microbiológicas de calidad de efluentes para descargas de aguas Residuales a cuerpos receptores.	11
7.	Promedio, mínimo y máximo de caudales en ganado porcino durante época seca.....	20
8.	Muestras de laboratorio del separador de salida con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/l) en ganado porcino durante época seca en la jornada de (mañana-tarde).	21
9.	Muestras de laboratorio del separador de salida con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/l) en ganado porcino durante época seca en la jornada de (mañana-tarde).	21
10.	Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/l) en ganado porcino durante época seca en la jornada de (mañana-tarde).....	22
11.	Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/l) en ganado porcino durante época seca en la jornada de (mañana-tarde).....	22
12.	Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/l) en ganado porcino durante época seca en la jornada de (noche-madrugada).	22
13.	Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/l) en ganado porcino durante época seca en la jornada de (noche-madrugada).	22
14.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO en ganado porcino durante época seca.	23

15.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO en ganado porcino durante época seca.....	23
16.	Promedio de caudales en ganado lechero durante época lluviosa.....	24
17.	Promedio datos de laboratorio a partir de la DQO (mg/l) en ganado lechero durante época lluviosa.....	24
18.	Promedio datos de laboratorio a partir de la DBO (mg/l) en ganado lechero durante época lluviosa.....	24
19.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio a partir de la DQO en ganado lechero durante época lluviosa.....	24
20.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio a partir de la DBO en ganado lechero durante época lluviosa.....	24
21.	Promedio, mínimo y máximo de caudales en lagunas de estabilización durante época seca.....	25
22.	Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/l) en lagunas de estabilización durante época seca.....	25
23.	Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/l) en lagunas de estabilización durante época seca.....	26
24.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio a partir de la DQO en lagunas de estabilización durante época seca.....	26
25.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio a partir de la DBO en lagunas de estabilización durante época seca.....	26
26.	Promedio, mínimo y máximo de caudales en lagunas de estabilización durante época lluviosa.....	27
27.	Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/l) en lagunas de estabilización durante época lluviosa.....	28
28.	Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/l) en lagunas de estabilización durante época lluviosa.....	28
29.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio a partir de la DQO en lagunas de estabilización durante época lluviosa.....	28
30.	Cálculo de emisiones de kg CH ₄ /año con su respectivo promedio a partir de la DBO en lagunas de estabilización durante época lluviosa.....	29
31.	Clasificación de desechos bajo tipificación realizada en el 2003 en el relleno sanitario.....	30
32.	Tipificación de desechos durante la época seca con el componente orgánico.....	30
33.	Tipificación de desechos durante la época lluviosa sin el componente orgánico.....	31
34.	Generación de CH ₄ bajo los dos escenarios que se presentaron en el relleno sanitario.....	32

35.	Cálculo de emisiones generales de todos los puntos muestreados con sus respectivos escenarios de ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente; los cuales se podrían obtener al asociarse con la AHPPER.	32
36.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$3.92 como escenario conservador para obtención de CER's.	33
37.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$5 como escenario conservador para obtención de CER's.	33
38.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$17.53 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.	34
39.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$23.38 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.	35

Figuras	Página	
1.	Caudales diarios de época seca, ganado porcino.	21
2.	Muestras de laboratorio separador de salida de época seca jornada (mañana-tarde), ganado porcino.	21
3.	Muestras de laboratorio compuestas de época seca jornada (mañana-tarde), ganado porcino.	22
4.	Muestras de laboratorio compuestas de época seca jornada (noche-madrugada), ganado porcino.	23
5.	CH ₄ total generado en época seca, ganado porcino.	23
6.	Caudales diarios en época seca, laguna de estabilización.	25
7.	Muestras de laboratorio a partir de la DBO, DQO respectivamente en época seca, laguna de estabilización.	26
8.	CH ₄ total generado a partir de la DBO, DQO respectivamente en época seca, laguna de estabilización.	27
9.	Caudales diarios en época lluviosa, laguna de estabilización.	27
10.	Muestras de laboratorio a partir de la DBO, DQO respectivamente en época lluviosa, laguna de estabilización.	28
11.	CH ₄ total generado a partir de la DBO, DQO respectivamente en época lluviosa, laguna de estabilización.	29
12.	Tipificación realizada en el año 2003 por planta física de Zamorano, relleno sanitario.	30

13.	Generación total de desechos en época seca con el componente orgánico.....	31
14.	Generación total de desechos en época lluviosa sin el componente orgánico.	31
15.	Emisiones de toneladas equivalentes de CO ₂ /año en los puntos muestreados.....	32
16.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$3.92 como escenario conservador para obtención de CER's.	33
17.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$5 como escenario conservador para obtención de CER's.	34
18.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$17.53 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.	35
19.	Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$23.38 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.	36

Anexo	Página	
1.	Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer lunes de muestra de época seca.....	41
2.	Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer martes de muestra de época seca.....	41
3.	Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer miércoles de muestra de época seca.....	42
4.	Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer jueves de muestra de época seca.....	42
5.	Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer viernes de muestra de época seca.....	43
6.	Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer sábado de muestra de época seca.....	43
7.	Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer domingo de muestra de época seca.....	44
8.	Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo lunes de muestra de época seca.....	44
9.	Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo martes de muestra de época seca.....	45
10.	Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo miércoles de muestra de época seca.....	45
11.	Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo jueves de muestra de época seca.....	46

12.	Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo viernes de muestra de época seca.....	46
13.	Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo sábado de muestra de época seca.....	47
14.	Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo domingo de muestra de época seca.....	47
15.	Datos de caudales mañana del lunes en época lluviosa.....	48
16.	Datos de caudales mañana del martes en época lluviosa.....	48
17.	Datos de caudales del lunes en época seca.....	48
18.	Datos de caudales del martes en época seca.....	49
19.	Datos de caudales del miércoles en época seca.....	49
20.	Datos de caudales del jueves en época seca.....	50
21.	Datos de caudales del viernes en época seca.....	50
22.	Datos de caudales del sábado en época seca.....	51
23.	Datos de caudales del domingo en época seca.....	51
24.	Datos de caudales del lunes en época lluviosa.....	52
25.	Datos de caudales del martes en época lluviosa.....	52
26.	Datos de caudales del miércoles en época lluviosa.....	53
27.	Datos de caudales del jueves en época lluviosa.....	53
28.	Datos de caudales del viernes en época lluviosa.....	54
29.	Datos de caudales del sábado en época lluviosa.....	54
30.	Datos de caudales del domingo en época lluviosa.....	55

1 INTRODUCCIÓN

El cambio climático que ha experimentado el planeta Tierra durante las últimas décadas, es consecuencia de las actividades humanas insostenibles en la industria, agricultura, transporte, energías no renovables, así como la inadecuada gestión de residuos; impactando de esta manera en el incremento de las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) y sus consecuencias en la salud, alimentación, biodiversidad, e intensificando inundaciones y sequías. De acuerdo a la convención marco de la Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), el 25% de los gases efecto invernadero generados en Honduras proceden del sector relativo a los desechos sólidos y líquidos. (Quiroz, 2007).

La dependencia por los combustibles fósiles y leña para producción de energía se hace cada vez más evidente, muchas personas han aportado al mundo con ideas para combatir el problema de energía, una de las soluciones planteadas es la búsqueda de fuentes alternativas tales como el biogás. Es por ello que la comunidad científica ha desarrollado tecnologías limpias con miras al aprovechamiento de biogás para solventar esta problemática. Esto puede reducir la demanda de productos petrolíferos y además proporciona una alternativa para el tratamiento de residuos.

En actual sociedad la gestión de los residuos generados provoca un problema medioambiental debido a la cantidad y variedad que suponen. El tratamiento óptimo para los residuos sólidos urbanos es aquel que contempla su máxima revalorización, primero con la separación de todas aquellas fracciones capaces de ser reutilizadas, y revalorizando energéticamente el rechazo de este proceso, reciclaje por ejemplo, obteniendo energía eléctrica y una ceniza final que a pesar de ser depositada en vertedero, reduce su impacto medioambiental y su volumen en un 90%.

Los vertederos de residuos sólidos urbanos presentan importantes impactos sociales, visuales y ambientales, como la generación de biogás, resultante de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. Entre otros efectos, estas emisiones incontroladas de biogás potencian el efecto invernadero del planeta, por lo que es necesario su control y tratamiento. Para evitar cualquier impacto medio ambiental el biogás debe ser extraído y eliminado mediante combustión, si lo permite el caudal extraído, podrá actuar como fuente de energía eléctrica y calorífica. La aplicación práctica comienza por la captación y transporte del biogás hasta la planta de tratamiento, lo cual se ejecuta comúnmente mediante una red de pozos o zanjas, según la morfología del vertedero, que cubre toda la superficie del vertedero y a su vez se encargan de captar el gas para, posteriormente, mediante una red de tuberías equipada con las respectivas válvulas necesaria para su regulación, llegar a un colector general para pasar a su posterior tratamiento.

En el caso de aguas residuales el biogás es producido por bacterias de fermentación que se encargan de descomponer el residual orgánico, a lo que se le denomina proceso de fermentación anaeróbica, ya que se produce en ausencia de oxígeno. Materiales no orgánicos, como metales, celulosa, vidrio, losa, etc., no son digeridos o modificados durante el proceso de fermentación, de ahí que resulten inapropiados para la obtención de biogás. Por lo general se puede obtener biogás a partir de cualquier material orgánico. Comúnmente se emplean las excretas de cualquier índole, la cachaza, los desechos de destilerías, los componentes orgánicos de los desechos sólidos municipales, los residuos orgánicos de mataderos, el lodo de las plantas de tratamiento residuales, los residuales agropecuarios, los desechos orgánicos de las industrias de producción de alimentos, etcétera. (Ramírez, 2004).

1.1 ANTECEDENTES

Estudios realizados por la oficina de cambio climático de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente.

Cuadro 1. Resumen de emisiones efecto invernadero procedentes de residuos urbanos.

Descripción	2000	2005
Vertederos controlados (Gg/año CH ₄)	17.76	22.56
Botaderos clandestinos (Gg/año CH ₄)	8.93	11.00
Incineración (Gg/año CO ₂)	268.48	318.51
Incineración (Gg/año N ₂ O)	0.07	0.09

Fuente: Quiroz, 2007.

Cuadro 2. Resumen de emisiones efecto invernadero procedentes de residuos líquidos.

Descripción	2000	2005
Lagunas de estabilización (Gg/año CH ₄)	0.38	2.59
Fosas sépticas (Gg/año CH ₄)	22.10	26.04

Fuente: Quiroz, 2007.

Cuadro 3. Resumen de emisiones procedentes de residuos líquidos industriales, año 2000.

Tipo de industria	Emisión anual (Kg CH₄ /año)
Licores	518
Cerveza	435
Café	2077
Lácteos	425
Carnes	2027
Aves	2921
Palma Africana	46052
Caña de Azúcar	70
Camaroneras	261
Total	54787

Fuente: Quiroz, 2007.

Cuadro 4. Resumen de emisiones procedentes de residuos líquidos industriales, año 2005.

Tipo de Industria	Emisión anual (Kg CH₄ /año)
Licores	776
Cerveza	474
Café	1787
Lácteos	542
Carnes	1832
Aves	2921
Palma africana	81313
Caña de azúcar	75
Camaroneras	365
Total	90085

Fuente: Quiroz, 2007.

Las primeras gestiones ambientales de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano datan de la década de los 80's, cuando la unidad de mantenimiento y servicios generales (Dirección de Planta Física). Implemente en las lagunas de estabilización y humedales el tratamiento de aguas residuales sometidas a mejoras hidráulicas para alcanzar una mayor eficiencia por la unidad de mantenimiento y servicios generales (Dirección de Planta Física). En el año 2004 Zamorano disponía sus desechos sólidos en un vertedero que carecía de obras de control ambiental, sin embargo, en el 2005 se implementó un programa de manejo ambiental denominado "Eco-Zamorano". Consiente en una campaña agresiva para la recuperación de desechos, complementando su gestión de desechos sólidos con la construcción de un relleno sanitario que contempló el drenaje y tratamiento de los líquidos lixiviados, en el 2007 a través de un convenio institucional para la eliminación ambiental de recipientes agroquímicos de materiales reciclables. El manejo integral de desechos sólidos con proyectos tales como la recuperación de materiales reciclables, manejo de desechos peligrosos, manejo de desechos orgánicos, desarrollo de un relleno sanitario con drenaje, tratamiento de gases y líquidos lixiviados. Adicionalmente, existen otras obras destinadas al tratamiento de aguas de desecho que se implementaron de forma aislada a las gestiones ambientales de la EAP, éstas reciben importantes cargas orgánicas procedentes de la plantas de ganado porcino y lechero.

La EAP carece de un inventario de gases de efecto invernadero procedentes de las aguas residuales y sus desechos sólidos, por lo cual se pretende desarrollar éste producto para identificar el mercado potencial al cual la universidad podría optar mediante la adquisición de créditos por reducción de emisiones de carbono al aprovechar el biogás generado en éste sector.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El biogás recuperado de la digestión orgánica no contribuye al aumento de gases de efecto invernadero ya que se trata de metano que hace combustión de esta manera el inventario de GEI brindará una estimación del biogás procedente de las aguas residuales y desechos sólidos, determinando el potencial de adquisición de créditos por reducción de emisiones de carbono y constituyendo un punto de partida para futuros estudios energéticos. Por otro lado al producir biogás y se escapa sin ser usado o este haga combustión, contribuye 22 veces más que el efecto invernadero que el CO₂, con el inventario que se realizó permite la introducción al mecanismo de desarrollo limpio (MDL), el cual promueve la reducción de emisiones o GEI a través de programas voluntarios de reducción, así como regulaciones y normas que verifiquen su efectividad. Mediante el MDL los países en vías de desarrollo pueden optar a créditos al aprovechar recursos renovables e implementar tecnologías limpias.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Estimar mediante la metodología del panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), los gases efecto invernadero GEI y el potencial para adquirir créditos por reducción de carbono, mediante tecnologías limpias en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

1.3.2 Específicos

- Estimar los GEI procedentes del relleno sanitario de Zamorano.
- Estimar los GEI procedentes de las aguas residuales de Zamorano.
- Estimar el potencial de adquisición de CER's al aprovechar el biogás producto del relleno sanitario y el tratamiento de aguas residuales.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos son todos los residuos que surgen de las actividades humanas y animales, que normalmente son sólidos y que se desechan como inútiles o no queridos. Por sus propiedades intrínsecas, los materiales de los residuos desechados a menudo son reutilizable. Los residuos sólidos son todos los materiales sólidos o semisólidos que el poseedor ya no considera de suficiente valor como para ser retenidos. La gestión de estos materiales residuales es la preocupación fundamental de todas las actividades englobadas en la gestión de residuos sólidos, bien sea a nivel de planificación local, regional, subregional, o estatal y federal (García, 1997).

2.1.1 Origen de los residuos sólidos

El conocimiento de los orígenes y los tipos de residuos sólidos, así como los datos sobre la composición y las tasas de generación son básicos para el diseño y la operación de los elementos funcionales asociados con la gestión de residuos sólidos. Para evitar confusiones, el termino basura, a menudo utilizado intercambiamente con el termino residuos sólidos, no es usado es muchos textos. Los orígenes de los residuos sólidos en una comunidad, están en general relacionados con el uso del suelo y su localización. Aunque pueden desarrollarse un número variable de clasificaciones sobre los orígenes, de los residuos sólidos y las siguientes categorías son útiles:

- Doméstico
- Comercial
- Institucional
- Construcción y demolición
- Servicios municipales
- Zonas de plantas de tratamiento
- Industrial
- Agrícola
- Residuos especiales

Los residuos sólidos domésticos consisten en residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimientos comerciales. Típicamente la fracción orgánica de los residuos sólidos domésticos y comerciales esta formada de materiales como restantes de comida, papel y derivados, plásticos, textiles, goma, cuero, y madera entre otros. La fracción inorgánica por su parte está formada por artículos de materiales como vidrio, cerámica, latas, y metales.

Los residuos que se descomponen rápidamente especialmente en un clima templado, también se conocen como residuos putre factibles son la manipulación, la preparación, la cocción y la ingestión de comida. Frecuentemente, la descomposición conducirá al desarrollo de olores molestos y a la reproducción de moscas. En muchas localizaciones, la naturaleza putre factible de estos residuos influirá en el diseño y en la operación del sistema de recogida de residuos sólidos.

Los residuos especiales de origen doméstico y comercial incluyen artículos voluminosos, electrodomésticos de consumo, productos de línea blanca, residuos de jardín que son recogidos por separados, baterías, aceite y neumáticos. Estos residuos normalmente se manipulan separadamente de los otros residuos domésticos y comerciales (García, 1997).

Los residuos y rechazos que se obtienen de diversas actividades agrícolas tales como plantar y cosechar cultivos en hilera, de campo, de árbol y de vid; la producción de leche; la crianza de animales para el matadero, y la operación de ganadería intensiva colectivamente se llaman residuos agrícolas (García, 1997).

2.1.2 Clasificación de residuos sólidos

Esta clasificación es una tarea que cada ciudad o municipio tiene que realizarse por medio de muestreos anuales; esto es indispensables para el diseño de soluciones al problema de los desperdicios sólidos en general. Existen diversas maneras de catalogar los residuos, pues según su composición, los residuos se clasifican en orgánicos e inorgánicos.

Los residuos orgánicos son aquellos, cuyo componente principal es el carbono provienen de materia viva tanto vegetal como animal y están representados principalmente por residuos alimentarios, y de parques o jardines, y pueden transformarse para su posterior reutilización. En cambio los inorgánicos refieren a materia inerte proveniente de material no vivo. Tienen la característica de no ser biodegradables, por lo que conservan su forma y propiedades por mucho tiempo, utilizándose como materia prima o subproductos reciclables en diferentes industrias (Aquiles *et al.* 1987).

Otra clasificación útil que ayuda a comprender que son los residuos sólidos, es la que hace hincapié en el origen; es decir en el lugar en que se generan. Así, tenemos que hay desechos domésticos, industriales, agropecuarios y agroindustriales, y especiales. Por último, los residuos domiciliarios, según su posible utilización posterior, se clasifican.

Los residuos también se pueden clasificar en reciclables y no recuperables. Los reciclables o recuperables son aquellos que si son seleccionados o rescatados de la basura pueden venderse a diferentes industrias, las que, mediante tratamientos diversos, los utilizan como materia prima, reintegrándolos posteriormente al ciclo de consumo. Entre estos desperdicios tenemos: hueso, trapo, cartón, papel, metal, vidrio, plástico. Mientras que los No recuperables comprenden los desperdicios provenientes de hospitales, casas de cuna, sanatorios, etc. Pueden ser muy peligrosos y se les debe dar un tratamiento especial. De igual manera los materiales no recuperables nocivos son aquellos que pueden servir como material de relleno: tierra, piedras, cascajo, etc. También existen los materiales

transformables, puesto que son aquellos susceptibles de ser transformados en productos inocuos y aprovechables, están referidos principalmente a los orgánicos: residuos alimentarios de parques y jardines, y agrícolas e industriales de naturaleza orgánica (Aguilar, 1999).

2.1.3 Tipos de vertederos de residuos sólidos

Bajo el término de vertedero de residuos sólidos urbanos se incluyen conceptos diferenciados existen los vertedero incontrolado el cual se denomina así al vertedero en el que no se aplican medidas protectoras del impacto sobre el medio ambiente. Es el tradicional basurero, también llamado botadero en algunos países latinoamericanos. De igual manera existen los vertederos controlados ó relleno sanitario anaerobio. En él los residuos son depositados, triturados, compactados y cubiertos con tierra diariamente en una zona acondicionada previamente para este fin. Se debe proceder a la depuración de las aguas filtradas (lixiviados) y a la recuperación de los gases generados en el interior del vertedero por la descomposición de los residuos (biogás). Dependiendo del grado de densidad que los residuos alcancen, se puede hablar de vertederos de alta densidad ($0.9 - 1.0 \text{ T/m}^3$), media densidad ($0.7 - 0.8 \text{ T/m}^3$) y baja densidad ($0.5 - 0.6 \text{ T/m}^3$). Continuando con los diferentes tipos de vertedero tenemos los vertederos controlados aerobios, que son similares al anterior, pero sin el recubrimiento diario de los residuos. Con ello, se logra una fermentación aerobia de los residuos de los cuales no se genera biogás. Por ultimo tenemos el vertedero de balas que es similar al vertedero controlado anaerobio, con la salvedad de que los residuos son previamente empaquetados en fardos de alta densidad ($1.1 - 1.2 \text{ T/m}^3$). Estos son apilados y tapados con tierra posteriormente en el vertedero. Debido a la alta densidad de los residuos, el agua no penetra en ellos totalmente, por lo que se produce una menor generación de biogás y de lixiviado.

En este trabajo se entiende por vertedero controlado el vertedero controlado anaerobio. Los residuos sólidos pueden clasificarse en: (a)residuos domésticos, es decir, los producidos en las viviendas de una población; (b)residuos municipales, que incluyen junto a los domésticos los generados en centros comerciales, oficinas, limpieza de parques y jardines, e incluso industriales, siempre que su composición sea similar a la del residuo doméstico; y (c)residuos industriales (Fernández, 1994).

2.2 RESIDUOS LÍQUIDOS

Aunque la captación y drenaje de aguas pluviales datan de tiempos antiguos, la recogida de aguas residuales no aparece hasta principios del siglo XIX, mientras que el tratamiento sistemático de las aguas residuales data de finales del siglo pasado y principios del presente. El desarrollo de la teoría del germen a cargo de Koch y Pasteur en la segunda mitad del siglo XIX marcó el inicio de una nueva era en el campo del saneamiento. Hasta ese momento se había profundizado poco en la relación entre contaminación y enfermedades, y no se había aplicado el tratamiento de aguas residuales (Metcalf & Eddy, 1997).

Se conoce como operaciones unitarias aquellos métodos de tratamientos en los que predominan los fenómenos físicos, mientras que aquellos métodos en los que la eliminación de los tratamientos de los contaminantes se realiza en base a procesos químicos o biológicos se conocen como procesos unitarios. En la actualidad, las operaciones y procesos unitarios se agrupan entre si para constituir los así llamados tratamiento primario, secundario y terciario (o tratamiento avanzado). En el tratamiento primario contempla el uso de operaciones físicas tales como la sedimentación y el desbaste para la eliminación de los sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual. En el tratamiento secundario son procesos biológicos y químicos los que se emplean para eliminar la mayor parte de la materia orgánica. En el tratamiento terciario (o avanzado) se emplean combinaciones adicionales de los procesos y operaciones unitarias con el fin de eliminar otros componentes, tales como el nitrógeno y el fósforo, cuya reducción con tratamiento secundario no es significativa (Metcalf & Eddy, 1997).

Las aguas residuales recogidas en comunidades y municipios deben ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno. La compleja pregunta acerca de que contaminantes contenidos en el agua residual y a que nivel deben ser eliminados de cara a la protección del entorno, requiere una respuesta específica en cada caso concreto. Para establecer dicha respuesta es preciosa analizar las condiciones y necesidades locales en cada caso, y aplicar tanto los conocimientos científicos como la experiencia previa de ingeniería, respetando la legislación y las normas reguladoras de la calidad de aguas existentes.

2.2.9 Características físicas en aguas residuales

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido de total de sólidos, termino que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el olor y la turbiedad (Mara, 1976).

Los sólidos totales analíticamente, se definen el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 grados centígrados. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor (Metcalf & Eddy, 1991).

Los olores normalmente, los olores de los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor mas característico del agua residual séptica es el debido a la presencia de sulfuro de hidrogeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios (Eckenfelder, 1980).

La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente e las casas y los diferentes usos industriales. Dado que el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas es mucho mayor

que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales son mas altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año, y solo con menores que ella durante los meses mas calurosos del verano (Metcalf & Eddy, 1996).

La densidad se define la densidad de un agua residual como su masa por unidad de volumen, expresada en Kg/m³. Es una característica física importante del agua residual dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento (Metcalf & Eddy, 1996).

El color refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y su olor. El agua residual reciente suele tener un color grisáceo, sin embargo al aumentar el tiempo de transporte de las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro (Metcalf & Eddy, 1996).

La turbiedad como medida de propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones (Metcalf & Eddy, 1996).

2.2.10 Características químicas en aguas residuales

El estudio de las características químicas de las aguas residuales se aborda en materia orgánica, medición del contenido orgánico, materia inorgánica y gases presentes en el agua residual.

El hecho de que la medición del contenido en materia orgánica se realice por separado viene justificado por su importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas (Adams, 1981).

La materia orgánica, son compuestos orgánicos que están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos, de nitrógeno (Metcalf & Eddy, 1996).

La demanda bioquímica de oxígeno es el parámetro de contaminación orgánica mas ampliamente empleado, aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a 5 días (DBO₅). La determinación del mismo esta relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (Metcalf & Eddy, 1996).

La demanda química de oxígeno es el ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse (Sawyer, 1978).

El carbono orgánico total (COT), es otro método para medir la materia orgánica presente en el agua es el método COT. Especialmente indicado para pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo se lleva a cabo inyectando una cantidad conocida de la muestra en un horno a alta temperatura o en un medio químicamente oxidante (Pujol, 1990).

2.2.1 Caudales de aguas residuales

La determinación de caudales de agua residual a eliminar de una determinada población es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación. De cara a la obtención de un diseño adecuado a las necesidades, y de cara también a la minimización y equitativo reparto de los costes entre los diversos municipios agrupados para tratar conjuntamente sus residuos, es preciso conocer datos fiables sobre los caudales que se quiere tratar. En aquellos casos en que los datos sobre caudales sean escasos e inexistentes, es preciso estimarlos partiendo de otras fuentes de información que guarden estrecha relación con los mismos, como puede ser el caso de los datos sobre consumo de agua. (Metcalf & Eddy, 1997).

La composición de los caudales de aguas residuales de una comunidad depende del tipo de sistema de recogida que se emplee, e incluye los siguientes componentes: (a) agua residual doméstica o sanitaria, procedente de zonas residenciales o instalaciones comerciales, públicas y similares; (b) agua residual industrial, donde predominan vertidos industriales; (c) la infiltración hace referencia al agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas y grietas, o paredes porosas; y (d) las aportaciones incontroladas corresponden a aguas pluviales que se descargan a la red por medio de alcantarillas pluviales, drenes de sedimentaciones, bajantes de edificios y tapas de pozos de registro. Referente a las aguas pluviales se considera como agua resultante de la escorrentía superficial.

Para la evacuación de las aguas residuales y pluviales se emplean tres tipos de redes de alcantarillados: redes sanitarias, pluviales y unitarias. En los casos en los que se recoge por separado las aguas residuales (red sanitaria) y las pluviales (redes pluviales), los caudales de aguas residuales están compuestos por: (a) agua residual doméstica, (b) agua residual industrial e (c) infiltración y alcantarillado (red unitaria), debemos añadir las aguas pluviales a estos tres componentes. Los porcentajes atribuibles a cada uno de los componentes dependen de las características particulares de la zona y de la época del año (Metcalf & Eddy, 1997).

En las zonas dotadas con red de alcantarillado, la determinación de los caudales se lleva a cabo, normalmente, a partir de series históricas o de datos obtenidos en aforos por medición directa. Para las redes de nueva construcción, los caudales correspondientes se obtienen del análisis de los datos de población y las dotaciones de aguas previstas, así como a partir de estimaciones de los caudales de agua residual per cápita en poblaciones de características similares (Metcalf & Eddy, 1997).

Las zonas residenciales y los centros comerciales constituyen las principales fuentes de generación de aguas residuales domésticas, aunque también debe tenerse en cuenta la importante contribución que representan los edificios institucionales y los espacios recreacionales. Los caudales para asentamiento de pequeño tamaño (menos de 1000 habitantes) pueden variar considerablemente con respecto a los estimados para poblaciones más grandes (Houghton, 1996)

2.2.7 Diseño de lagunas

Las lagunas son más sencillas de diseñar, construir, operar y mantener que cualquier otro proceso de tratamiento. La excavación es la actividad principal en la construcción. La construcción de obras civiles es mínima: solamente estructuras de ingresos, interconexiones, salidas, y el revestimiento de los taludes interiores. La operación y mantenimiento consiste normalmente en tareas de rutina como el corte de vegetación en la orilla y en el dique, remoción de natas y sólidos flotantes, la medición diaria del caudal, y el monitoreo periódico del afluente y efluente (Oakley, 2005).

Tomando en consideración los requisitos del terreno. La principal desventaja de las lagunas de estabilización es el área requerida generalmente, como una regla práctica, en los climas de América Central o en climas tropicales-subtropicales, se puede estimar que se necesitaría entre 2.0 a 2.5 hectáreas mínimas de lagunas para servir a una población de 10,000 habitantes (Mara & Pearson, 1998).

Cuadro 5. El área requerida de la laguna depende sobre el clima, el diseño, y el nivel de tratamiento requerido.

Proceso de tratamiento	Área requerida (m²/persona)
Laguna aireada	4 - 10
Sistema de lagunas de estabilización	2 - 201

Cuadro 6. Normas microbiológicas de calidad de efluentes para descargas de aguas Residuales a cuerpos receptores.

Parámetro	Honduras / concentración máxima permisible
Coliformes fecales UFC (unidades formadoras de colonias) ó NMP (número más probable) /100ml	5000

Fuente: Ministerio de Salud, 1995.

2.2.2 Tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

Se han realizado muchas investigaciones sobre el uso de lagunas de estabilización para tratamiento de aguas residuales en países en desarrollo (Arceivala, *et al.*, 1970; Arthur, 1983; Cisneros, *et al.*, sin fecha; Egocheaga y Moscoso, 2004; Feachem *et al.*, 1983; León y Moscoso, 1996; Mara y Cairncross, 1989; Mara *et al.*, 1992; Rolim, S., 2000; Shuval *et al.*, 1986; Yáñez, 1992). Los resultados muestran claramente que las lagunas pueden tratar aguas residuales a un alto nivel; tanto en la remoción de patógenos como en la de

compuestos orgánicos requiriendo mínimos recursos para su diseño, construcción, operación, y mantenimiento. El diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales en América Latina y en países en desarrollo no debe ser similar a lo de países industrializados, donde se basa el diseño en la reducción de compuestos orgánicos para proteger los cuerpos receptores con poca o ninguna atención a los aspectos de salud pública, especialmente a la remoción de los patógenos. Dado que una de las principales causas de mortalidad y morbilidad es la de enfermedades relacionadas a las excretas humanas en América Latina, se concluye que los procedimientos de diseño en países industrializados no son adecuados y que el diseño debe enfocarse fundamentalmente en la remoción de patógenos conjuntamente con el posible reuso de los efluentes en agricultura o acuicultura como un recurso sostenible.

2.3 EMISIONES DE CH₄ PROCEDENTES DE LOS VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES

Las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero versión revisada en 1996 (Directrices del IPCC), describen dos métodos para estimar las emisiones de CH₄ procedentes de los vertederos de residuos sólidos: el método por defecto (nivel 1) y el método de descomposición de primer orden (DPO) (nivel 2). La principal diferencia entre ambos métodos es que el método DPO da lugar a un perfil de emisión que depende del tiempo transcurrido y que refleja mejor las verdaderas pautas del proceso de degradación a lo largo del tiempo mientras que el método por defecto se basa en la suposición de que la totalidad del CH₄ potencial se libera durante el año en el que se produce la disposición de los desechos. El método por defecto permitirá obtener una estimación anual razonable de las emisiones reales siempre que la cantidad y la composición de los desechos eliminados se hayan mantenido constantes o hayan variado lentamente en el transcurso de varias décadas. Sin embargo, si la cantidad o la composición de los desechos depositados en los VRS cambian con mayor rapidez a través del tiempo, el método por defecto del IPCC no indicará una tendencia exacta. Por ejemplo, si disminuye la cantidad de carbono depositada en los VRS, el método por defecto subestimarán las emisiones y sobreestimarán las reducciones (Metcalf & Eddy, 1997).

La elección de un método de buena práctica dependerá de las circunstancias nacionales. Es una buena práctica utilizar, siempre que sea posible, el método DPO, ya que refleja la tendencia de las emisiones con mayor exactitud. Para poder aplicar el método DPO es necesario contar con datos, tanto actuales como históricos, sobre las cantidades, la composición y las prácticas de disposición de los desechos a lo largo de varias décadas. Las directrices del IPCC no proporcionan valores o métodos por defecto para la estimación de algunos parámetros fundamentales que se requieren para la aplicación del método DPO. Estos datos dependen en gran medida de las condiciones específicas de cada país, y actualmente no se dispone de información suficiente que permita sugerir valores o métodos por defecto fiables. Se exhorta a los organismos encargados de los inventarios a obtener datos de las investigaciones nacionales o regionales, ya que si dichos organismos se ven impedidos de utilizar el método DPO cuando así lo indique la buena práctica, habrá menos posibilidades de hacer comparaciones entre los distintos inventarios

nacionales. Los organismos a cargo de los inventarios que elijan un método distinto de los previstos en las directrices del IPCC deberán justificar su elección demostrando que el método que han elegido permite estimar las emisiones con una exactitud y una exhaustividad mayores o similares (Metclif & Eddy, 1997).

En el caso del tratamiento de las aguas residuales domésticas y de los efluentes industriales en condiciones anaeróbicas produce CH_4 . Los aspectos metodológicos relativos a las emisiones de CH_4 procedentes de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas y los efluentes industriales se analizan en forma separada, ya que los tipos de datos de actividad y factores de emisión requeridos para cada subcategoría de fuentes son diferentes.

Las aguas residuales domésticas en los países desarrollados, la mayor parte de las aguas residuales domésticas se trata en instalaciones y estanques anaeróbicos. En los países en desarrollo, una pequeña parte de las aguas residuales domésticas se recoge mediante sistemas de alcantarillado, y el resto queda en fosas o letrinas. Es posible que algunos efluentes industriales se descarguen en la red de alcantarillado urbano donde se combinan con las aguas residuales domésticas.

Para la elección del método a utilizar se considera el uso y manejo de las directrices del IPCC describen un solo método para el cálculo de las emisiones de CH_4 procedentes del tratamiento de las aguas residuales domésticas. Las emisiones están en función del volumen de desechos generados y de un factor de emisión que caracteriza la medida en que tales desechos generan CH_4 . Todo el CH_4 recuperado y quemado en antorcha o utilizado como energía debe descontarse de las emisiones totales.

2.3.1 Estudios actuales que tiene en consideración Zamorano, con la Asociación hondureña de pequeños productores de energías renovables

Asociación hondureña de pequeños productores de energía renovable (AHPPER) es una iniciativa privada para formar una institución sin fines de lucro, creada con el único propósito de fomentar el desarrollo económico del país por medio de la búsqueda de solución social, económica y ambientalmente efectivas a los diferentes problemas que enfrenta el sector energético del país. AHPPER se ha formado gracias a la visión futurista de un grupo de hondureños emprendedores que han visto en la energía renovable y eficiencia energética el camino a seguir para procurar energía limpia, segura y económicamente eficiente en el país.

Las tecnologías de energía renovable y la eficiencia energética, permiten entre otras cosas, la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, la reducción de la factura petrolera del país y ahorro de divisas, el aprovechamiento de los recursos naturales propios del país, los focos de desarrollo para las comunidades donde se ejecutan los proyectos, y las oportunidad de desarrollo de programas de conservación del medio ambiente, manejo de cuencas, reforestación y otros.

La AHPPER ha realizado una serie de negociaciones, entre ellas unas dichas por la empresa como malas y otras buenas las cuales están en proceso actualmente, entre la serie de negociaciones que han tenido están:

2005: 3.9207 \$/T CO₂

2006: 4 \$/T CO₂

2007: 5 \$/T CO₂

Estas consideradas malas negociaciones por los precios irrisorios que manejaban en ese entonces. En la actualidad lo que busca la AHPPER es llegar a conseguir 25 Mw de potencia, esto se lograría con la asociación de varias empresas en las que se esta considerando a Zamorano como una empresa mas para el aporte de la generación de energías renovables para el país y de esta manera reducir CO₂. De alcanzar este objetivo el cual seria generar 25 Mw. El precio por Ton de CO₂ reducido oscila entre los \$17.53 y \$23.38, considerando el porcentaje como comisión de la empresa el cual oscila entre 6 a 7% que seria para crecimiento y desarrollo de la AHPPER.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Básculas	Correntómetro	Marcadores
Bolsas plásticas	Baldes	Botes plásticos
Guantes	Sacos	Cinta métrica
Mascarillas	Botas de hule	Calculadora
Impresiones	Jabón líquido	Envases térmicos
Papel	Cinta tape	Hielo

3.2 METODOLOGÍA

El estudio de desechos sólidos se llevó a cabo en el relleno sanitario de la Escuela Agrícola Panamericana, y el estudio de desechos sólidos en las lagunas de estabilización, ganado porcino y ganado lechero. De igual manera en la Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano ubicado en el km 30 carretera a Danlí - Honduras. Este se encuentra en las afueras de la EAP, un km delante de la gasolinera Esso.

La toma de muestras se realizó en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana, específicamente en el relleno sanitario (trincheras abiertas para disposición de los desechos), lagunas de estabilización (laguna principal), granja de ganado porcino (fosa de deposición de desechos) y granja de ganado lechero (tercera fosa de aguas negras). Siendo los puntos de muestro:

- Aguas residuales: Tuberías de descargas.
- Relleno sanitario: Trincheras para la disposición diaria de los desechos sólidos.

3.2.1 Frecuencia de muestreo

En aguas residuales los muestreos se llevaron a cabo durante un lapso de una semana, se tomaron muestras en intervalos de 1 hora por 24 horas continuas. El muestreo se realizó una semana en época seca y una semana en época lluviosa. En el caso de desechos Sólidos, la toma de muestra se llevo a cabo durante un lapso de una semana, se tomaron muestras diarias, una semana en época seca y una semana en época lluviosa y estas fueron distribuidas de la siguiente manera:

- 2 semanas en época seca y 1 semana en época lluviosa en el relleno sanitario
- 1 semana en época seca y 1 semana en época lluviosa en las lagunas de estabilización
- 1 semana en época seca en la mañana-tarde y 1 semana en época seca en noche-madrugada en la granja de ganado porcino

- 2 días en época lluviosa en la granja de ganado lechero

Para los controles de calidad Las muestras de agua residual se identificaron con fecha, hora, caudal y fueron puestas en envases térmicos para la preservación de la materia orgánica y de esta manera evitar la degradación de la misma y se utilizaron recipientes plásticos y fueron llenados a su máxima capacidad para evitar la presencia de oxígeno y la oxidación de la materia orgánica.

3.2.1.1 Relleno sanitario. Inicialmente se tomaron lecturas del peso diario de desechos que ingresa al relleno sanitario de Zamorano, ubicado en el sector conocido como El Llano. Posteriormente se realizó una tipificación de los desechos de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Materia orgánica (desperdicios alimenticios del comedor, cafetería y kiosco).
- Vidrio (residuos que salen específicamente de kiosco y casa de profesores).
- Papel-Cartón (desperdicios generados por material utilizado por estudiantes, profesores y Zamoempresas).
- Botes plásticos (desperdicios generados del alto consumo de gaseosas, helados, agua y entre otros productos los cuales tienen como envase el plástico).
- Latas (residuos generados después del consumo de productos líquidos principalmente).



Foto 1. Trabajo realizado en la deposición diaria de desechos.

Estas actividades se desarrollaron con la colaboración de estudiantes del módulo de manejo ambiental de segundo año y personal de mantenimiento durante dos semanas consecutivas en época de verano e invierno. Finalmente los datos obtenidos representaron las variables para la estimación de gases de efecto invernadero conforme a la metodología del panel intergubernamental de cambio climático (IPCC).

3.2.1.2 Lagunas de estabilización. En este componente se aforaron los caudales mediante el uso de un correntómetro en intervalos de una hora, cada lectura tuvo una duración de un minuto y se desarrollaron por 24 horas consecutivas en una semana completa durante el verano e invierno, el dato obtenido corresponde a las revoluciones / minuto. Posteriormente se calcularon las velocidades de acuerdo a la ecuación calibrada para el equipo, después se midieron las alturas o profundidades de canal (con cinta métrica) para obtener el área hidráulica; puesto que el dato de área hidráulica se lo obtuvo

de la multiplicación del ancho del canal de muestreo por la profundidad del canal que tenga el canal en la hora que se tomo la muestra.



Foto 2. Trabajo realizado en la toma de muestras en los aforos de caudales.

Finalmente se calcularon los caudales a través de la velocidad y área hidráulica de la hora indicada; este dato brindado por una ecuación simple que la brinda la casa comercial que vende el correntómetro basándose en rangos de errores, esta ecuación corresponde:

$$V = 0.000854 (C) + 0.05 \quad [1]$$

El factor C esta dado por la cantidad de revoluciones por minuto que del correntómetro.

Posteriormente se continuo con la tomar de una muestra del agua residual las que serían llevadas al laboratorio de análisis de calidad de agua en Tegucigalpa - Honduras. Para preservar la materia orgánica de las muestras asimismo evitar la oxidación en el trayecto de Zamorano a Tegucigalpa, se mantuvieron en recipientes térmicos a su máxima capacidad con hielo. Finalmente mediante los datos que se obtengan de DQO Y DBO, sumados al caudal y los factores de degradación y emisión se estimaron los gases efecto invernadero contemplando la metodología del panel intergubernamental de cambio climático.

3.2.1.3. Ganado porcino. Se siguió la misma metodología aplicada en las lagunas de estabilización, a diferencia que el aforo de caudales se desarrolló mediante el uso de recipientes propios para el cuidado y conservación de la muestra hasta que esta se llevara al laboratorio y un cronometro de acuerdo a las características del sistema. Las muestras de calidad del agua residual se desarrollaron en la cámara previa al separador de sólidos y en su efluente mediante el uso de un balde de dimensiones conocidas se procedió a introducir a estudiantes de segundo año del modulo de manejo ambiental a que realicen el aforo de la fosa de desechos de cerdos, poniendo directamente el balde en la tubería principal de descarga de desechos que esta conectada desde la granja con la fosa de desechos, ahí se tomo durante un tiempo no mayor de un minuto a llenar el balde al menos hasta la mitad con la finalidad de luego obtener caudales a partir de la ecuación:

$$Q = \frac{V}{T} \quad [2]$$

Donde el volumen esta dado por las dimensiones del balde y el tiempo que tardó en llenarse el balde.



Foto 3. Toma de muestras en los aforos de caudales.

3.2.1.3 Ganado lechero. Mediante el uso del correntómetro y el programa de computación para arquitectura y ingeniería civil AutoCAD, se conoció los diferentes caudales que se dan en la granja de ganado lechero, el correntómetro se introdujo dentro de la abertura de la tubería la cual es un tubo de PVC de seis pulgadas, luego de eso se procedió a medir las revoluciones por minuto y con una regla se midió área mojada en la tubería para que mediante el uso del programa AutoCAD se pudo sacar el área hidráulica, a partir de solo la obtención de área mojada y pulgadas de la tubería, dichos datos tomados en campo, luego se pudo sacar los diferentes caudales que genera la granja en horas de lavado y no lavado del lugar del ordeño.



Foto 4. Lugar toma de muestras en los aforos de caudales.

3.2.2 Metodología utilizada en desechos sólidos

$$\text{CH}_4(\text{Kg/año}) = (\text{RSU}_T \bullet \text{LO}) \quad [3]$$

Donde:

RSUT: Cantidad total de residuos sólidos urbanos generados, Kg.

LO: Potencial de generación de metano en Kg de CH₄ / Kg de Desechos;

$$(\text{FCM} \bullet \text{COD} \bullet \text{CODF} \bullet \text{F} \bullet 16/12) \quad [4]$$

FCM: Factor de corrección para el metano. (1=Anaerobia, 2= Semiaerobio)

COD: Carbono orgánico degradable (Kg de carbono / Kg de residuos Sólidos Urbano)

Donde:

A: Fracción de residuos sólidos compuesta por papel y textiles %

C: Fracción de residuos compuestos por alimentos %

$$\text{COD} = (0.4 \bullet A) + (0.15 \bullet C) \quad [5]$$

CODF: Fracción de COD no asimilada. (0.77)

F: Fracción por volumen de CH₄ en el gas del vertedero. (0.50)

3.2.3 Metodología utilizada en aguas residuales

$$\text{WM} = \text{Q} \bullet \text{DQO} / \text{DBO} \bullet \text{SBF} \bullet \text{FE} \bullet \text{FTA} \quad [6]$$

WM: Emisión anual de CH₄ procedente de aguas residuales (kg/año)

Q: Caudal (l/día)

DQO: Demanda química de oxígeno (kg/l)

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno (kg/l)

SBF: Fracción de DQO/DBO que sedimenta rápidamente (0.5)

FE: Factor de emisión (0.25 kg/CH₄ de la DQO; 0.8 kg/CH₄ de la DBO)

FTA: Fracción de la DQO/DBO presente en lodos que se degradan anaeróbicamente (1); (0.8) de manera facultativa

4 RESULTADOS

4.1 GANADO PORCINO



Foto 5. Toma de muestras en aguas residuales.

4.1.1 Época seca

Cuadro 7. Promedio, mínimo y máximo de caudales en ganado porcino durante época seca.

Valores	Q (m ³ /día)
Promedio	137
Mínimo	62
Máximo	192

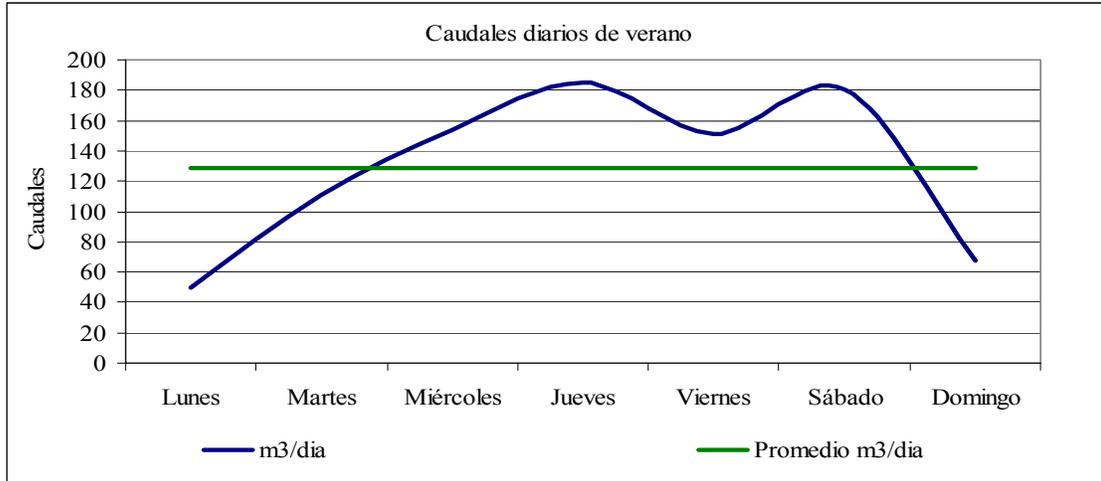


Figura 1. Caudales diarios de época seca, ganado porcino.

Cuadro 8. Muestras de laboratorio del separador de salida con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/L) en ganado porcino durante época seca en la jornada de mañana-tarde.

Valores	DQO (mg/L)
Promedio	4918
Mínimo	2210
Máximo	7475

Cuadro 9. Muestras de laboratorio del separador de salida con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/L) en ganado porcino durante época seca en la jornada de mañana-tarde.

Valores	DBO (mg/L)
Promedio	2495
Mínimo	1053
Máximo	3518

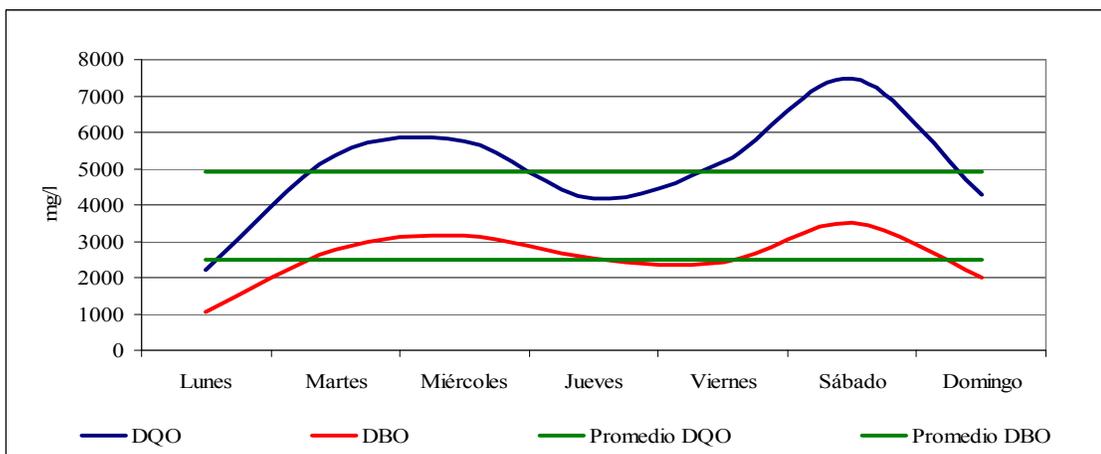


Figura 2. Muestras de laboratorio separador de salida de época seca jornada mañana-tarde, ganado porcino.

Cuadro 10. Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/L) en ganado porcino durante época seca en la jornada de mañana-tarde.

Valores	DQO (mg/L)
Promedio	7380
Mínimo	5477
Máximo	10327

Cuadro 11. Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/L) en ganado porcino durante época seca en la jornada de mañana-tarde.

Valores	DBO (mg/L)
Promedio	3469
Mínimo	2509
Máximo	4839

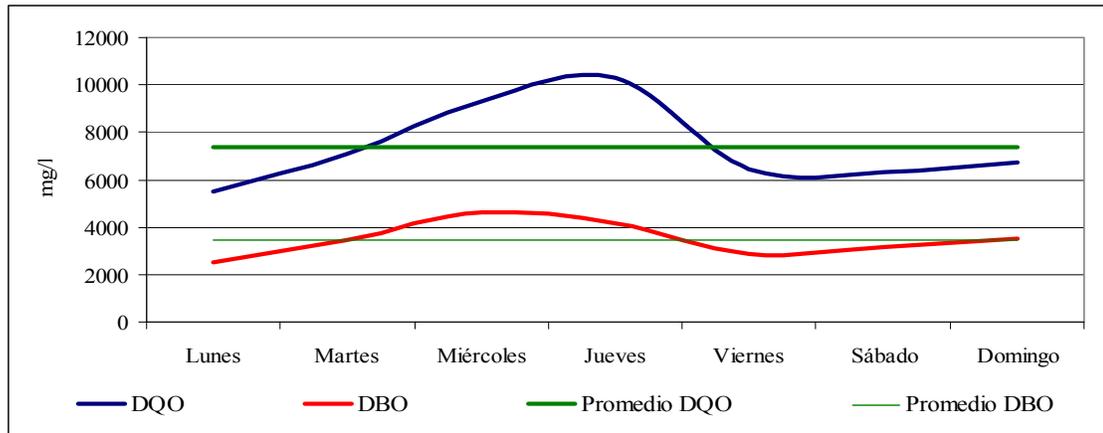


Figura 3. Muestras de laboratorio compuestas de época seca jornada mañana-tarde, ganado porcino.

Cuadro 12. Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/L) en ganado porcino durante época seca en la jornada de noche-madrugada.

Valores	DQO (mg/L)
Promedio	4708
Mínimo	3824
Máximo	6053

Cuadro 13. Muestras de laboratorio compuestas con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/L) en ganado porcino durante época seca en la jornada de noche-madrugada.

Valores	DBO (mg/L)
Promedio	2532
Mínimo	2141
Máximo	3229

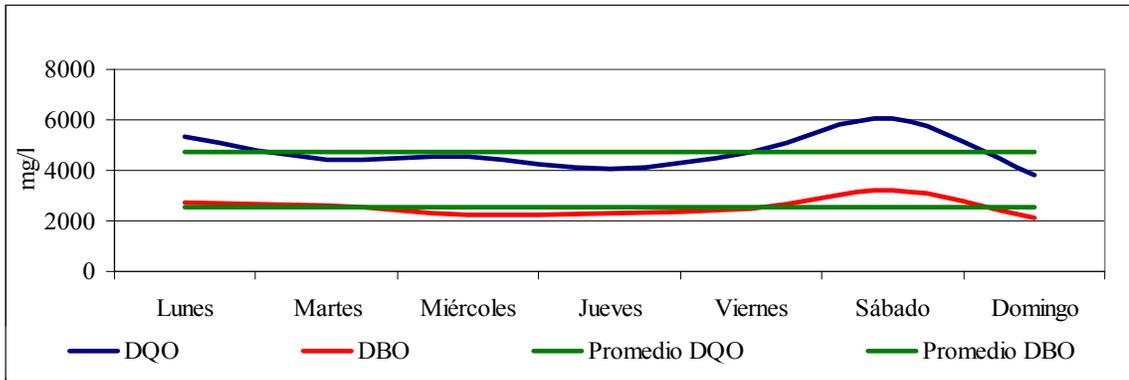


Figura 4. Muestras de laboratorio compuestas de época seca jornada noche-madrugada, ganado porcino.

Cuadro 14. Cálculo de emisiones de kg CH₄/año con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO en ganado porcino durante época seca.

Valores	CH ₄ DQO (kg CH ₄ /año)
Promedio	111
Mínimo	26
Máximo	159

Cuadro 15. Cálculo de emisiones de kg CH₄/año con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO en ganado porcino durante época seca.

Valores	CH ₄ DBO (kg CH ₄ /año)
Promedio	58
Mínimo	20
Máximo	77

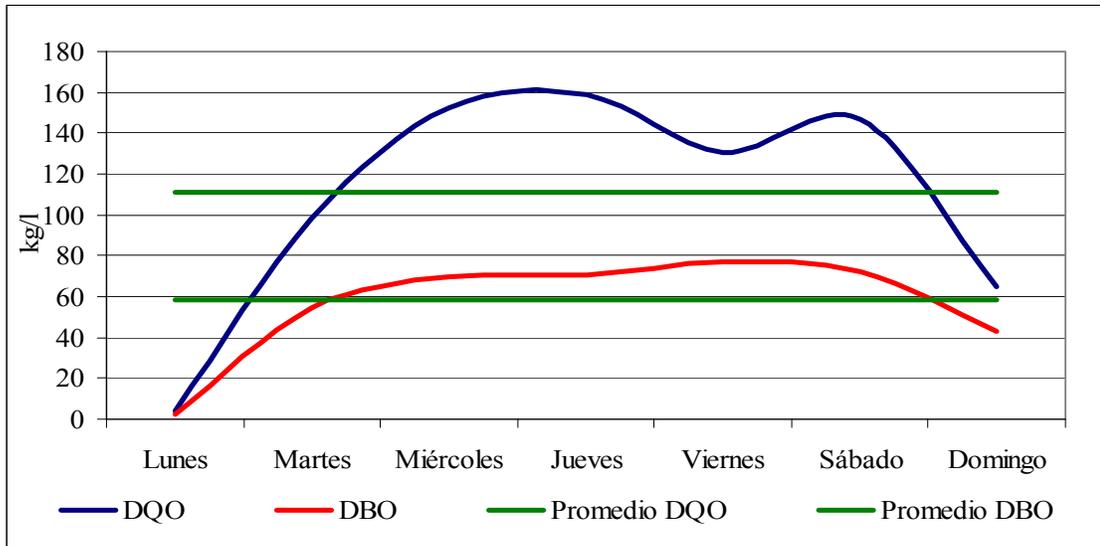


Figura 5. CH₄ total generado en época seca, ganado porcino.

4.2 GANADO LECHERO



Foto 6. Tomando muestras de aguas residuales en ganado lechero.

4.2.1 Época lluviosa

Cuadro 16. Promedio de caudales en ganado lechero durante época lluviosa.

Valor	Q (m ³ /día)
Promedio	15

Cuadro 17. Promedio datos de laboratorio a partir de la DQO (mg/L) en ganado lechero durante época lluviosa.

Valor	DQO (mg/L)
Promedio	3762

Cuadro 18. Promedio datos de laboratorio a partir de la DBO (mg/L) en ganado lechero durante época lluviosa.

Valor	DBO (mg/L)
Promedio	1729

Cuadro 19. Cálculo de emisiones de kg CH₄/año con su respectivo promedio a partir de la DQO en ganado lechero durante época lluviosa.

Valor	CH ₄ DQO (kg/día)
Promedio	7

Cuadro 20. Cálculo de emisiones de kg CH₄/año con su respectivo promedio a partir de la DBO en ganado lechero durante época lluviosa.

Valor	CH ₄ DBO (kg/día)
Promedio	11

Por ser tan sólo dos, los datos que fueron muestreados en la granja de ganado lechero se evitó el realizar un gráfico, por falta de representación en el mismo de lo que acontece con la generación de CH₄ en la granja.

4.3 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN



Foto 7. Tomando muestras de aguas residuales en las lagunas de estabilización.

4.3.1 Época seca

Cuadro 21. Promedio, mínimo y máximo de caudales en lagunas de estabilización durante época seca.

Valores	Q (m ³ /día)
Promedio	487
Mínimo	380
Máximo	620

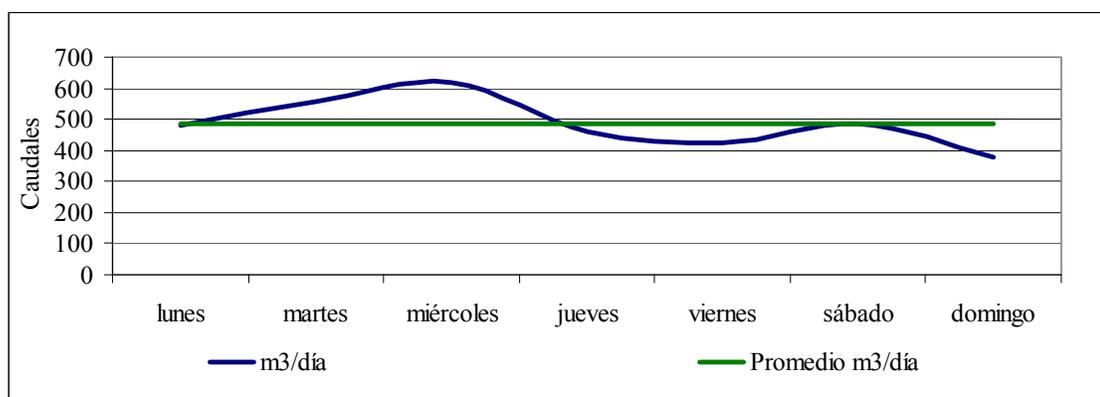


Figura 6. Caudales diarios en época seca, laguna de estabilización.

Cuadro 22. Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/L) en lagunas de estabilización durante época seca.

Valores	DQO (mg/L)
Promedio	897
Mínimo	565
Máximo	1690

Cuadro 23. Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/L) en lagunas de estabilización durante época seca.

Valores	DBO (mg/L)
Promedio	451
Mínimo	244
Máximo	799

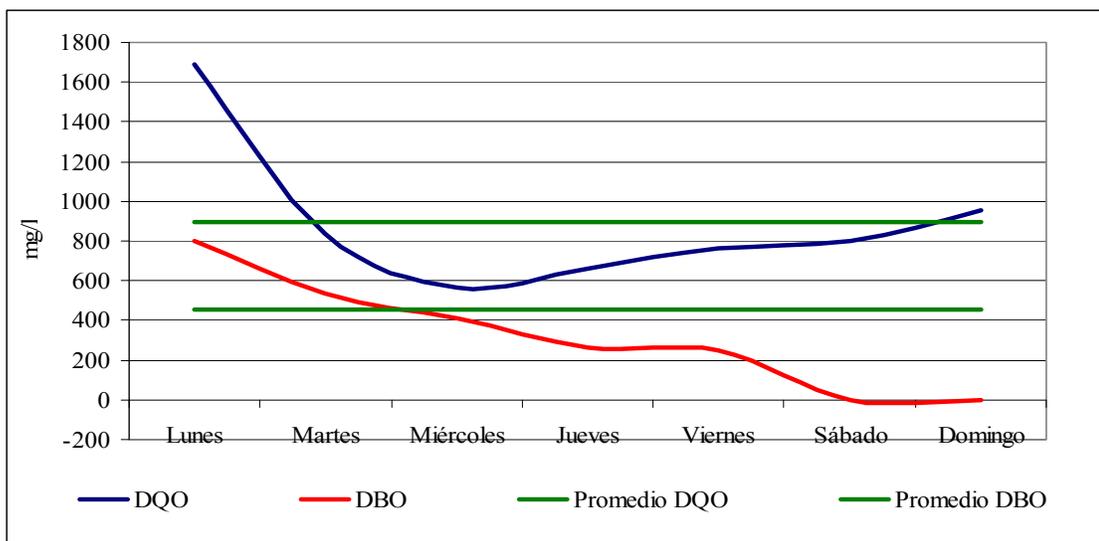


Figura 7. Muestras de laboratorio a partir de la DBO, DQO respectivamente en época seca, laguna de estabilización.

Cuadro 24. Cálculo de emisiones de kg CH₄/año con su respectivo promedio a partir de la DQO en lagunas de estabilización durante época seca.

Valores	CH ₄ DQO (kg CH ₄ /año)
Promedio	43
Mínimo	31
Máximo	81

Cuadro 25. Cálculo de emisiones de kg CH₄/año con su respectivo promedio a partir de la DBO en lagunas de estabilización durante época seca.

Valores	CH ₄ DBO (kg CH ₄ /año)
Promedio	74
Mínimo	34
Máximo	123

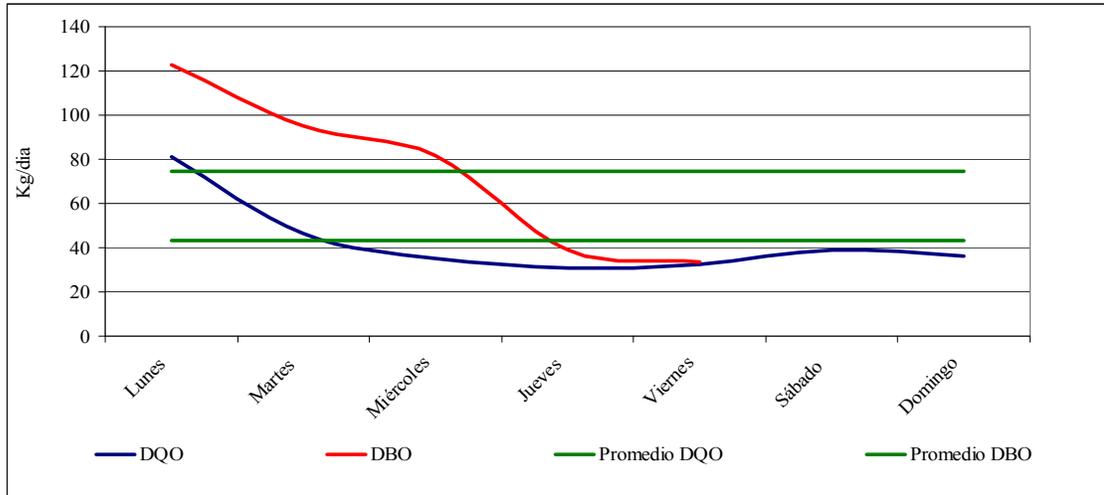


Figura 8. CH₄ total generado a partir de la DBO, DQO respectivamente en época seca, laguna de estabilización.

4.3.2 Época lluviosa

Cuadro 26. Promedio, mínimo y máximo de caudales en lagunas de estabilización durante época lluviosa.

Valores	Q (m ³ /día)
Promedio	719
Mínimo	557
Máximo	1159

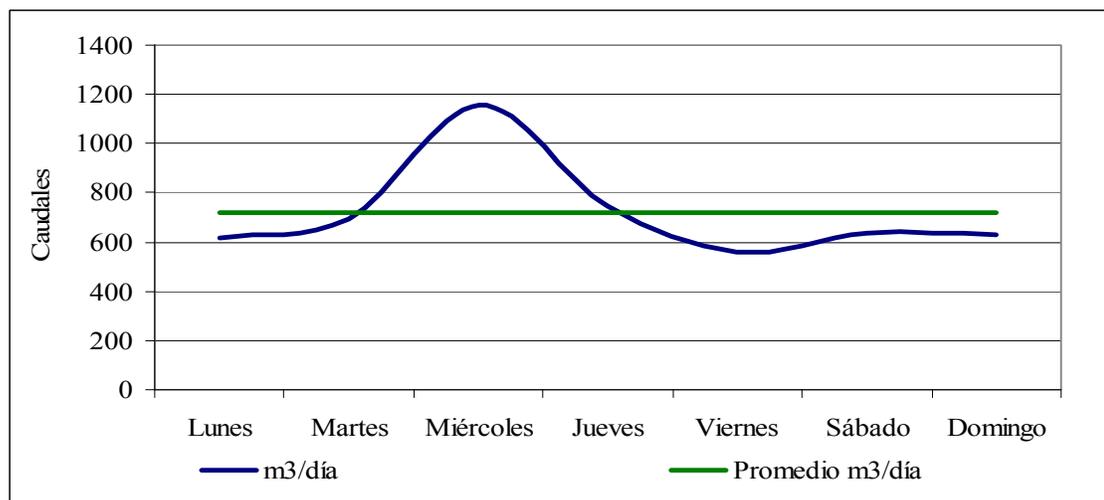


Figura 9. Caudales diarios en época lluviosa, laguna de estabilización.

Cuadro 27. Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DQO (mg/L) en lagunas de estabilización durante época lluviosa.

Valores	DQO (mg/L)
Promedio	495
Mínimo	275
Máximo	781

Cuadro 28. Muestras de laboratorio con su respectivo promedio, mínimo y máximo a partir de la DBO (mg/L) en lagunas de estabilización durante época lluviosa.

Valores	DBO (mg/L)
Promedio	365
Mínimo	208
Máximo	501

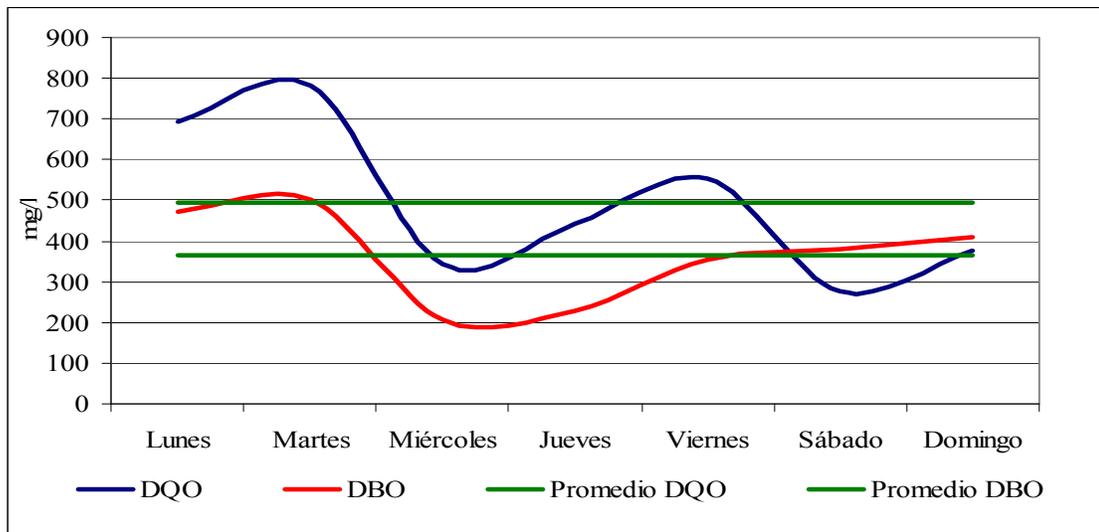


Figura 10. Muestras de laboratorio a partir de la DBO, DQO respectivamente en época lluviosa, laguna de estabilización.

Cuadro 29. Cálculo de emisiones de kg CH₄/año con su respectivo promedio a partir de la DQO en lagunas de estabilización durante época lluviosa.

Valores	CH ₄ DQO (kg CH ₄ /año)
Promedio	35
Mínimo	17
Máximo	54

Cuadro 30. Cálculo de emisiones de $\text{kg CH}_4/\text{año}$ con su respectivo promedio a partir de la DBO en lagunas de estabilización durante época lluviosa.

Valores	CH_4 DBO ($\text{kg CH}_4/\text{año}$)
Promedio	80
Mínimo	54
Máximo	111

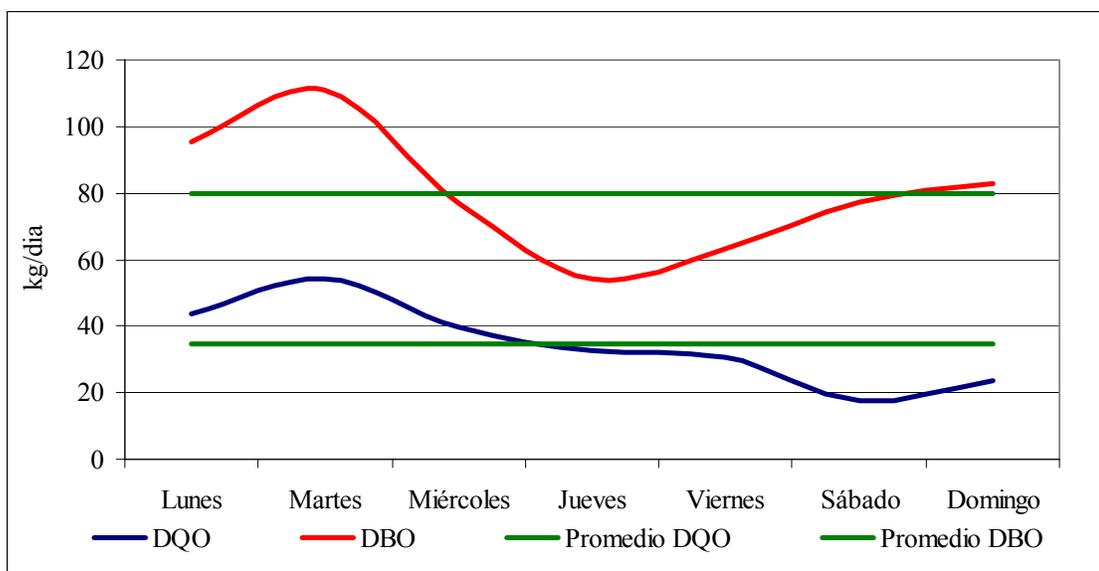


Figura 11. CH_4 total generado a partir de la DBO, DQO respectivamente en época lluviosa, laguna de estabilización.

4.4 RELLENO SANITARIO



Foto 8. Descarga de residuos cárnicos en el relleno sanitario.

4.4.1 Tipificación realizada en el año 2003 por planta física de Zamorano

Cuadro 31. Clasificación de desechos bajo tipificación realizada en el 2003 en el relleno sanitario.

Tipificación	Porcentaje (%)
Material reciclable	27.2
Material no reciclable	41.7
Componente orgánico	31.0

Composición Física de los Desechos Sólidos

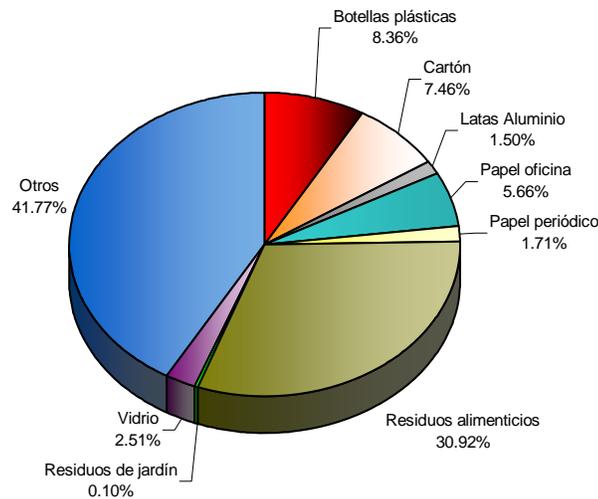


Figura 12. Tipificación realizada en el año 2003 por planta física de Zamorano, relleno sanitario (Quiroz, 2003).

En el 2008, bajo el estudio que se realizó para objetivos de la investigación se muestran los datos obtenidos en época seca y época lluviosa.

4.4.2 Época seca

Cuadro 32. Tipificación de desechos durante la época seca con el componente orgánico.

Tipificación	Porcentaje (%)
Material reciclable	4.0
Material no reciclable	22.9
Componente orgánico	73.1

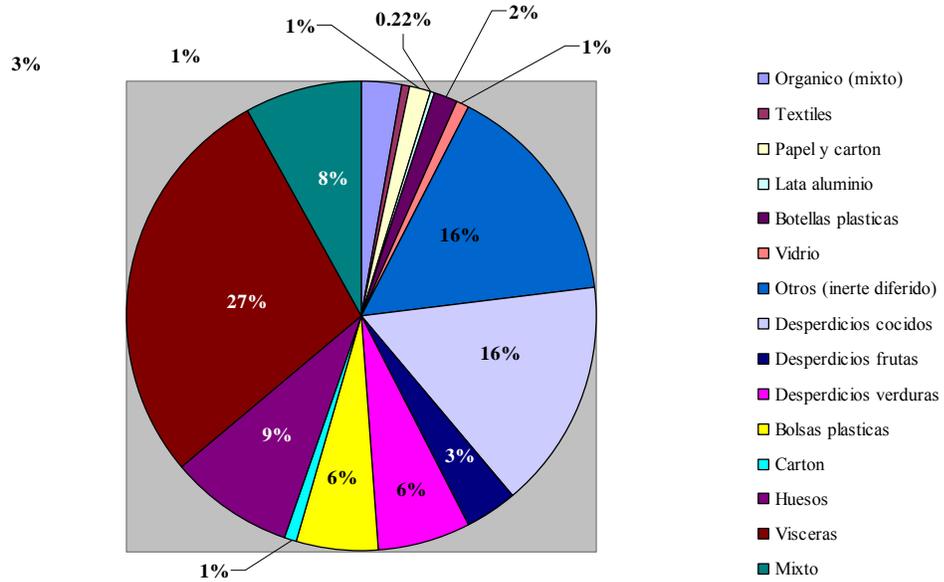


Figura 13. Generación total de desechos en época seca con el componente orgánico.

4.4.3 Época lluviosa

Cuadro 33. Tipificación de desechos durante la época lluviosa sin el componente orgánico.

Tipificación	Porcentaje (%)
Material reciclable	14.4
Material no reciclable	60.8
Componente orgánico	24.8

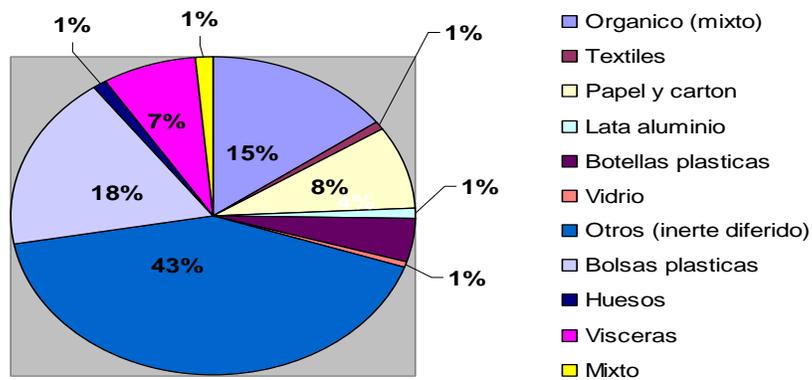


Figura 14. Generación total de desechos en época lluviosa sin el componente orgánico.

Cuadro 34. Generación de CH₄ bajo los dos escenarios que se presentaron en el relleno sanitario.

Kg CH₄/año época seca + época lluviosa con orgánico	Kg CH₄/año época seca + época lluviosa sin orgánico
58539	36042

Para el cálculo de emisiones generales de todos los puntos muestreados con sus correspondientes escenarios de ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente; los cuales se podrían obtener al asociarse con la AHPPER.

Cuadro 35. Cálculo de emisiones generales de todos los puntos muestreados con sus relativos escenarios de ingresos a partir de la DQO Y DBO comparativamente; los cuales se podrían obtener al asociarse con la AHPPER.

	DQO			DBO		
	KgCH ₄ /año	TCH ₄ /año	T Equivalentes CO ₂ /año	KgCH ₄ /año	TCH ₄ /año	T Equivalentes CO ₂ /año
Ganado porcino	9852	9	206	6853	6	143
Lagunas de estabilización	12527	12	263	25035	25	525
Ganado lechero	2105	2	44	1654	2	34
Relleno sanitario con orgánico	58538	58	1229	58538	58	1229
Relleno sanitario sin orgánico	36041	36	756	36041	36	756

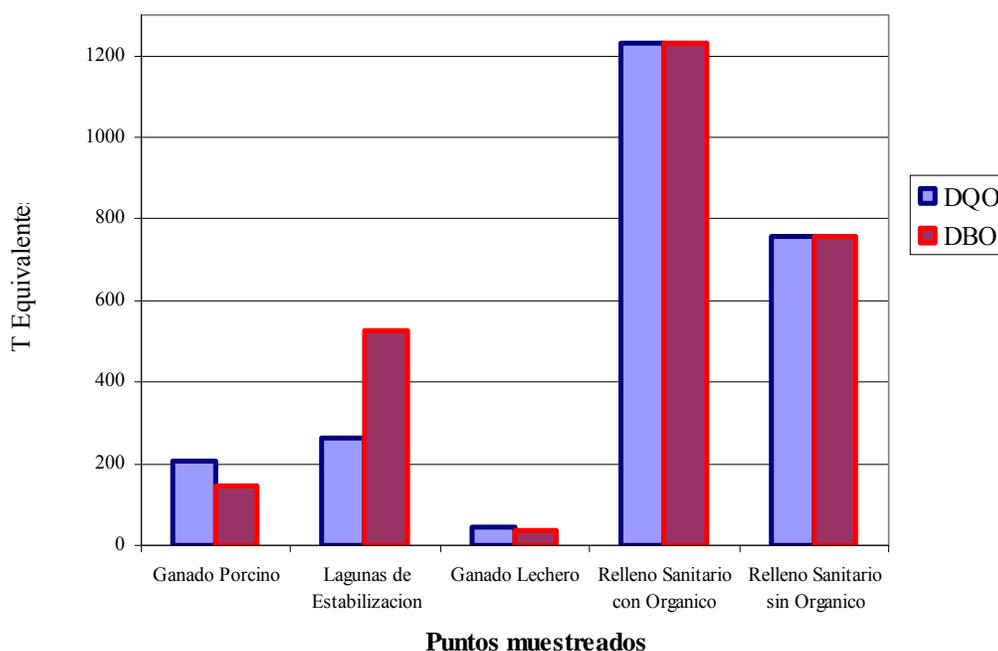


Figura 15. Emisiones de toneladas equivalentes de CO₂/año en los puntos muestreados.

Cuadro 36. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$3.92 como escenario conservador para obtención de CER's.

	DQO		DBO	
	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DQO	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DBO
Ganado porcino	3.92	811	3.92	564
Lagunas de estabilización		1031		2061
Ganado lechero		173		136
Relleno sanitario sin orgánico		2967		2967

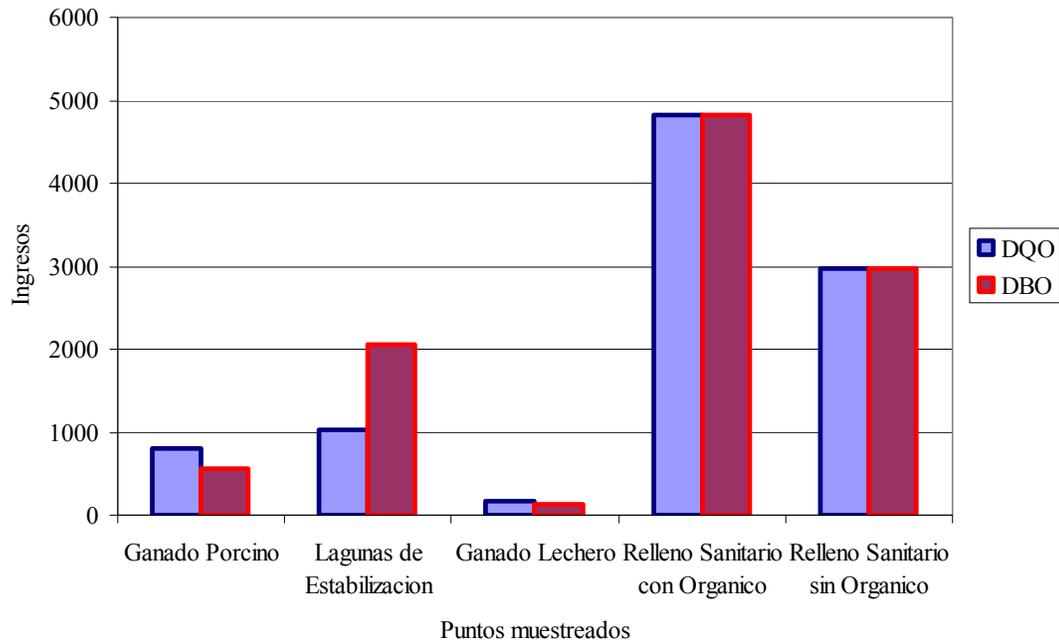


Figura 16. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$3.92 como escenario conservador para obtención de CER's.

Cuadro 37. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$5 como escenario conservador para obtención de CER's.

	DQO		DBO	
	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DQO	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DBO
Ganado porcino	5	1034	5	720
Lagunas de estabilización		1315		2629
Ganado lechero		221		174
Relleno sanitario sin orgánico		3784		3784

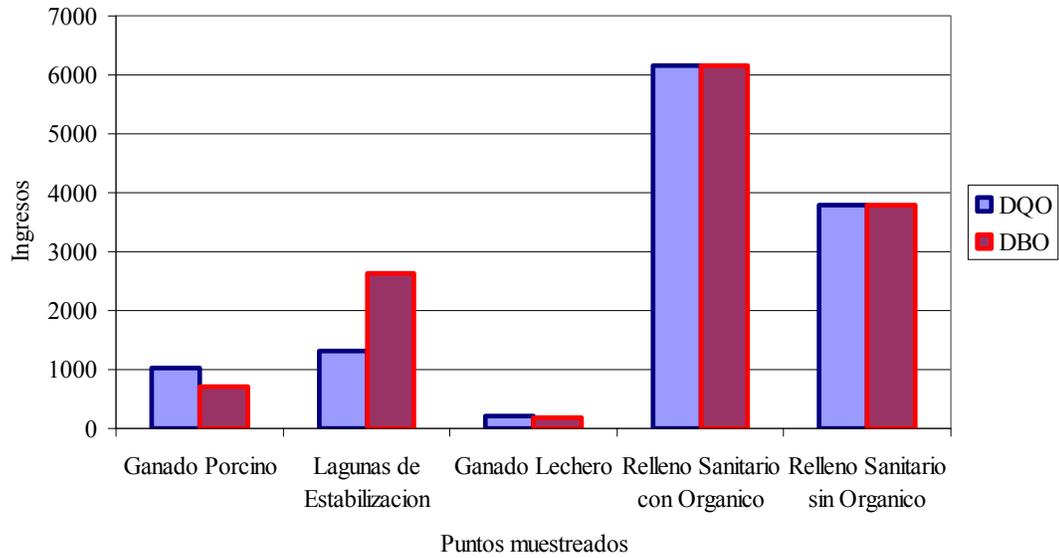


Figura 17. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$5 como escenario conservador para obtención de CER's.

Cuadro 38. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$17.53 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.

	DQO		DBO	
	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DQO	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DBO
Ganado porcino	17.53	3627	17.53	2523
Lagunas de estabilización		4612		9216
Ganado lechero		775		609
Relleno sanitario sin orgánico		13268		13268

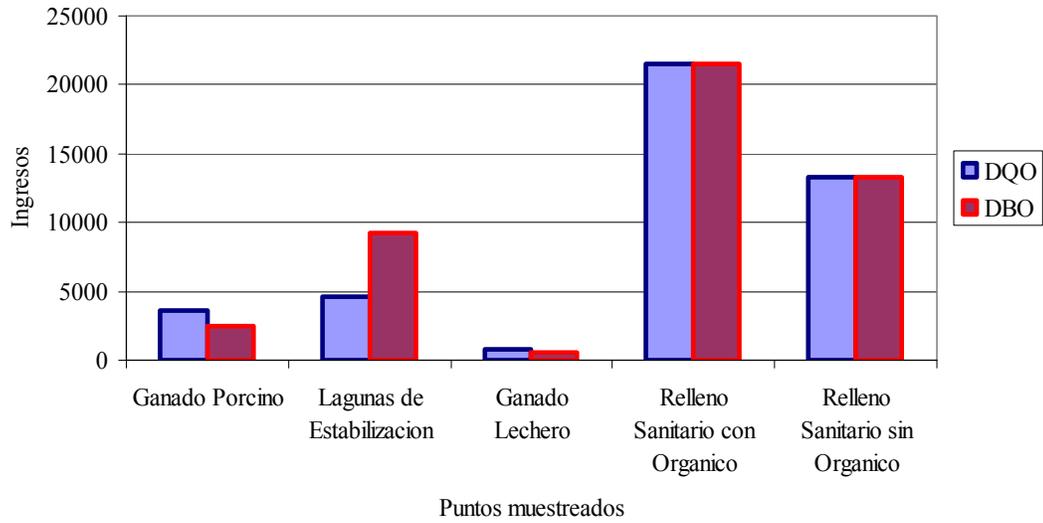


Figura 18. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$17.53 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.

Cuadro 39. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$23.38 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.

	DQO		DBO	
	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DQO	\$/T CO ₂ DQO	Ingresos por CERs DBO
Ganado porcino	23.38	4837	23.38	3365
Lagunas de estabilización		6151		12292
Ganado lechero		1034		812
Relleno sanitario sin orgánico		17696		17696

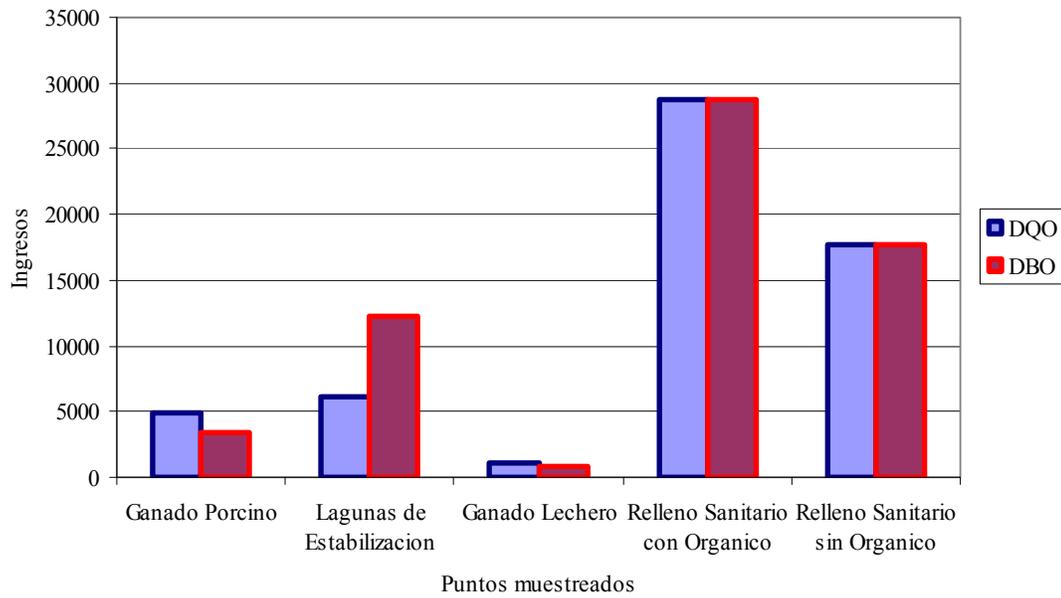


Figura 19. Ingresos a partir de la DQO Y DBO respectivamente con el precio de \$23.38 como escenario optimista para obtención de CER's, el cual se podría obtener al asociarse con la AHPPER.

5 CONCLUSIONES

- Zamorano presenta un promedio de 757 T equivalentes de CO₂ / año procedentes del relleno sanitario, basado en lo anterior, este componente presenta un potencial de adquisición con CER's de \$17,696 / año bajo el escenario de \$23.38 y de \$2,967 / año bajo el escenario de \$3.92.
- Zamorano presenta un promedio de 263 y 526 T equivalentes de CO₂ /año estimadas a partir de la DQO y DBO respectivamente, con lo cual este componente muestra un potencial de adquisición con CER's de \$6,151 y \$12,292 bajo el escenario de \$23.38; así como de \$1,031 y \$2061 estimados a partir de la DQO y DBO respectivamente bajo el escenario de \$3.92.
- Zamorano demuestra un promedio de 201 y 144 T equivalentes de CO₂ /año estimadas a partir de la DQO y DBO respectivamente que proceden de la granja de ganado porcino, de esta manera este componente presenta un potencial de adquisición con CER's de \$4,837 y \$3,365 bajo el escenario de \$23.38; así como de \$811 y \$564 estimados a partir de la DQO y DBO respectivamente bajo el escenario de \$3.92.
- Zamorano muestra un promedio de 44 y 35 T equivalentes de CO₂ /año estimadas a partir de la DQO y DBO respectivamente que proceden de la granja de ganado lechero, basado en lo anterior, este componente demuestra un potencial de adquisición con CER's de \$1,034 y \$812 bajo el escenario de \$23.38; así como de \$173 y \$136 estimados a partir de la DQO y DBO correspondientemente bajo el escenario de \$3.92.
- Bajo los dos escenarios mostrados se contabilizaron 514 y 704 T equivalentes de CO₂/año estimados a partir de la DQO y DBO respectivamente que proceden de todas las aguas residuales de Zamorano.
- El potencial de adquisición de CER's que podría obtener Zamorano es de \$1,212 o \$2,761 estimados a partir de la DQO y DBO comparativamente bajo el precio internacional de mercado de \$3.92;
- De gestionar la inscripción de Zamorano a la AHPPER, el potencial de adquisición de CER's que podría obtenerse es de \$12,022 o \$16,469 estimados a partir de la DQO y DBO respectivamente bajo el precio internacional de mercado de \$23.38.
- La inscripción de Zamorano a la AHPPER, podría incrementar la adquisición de CER's en cerca de un 900% y 500% de acuerdo a los dos escenarios evaluados en cuanto a la generación de GEI.

6 RECOMENDACIONES

- Gestionar la compra de equipo para medición de biogás para desechos sólidos y aguas residuales, facilitando brindar seguimiento al inventario de GEI y el potencial de obtención de CER's anualmente en Zamorano.
- Un mecanismo para lograr el aprovechamiento de los desechos generados por la planta de cárnicos es utilizarlos como abono orgánico en la compostera de la carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria; de esta manera se reducirían 256 toneladas equivalentes CO₂/año y esto sustituirá 6406 libras / año de fertilizante sintético elaborados a partir de hidrocarburos. Los ingresos generados serían de \$ 3690 anuales y los costos operativos ahorrados serían de \$7,954, por lo cual una inversión de \$ 36,000 necesaria para la producción de abono se recuperaría en 3 años.
- Considerar el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de biogás a partir de las aguas residuales procedentes de las lagunas de estabilización, ganado porcino y lechero, considerando los GEI más conservadores.
- Establecer una forma rigurosa y sistemática un acercamiento con entidades vinculadas al tema que hoy discutimos, orientadas a gestionar la inscripción de Zamorano con la AHPPER para alcanzar mejores mercados de adquisición de CER's.

7 BIBLIOGRAFÍA

Adams, C. 1981. Development of Design and Operational Criteria for Wastewater Treatment.

Chandler, J. 1980. Predicando la Biodegradabilidad y Fermentación del Metano, Simposio de Biotecnología y Bioingeniería.

Fernández, E 1994. "Sistema de Captación de Biogás: Diseño de redes y control del biogás generado en vertederos controlados de RSU".

Galíndez, J. 1979. " Reutilización de Desechos sólidos y efluentes urbanos " , en Simposium sobre problemas ambientales en México.

Hammer, M. 1977. Water and Wastewater Technology, Wiley.

Houghton, J. 1997. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996: Volumen 3, Manual de Referencia.

Jewell, J. 1985. The Development of Anaerobic Wastewater Treatment, Proceeding of the Seminar/Workshop Anaerobic Treatment of Sewage, Editor: M.S. Switzenbaum, Univ. of Massachusetts, Amherst.

Leonard, A. 1984. Administración Comunitaria del Reciclamiento de Desechos: El Sirdo ". Historia de Marianne Schmink. En SEEDS.

Mantell, C. 1992. Desechos Sólidos: Origen, Recolección, Procesamiento y Deposición.

Mc Carty, P. 1964. Anaerobic Waste Treatment Fundamentals: I. Chemistry and Microbiology; II. Environmental Requirements and Control; III. Toxic Materials and Their Control; IV.

Metcalf & Eddy Inc. 1979. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse, 2 ed., MacGraw-Hill Book Co.

Neissen, W. 1977. Propiedades y Materiales de Desechos, en D. G. Wilson (ed.): Guía de Manejo de Desechos Sólidos.

Oakley, S. (1998). Manual de diseño, operación y mantenimiento para lagunas de estabilización en Centroamérica, AIDIS/AGISA, ERIS/USAC, INFOM, UNICEF, OPS/OMS, CARE.

Pujol, R. 1990. Qualitative and Quantitative Characterization of Waste Water for Small Communities.

Quiroz, C. 2007. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Sector Desechos.

Restrepo, I. 1990., La Basura, Consumo y Desperdicio en el D.F., Instituto Nacional del Consumidor.

Rueda, F. 1973. Industrialización de desechos sólidos , en 1 Reunión Nacional sobre Problemas de Contaminación Ambiental.

Saenz, F. 1987. Predicción de la Calidad del Efluente en Lagunas de Estabilización, Hojas de Divulgación Técnica, OPS/CEPIS.

Salvato, J. 1992. Ingeniería Medio Ambiental y de Sanidad, 4 ed. Wiley-Interscience.

Sawyer & Mc.Carty. 1978. Chemistry for Environmental Engineering, 3 ed., McGraw-Hill.

Silva, S. 1987. The Perfomance of a Series of Five Deep Waste Stabilization Ponds in Northeast Brazil, Water Sci. Tech., Vol. 19.

Singer, J. 1981. Combustión: Sistema de Poder Fósil, Ingeniería de la Combustión.

Tchobanoglous, G. 1984: Management of Industrial Solid Wastes, en R. H. Perry, D. W. Green, y J. O. Maloney (eds.): Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6 ed., McGraw-Hill.

Uribe, J. 1989. Caracterización de los Residuos Líquidos Domésticos de la Ciudad de Medellín.

Yanez, F. 1983. Manual de Méodos Experimentales, Evaluación de Lagunas de Estabilización, Lima, OPS/CEPIS.

8 ANEXOS

8.1 Ganado Porcino

Anexo 1. Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer lunes de muestra de época seca

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Q medio (l/h)	m3/h
07:00	0.06	5.29		0.014	0.003	2.583	9300.09	4566.45
08:00	0.095	45		0.022	0.000	0.481	1731.02	4566.45
09:00	0.15	10		0.034	0.003	3.416	12299.36	4566.45
10:00	0.22	12		0.050	0.004	4.176	15032.56	4566.45
12:00	0.15	49		0.034	0.001	0.697	2510.07	4566.45
13:00	0.16	45.5		0.036	0.001	0.801	2883.37	4566.45
14:00	0.12	43.43		0.027	0.001	0.629	2265.60	4566.45
15:00	0.05	46.01		0.011	0.000	0.248	891.06	4566.45
16:00	0.15	46.01		0.034	0.001	0.743	2673.19	4566.45
17:00	0.03	64		0.007	0.000	0.107	384.36	4566.45
18:00	0.02	63		0.005	0.000	0.072	260.30	4566.45
							50230.98	50
Q total (l/día)	Promedio	Q Min (L/hr)	Q Max (L/hr)			Q total (l/día)		m3/día
50230.98	4566.45	260.30	15032.56					

Anexo 2. Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer martes de muestra de época seca

Caudal Entrada

QE

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio Q l/hr	m3/h
07:00	0.15	30.81	0.034	0.001	1.109	3992.00	10061.62	3.99
08:00	0.18	8.12	0.041	0.005	5.049	18176.40	10061.62	18.18
09:00	0.22	7.35	0.050	0.007	6.817	24542.95	10061.62	24.54
10:00	0.21	6.58	0.048	0.007	7.269	26168.86	10061.62	26.17
12:00	0.12	50	0.027	0.001	0.547	1967.90	10061.62	1.97
13:00	0.15	11.47	0.034	0.003	2.979	10723.07	10061.62	10.72
14:00	0.17	14.31	0.039	0.003	2.706	9740.94	10061.62	9.74
15:00	0.155	9.93	0.035	0.004	3.555	12798.94	10061.62	12.80
16:00	0.1	42.66	0.023	0.001	0.534	1922.08	10061.62	1.92
17:00	0.03	64	0.007	0.000	0.107	384.36	10061.62	0.38
18:00	0.02	63	0.005	0.000	0.072	260.30	10061.62	0.26
						110677.79		111

Anexo 3. Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer miércoles de muestra de época seca

Caudal Entrada

QE

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio (m3/h)	
07:00	0.21	2.19	0.048	0.022	21.841	78626.07	14004.95	78.63
08:00	0.08	5.03	0.018	0.004	3.623	13041.08	14004.95	13.04
09:00	0.1	5.55	0.023	0.004	4.104	14774.01	14004.95	14.77
10:00	0.09	7.09	0.020	0.003	2.891	10408.49	14004.95	10.41
12:00	0.13	40	0.030	0.001	0.740	2664.86	14004.95	2.66
13:00	0.14	12	0.032	0.003	2.657	9566.17	14004.95	9.57
14:00	0.1	4	0.023	0.006	5.694	20498.94	14004.95	20.50
15:00	0.1	45	0.023	0.001	0.506	1822.13	14004.95	1.82
16:00	0.12	49	0.027	0.001	0.558	2008.06	14004.95	2.01
17:00	0.03	64	0.007	0.000	0.107	384.36	14004.95	0.38
18:00	0.02	63	0.005	0.000	0.072	260.30	14004.95	0.26
						154054.47		154

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
154054.47	14004.95	260.30	78626.07

Anexo 4. Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer jueves de muestra de época seca

Caudal Entrada

QE

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio Q l/hr	m3/h
07:00	0.13	2.45	0.03	0.01	12.09	43507.95	20566.75	43.51
08:00	0.19	2.34	0.04	0.02	18.49	66577.75	20566.75	66.58
09:00	0.2	7	0.05	0.01	6.51	23427.36	20566.75	23.43
10:00	0.11	8	0.03	0.00	3.13	11274.42	20566.75	11.27
12:00	0.16	24.36	0.04	0.00	1.50	5385.60	20566.75	5.39
13:00	0.05	1.94	0.01	0.01	5.87	21132.93	20566.75	21.13
14:00	0.12	35.96	0.03	0.00	0.76	2736.23	20566.75	2.74
15:00	0.09	9.51	0.02	0.00	2.16	7759.85	20566.75	7.76
16:00	0.07	17.4	0.02	0.00	0.92	3298.68	20566.75	3.30
						185100.78		185

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
185100.78	20566.75	2736.23	66577.75

Anexo 5. Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer viernes de muestra de época seca

Caudal Entrada

QE

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio Q l/hr	m3/h
07:00	0.18	13.8	0.04	0.00	2.97	10695.10	16767.36	10.70
08:00	0.2	8	0.05	0.01	5.69	20498.94	16767.36	20.50
09:00	0.11	2.3	0.03	0.01	10.89	39215.36	16767.36	39.22
10:00	0.26	3.47	0.06	0.02	17.07	61437.75	16767.36	61.44
12:00	0.065	18.17	0.01	0.00	0.81	2933.26	16767.36	2.93
13:00	0.07	15	0.02	0.00	1.06	3826.47	16767.36	3.83
14:00	0.07	15	0.02	0.00	1.06	3826.47	16767.36	3.83
15:00	0.08	10	0.02	0.00	1.82	6559.66	16767.36	6.56
16:00	0.035	15	0.01	0.00	0.53	1913.23	16767.36	1.91
						150906.24		151

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
150906.24	16767.36	1913.23	61437.75

Anexo 6. Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer sábado de muestra de época seca

Caudal Entrada

QE

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio Q l/hr	m3/h
07:00	0.09	25	0.02	0.00	0.82	2951.85	22491.62	2.95
08:00	0.19	3	0.04	0.01	14.43	51930.65	22491.62	51.93
09:00	0.12	2.45	0.03	0.01	11.16	40161.19	22491.62	40.16
10:00	0.22	4	0.05	0.01	12.53	45097.67	22491.62	45.10
12:00	0.07	16	0.02	0.00	1.00	3587.31	22491.62	3.59
13:00	0.08	13	0.02	0.00	1.40	5045.89	22491.62	5.05
14:00	0.14	5	0.03	0.01	6.38	22958.81	22491.62	22.96
15:00	0.09	9	0.02	0.00	2.28	8199.58	22491.62	8.20
						179932.95		180

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
179932.95	22491.62	2951.85	51930.65

Anexo 7. Datos de caudales jornada mañana-tarde del primer domingo de muestra de época seca

Caudal Entrada

QE

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio m3/h	
07:00	0.11		9	0.03	0.00	2.78	10021.70	9713.85
08:00	0.17	14.31		0.04	0.00	2.71	9740.94	9713.85
09:00	0.1		35	0.02	0.00	0.65	2342.74	9713.85
10:00	0.09		7	0.02	0.00	2.93	10542.31	9713.85
12:00	0.12		9	0.03	0.00	3.04	10932.77	9713.85
13:00	0.12		10	0.03	0.00	2.73	9839.49	9713.85
14:00	0.16		9	0.04	0.00	4.05	14577.02	9713.85
							67996.97	
								68

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
67996.97	9713.85	2342.74	14577.02

Anexo 8. Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo lunes de muestra de época seca

Caudal Entrada

QE

	altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio m3/h	
18:00	0.04		59	0.01	0.00	0.15	555.90	897.95
19:00	0.03		74	0.01	0.00	0.09	332.42	897.95
20:00	0.03		59	0.01	0.00	0.12	416.93	897.95
21:00	0.05		66	0.01	0.00	0.17	621.18	897.95
22:00	0.08		60	0.02	0.00	0.30	1093.28	897.95
23:00	0.06		42	0.01	0.00	0.33	1171.37	897.95
00:00	0.08		56	0.02	0.00	0.33	1171.37	897.95
01:00	0.06		45	0.01	0.00	0.30	1093.28	897.95
02:00	0.05		40	0.01	0.00	0.28	1024.95	897.95
03:00	0.08		63	0.02	0.00	0.29	1041.22	897.95
04:00	0.07		55	0.02	0.00	0.29	1043.58	897.95
05:00	0.05		40	0.01	0.00	0.28	1024.95	897.95
06:00	0.07		53	0.02	0.00	0.30	1082.96	897.95
							11673.37	
								12

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
11673.37	897.95	332.42	1171.37

Anexo 9. Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo martes de muestra de época seca

altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio Q l/hr	m3/h
18:00	0.03	65	0.01	0.00	0.11	378.44	636.62 0.37844
19:00	0.05	68	0.01	0.00	0.17	602.91	636.62 0.60291
20:00	0.08	74	0.02	0.00	0.25	886.44	636.62 0.88644
21:00	0.02	59	0.00	0.00	0.08	277.95	636.62 0.27795
22:00	0.06	68	0.01	0.00	0.20	723.49	636.62 0.72349
23:00	0.05	63	0.01	0.00	0.18	650.76	636.62 0.65076
00:00	0.07	59	0.02	0.00	0.27	972.83	636.62 0.97283
01:00	0.04	66	0.01	0.00	0.14	496.94	636.62 0.49694
02:00	0.06	67	0.01	0.00	0.20	734.29	636.62 0.73429
03:00	0.08	69	0.02	0.00	0.26	950.68	636.62 0.95068
04:00	0.07	60	0.02	0.00	0.27	956.62	636.62 0.95662
05:00	0.03	64	0.01	0.00	0.11	384.36	636.62 0.38436
06:00	0.02	63	0.00	0.00	0.07	260.30	636.62 0.26030
						8276.01	8

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
8276.01	636.62	260.30	972.83

Anexo 10. Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo miércoles de muestra de época seca

altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio m3/h
18:00	0.04	73	0.01	0.00	0.12	449.29 523.09 0.45
19:00	0.06	80	0.01	0.00	0.17	614.97 523.09 0.61
20:00	0.06	74	0.01	0.00	0.18	664.83 523.09 0.66
21:00	0.03	68	0.01	0.00	0.10	361.75 523.09 0.36
22:00	0.06	91	0.01	0.00	0.15	540.63 523.09 0.54
23:00	0.05	72	0.01	0.00	0.16	569.42 523.09 0.57
00:00	0.08	65	0.02	0.00	0.28	1009.18 523.09 1.01
01:00	0.02	73	0.00	0.00	0.06	224.65 523.09 0.22
02:00	0.06	71	0.01	0.00	0.19	692.92 523.09 0.69
03:00	0.05	83	0.01	0.00	0.14	493.95 523.09 0.49
04:00	0.04	78	0.01	0.00	0.12	420.49 523.09 0.42
05:00	0.03	87	0.01	0.00	0.08	282.74 523.09 0.28
06:00	0.04	69	0.01	0.00	0.13	475.34 523.09 0.48
						6800.15 7

Q total (l/dia) m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
6800.15	523.09	224.65	1009.18

Anexo 11. Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo jueves de muestra de época seca

altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio m3/h	
18:00	0.02	65	0.00	0.00	0.07	252.29	0.25
19:00	0.04	67	0.01	0.00	0.14	489.53	0.49
20:00	0.07	79	0.02	0.00	0.20	726.54	0.73
21:00	0.08	82	0.02	0.00	0.22	799.96	0.80
22:00	0.09	81	0.02	0.00	0.25	911.06	0.91
23:00	0.06	73	0.01	0.00	0.19	673.94	0.67
00:00	0.03	69	0.01	0.00	0.10	356.50	0.36
01:00	0.02	83	0.00	0.00	0.05	197.58	0.20
02:00	0.04	76	0.01	0.00	0.12	431.56	0.43
03:00	0.03	89	0.01	0.00	0.08	276.39	0.28
04:00	0.05	63	0.01	0.00	0.18	650.76	0.65
05:00	0.06	89	0.01	0.00	0.15	552.78	0.55
06:00	0.07	76	0.02	0.00	0.21	755.22	0.76
						7074.12	7

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
7074.12	544.16	197.58	911.06

Anexo 12. Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo viernes de muestra de época seca

altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio m3/h	
18:00	0.02	65	0.00	0.00	0.07	252.29	0.25
19:00	0.04	67	0.01	0.00	0.14	489.53	0.49
20:00	0.07	79	0.02	0.00	0.20	726.54	0.73
21:00	0.07	82	0.02	0.00	0.19	699.96	0.70
22:00	0.09	81	0.02	0.00	0.25	911.06	0.91
23:00	0.06	75	0.01	0.00	0.18	655.97	0.66
00:00	0.03	69	0.01	0.00	0.10	356.50	0.36
01:00	0.04	83	0.01	0.00	0.11	395.16	0.40
02:00	0.04	76	0.01	0.00	0.12	431.56	0.43
03:00	0.03	89	0.01	0.00	0.08	276.39	0.28
04:00	0.05	63	0.01	0.00	0.18	650.76	0.65
05:00	0.06	89	0.01	0.00	0.15	552.78	0.55
06:00	0.07	76	0.02	0.00	0.21	755.22	0.76
						7153.74	7

m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
7153.74	550.29	252.29	911.06

Anexo 13. Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo sábado de muestra de época seca

altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio m3/h	
18:00	0.03	70	0.01	0.00	0.10	351.41	605.92
19:00	0.05	73	0.01	0.00	0.16	561.61	605.92
20:00	0.06	64	0.01	0.00	0.21	768.71	605.92
21:00	0.08	80	0.02	0.00	0.23	819.96	605.92
22:00	0.04	74	0.01	0.00	0.12	443.22	605.92
23:00	0.01	69	0.00	0.00	0.03	118.83	605.92
00:00	0.03	78	0.01	0.00	0.09	315.37	605.92
01:00	0.1	71	0.02	0.00	0.32	1154.87	605.92
02:00	0.09	74	0.02	0.00	0.28	997.25	605.92
03:00	0.08	68	0.02	0.00	0.27	964.66	605.92
04:00	0.06	80	0.01	0.00	0.17	614.97	605.92
05:00	0.03	85	0.01	0.00	0.08	289.40	605.92
06:00	0.05	86	0.01	0.00	0.13	476.72	605.92
						7876.97	

8
m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
7876.97	605.92	118.83	1154.87

Anexo 14. Datos de caudales jornada noche-madrugada del segundo domingo de muestra de época seca

altura	tiempo	V/T	Q= m3/s	Q= l/s	Q= l/h	Promedio m3/h	
18:00	0.08	68	0.02	0.00	0.27	964.66	615.77
19:00	0.02	72	0.00	0.00	0.06	227.77	615.77
20:00	0.05	69	0.01	0.00	0.17	594.17	615.77
21:00	0.08	71	0.02	0.00	0.26	923.90	615.77
22:00	0.04	68	0.01	0.00	0.13	482.33	615.77
23:00	0.11	72	0.03	0.00	0.35	1252.71	615.77
00:00	0.06	71	0.01	0.00	0.19	692.92	615.77
01:00	0.03	73	0.01	0.00	0.09	336.97	615.77
02:00	0.07	68	0.02	0.00	0.23	844.07	615.77
03:00	0.02	71	0.00	0.00	0.06	230.97	615.77
04:00	0.04	74	0.01	0.00	0.12	443.22	615.77
05:00	0.06	74	0.01	0.00	0.18	664.83	615.77
06:00	0.03	71	0.01	0.00	0.10	346.46	615.77
						8004.98	

8
m3/dia

Q total (l/dia)	Promedio Q	Q Min	Q Max
8004.98	615.77	227.77	1252.71

Anexo 18. Datos de caudales del martes en época seca

# Muestra	Hora AM / PM	Profundidad de canal	Area Hidraulica		Revoluciones por min	Velocidad Caudal m ³ /s	Caudal l/s		l/h
			Altura	Altura * Ancho			A. hidraulica * Velo	(A. hidraulica * Velocidad) * 1000	
1	24:00 a.m.	0.05	0.01		241	0.26	0.00	2.88	10360.47
2	01:00 a.m.	0.053	0.01		195	0.22	0.00	2.58	9295.63
3	02:00 a.m.	0.046	0.01		82	0.12	0.00	1.24	4472.24
4	03:00 a.m.	0.056	0.01		121	0.15	0.00	1.93	6955.23
5	04:00 a.m.	0.062	0.01		228	0.24	0.00	3.41	12289.44
6	05:00 a.m.	0.115	0.03		110	0.14	0.00	3.72	13408.01
7	06:00 a.m.	0.16	0.04		237	0.25	0.01	9.09	32710.78
8	07:00 a.m.	0.18	0.04		280	0.29	0.01	11.71	42153.70
9	08:00 a.m.	0.17	0.04		210	0.23	0.01	8.77	31580.12
10	09:00 a.m.	0.17	0.04		175	0.20	0.01	7.63	27464.27
11	10:00 a.m.	0.19	0.04		218	0.24	0.01	10.10	36346.87
12	11:00 a.m.	0.18	0.04		279	0.29	0.01	11.67	42029.18
13	12:00 p.m.	0.2	0.05		137	0.17	0.01	7.51	27053.68
14	13:00 p.m.	0.24	0.05		244	0.26	0.01	13.95	50228.29
15	14:00 p.m.	0.22	0.05		189	0.21	0.01	10.46	37672.55
16	15:00 p.m.	0.21	0.05		197	0.22	0.01	10.31	37122.28
17	16:00 p.m.	0.18	0.04		200	0.22	0.01	8.94	32192.64
18	17:00 p.m.	0.21	0.05		127	0.16	0.01	7.49	26953.71
19	18:00 p.m.	0.19	0.04		3	0.05	0.00	2.25	8089.29
20	19:00 p.m.	0.2	0.05		7	0.06	0.00	2.52	9068.44
21	20:00 p.m.	0.18	0.04		9	0.06	0.00	2.34	8410.62
22	21:00 p.m.	0.21	0.05		109	0.14	0.01	6.76	24338.93
23	22:00 p.m.	0.2	0.05		61	0.10	0.00	4.59	16539.23
24	23:00 p.m.	0.19	0.04		4	0.05	0.00	2.28	8220.72
								154.155	554956.31

Anexo 19. Datos de caudales del miércoles en época seca

# Muestra	Hora AM / PM	Profundidad de canal	Area Hidraulica		Revoluciones por min	Velocidad Caudal m ³ /s	Caudal l/s		l/h	Q promedio l m3/h	Q promedio	
			Altura	Altura * Ancho			A. hidraulica * Velo	(A. hidraulica * Velocidad) * 1000				
1	24:00 a.m.	0.08	0.02		4	0.05	0.00	0.96	3461.36	25835.18	3.46	26
2	1:00 AM	0.10	0.02		2	0.05	0.00	1.16	4188.35	25835.18	4.19	26
3	2:00 AM	0.14	0.03		3	0.05	0.00	1.66	5960.53	25835.18	5.96	26
4	3:00 AM	0.12	0.03		1	0.05	0.00	1.37	4943.01	25835.18	4.94	26
5	4:00 AM	0.11	0.02		20	0.07	0.00	1.66	5976.83	25835.18	5.98	26
6	5:00 AM	0.18	0.04		92	0.13	0.01	5.21	18745.21	25835.18	18.75	26
7	6:00 AM	0.19	0.04		192	0.21	0.01	9.15	32929.68	25835.18	32.93	26
8	7:00 AM	0.18	0.04		228	0.24	0.01	9.91	35679.01	25835.18	35.68	26
9	8:00 AM	0.22	0.05		313	0.32	0.02	15.35	55258.14	25835.18	55.26	26
10	9:00 AM	0.24	0.05		184	0.21	0.01	11.19	40267.24	25835.18	40.27	26
11	10:00 AM	0.23	0.05		284	0.29	0.01	14.81	53314.69	25835.18	53.31	26
12	11:00 AM	0.23	0.05		271	0.28	0.01	14.56	52431.15	25835.18	52.43	26
13	12:00 PM	0.24	0.05		244	0.26	0.01	13.95	50228.29	25835.18	50.23	26
14	13:00 p.m.	0.23	0.05		151	0.18	0.01	9.06	32614.37	25835.18	32.61	26
15	14:00 p.m.	0.22	0.05		208	0.23	0.01	11.27	40564.02	25835.18	40.56	26
16	15:00 p.m.	0.23	0.05		211	0.23	0.01	11.91	42885.14	25835.18	42.89	26
17	16:00 p.m.	0.19	0.04		111	0.14	0.01	6.19	22283.80	25835.18	22.28	26
18	17:00 p.m.	0.22	0.05		192	0.21	0.01	10.59	38129.10	25835.18	38.13	26
19	18:00 p.m.	0.22	0.05		224	0.24	0.01	11.94	42998.95	25835.18	43.00	26
20	19:00 p.m.	0.17	0.04		33	0.08	0.00	2.99	10765.66	25835.18	10.77	26
21	20:00 p.m.	0.16	0.04		13	0.06	0.00	2.20	7918.82	25835.18	7.92	26
22	21:00 p.m.	0.14	0.03		5	0.05	0.00	1.71	6154.22	25835.18	6.15	26
23	22:00 p.m.	0.16	0.04		3	0.05	0.00	1.89	6812.04	25835.18	6.81	26
24	23:00 p.m.	0.13	0.03		3	0.05	0.00	1.54	5534.78	25835.18	5.53	26

Anexo 20. Datos de caudales del jueves en época seca

# Muestra	Hora	Profundidad de canal	Area Hidraulica	Revoluciones por mi	Velocidad Caudal m ³ /s	Caudal l/s	l/h	Q promedio	m ³ /h	Promedio	
	AM / PM	Altura	Altura * Ancho	(C)	A. hidraulica * Veloc	(A. hidraulica * Velocidad) * 1000					
1	24:00 a.m.	0.15	0.03	5	0.05	0.00	1.83	6593.81	3605.16	6.59	18
2	01:00 a.m.	0.14	0.03	8	0.06	0.00	1.79	6444.75	3605.16	6.44	18
3	02:00 a.m.	0.14	0.03	11	0.06	0.00	1.80	6494.73	3605.16	6.49	18
4	03:00 a.m.	0.14	0.03	18	0.07	0.00	1.99	7148.43	3605.16	7.15	18
5	04:00 a.m.	0.14	0.03	19	0.07	0.00	2.09	7510.03	3605.16	7.51	18
6	05:00 a.m.	0.16	0.04	59	0.10	0.00	3.61	13010.03	3605.16	13.01	18
7	06:00 a.m.	0.27	0.06	68	0.11	0.01	6.57	23635.35	3605.16	23.64	18
8	07:00 a.m.	0.28	0.06	80	0.12	0.01	7.45	26834.98	3605.16	26.83	18
9	08:00 a.m.	0.14	0.03	214	0.23	0.01	7.33	26394.53	3605.16	26.39	18
10	09:00 a.m.	0.14	0.03	252	0.27	0.01	8.35	30074.59	3605.16	30.07	18
11	10:00 a.m.	0.17	0.04	268	0.28	0.01	10.67	38400.67	3605.16	38.40	18
12	11:00 a.m.	0.14	0.03	251	0.26	0.01	8.33	29977.74	3605.16	29.98	18
13	12:00 p.m.	0.14	0.03	223	0.24	0.01	7.57	27266.12	3605.16	27.27	18
14	13:00 p.m.	0.14	0.03	115	0.15	0.00	4.67	16807.01	3605.16	16.81	18
15	14:00 p.m.	0.14	0.03	133	0.16	0.01	5.15	18550.20	3605.16	18.55	18
16	15:00 p.m.	0.15	0.03	210	0.23	0.01	7.74	27864.81	3605.16	27.86	18
17	16:00 p.m.	0.15	0.03	279	0.29	0.01	9.73	35024.32	3605.16	35.02	18
18	17:00 p.m.	0.16	0.04	227	0.24	0.01	8.78	31604.00	3605.16	31.60	18
19	18:00 p.m.	0.20	0.05	231	0.25	0.01	11.13	40058.39	3605.16	40.06	18
20	19:00 p.m.	0.15	0.03	50	0.09	0.00	3.02	10887.62	3605.16	10.89	18
21	20:00 p.m.	0.10	0.02	16	0.05	0.00	1.06	3807.00	3605.16	3.81	18
22	21:00 p.m.	0.14	0.03	9	0.06	0.00	1.82	6541.59	3605.16	6.54	18
23	22:00 p.m.	0.20	0.05	9	0.06	0.00	2.60	9345.13	3605.16	9.35	18
24	23:00 p.m.	0.13	0.03	8	0.06	0.00	1.66	5984.41	3605.16	5.98	18
25	24:00 a.m.	0.11	0.02	6	0.06	0.00	1.36	4911.55	3605.16	4.91	18

Anexo 21. Datos de caudales del viernes en época seca

# Muestra	Hora	Profundidad de canal	Area Hidraulica	Revoluciones por mi	Velocidad Caudal m ³ /s	Caudal l/s	l/h	Q promedio	l/hr	m ³ /h	Q promedio
	AM / PM	Altura	Altura * Ancho	(C)	A. hidraulica * Veloc	(A. hidraulica * Velocidad) * 1000					
1	24:00 a.m.	0.03	0.01	4	0.05	0.00	0.36	1298.01	17337.30	1.30	18
2	1:00 AM	0.02	0.00	8	0.06	0.00	0.26	920.68	17337.30	0.92	18
3	2:00 AM	0.03	0.01	3	0.05	0.00	0.30	1064.38	17337.30	1.06	18
4	3:00 AM	0.01	0.00	73	0.11	0.00	0.13	454.99	17337.30	0.45	18
5	4:00 AM	0.02	0.00	110	0.14	0.00	0.00	0.00	17337.30	0.00	18
6	5:00 AM	0.05	0.01	586	0.55	0.01	6.19	22292.98	17337.30	22.29	18
7	6:00 AM	0.17	0.04	322	0.32	0.01	12.43	44750.85	17337.30	44.75	18
8	7:00 AM	0.14	0.03	203	0.22	0.01	6.78	24424.63	17337.30	24.42	18
9	8:00 AM	0.13	0.03	137	0.17	0.00	4.81	17314.35	17337.30	17.31	18
10	9:00 AM	0.13	0.03	175	0.20	0.01	5.83	21002.09	17337.30	21.00	18
11	10:00 AM	0.17	0.04	199	0.22	0.01	8.17	29395.78	17337.30	29.40	18
12	11:00 AM	0.17	0.04	268	0.28	0.01	10.35	37271.24	17337.30	37.27	18
13	12:00 PM	0.20	0.05	260	0.27	0.01	12.24	44070.48	17337.30	44.07	18
14	13:00 p.m.	0.15	0.03	145	0.17	0.01	5.87	21120.35	17337.30	21.12	18
15	14:00 p.m.	0.14	0.03	77	0.12	0.00	3.65	13126.96	17337.30	13.13	18
16	15:00 p.m.	0.15	0.03	87	0.12	0.00	4.20	15102.21	17337.30	15.10	18
17	16:00 p.m.	0.16	0.04	98	0.13	0.00	4.81	17326.48	17337.30	17.33	18
18	17:00 p.m.	0.14	0.03	148	0.18	0.01	5.56	20002.85	17337.30	20.00	18
19	18:00 p.m.	0.13	0.03	223	0.24	0.01	7.03	25318.54	17337.30	25.32	18
20	19:00 p.m.	0.15	0.03	105	0.14	0.00	4.71	16969.91	17337.30	16.97	18
21	20:00 p.m.	0.15	0.03	28	0.07	0.00	2.41	8680.96	17337.30	8.68	18
22	21:00 p.m.	0.19	0.04	120	0.15	0.01	6.52	23466.67	17337.30	23.47	18
23	22:00 p.m.	0.20	0.05	52	0.09	0.00	4.25	15294.10	17337.30	15.29	18
24	23:00 p.m.	0.09	0.02	4	0.05	0.00	1.08	3894.03	17337.30	3.89	18
							117.93	424563.51		425	

Anexo 22. Datos de caudales del sábado en época seca

# Muestra	Hora		Profundidad de canal	Area Hidraulica	Revoluciones por mi	Velocidad Caudal m ³ /s	Caudal l/s		l/h	Q promedio l/m ³ /h	Q promedi	
	AM / PM	Altura					Altura * Anch	(C)				A. hidraulica * Veloc
1	24:00 a.m.	0.04	0.01	0.01	3	0.05	0.00	0.47	1703.01	20242.73	1.70	20
2	01:00 a.m.	0.03	0.01	0.01	5	0.05	0.00	0.37	1318.76	20242.73	1.32	20
3	02:00 a.m.	0.02	0.00	0.00	7	0.06	0.00	0.25	906.84	20242.73	0.91	20
4	03:00 a.m.	0.03	0.01	0.01	18	0.07	0.00	0.37	1323.78	20242.73	1.32	20
5	04:00 a.m.	0.08	0.02	0.02	68	0.11	0.00	1.95	7003.07	20242.73	7.00	20
6	05:00 a.m.	0.16	0.04	0.04	184	0.21	0.01	7.46	26844.83	20242.73	26.84	20
7	06:00 a.m.	0.18	0.04	0.04	203	0.22	0.01	9.05	32566.18	20242.73	32.57	20
8	07:00 a.m.	0.17	0.04	0.04	220	0.24	0.01	9.10	32756.08	20242.73	32.76	20
9	08:00 a.m.	0.20	0.05	0.05	180	0.20	0.01	9.17	33002.64	20242.73	33.00	20
10	09:00 a.m.	0.17	0.04	0.04	156	0.18	0.01	7.01	25229.94	20242.73	25.23	20
11	10:00 a.m.	0.18	0.04	0.04	201	0.22	0.01	8.98	32317.15	20242.73	32.32	20
12	11:00 a.m.	0.18	0.04	0.04	178	0.20	0.01	8.18	29453.35	20242.73	29.45	20
13	12:00 p.m.	0.21	0.05	0.05	160	0.19	0.01	8.82	31747.46	20242.73	31.75	20
14	13:00 p.m.	0.19	0.04	0.04	138	0.17	0.01	7.18	25832.42	20242.73	25.83	20
15	14:00 p.m.	0.20	0.05	0.05	98	0.13	0.01	6.02	21658.10	20242.73	21.66	20
16	15:00 p.m.	0.21	0.05	0.05	99	0.13	0.01	6.36	22886.27	20242.73	22.89	20
17	16:00 p.m.	0.20	0.05	0.05	101	0.14	0.01	6.13	22073.15	20242.73	22.07	20
18	17:00 p.m.	0.14	0.03	0.03	95	0.13	0.00	4.13	14870.14	20242.73	14.87	20
19	18:00 p.m.	0.15	0.03	0.03	92	0.13	0.00	4.34	15621.01	20242.73	15.62	20
20	19:00 p.m.	0.19	0.04	0.04	98	0.13	0.01	5.72	20575.20	20242.73	20.58	20
21	20:00 p.m.	0.17	0.04	0.04	103	0.14	0.01	5.28	18997.37	20242.73	19.00	20
22	21:00 p.m.	0.16	0.04	0.04	91	0.13	0.00	4.60	16551.73	20242.73	16.55	20
23	22:00 p.m.	0.20	0.05	0.05	114	0.15	0.01	6.63	23871.67	20242.73	23.87	20
24	23:00 p.m.	0.22	0.05	0.05	117	0.15	0.01	7.42	26715.39	20242.73	26.72	20
									134.952	485825.56	486	

Anexo 23. Datos de caudales del domingo en época seca

# Muestra	Hora		Profundidad de canal	Area Hidraulica	Revoluciones por mi	Velocidad Caudal m ³ /s	Caudal l/s		l/h	Q promedio l/hr	m ³ /h	Q promed
	AM / PM	Altura					Altura * Anch	(C)				
1	24:00 a.m.	0.06	0.01	0.01	2	0.05	0.00	0.70	2513.01	15523.10	2.51	16
2	01:00 a.m.	0.04	0.01	0.01	5	0.05	0.00	0.49	1758.35	15523.10	1.76	16
3	02:00 a.m.	0.05	0.01	0.01	4	0.05	0.00	0.60	2163.35	15523.10	2.16	16
4	03:00 a.m.	0.08	0.02	0.02	6	0.06	0.00	0.99	3572.04	15523.10	3.57	16
5	04:00 a.m.	0.07	0.02	0.02	19	0.07	0.00	1.04	3755.01	15523.10	3.76	16
6	05:00 a.m.	0.09	0.02	0.02	52	0.09	0.00	1.91	6882.34	15523.10	6.88	16
7	06:00 a.m.	0.11	0.02	0.02	59	0.10	0.00	2.48	8944.39	15523.10	8.94	16
8	07:00 a.m.	0.15	0.03	0.03	110	0.14	0.00	4.86	17488.71	15523.10	17.49	16
9	08:00 a.m.	0.19	0.04	0.04	120	0.15	0.01	6.52	23466.67	15523.10	23.47	16
10	09:00 a.m.	0.16	0.04	0.04	92	0.13	0.00	4.63	16662.41	15523.10	16.66	16
11	10:00 a.m.	0.17	0.04	0.04	95	0.13	0.01	5.02	18056.60	15523.10	18.06	16
12	11:00 a.m.	0.18	0.04	0.04	147	0.18	0.01	7.11	25593.44	15523.10	25.59	16
13	12:00 p.m.	0.17	0.04	0.04	182	0.21	0.01	7.86	28287.44	15523.10	28.29	16
14	13:00 p.m.	0.21	0.05	0.05	170	0.20	0.01	9.22	33200.12	15523.10	33.20	16
15	14:00 p.m.	0.17	0.04	0.04	120	0.15	0.01	5.83	20996.50	15523.10	21.00	16
16	15:00 p.m.	0.10	0.02	0.02	98	0.13	0.00	3.01	10829.05	15523.10	10.83	16
17	16:00 p.m.	0.09	0.02	0.02	81	0.12	0.00	2.41	8687.78	15523.10	8.69	16
18	17:00 p.m.	0.17	0.04	0.04	93	0.13	0.00	4.95	17821.41	15523.10	17.82	16
19	18:00 p.m.	0.20	0.05	0.05	131	0.16	0.01	7.28	26223.59	15523.10	26.22	16
20	19:00 p.m.	0.22	0.05	0.05	123	0.16	0.01	7.67	27628.48	15523.10	27.63	16
21	20:00 p.m.	0.20	0.05	0.05	29	0.07	0.00	3.36	12112.09	15523.10	12.11	16
22	21:00 p.m.	0.18	0.04	0.04	102	0.14	0.01	5.55	19990.35	15523.10	19.99	16
23	22:00 p.m.	0.21	0.05	0.05	141	0.17	0.01	8.05	28987.42	15523.10	28.99	16
24	23:00 p.m.	0.16	0.04	0.04	73	0.11	0.00	4.04	14559.52	15523.10	14.56	16
									105.61	380180.08	380	

8.3.2 Época lluviosa

Anexo 24. Datos de caudales del lunes en época lluviosa

Fecha	Hora	Profundidad	Area Hidráulica	Rev/min	Velocidad	Q=l/s	L/hr	Promedio medio l/hr	m3/h
Lunes	6:00a.m	0.18	0.04	196	0.22	8.80	31694.59	34876.91	31.69
	7:00a.m	0.20	0.05	210	0.23	10.32	37153.08	34876.91	37.15
	8:00a.m	0.20	0.05	190	0.21	9.55	34386.12	34876.91	34.39
	9:00a.m	0.23	0.05	248	0.26	13.55	48771.85	34876.91	48.77
	10:00a.m	0.22	0.05	259	0.27	13.12	47227.04	34876.91	47.23
	11:00a.m	0.21	0.05	283	0.29	13.78	49615.11	34876.91	49.62
	12:00p.m	0.22	0.05	232	0.25	12.28	44216.41	34876.91	44.22
	1:00p.m	0.21	0.05	194	0.22	10.19	36686.49	34876.91	36.69
	2:00p.m	0.22	0.05	215	0.23	11.56	41629.30	34876.91	41.63
	3:00p.m	0.26	0.06	304	0.31	18.11	65205.13	34876.91	65.21
	4:00p.m	0.23	0.05	274	0.28	14.70	52908.45	34876.91	52.91
	5:00p.m	0.19	0.04	269	0.28	11.96	43049.83	34876.91	43.05
	6:00p.m	0.23	0.05	200	0.22	11.43	41135.04	34876.91	41.14
	7:00p.m	0.18	0.04	16	0.06	2.58	9282.21	34876.91	9.28
8:00p.m	0.18	0.04	8	0.06	2.30	8286.11	34876.91	8.29	
9:00p.m	0.21	0.05	51	0.09	4.42	15913.54	34876.91	15.91	
10:00p.m	0.20	0.05	28	0.07	3.33	11973.74	34876.91	11.97	
11:00p.m	0.21	0.05	1	0.05	2.40	8650.27	34876.91	619	
						174.38	627784.30		m3/dia

Anexo 25. Datos de caudales del martes en época lluviosa

Fecha	Hora	Profundidad	Area Hidráulica	Rev/min	Velocidad	Q=l/s	L/hr	Promedio medio l/hr	m3/h
Martes	12:00a.m	0.18	0.04	3.00	0.05	2.13	7663.54	28825.11	7.66
	1:00a.m	0.16	0.04	1.00	0.05	1.83	6590.68	28825.11	6.59
	2:00a.m	0.16	0.04	0.00	0.05	1.80	6480.00	28825.11	6.48
	3:00a.m	0.15	0.03	0.00	0.05	1.69	6075.00	28825.11	6.08
	4:00a.m	0.13	0.03	0.00	0.05	1.46	5265.00	28825.11	5.27
	5:00a.m	0.11	0.02	2.00	0.05	1.28	4607.18	28825.11	4.61
	6:00a.m	0.19	0.04	185.00	0.21	8.89	32009.66	28825.11	32.01
	7:00a.m	0.21	0.05	215.00	0.23	11.04	39737.06	28825.11	39.74
	8:00a.m	0.24	0.05	237.00	0.25	13.35	48043.96	28825.11	48.04
	9:00a.m	0.22	0.05	250.00	0.26	13.04	46955.70	28825.11	46.96
	10:00a.m	0.21	0.05	263.00	0.27	12.97	46709.80	28825.11	46.71
	11:00a.m	0.21	0.05	272.00	0.28	13.34	48017.19	28825.11	48.02
	12:00p.m	0.26	0.06	235.00	0.25	14.67	52795.31	28825.11	52.80
	1:00p.m	0.25	0.06	170.00	0.20	10.98	39523.95	28825.11	39.52
	2:00p.m	0.30	0.07	221.00	0.24	16.11	58012.36	28825.11	58.01
	3:00p.m	0.24	0.05	177.00	0.20	10.86	39105.12	28825.11	39.11
	4:00p.m	0.30	0.07	217.00	0.24	15.88	57182.27	28825.11	57.18
	5:00p.m	0.27	0.06	200.00	0.22	13.41	48288.96	28825.11	48.29
	6:00p.m	0.25	0.06	180.00	0.20	11.46	41253.30	28825.11	41.25
7:00p.m	0.20	0.05	10.00	0.06	2.63	9483.48	28825.11	9.48	
8:00p.m	0.20	0.05	11.00	0.06	2.67	9621.83	28825.11	9.62	
9:00p.m	0.22	0.05	60.00	0.10	5.01	18040.97	28825.11	18.04	
10:00p.m	0.21	0.05	20.00	0.07	3.17	11410.31	28825.11	11.41	
11:00p.m	0.20	0.05	6.00	0.06	2.48	8930.09	28825.11	8.93	
						192.17	691802.72		692

Anexo 26. Datos de caudales del miércoles en época lluviosa

Fecha	Hora	Profundidad	Area Hidráulica	Rev/min	Velocidad	Q=l/s	L/hr	Promedio medio l/hr	m3/h
Miercoles	12:00a.m	0.18	0.04	4	0.05	2.16	7788.05	48274.87	7.79
	1:00a.m	0.17	0.04	2	0.05	1.98	7120.19	48274.87	7.12
	2:00a.m	0.17	0.04	2	0.05	1.98	7120.19	48274.87	7.12
	3:00a.m	0.16	0.04	1	0.05	1.83	6590.68	48274.87	6.59
	4:00a.m	0.15	0.03	2	0.05	1.75	6282.52	48274.87	6.28
	5:00a.m	0.13	0.03	98	0.13	3.91	14077.77	48274.87	14.08
	6:00a.m	0.16	0.04	137	0.17	6.01	21642.94	48274.87	21.64
	7:00a.m	0.18	0.04	186	0.21	8.46	30449.46	48274.87	30.45
	8:00a.m	0.23	0.05	199	0.22	11.38	40975.94	48274.87	40.98
	9:00a.m	0.24	0.05	227	0.24	13.17	47406.00	48274.87	47.41
	10:00a.m	0.22	0.05	265	0.28	13.68	49238.44	48274.87	49.24
	11:00a.m	0.21	0.05	290	0.30	14.06	50631.97	48274.87	50.63
	12:00p.m	0.30	0.07	100	0.14	9.14	32902.20	48274.87	32.90
	1:00p.m	0.53	0.12	193	0.21	25.62	92223.08	48274.87	92.22
	2:00p.m	0.54	0.12	437	0.42	51.42	185106.81	48274.87	185.11
	3:00p.m	0.52	0.12	264	0.28	32.23	116022.07	48274.87	116.02
	4:00p.m	0.55	0.12	498	0.48	58.82	211742.59	48274.87	211.74
	5:00p.m	0.42	0.09	260	0.27	25.71	92548.01	48274.87	92.55
	6:00p.m	0.37	0.08	150	0.18	14.83	53376.57	48274.87	53.38
	7:00p.m	0.36	0.08	6	0.06	4.47	16074.16	48274.87	16.07
	8:00p.m	0.36	0.08	12	0.06	4.88	17568.32	48274.87	17.57
	9:00p.m	0.36	0.08	10	0.06	4.74	17070.26	48274.87	17.07
	10:00p.m	0.36	0.08	12	0.06	4.88	17568.32	48274.87	17.57
	11:00p.m	0.36	0.08	10	0.06	4.74	17070.26	48274.87	17.07
						321.83	1158596.78		1159

Anexo 27. Datos de caudales del jueves en época lluviosa

Fecha	Hora	Profundidad	Area Hidráulica	Rev/min	Velocidad	Q=l/s	L/hr	Promedio medio l/hr	m3/h
Jueves	12:00a.m	0.30	0.07	16	0.06	4.30	15470.35	30965.47	15.47
	1:00a.m	0.25	0.06	6	0.06	3.10	11162.61	30965.47	11.16
	2:00a.m	0.20	0.05	6	0.06	2.48	8930.09	30965.47	8.93
	3:00a.m	0.18	0.04	4	0.05	2.16	7788.05	30965.47	7.79
	4:00a.m	0.15	0.03	2	0.05	1.75	6282.52	30965.47	6.28
	5:00a.m	0.20	0.05	100	0.14	6.09	21934.80	30965.47	21.93
	6:00a.m	0.23	0.05	117	0.15	7.76	27929.72	30965.47	27.93
	7:00a.m	0.24	0.05	113	0.15	7.91	28479.99	30965.47	28.48
	8:00a.m	0.26	0.06	204	0.22	13.12	47219.89	30965.47	47.22
	9:00a.m	0.25	0.06	148	0.18	9.92	35719.38	30965.47	35.72
	10:00a.m	0.27	0.06	181	0.20	12.43	44740.33	30965.47	44.74
	11:00a.m	0.26	0.06	239	0.25	14.87	53514.72	30965.47	53.51
	12:00p.m	0.25	0.06	128	0.16	8.96	32260.68	30965.47	32.26
	1:00p.m	0.28	0.06	172	0.20	12.40	44654.20	30965.47	44.65
	2:00p.m	0.28	0.06	109	0.14	9.01	32451.90	30965.47	32.45
	3:00p.m	0.29	0.07	107	0.14	9.22	33209.69	30965.47	33.21
	4:00p.m	0.24	0.05	198	0.22	11.83	42591.48	30965.47	42.59
	5:00p.m	0.25	0.06	100	0.14	7.62	27418.50	30965.47	27.42
	6:00p.m	0.38	0.09	120	0.15	13.04	46933.34	30965.47	46.93
	7:00p.m	0.35	0.08	131	0.16	12.75	45891.28	30965.47	45.89
	8:00p.m	0.32	0.07	115	0.15	10.67	38416.03	30965.47	38.42
	9:00p.m	0.30	0.07	122	0.15	10.41	37467.68	30965.47	37.47
	10:00p.m	0.28	0.06	147	0.18	11.06	39812.02	30965.47	39.81
	11:00p.m	0.25	0.06	16	0.06	3.58	12891.96	30965.47	12.89
						206.44	743171.24		743

Anexo 28. Datos de caudales del viernes en época lluviosa

Fecha	Hora	Profundidad	Area Hidráulica	Rev/min	Velocidad	Q=l/s	L/hr	Promedio medio l/hr	m3/h
Viernes	12:00a.m	0.10	0.02	13	0.06	1.37	4949.26	23197.10	4.95
	1:00a.m	0.09	0.02	8	0.06	1.15	4143.05	23197.10	4.14
	2:00a.m	0.07	0.02	6	0.06	0.87	3125.53	23197.10	3.13
	3:00a.m	0.05	0.01	3	0.05	0.59	2128.76	23197.10	2.13
	4:00a.m	0.16	0.04	29	0.07	2.69	9689.67	23197.10	9.69
	5:00a.m	0.20	0.05	70	0.11	4.94	17784.36	23197.10	17.78
	6:00a.m	0.26	0.06	113	0.15	8.57	30853.32	23197.10	30.85
	7:00a.m	0.26	0.06	120	0.15	8.92	32112.29	23197.10	32.11
	8:00a.m	0.30	0.07	144	0.17	11.68	42033.17	23197.10	42.03
	9:00a.m	0.27	0.06	104	0.14	8.43	30359.06	23197.10	30.36
	10:00a.m	0.26	0.06	97	0.13	7.77	27975.68	23197.10	27.98
	11:00a.m	0.27	0.06	170	0.20	11.86	42685.87	23197.10	42.69
	12:00p.m	0.25	0.06	85	0.12	6.90	24824.48	23197.10	24.82
	1:00p.m	0.08	0.02	492	0.47	8.46	30466.89	23197.10	30.47
	2:00p.m	0.10	0.02	514	0.49	11.00	39605.44	23197.10	39.61
	3:00p.m	0.11	0.02	530	0.50	12.44	44783.44	23197.10	44.78
	4:00p.m	0.09	0.02	503	0.48	9.71	34960.07	23197.10	34.96
	5:00p.m	0.13	0.03	99	0.13	3.94	14167.69	23197.10	14.17
	6:00p.m	0.18	0.04	93	0.13	5.24	18869.73	23197.10	18.87
	7:00p.m	0.16	0.04	90	0.13	4.57	16441.06	23197.10	16.44
8:00p.m	0.21	0.05	96	0.13	6.24	22450.48	23197.10	22.45	
9:00p.m	0.25	0.06	103	0.14	7.76	27937.31	23197.10	27.94	
10:00p.m	0.18	0.04	90	0.13	5.14	18496.19	23197.10	18.50	
11:00p.m	0.16	0.04	85	0.12	4.41	15887.66	23197.10	15.89	
						154.65	556730.45		557

Anexo 29. Datos de caudales del sábado en época lluviosa

Fecha	Hora	Profundidad	Area Hidráulica	Rev/min	Velocidad	Q=l/s	L/hr	Promedio medio l/hr	m3/h
Sabado	12:00a.m	0.17	0.04	7	0.06	2.14	7708.17	26451.04	7.71
	1:00a.m	0.08	0.02	5	0.05	0.98	3516.70	26451.04	3.52
	2:00a.m	0.05	0.01	24	0.07	0.79	2855.09	26451.04	2.86
	3:00a.m	0.03	0.01	39	0.08	0.56	2024.34	26451.04	2.02
	4:00a.m	0.04	0.01	67	0.11	0.96	3473.86	26451.04	3.47
	5:00a.m	0.04	0.01	70	0.11	0.99	3556.87	26451.04	3.56
	6:00a.m	0.28	0.06	30	0.08	4.76	17150.62	26451.04	17.15
	7:00a.m	0.28	0.06	120	0.15	9.61	34582.46	26451.04	34.58
	8:00a.m	0.04	0.01	630	0.59	5.29	19051.85	26451.04	19.05
	9:00a.m	0.05	0.01	1016	0.92	9.29	33448.85	26451.04	33.45
	10:00a.m	0.05	0.01	1500	1.33	14.97	53905.50	26451.04	53.91
	11:00a.m	0.27	0.06	184	0.21	12.58	45300.64	26451.04	45.30
	12:00p.m	0.20	0.05	221	0.24	10.74	38674.91	26451.04	38.67
	1:00p.m	0.19	0.04	132	0.16	6.96	25043.84	26451.04	25.04
	2:00p.m	0.21	0.05	118	0.15	7.12	25646.32	26451.04	25.65
	3:00p.m	0.18	0.04	102	0.14	5.55	19990.35	26451.04	19.99
	4:00p.m	0.29	0.07	115	0.15	9.67	34814.53	26451.04	34.81
	5:00p.m	0.25	0.06	108	0.14	8.00	28801.98	26451.04	28.80
	6:00p.m	0.28	0.06	98	0.13	8.42	30321.35	26451.04	30.32
	7:00p.m	0.35	0.08	75	0.11	8.98	32333.18	26451.04	32.33
8:00p.m	0.50	0.11	74	0.11	12.73	45844.38	26451.04	45.84	
9:00p.m	0.52	0.12	110	0.14	16.84	60627.53	26451.04	60.63	
10:00p.m	0.42	0.09	95	0.13	12.39	44610.43	26451.04	44.61	
11:00p.m	0.22	0.05	83	0.12	5.98	21541.17	26451.04	21.54	
						176.34	634824.90		635

Anexo 30. Datos de caudales del domingo en época lluviosa

Fecha	Hora	Profundidad	Area Hidráulica	Rev/min	Velocidad	Q=l/s	L/hr	Promedio medio l/hr	m3/h
Domingo	12:00a.m	0.17	0.04	53	0.10	3.64	13117.58	26231.03	13.12
	1:00a.m	0.13	0.03	45	0.09	2.59	9311.68	26231.03	9.31
	2:00a.m	0.15	0.03	66	0.11	3.59	12923.23	26231.03	12.92
	3:00a.m	0.17	0.04	40	0.08	3.22	11588.83	26231.03	11.59
	4:00a.m	0.16	0.04	21	0.07	2.45	8804.25	26231.03	8.80
	5:00a.m	0.24	0.05	130	0.16	8.70	31302.29	26231.03	31.30
	6:00a.m	0.24	0.05	150	0.18	9.62	34622.64	26231.03	34.62
	7:00a.m	0.23	0.05	160	0.19	9.66	34771.03	26231.03	34.77
	8:00a.m	0.21	0.05	189	0.21	9.99	35960.16	26231.03	35.96
	9:00a.m	0.21	0.05	160	0.19	8.82	31747.46	26231.03	31.75
	10:00a.m	0.23	0.05	108	0.14	7.36	26497.82	26231.03	26.50
	11:00a.m	0.25	0.06	152	0.18	10.11	36411.12	26231.03	36.41
	12:00p.m	0.24	0.05	120	0.15	8.23	29642.11	26231.03	29.64
	1:00p.m	0.25	0.06	150	0.18	10.02	36065.25	26231.03	36.07
	2:00p.m	0.22	0.05	200	0.22	10.93	39346.56	26231.03	39.35
	3:00p.m	0.17	0.04	251	0.26	10.11	36401.55	26231.03	36.40
	4:00p.m	0.17	0.04	166	0.19	7.33	26405.90	26231.03	26.41
	5:00p.m	0.15	0.03	140	0.17	5.72	20601.54	26231.03	20.60
	6:00p.m	0.22	0.05	189	0.21	10.46	37672.55	26231.03	37.67
	7:00p.m	0.18	0.04	120	0.15	6.18	22231.58	26231.03	22.23
	8:00p.m	0.19	0.04	112	0.15	6.23	22415.23	26231.03	22.42
	9:00p.m	0.20	0.05	133	0.16	7.36	26500.28	26231.03	26.50
	10:00p.m	0.22	0.05	129	0.16	7.93	28541.58	26231.03	28.54
	11:00p.m	0.16	0.05	92	0.13	4.63	16662.41	26231.03	16.66
						174.87	629544.64		630