

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL
DESARROLLADAS EN LA MANCOMUNIDAD COPANCH'ORTI', UBICADA EN EL
MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2016.**

LINDA MARÍA VALDÉS CERVANTES

GUATEMALA, CHIQUIMULA, SEPTIEMBRE DE 2016



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y ACTIVIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL
DESARROLLADAS EN LA MANCOMUNIDAD COPANCH'ORTI', UBICADA EN EL
MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2016.**

LINDA MARÍA VALDÉS CERVANTES

GUATEMALA, CHIQUIMULA, SEPTIEMBRE DE 2016



INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos:	2
3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA MANCOMUNIDAD COPANCH'ORTI'	3
3.1 Descripción de la Mancomunidad Copanch'orti'	3
3.2. Organización y planificación	4
3.3. Área de influencia	8
3.4. Análisis de la problemática ambiental relacionada con el plan de servicios	15
4. PLAN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA MANCOMUNIDAD COPANCH'ORTI'	17
4.1 Apoyo en capacitaciones forestales a través de la metodología ECA's forestales (Escuelas de campo):	17
4.2. Aforo de caudal en tres Microcuencas que conforman la cuenca Ch'orti' (Carcaj, Agua Caliente y Torjá).	21
4.3. Apoyo a la organización comunitaria para la implementación de viveros forestales	24

4.4. Capacitación a estudiantes practicantes del Instituto Técnico en Recursos Naturales Maya Ch'orti' - INTERMACH- sobre eficiencia energética y otros técnicos de la Unidad de Gestión Municipal -UGAM- sobre legislación ambiental de Guatemala	28
4.5. Capacitación sobre el tratamiento de los desechos sólidos y biodigestores en el caserío La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita.	31
5. IDENTIFICACIÓN DE IDEA DE PROYECTO	34
5.1. Elaboración de biodigestores en la comunidad La Ceiba de la Aldea Chancó del municipio de San Juan Ermita	34
6. CONCLUSIONES	35
7. RECOMENDACIONES	36
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	37
ANEXOS	39
APENDICE	55

INTRODUCCIÓN

La Mancomunidad de municipios de desarrollo integral de la cuenca Copanch'orti' está conformada por cuatro de los municipios del corredor seco de Guatemala que son Camotán, Jocotán, San Juan Ermita y Olopa, que pertenecen al departamento de Chiquimula. Es una entidad sin fines de lucro que fue establecida legalmente el 30 de enero del año 2003 y en donde los alcaldes de los municipios que la conforman poseen los mismos derechos y obligaciones.

Las actividades concernientes al EPS se desarrollaron en el marco de ejecución del proyecto "Recuperación del capital natural y adaptación climática de su población" el cual posee cinco componentes (pecuario, forestal, granos básicos, especies nativas y cambio climático), brindándole apoyo al componente forestal; el cual se encarga principalmente de mejorar el manejo de las cuencas y proteger las zonas de recarga hídrica de tres micro cuencas (Torjá, Carcaj, Agua Caliente) ubicadas en la región de la Mancomunidad Copanch'orti', mediante la mejora y expansión de la iniciativa PINPEP, que promoverá en su orden, la protección de bosque natural existente, el desarrollo de sistemas agroforestales y la reforestación.

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- en la Mancomunidad se elaboró un diagnóstico ambiental el cual contribuye a profundizar en aspectos socio-económicos y biofísicos del área de influencia del proyecto, asimismo se propuso un plan de actividades para realizarlo durante el tiempo que duro la práctica, estableciendo un cronograma para definir el uso del tiempo de cada actividad.

Como parte de una de las actividad es la elaboración de un proyecto a nivel de pre-factibilidad el cual está enfocado en contribuir a la solución de un problema de un lugar, por ello es que la implementación de biodigestores en La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita, reduciendo el impacto sobre el recurso bosque, debido a la disminución del uso de leña para la cocción de alimentos.

En el presente informe se detalla la información recolectada para la realización del diagnóstico y el plan de actividades, en el cual se establecen los objetivos tanto

generales como específicos, orientados hacia las actividades en que se estuvo apoyando durante la realización del ejercicio profesional supervisado, también se incluye conclusiones y recomendaciones que pueden servir para mejorar ciertos aspectos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Cooperar eficazmente en el desarrollo de actividades de gestión ambiental del componente forestal de la Mancomunidad Copanch'orti' que contribuyan en el desarrollo sostenible e integral de los municipios que conforman la región Copanch'orti'.

2.2. Objetivos Específicos:

- Elaborar un diagnóstico ambiental que permita conocer la situación biofísica, socio-económica y la problemática ambiental de la región Ch'orti'.
- Realizar y ejecutar un plan de actividades en relación a las líneas estratégicas de la institución que contribuyan a solucionar la problemática ambiental.
- Elaborar un proyecto ambiental a nivel de pre-factibilidad, que contribuya a la solución de una problemática que presenten los pobladores de la región Ch'orti'.

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA MANCOMUNIDAD COPANCH'ORTI'

Con el propósito de conocer la situación actual de los distintos temas concernientes a los recursos naturales de la región se realiza un diagnóstico ambiental que sirve como marco de análisis de los aspectos económicos, sociales, ecológicos y políticos del área de influencia de la institución.

3.1 Descripción de la Mancomunidad Copanch'orti'

Las municipalidades de Camotán, Jocotán, San Juan Ermita y Olopa decidieron unir sus esfuerzos en el año 2,000 formando una Mancomunidad para lograr el desarrollo del área que se ve constantemente afectada por los efectos adversos que provoca el cambio climático afectado a las familias en la región Ch'orti'.

El 30 de enero del 2,003 nace legalmente la Mancomunidad Copanch'orti' como una entidad civil no lucrativa, no religiosa, ni partidista; pero fue hasta el año 2,006 que se cambian sus estatutos y pasa de ser una organización no gubernamental a quedar registrada como una Mancomunidad de Municipios en una Asamblea extraordinaria que fue celebrada en el municipio de Olopa. La junta directiva está conformada por los alcaldes y vicealcaldes de los cuatro municipios de la Región Ch'orti', rotándose anualmente la presidencia.

La Mancomunidad Copanch'orti' se dedica al desarrollo de proyectos que sean sostenibles a través del tiempo, asimismo elaboran manuales ROP (reglamentos operativos de proyectos), de los cuales se basan para la elaboración de políticas públicas que puedan ser replicadas en otras municipalidades. Para lograr que la población se adapte al cambio climático la Mancomunidad desarrolla actividades como: reforestaciones, recuperación de caudal, aboneras e invernaderos.

La región Ch'orti' está conformada por 24 micro-regiones rurales en las cuales se difunde y promueve el desarrollo integral de las aldeas, delegando en los promotores la dinamización y el apoyo a la estructura que poseen los COCODES (Consejo Comunitario de Desarrollo); también cuenta con cuatro regiones urbanas, es decir una por municipio.

3.2. Organización y planificación

La organización y planificación de los trabajadores forman parte del éxito que cualquier organización puede llegar alcanzar haciendo posible la existencia y su debido funcionamiento a través de cada una de las actividades que realizan bajo ciertos criterios y objetivos.

3.2.1. Estructura Administrativa

En la figura 1 se encuentra el organigrama de la Mancomunidad la cual está al mando por una junta directiva que está integrada por los alcaldes de los cuatro municipios que la conforman (Camotán, Jocotán, San Juan Ermita y Olopa), el presidente de la junta para el año 2016-2017 es el Sr. José Fernando Carrera, alcalde de Jocotán. Para contar con un alto desempeño en la ejecución del proyecto "Recuperación capital natural y adaptación climática de su población" cuentan con un gerente general encargado de liderar la gestión estratégica; un director de proyecto quien debe planificar, ejecutar y llevar el control en el proyecto.

La Mancomunidad posee trabajadores del Instituto Nacional de Bosque -INAB- y del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, debido a los convenios de cooperación que existen entre estas instituciones. Estos trabajadores dependen jerárquicamente de los directores de sus instituciones; y para mantener la coordinación y el buen funcionamiento los directores de la Mancomunidad Copanch'orti', INAB y CUNORI realizan reuniones constantes para conocer el avance que ha tenido el proyecto.

El director de proyecto es quien tiene a su cargo el control de los cinco componentes existentes en la Mancomunidad (forestal, pecuario, especies nativas, monitoreo y seguimiento, y granos básicos) cada uno de los componentes posee un coordinador, que es quién debe dar orden a los técnicos.

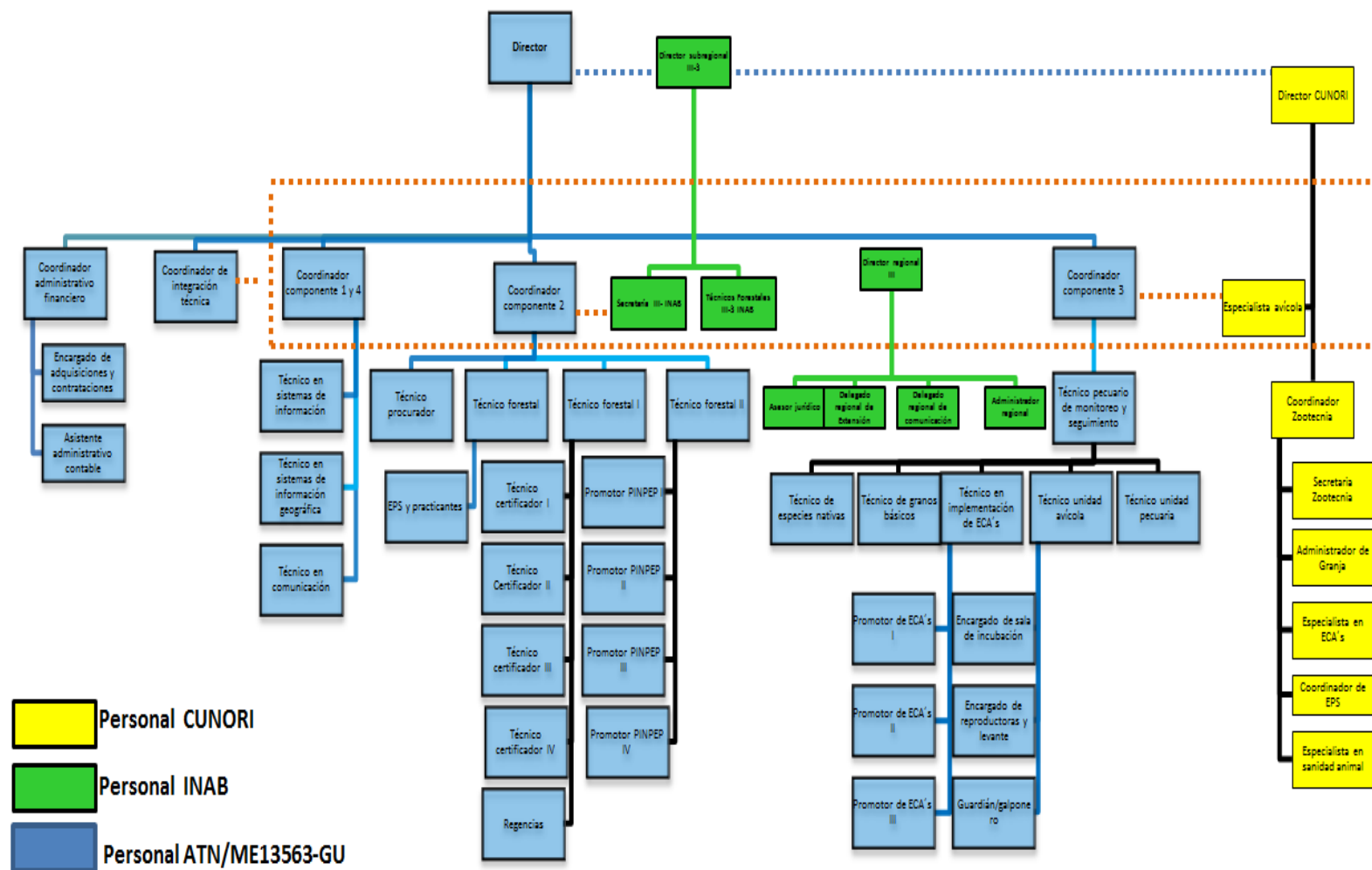
En el caso del coordinador del componente forestal posee las funciones de coordinar a los técnicos, copilar y almacenar la información recabada por dichos actores; se cuenta con un técnico forestal encargado de promover los programas de incentivos forestales, realización de ECAS y realización de viveros forestales comunales.

El componente forestal es el responsable de la implementación del programa de incentivos forestales para pequeños poseedores de tierra de vocación forestal o agroforestal -PINPEP- el cual tiene contemplado lograr certificar 5,600 hectáreas durante los años del 2,013 al 2,017 en los municipios que conforman la Mancomunidad Copanch'orti'.

Para ello se realiza un proceso el cual consiste en dar a conocer a los comunitarios los beneficios y requisitos del PINPEP a través de las ECA's (Escuelas de Campo), luego del proceso de socialización la obtención de datos del beneficiario, posterior a ello la medición de las áreas y elaboración del estudio para ser ingresados al Instituto Nacional de Bosques, siendo ésta entidad la responsable de inspeccionar, aprobar certificar y realizar ante el ministerio de finanzas el proceso de pago de los incentivos para los pequeños poseedores de tierras que hayan sido ingresados al PINPEP. (Mancomunidad Copanch'orti', 2,014).

El trabajo que realiza este componente tiene un enfoque en tres ejes que son el social ya que el beneficio es directo a las personas de la comunidad, económico porque contribuye a que las personas tengan una mejor calidad de vida, político debido a que es empoderamiento no solo del proyecto sino de todos los que trabajan en el área, aprovechando el poder local.

Figura 1. Organigrama de la Mancomunidad Copanch'orti'



Fuente: Mancomunidad Copanch'orti'. 2016

3.2.2. Planificación estratégica

a. Visión

La Mancomunidad Copanch'orti' es una entidad funcional, fortalecida y capaz de operativizar planes, programas y proyectos, que apoyen y orienten a los actores sociales para aprovechar de manera sostenible los recursos, con el fin de generar desarrollo.

b. Misión

Promover, coordinar y ejecutar acciones tendientes a buscar el desarrollo sostenible de la cuenca Copanch'orti'.

c. Principios

- Es una institución con transparencia haciendo uso racional de los recursos, para generar confianza y participación de la sociedad.
- La población Ch'orti' es el centro del desarrollo de los/las pobladores del área son los sujetos principales en la búsqueda del desarrollo.
- Lealtad y servicio: dar respuesta a las necesidades del área para la cual fue conformada la mancomunidad con actitud de entrega, colaboración y solidaridad entre sus miembros.
- Responsabilidad: con los compromisos adquiridos, realizando eficiente y eficazmente las actividades encomendadas.
- Equidad: todas las acciones que se realicen mantendrán un equilibrado balance, entre los valores culturales y la igualdad de derechos entre los ciudadanos/as.
- Sostenibilidad: todas las acciones que se realicen deben de ser: Económicamente rentables, socialmente justas, ecológicamente sustentables, culturalmente aceptables y técnicamente factibles.
- Participación Comunitaria: Todas las acciones son encaminadas al fortalecimiento de la sociedad civil, creando así condiciones necesarias para el desarrollo organizacional local.

d. Líneas estratégicas

Para lograr alcanzar la meta del desarrollo integral sostenible de la región Ch'orti' se enfoca en líneas estratégicas de trabajo. El proyecto de Recuperación del capital natural y adaptación climática de su población encaja en las siguientes líneas estratégicas:

- Educación para todos/as
- Recuperación del medio ambiente y producción agropecuaria sostenible.

e. Políticas

Entre las políticas con las que cuentan y desarrollan la Mancomunidad Copanch'orti' se pueden citar las siguientes:

- Recursos Naturales
- Promoción de las mujeres maya ch'orti'.
- Ciudad limpia.
- Bosques para siempre
- Agua para todos
- Seguridad alimentaria y Nutricional.

3.3. Área de influencia

Para lograr llegar a la oficina de la Mancomunidad Copanch'orti' que se encuentra ubicada en Jocotán se debe tomar la carretera asfaltada de la ruta CA-10 que conduce de la cabecera departamental hasta el cruce Vado Hondo, el cual se encuentra en el kilómetro 176.5 y es la misma carretera que conduce hacia las ruinas de Copán, Honduras. Los lugares colindantes al norte está Zacapa y La Unión (Zacapa); hacia el oeste con Chiquimula; al este Esquipulas y al sur se encuentra San Jacinto y Quetzaltepeque.

La Mancomunidad Copanch'orti' tiene una área de influencia en los municipios de Camotán, Jocotán, San Juan Ermita y Olopa, según una proyección de la población para el presente año la región alberga 165,366 personas. En la estrategia de distribución geográfica se debe tomar en cuenta la relación funcional del número de

comunidades en donde una de ellas asume el rol de convergencia (capital de micro región).

El proyecto "Recuperación del capital natural del corredor seco y adaptación climática de su población" posee una influencia en tres de las cuatro micro cuencas de la región (Torjá, Carcaj y Agua Caliente), beneficiando a más de 100 comunidades a las cuales se les prepara para responder de la mejor manera las amenazas por el cambio climático.

Este proyecto está siendo apoyado por el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN), grupo del miembro BID, quienes aportaron \$3.6 millones no reembolsables, ayudando a 5,000 familias productoras de maíz, frijol y café que adopten mejores prácticas agroforestales para mejorar su producción, articulación de en el mercado y seguridad alimentaria, conservando y recuperando el capital natural de las tres micro cuencas. Los primeros tres años del proyecto se trabajarán en las cuencas de la parte baja (Torjá, Agua Caliente y Carcaj), y en los últimos dos años se trabajará en la parte alta de la microcuenca Cayaur ubicada en Olopa.

De acuerdo a las actividades planeadas para ejecutar en el lapso del ejercicio profesional supervisado, se tuvo una mayor influencia en los municipios de Jocotán, Camotán y San Juan Ermita con Escuelas de Campo que se vienen realizando con el propósito de dar a conocer sobre el incentivo forestal PINPEP. En San Juan Ermita y Camotán se brindo apoyo en la organización de grupos comunales para la implementación de viveros forestales, también se brindo una capacitación en el tema de desechos sólidos y biodigestores. Para llevar un control del comportamiento de las tres micro cuencas (Carcaj, Torjá y Agua Caliente) se realizó un monitoreo semanal del caudal hídrico con puntos ubicados en la cercanía del casco urbano de Jocotán y Camotán.

3.3.1. Caracterización socio-económica

Los municipios que conforman la Mancomunidad Copanch'orti' poseen un índice de pobreza considerables siendo estos en San Juan Ermita 11.6%, Jocotán con 18.6%,

Camotán 38.2% y Olopa 26.3%. Albergando a un aproximado de 165,366 personas según una proyección realizada para el año 2,016 contando con una tasa de crecimiento anual de 3%. La esperanza de vida que poseían los pobladores hasta el año 2,011 era de 65.2% y el 90% de ellos tenía descendencia del grupo étnico Maya Ch'orti'. Según SEGEPLAN, en el año 2,008 la región Cho'rti' contaba con 11,774 habitantes en el área urbana y 119,043 en área rural, contando con una población indígena de 85,031. La extensión territorial que posee es de 762.75 Km².

La Región Ch'orti' cuenta con una tasa de analfabetismo del 42%, un índice de desarrollo humano de 0.656 y una población económicamente activa agrícola del 89%. Los ecosistemas predominantes en el año 2,014 era: granos básicos 20,976 (27.5%), hortalizas 992 (1.3%), cultivo de café 14,492 (19%) y bosque 11,752 (15.4%).

En la siguiente tabla se detalla la proyección de población por municipio calculada para cinco años y también la extensión territorial.

Municipio	Camotán		Jocotán	Olopa	San Juan Ermita
Extensión Km ²	231.19		251.76	112.46	90.00
Proyección de población	Año	Población	Población	Población	Población
	2016	58,205	60732	24376	13468
	2017	59951	62554	25107	13872
	2018	61750	64431	25860	14288
	2019	63602	66363	26636	14717
	2020	65510	68354	27435	15159
	2021	67476	70405	28258	15613

Fuente: Elaboración propia, 2016.

a. Camotán

En el municipio de Camotán cuenta con una extensión territorial de aproximadamente 231.19 kilómetros cuadrados y su población se dedica principalmente a la producción agrícola de granos básicos y producción hortícola, sistemas agroforestales y pleonismo al comercio y artesanías como fuentes de ingresos. Se encuentra dividido en 10 micro-regiones que se conforman por 29 aldeas, 115 caseríos y 9 parajes;

datos que se encuentran en el Plan de Desarrollo Municipal que se realizó en el año 2,010. Su población se encuentra principalmente integrada por grupos indígenas Ch'orti' y ladinos.

Posee 204 establecimientos educativos oficiales que alcanzan para cubrir una tasa del 93.59% en el nivel primario, 17.44% en el básico y 2.70% diversificado. El 88.88% de la población sufre de pobreza y un 38.20% de pobreza extrema (Plan de Desarrollo Municipal de Camotán 2,011 - 2,025).

El índice de desarrollo humano estipulado para Camotán según el último censo realizado en el año 2,002 es de 0.455 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2011)

b. Jocotán

Jocotán se encuentra ubicado en la parte media del Río Grande contando como principales fuentes de ingresos económicos la producción agrícola, pecuaria y agroforestal. Las etnias Ch'orti' y ladina son los que compone principalmente a la población de este municipio, en menores cantidades existen grupos indígenas Quiché y Kaqchikel que han emigrado. Jocotán posee 32 aldeas y 122 caseríos los cuales se dedica la producción primordial de maíz, frijol, sorgo y en menor escala árboles frutales hortalizas, pleonasmos y pastos.

Jocotán cuenta con un nivel de pobreza de 82.13% y un 18.62% de pobreza extrema, repercutiendo el nivel de educación de niños y jóvenes debido a que cada vez deben de salir a una temprana edad a trabajar para contribuir con el sustento diario de la familia, por ellos es que muchos de ellos logran cursar solamente el nivel primario que posee una cobertura del 88.19%, básico de 19.44% y diversificado de 9.61% (Plan de Desarrollo Municipal de Jocotán 2,011-2,020).

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en el año 2,002 el municipio de Jocotán contaba con un índice de desarrollo humano del 0.4000.

c. Olopa

Olopa es conocido en el área por su producción de café que es uno de los principales productos agrícolas producidos, también se dedica a la agroforestería y artesanía. La distribución geográfica que posee dicho municipio se puede reconocer la cabecera municipal, 24 aldeas y 35 caseríos. La población que más prevalece es la del grupo étnico Ch'orti' y luego le siguen los ladinos o mestizos y el principal nicho de trabajo en el cual pueden involucrarse es la mano de obra no calificada en el corte de café.

La mayor cobertura escolar en Olopa lo tiene el nivel primario entre un 88 y 90%, en el nivel básico la cobertura es de 12.97% y la tasa más baja la presenta el nivel diversificado con el 2.78%. Se cuenta con 13 establecimientos de preprimaria, 56 de primaria, 11 de educación básica y 1 de diversificado. El contar con un índice de pobreza alto (84.85%) y también con extrema pobreza (26.28%) hace que su población emigre en búsqueda de trabajo (Plan de Desarrollo Municipal de Olopa (2,011 - 2,020).

Según el Programa de las Naciones Unidas en el año 2,002 Olopa contaba con un índice de desarrollo humano del 0.448 .

d. San Juan Ermita

San Juan Ermita posee como ingresos económicos actividades de índole agrícola, pecuaria y forestal, y aunque posee lugares turísticos para ir a visitar no son promocionados como se debe, desaprovechando el paso de varios turistas que se dirigen hacia las ruinas de Copán a una distancia de 26 kilómetros de la cabecera departamental de Chiquimula. Dicho municipio se encuentra conformado por una cabecera municipal, 20 aldeas y 16 caseríos. Entre los principales cultivos que se cosechan en esta área son granos básicos, hortalizas, también realizan actividades pecuarias de traspatio.

Según la Municipalidad de San Juan Ermita en el año 2,010 la tasa bruta de escolaridad para el nivel pre-primario era de 106.02, primario 106.02, básico 49.63 y

diversificado 3.73, contado un total de 89 establecimientos educativos oficiales para la formación de educandos de los distintos niveles.

El índice de desarrollo humano con el que cuenta el municipio de San Juan Ermita es de 0.554 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2002).

3.3.2. Caracterización biofísica

Las condiciones climáticas del lugar de influencia de la Mancomunidades de una temperatura promedio anual de 26.3°C y su precipitación promedio es de 900-1100mm que caen entre los meses de invierno que están contemplados entre junio y septiembre de cada año.

Guatemala es un país con una diversidad de microclimas y la región Ch'orti' no es la excepción a esto, pudiendo encontrando una variación inclusive dentro de los municipios. Camotán es un municipio que presenta un clima cálido y en algunos centros poblados son templados; Jocotán posee alturas entre trescientos a los mil ochocientos sobre el nivel del mar (300-1800 msnm) lo que conlleva a tener una variación climática; Olopa atrapa a sus pobladores en un entorno frío debido a la altura que se encuentra (1,350msnm), por lo contrario a San Juan Ermita que cuenta con un clima tropical seco.

El municipio de Jocotán se encuentra dentro de la subcuenca del río Jupilingo. Predomina la cuenca del río torjá (17%); sigue la del río Shalagua (15%); luego está la Quebrada Seca (12%); la Quebrada Lachor y el río Cayar ambas microcuencas ocupando el 11% del área del municipio. Las demás microcuencas abarcan entre el 8% y el 2% del área municipal. (Municipalidad de Jocotán).

La sequía es un problema que ha venido afectando a varias familias del área Ch'orti' se encuentra relacionado al cambio climático que viene afectando a las familias que dependen del cultivo de productos anuales que son base en la alimentación de ellos, en el siguiente cuadro se encuentran las principales comunidades y su nivel de riesgo.

Según Díaz, L, 2014 la región aún cuenta con árboles de pino (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus ilex*), pepeto (*Inga spuria*), eucalipto (*Eucalyptus sp*), roble (*Quercus*) y pito (*Erythrina berteroana*), la madera que logran extraer de estos árboles son utilizados en la construcción de casas, cercas o como leña. La región también cuenta con árboles de jocote (*Spondias purpurea*), mango (*Mangifera indica*), naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus limon*), banano (*Musa paradisiaca*) y zapote (*Casimiroa edulis*).

En esta área se pueden divisar algunos animales entre los que están los conejos (*Oryctolagus cuniculus*), venado (*Odocoileus virginianus*), mapaches (*Procyon*), armados (*Dasypodidae*), tacuazines (*Didelphis marsupialis*), coches de monte (*Tayassu tajacu*), gatos de monte (*Felis silvestris*), aves y peces (Lizza Díaz, 2014).

Los principales suelos que predominan en la región Ch'orti' son los franco, arenosos y arcillosos y la principal vocación del suelo es forestal, pero su principal uso se ha vuelto agrícola, esto se debe a las familias consiguen de ahí el sustento diario.

Las prácticas agrícolas utilizadas causan un desgaste en los suelos, aumentando el nivel a sufrir de erosión, deforestación, disminuyendo la calidad de los suelos y pérdida de micro y macronutrientes.

Según Díaz, L. en Jocotán se presentan las tres zonas de vida las cuales son:

- Bosque seco sub-tropical que se encuentra en un 15% del territorio con precipitaciones de 500 a 1,000 mm.
- Bosque húmedo sub-tropical templado que abarca el 80% del territorio y especialmente el área rural con precipitaciones de 1,100 a 1,350 mm y su temperatura se encuentra entre lo 20°C y 26°C.
- Monte espinoso sub-tropical que cubre solo el 5% del territorio y presenta a una precipitación anual de 400 a 600 mm.

La población está en riesgo de ser afectada por movimientos telúricos , principalmente las familias que cuentan con viviendas de adobe debido a la falla geológica de Jocotán que pasa en el subsuelo del municipio (Coordinación nacional de la reducción de desastre -CONRED- 2006).

3.4. Análisis de la problemática ambiental relacionada con el plan de servicios

3.4.1. Pérdida forestal y degradación de suelo

Las técnicas agrícolas utilizadas en el área Ch'orti' no son las adecuadas lo que causa una gran pérdida en el suelo de micro y macronutrientes, otro problema que agrava más esta situación es el monocultivo que se da debido a que en la mayoría de parcelas se puede visualizar frijol, maíz y café, lo que disminuye la productividad y fomenta también a la inseguridad alimentaria de la región.

Se considera que entre el 1,991 al 2,001 la región Ch'orti' tuvo una pérdida del 33% de su masa boscosa, lo que pudo ser provocado por incendios naturales (provocados por el exceso calor en verano) o humanos (provocados por personas impetuosas), lo que conlleva a la pérdida de humedad en el suelo debido a que disminuirá la retención y capacidad de filtración del agua, también impide la reducción de dióxido de carbono en la atmósfera.

3.4.2. Inaccesibilidad al agua

Se considera que al menos el 36% de la población en el año 2,014 no contaba con un acceso seguro al agua, y del 64% restante que posee acceso al agua el 50% abastecido no consume agua potable. Esto es debido a la contaminación que se da por el lavado de los recipientes que contienen fitosanitarios, incremento de sulfatos y fosfatos en el agua, uso de jabones y heces animales.

Según Guerra, S. en el año 2014 al menos el 95% de la población tiene una continuidad del servicio menor de 12 horas al día.

3.4.3. Déficit de saneamiento, manejo de desechos sólidos y líquidos

Un grave problema que afronta la región Ch'orti' es el agua miel que se produce durante el despulpado del café para ser vendido, la cual no recibe ningún tipo de tratamiento antes de ser depositado alguna de las fuentes de agua cercana, lo mismo sucede con el 100% de las aguas servidas que producen los pobladores de los cuatro municipios (Camotán, Jocotán, San Juan Ermita y Olopa).

Según Guerra, S. en el año 2014 el 49% de la población contaba con letrina y con frecuencia no tenían el tratamiento adecuado, y el 51% de hogares sufren déficit en saneamiento domiciliar. Asimismo el 72% de los hogares tiran la basura en cualquier lugar y solo el 2.9% cuentan con servicio de tren de aseo.

4. PLAN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA MANCOMUNIDAD COPANCH'ORTI'

El plan de actividades desarrollado durante el EPS se ha enfocado en las líneas estratégicas del proyecto "Recuperación capital natural y adaptación climática de su población", el cual está siendo ejecutado por la Mancomunidad Copanch'orti'.

4.1 Apoyo en capacitaciones forestales a través de la metodología de Escuelas de Campo - ECA's-:

4.1.1. Justificación

Las Escuelas de Campo son experiencias vivenciales para los agricultores, por ello es que también se le conocen como escuelas sin paredes, ya que en ella sus participantes van obteniendo conocimientos a través de la observación y experimentación en su comunidad.

Por medio de las Escuelas de Campo se busca la generación de conocimientos teóricos y prácticos, que contribuyan en el desarrollo sostenible y sustentable de los recursos naturales y su uso racional propiciando espacios ambientales que mejoren las condiciones de producción agrícola con asocio forestal y el aumento de los caudales de agua a través de la protección y reforestación de las zonas de recarga.

Durante los últimos años se ha visto que la frontera agrícola se ha ido extendiendo desmedidamente, cambiando el uso de suelo y causando daños a los ecosistemas; para reducir estos impactos el INAB (Instituto Nacional de Bosques) ha creado el incentivo forestal para pequeños poseedores de tierra de vocación agroforestal o forestal, al cual las personas pueden ingresar teniendo un mínimo de 0.1 hectáreas (cuatro parcelas) hasta un mínimo de 15 hectáreas .

A través de estas capacitaciones se les brinda información sobre los beneficios de los sistemas agroforestales, silvopastoriles y bosque de protección (los más comunes de esta región), así mismo, proporcionarles información y fortalecer las capacidades

de los agricultores sobre los beneficios de los fertilizantes orgánicos derivados de la especie forestal Madre cacao.

La incentivación que se hace en las ECA's a que los comunitarios ingresen al programa PINPEP ha logrado hasta el momento que existan un total de 2,669.35 hectáreas certificadas de forma individual o grupal, lo que conlleva a la mejora en la producción agrícola con asociación forestal.

Las Escuelas de Campo se encuentran enfocadas a las líneas estratégicas de educación para todos/as y a la Recuperación del medio ambiente y la producción agropecuaria sostenible.

La inaccesibilidad a la educación es uno de los problemas que afronta la región Ch'orti' y a través de las ECA's se imparten temas para sensibilizar a la población sobre la importancia de los incentivos forestales y el ingreso económico que generan y pueden minimizar el índice de pobreza en la región Ch'orti' (ver anexo 9).

4.1.2. Objetivo

Capacitar a los beneficiarios de la región Ch'orti' para que participen en los proyectos de incentivos forestales PINPEP, y que conozcan los beneficios en el uso de los fertilizantes orgánicos derivados de Madre cacao.

4.1.3. Metas

Apoyar a 12 capacitaciones forestales a través de la metodología escuelas de campo (ECA's) en diferentes aldeas y/o caseríos que se encuentran ubicados en los municipios de Jocotán.

4.1.4. Procedimiento

Las comunidades en las cuales se llevaron a cabo las capacitaciones forestales a través de las escuelas de campo eran los últimos caseríos en los cuales hacía faltan la realización de estas capacitaciones con los pobladores. Los caseríos en los cuales

se realizaron las ECA's se ubican en las siguientes aldeas pertenecientes al municipio de Jocotán: Tunucó Abajo, La Arada, Canapará Arriba y Tesoro Arriba. En cada una de las capacitaciones realizadas había en promedio de 15 a 20 personas.

Para iniciar la capacitación se realizó una serie de preguntas para conocer el nivel de conocimiento que tenían las personas sobre el tema, y lograr generar una relación de confianza entre pobladores y capacitador.

En cada una de las aldeas en las cuales se utilizó la metodología de las ECA's las capacitaciones se dividieron en tres, en las cuales se trataron los siguientes temas: socialización y sensibilización forestal, modalidades y parámetros de proyectos autorizados por INAB, y beneficios y usos de la especie forestal Madre Cacao.

Las capacitaciones se realizaron de lunes a jueves en horarios de 9:00 am a 11:00 am y en las tardes de 14:00 a 16:00 horas, esto fue acordado por los promotores de los cuatro municipios de la región Ch'orti', de acuerdo a la disponibilidad de tiempo de los beneficiarios.

En la primera capacitación que se realizó en las aldeas, se le entregó un tríptico a cada uno de los asistentes con la finalidad que conocieran más sobre los incentivos forestales. En esos trípticos está descrito sobre la cantidad de dinero a pagar dependiendo la extensión del terreno y el tipo de sistema con el que cuenten.

En la primera y última capacitación se utilizaron carteles como material de apoyo para la exposición de los temas que se iban a tratar, este material de apoyo fue elegido por que en algunas de las aldeas no existe energía eléctrica.

En la última capacitación se elaboró el fertilizante orgánico conocido como MADRIFFOL, proveniente de la especie Madre Cacao como resultado de lo aprendido.

Se procedió a organizar a los asistentes en grupos para saber qué material le toco llevar a cada uno para la realización del MADRIFOL. Se debió establecer un punto céntrico y amplio para la realización del fertilizante.

Para la realización de MADRIFOL se contó con un recipiente plástico con tapadera, 1 litro de melaza, 4 cabezas de ajo, 10 litros de agua y 1 libra de ceniza. Se debe moler las cabezas de ajo y las hojas de Madre Cacao, luego se procedió a disolver la melaza con el agua, a continuación se revolvieron todos los ingredientes y se aplico ceniza. Se tapo y dejo reposar por cuatro días. Para la utilización se debe de colocar un litro de fertilizante por cada bomba de 16 litros.

Al finalizar se realizo una serie de preguntas en relación al tema para conocer la comprensión del mismo y resolver dudas para que los participantes comprendieran claramente el procedimiento realizado, lo repliquen y lo pongan en práctica constantemente para aprovechar los beneficios de la especie.

4.1.5. Recursos:

Para esta actividad se conto con los siguientes recursos:

Humanos:

- Estudiante de INTERMACH
- 1 EPS de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental.
- Grupo de pobladores de cada comunidad

Físico:

- Trifoliales
- Carteles
- Guía sobre sistema agroforestales y plantaciones para el facilitadores de ECA's.
- Motocicleta para traslado facilitadores.
- Hojas de Madre Cacao
- Agua para preparación de MADRIFOL
- Recipientes de plásticos

- Hojas de listado

Económicos:

- Técnico por hora: Q800.00
- Gasolina: Q30.00
- Total por Escuela de Campo: Q830.00

4.1.6. Evaluación Final:

- Se realizaron 12 capacitaciones dividida en 4 ECA's (Escuelas de campo) en distintas comunidades de Jocotán (Tunucó Abajo, La Arada, Canapará Arriba y Tesoro Arriba), en las cuales participaron entre 12 y 20 personas (en su mayoría mujeres) en cada una de las capacitaciones, las cuales fueron incentivadas a ingresar sus parcelas al programa PINPEP, con la finalidad de recibir un pago anual por poseer un sistema silvopastoril o agroforestal.
- Alrededor de 70 personas conocieron los beneficios de ingresar al programa PINPEP y los beneficios de utilizar el fertilizante orgánico MADRIFOL. A partir del mes de junio se comenzará a medir nuevamente las parcelas de las personas interesadas de ingresar al programa PINPEP.

4.2. Aforo de caudal en tres Microcuencas que conforman la cuenca Ch'orti' (Carcaj, Agua Caliente y Torjá).

4.2.1. Justificación

Con el propósito de llevar un control del caudal durante todo el año, hace dos años se comenzó a realizar el aforo de las Microcuencas que abastecen al área Ch'orti' (Carcaj, Torjá y Agua Caliente).

El método a utilizar debido al tamaño de la fuente de agua es el de flotadores utilizando para ello pelotas de plástico. El dotar con esta clase de información es

importante para conocer los volúmenes probables de agua con que se puede contar y así elaborar un balance hídrico.

El monitoreo se llevo a cabo los día viernes de enero a junio, como apoyo a estudiantes de INTERMACH, quienes han estado elaborando este trabajo. Las cuencas están ubicadas a las orillas de dos pueblos que conforman la mancomunidad (Jocotán, Camotán). Los datos se almacenaron en un documento de excel, con el propósito de llevar un control del comportamiento de los caudales y ver en qué momentos hay mayor o menor cantidad de agua disponible para el abastecimiento de las comunidades.

Este monitoreo es de importancia para conocer el déficit de pérdida de agua, ya que los datos son trasladados al componente de control y seguimiento para comparar la cantidad de precipitación con la cantidad de agua en el caudal (ver anexo 9).

4.2.2. Objetivo

Monitorear el caudal de tres de las cuatro microcuencas que forman parte del área Ch'orti' (Carcaj, Torjá y Agua Caliente) con la finalidad de mantener una base de datos actualizada y conocer el comportamiento de las mismas.

4.2.3. Meta

Apoyar en el aforo semanal del caudal de 3 microcuencas (Carcaj, Torjá y Agua Caliente) y actualización de base de datos en el período de enero a junio.

4.2.4. Metodología

Cada uno de los puntos de aforo previamente definidos por técnicos, se seleccionaron principalmente por tener fácil acceso y donde la corriente va en línea recta.

Se tomo un trayecto que ya estaba definido de 10 metros de largo sobre el río y se dividió en tres segmentos a lo largo.

Se midieron los tres segmentos realizados a lo largo, el ancho y la profundidad del cauce en ambas orillas y en el centro.

Se tomo una de las cuatros pelotas de plástico que se utilizan como flotadores, al mismo tiempo que se suelta la pelota en la corriente se debe iniciar el cronometro, finalizando 10 mts. abajo. Se repite el mismo proceso con cada una, anotando los resultados.

Se ingresaron los datos a un documento en Excel el cual ya obtiene las formulas y datos desde hace dos años, ahí se lograr obtener la cantidad de caudal que se posee, dato que es dado en metros cúbicos por segundo y litros por segundo a través de formulas ya establecidas.

4.2.5. Recursos

Para esta actividad se conto con los siguientes recursos:

Humanos:

- 3 Estudiante de INTERMACH
- 1 EPS de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental.

Físicos:

- 4 Pelotas de plástico para aforo
- Un cronómetro
- Una boleta de monitoreo
- Un metro
- Un par de botas de hule
- Motocicleta

Económico:

- Técnico por hora: Q100.00
- Gasolina: Q20.00

- Total: Q120.00

3.2.6. Evaluación Final:

- Se realizaron 26 aforos de enero a junio en tres de las cuatro microcuencas de la región Ch'orti' (Carcaj, Torjá y Agua Caliente), con la finalidad de llevar un control mensual, semanal y anual para lograr comparar el comportamiento de los caudales con el de años anteriores.
- Se apoyo con la actualización en la base de datos del monitoreo del caudal anual y a un alumno de 6to perito en recursos naturales del INTERMACH, que utilizo dicho monitoreo como tema de investigación para su graduación.
- Se determino que el mes en el cual las tres microcuencas poseían más agua fue mayo con un promedio de caudal de 325.53 lts/seg, y el mes en que menor caudal hubo fue marzo con un promedio de 191.16 lts/seg (ver anexo 9).

4.3. Apoyo a la organización comunitaria para la implementación de viveros forestales

4.3.1. Justificación

Desde el año de inicio del convenio con el Instituto Nacional de Bosque -INAB- y la Mancomunidad Copanch'orti se han logrado recuperar 2,669.35 hectáreas que han sido certificadas para ingresar al programa de incentivos forestales PINPEP, han sido ingresadas como bosques de protección, sistemas silvopastoriles o agroforestales; sin embargo no toda las personas cuentan con plantas para realizar reforestación en sus terrenos.

Para lograr aumentar la cobertura boscosa y el incremento de ingresos de proyectos al incentivo forestal para pequeños poseedores se implementaron cuatro viveros

forestales en varias comunidades de San Juan Ermita y seis más en comunidades de Camotán, en estos lugares los pobladores mostraron el interés suficiente y se comprometieron apoyar durante todo el proceso.

La finalidad de los viveros es que las personas que deseen ingresar al programa y no cuenten con el 75% de prendimiento que exige el INAB, puedan acudir al área donde se establecerá el vivero y se les pueda proveer de plantas para la resiembra.

La región Ch'orti' sufre del problema de tener un uso inadecuado del recurso edáfico y forestal, y a través de la implementación de estos viveros forestales se espera minimizar esta problemática (ver anexo 9).

4.3.2. Objetivo

Apoyar en la organización de grupos comunitarios para el establecimiento de viveros de especies forestales, que sirven en la implementación de proyectos de PINPEP, los cuales contribuyen al aumento la cobertura forestal en la microcuenca Carcaj del municipio de San Juan Ermita y Agua Caliente del municipios de Camotán.

4.3.3. Meta

Apoyar en la organización comunitaria para la implementación de 10 viveros forestales (seis en Camotán y cuatro en San Juan Ermita) donde se producirán 16000 plantas forestales de las especies ciprés, matilisguate, madre cacao y cedro en comunidades en donde se trabajará en proyectos de incentivos forestales PINPEP y no cuentan con suficiente cobertura forestal.

4.3.4. Metodología

El primer paso que se hizo fue una reunión con los promotores de cada una de las comunidades que tiene participación en las ECA's, con la finalidad de presentarles el proyecto del establecimiento de viveros y aclarar las dudas que se les presente respecto al tema.

Se discutió sobre el establecimiento o no del vivero forestal en los municipios, en lo cual los municipios de San Juan Ermita y Camotán dieron respuesta positiva, iniciando la búsqueda del terreno en donde se está implementando el vivero.

Es importante la opinión de toda la comunidad, por lo cual se realizó una visita para la discusión de las especies de semillas forestales que se desea sembrar, ya que los pobladores son conocedores de cuáles se dan en sus lugares.

La definición del lugar en donde se está construyendo el vivero se hizo bajo los siguientes criterios: el lugar debe tener acceso fácil a agua y que posea fácil acceso, para que el traslado del material no sea difícil. Se prefieren sitios que estén protegidos del viento, sin demasiada sombra, de preferencia plano y con buen drenaje para evitar encharques.

Para la obtención de semillas se debió comprar una parte y otra se obtuvo a través de la recolección, hasta obtener las cantidades que fueron necesarias.

Se les hizo entrega de las bolsas necesarias a utilizar en cada vivero. Las bolsas fueron repartidas en coordinación con los promotores de San Juan Ermita y Camotán, de igual manera se les brindó las semillas de Madre Cacao. Las otras especies que pidieron se las entregará el técnico forestal cuando las haya conseguido.

4.3.5. Recursos:

Para esta actividad se contó con los siguientes recursos:

Humanos:

- 1 EPS de la carrera de ingeniería en gestión ambiental local
- Estudiantes de INTERMACH
- Técnico forestal
- Pobladores de la comunidad

Físicos

- 16,000 bolsas
- 3,000 semillas de Matilisguate
- 2,500 semillas de Cedro
- 2,000 semillas de Ciprés
- 8,500 semillas de Madre Cacao
- Abono orgánico
- Agua

Económico:

- Técnico por hora: Q500.00
- Bolsas: Q400.00
- Semillas: Q800.00
- Costo total: Q1700.00

4.3.6. Evaluación Final

- Se organizaron 10 grupos de pobladores de comunidades de Camotán (Rodeo, Pashapa; Rodeo, Centro; Rodeo, Cementerio; Dos Quebradas; Nueva Esperanza; y Chantiago) y San Juan Ermita (Miramundo; Lagunetas; Quequezque; y Los Encuentros) , para la implementación de viveros forestales comunales.
- Se beneficiaron más de 120 personas con la organización de 10 viveros forestales comunales que contarán con un total de 16,000 plantas.

4.4. Capacitación a practicantes del Instituto Técnico en Recursos Naturales Maya Ch'orti' - INTERMACH- y a técnicos de la Unidad de Gestión Municipal -UGAM- sobre eficiencia energética y legislación ambiental de Guatemala

4.4.1. Justificación

Los estudiantes del INTERMACH realizan prácticas durante 5to y 6to año de la carrera de perito en recursos naturales, aplicando una metodología de formación en la que tiene que participar 15 días en actividades de la institución a la cual fueron designados y 15 días de clases al instituto.

La falta de conocimiento de los estudiantes sobre temas relacionados con el ambiente y otros contenidos, han llevado a la realización de una serie de capacitaciones los días viernes.

En una reunión sostenida por los técnicos del componente forestal, acordaron los temas de las capacitaciones, basándose en el grado de desconociendo que presentan algunos estudiantes en ciertos temas, los cuales son de importancia que conozcan, para un mejor desenvolvimiento dentro de la Mancomunidad y en el futuro en su vida profesional.

Debido a que los estudiantes y técnicos de la UGAM se mantienen en contacto con la población del área Ch'orti' para lo cual es importante que posean el nivel de conocimiento adecuado para mantener así la calidad y optimización de los servicios que presta la Mancomunidad y municipalidades a la población de la región Ch'orti'.

En una reunión sostenida con el técnico forestal se acordó que por ser estudiante de la carrera de ingeniería en gestión ambiental local era la persona idónea para realizar dos capacitaciones sobre el tema ambiental a los estudiantes y técnicos de la UGAM.

4.4.2. Objetivo

Capacitar a estudiantes de INTERMACH sobre la importancia de la eficiencia energética y técnicos de UGAM sobre la legislación ambiental vigente en Guatemala.

4.4.3. Meta

Realizar dos capacitaciones con 10 estudiantes de INTERMACH y otra con 6 representantes de la UGAM de las 4 municipalidades que conforman la región Ch'orti' (San Juan Ermita, Jocotán, Camotán y Olopa).

4.4.4. Metodología

Para definir los temas que se tratarían en las capacitaciones se hablo con el técnico del componente forestal, sobre los temas que eran de importancia y de los cuales se tenía escaso conocimiento.

Para la capacitación de los estudiantes de INTERMACH, se definió la fecha con base a su estadía en la institución, se les informo la hora y el lugar en donde se realizaría dicha reunión.

Como material de apoyo se realizó una presentación en power point, la cual contenía datos importantes. También se realizó un documento el cual fue dejado en la oficina forestal para el uso de técnicos y particulares.

El día de la capacitación se convoco a la sala de reunión y luego se paso una lista para que se anotaran los presentes.

Para iniciar la capacitación se realizo una serie de preguntas para verificar el grado de conocimiento del tema, luego se comenzó con la charla.

Durante el transcurso de la capacitación los alumnos fueron anotando las dudas que tenían para realizarlas de último, al final se dejo un espacio para resolver dudas. La duración de la capacitación fue de 50 minutos.

Para la capacitación que se realizó con técnicos de la UGAM , fue necesario hacer la invitación por escrito, para lo cual se envió una carta vía electrónica a los técnicos, en la cual estaba la hora y el lugar en el cual se realizaría la capacitación.

Para impartir la capacitación se realizó una presentación en power point como material de apoyo y también CD's en los cuales se grabó la presentación y el compendio de legislación ambiental vigente en Guatemala.

Se dio un espacio de media hora después de la hora acordada esperando a técnicos que no habían llegado, al iniciar la capacitación se dejó un espacio para verificar a través de preguntas el grado de conocimiento que poseían sobre leyes ambientales.

Con el apoyo de la presentación y del CD que se le entregó uno por municipalidad, se fue realizando la presentación, resolviendo dudas conforme se iban presentando.

Se pasó una hoja de listado para que los asistentes se anotaran, constando que asistieron dos técnicos por UGAM, a excepción de Camotán no asistieron a dicha capacitación que tuvo una duración de aproximadamente 2 horas.

Al finalizar la capacitación y con todas las dudas resultas se dio un espacio para compartir una refacción.

4.4.5. Recursos

Para esta actividad se contó con los siguientes recursos:

Humanos:

- 1 EPS de la carrera de ingeniería en Gestión Ambiental Local
- 10 Estudiantes practicantes de INTERMACH
- 4 Técnicos representantes de la UGAM
- 4 Técnicos forestales

Físicos:

- 1 Computadora
- 1 Cañonera

Económicos:

- Técnico por hora: Q500.00
- Total por capacitación: Q500.00

4.4.6. Evaluación Final

- Se impartió una capacitación sobre Energía: Eficiencia Energética a 10 estudiantes practicantes de INTERMACH, en el cual conocieron aspectos sobre eficiencia energética y también compartieron vivencias relacionadas al tema.
- Se capacito a representantes 14 técnicos de la Mancomunidad y de la UGAM de 3 municipalidades (faltando la de Camotán), para que conocieron sobre el compendio de legislación ambiental vigente en Guatemala y que es de importancia que conozcan por el ámbito en el que trabajan.

4.5. Capacitación sobre el tratamiento de los desechos sólidos y biodigestores en el caserío La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita.

4.5.1. Justificación

Ante la problemática del manejo inadecuado de los desechos orgánicos domiciliarios, lo cual ha llevado a tener un cúmulo de basura que representa un peligro a la población como la proliferación de enfermedades, se hace necesario que las personas conozcan las diferentes formas de aprovechamiento de estos residuos luego de su debida separación. Estos pueden ser aprovechados para algunos usos, mediante su procesamiento en un biodigestor, con lo cual se puede lograr la

obtención de algunos productos como energía y abonos orgánicos, por lo que es de suma importancia el conocer las ventajas que se tiene al procesar los residuos orgánicos por medio de esta tecnología.

El riesgo de contaminación por desechos sólidos y líquidos es una de las problemáticas que afronta la región Ch'orti' y con la realización de esta actividad se espera minimizar los causantes (ver anexo 6).

4.5.2. Objetivo

Capacitar a la población del caserío La Ceiba, Chancó en el municipio de San Juan Ermita sobre la importancia de la separación de los desechos orgánicos y biodigestores.

4.5.3. Meta

Capacitar a un grupo de 30 personas del caserío La Ceiba perteneciente a San Juan Ermita sobre temas de separación de desechos orgánicos y biodigestor.

4.5.4. Metodología

La definición del tema se dio en relación a la idea que se tiene en el proyecto a nivel de pre-factibilidad: Implementación de biodigestores, el cual se debe elaborar durante el EPS

Para la realización de la reunión se contactó a la lideresa de la comunidad con la finalidad de dialogar con ella sobre los motivos de la capacitación, la fecha y hora en que se podía realizar.

La lideresa se encargó de comunicarle a los pobladores sobre la capacitación, la hora y la fecha en que se realizaría.

Para la capacitación se utilizaron carteles, los cuales sirvieron como material de apoyo durante la exposición del tema. Estos carteles contenían información importante tales como los tipos de basura y su separación, qué es un biodigestor, sus beneficios

y los productos que se pueden obtener del proceso químico que suceden en el mismo.

La población se reunió en una caseta ubicada cerca de la entrada de La Ceiba, asistieron 12 personas a la convocatoria que hizo la lideresa.

La capacitación tuvo una duración de 1 hora y 15 minutos, tiempo en el cual se expuso el tema a tratar que era tratamiento de los desechos sólidos y uso de biodigestores. También se utilizó un tiempo para resolver las dudas que pudiera tener los asistentes.

4.5.5. Recursos

Para esta actividad se contó con los siguientes recursos:

Humanos:

- 1 EPS de la carrera de ingeniería en Gestión Ambiental Local
- 12 pobladores del caserío La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita

Físicos:

- Carteles
- Vehículo de la Mancomunidad

Económicos:

- Técnico por hora: Q800.00
- Gasolina: Q30.00
- Total de costos: Q830.00

4.5.6. Evaluación Final

- Se capacitó a 12 personas de la comunidad de La Ceiba, Chancó, del municipio de San Juan Ermita, las cuales comprendieron la importancia sobre el manejo adecuado de los desechos sólidos, usos y beneficios que pueden tener los subproductos obtenidos de la utilización de biodigestor.

5. IDENTIFICACIÓN DE IDEA DE PROYECTO

5.1. Elaboración de biodigestores en la comunidad La Ceiba de la Aldea Chancó del municipio de San Juan Ermita

Los biodigestor contribuyen al saneamiento ambiental de un lugar por el manejo adecuado que se le da a la materia orgánica, contribuyendo a disminuir la proliferación de enfermedades que se dan debido a los dispersos focos de contaminación que se posee en un lugar, se logra la obtención de abono orgánico que puede ser utilizado como fertilizante, también disminuye la cantidad de metano producido a la atmosfera y que contribuye al calentamiento global.

Los biodigestores al ser un recinto totalmente cerrado logra producirse reacciones anaeróbicas lo cual es importante para lograr la degradación de materia orgánica debido a los microorganismos bacterianos que durante este proceso va resultando el metano en un lapso de aproximadamente unos 15 a 28 días ya se logra tener biogás.

Las ventajas que se tienen de contar con biodigestores es que al depositar los residuos en un deposito hermético se logra controlar los malos olores que produce el estiércol de los animales bovinos, se logra disminuir la contaminación que se produce por la infiltración el suelo y llega afectar el manto freático, siendo una fuente de contagio que puede causar enfermedades gastrointestinales y en la piel, así mismo disminuye la probabilidad de plagas.

Una familia de un municipio que se encuentra ubicado en Jocotán cuenta con un biodigestor en el cual le dan un manejo adecuado al estiércol y conociendo los beneficios que trae consigo el contar con un generador de biogas este puede ser replicado en un lugar en el cual se genere desechos orgánicos y que no se le brinde el manejo adecuado a los mismos logrando así un aprovechamiento.

6. CONCLUSIONES

- Con la realización del diagnóstico ambiental se pudo determinar la problemática que posee la región Ch'orti', encontrando que la pérdida forestal y degradación de suelo de los últimos años ha afectado un más de un 33% de la masa boscosa; otro problema que posee al menos el 95% de la población es la inaccesibilidad al agua; el déficit de saneamiento, el manejo de desechos sólidos y líquidos que sufre al menos 51% y 72% de la población respectivamente.
- Debido a la rápida destrucción de los ecosistemas presentes en la región Ch'orti' del país, la Mancomunidad Copanch'orti' ha decidido juntar los esfuerzos con el INAB, encargado del programa PINPEP, para que los comunitarios ingresen sus parcelas al programa de incentivos forestales logrando hasta el momento certificar 2,669.35 hectáreas de forma individual y comunal.
- A través de la realización de actividades como el aforo de tres caudales de la cuenca Ch'orti se pudo determinar que en el mes de marzo fue cuando hubo menor disponibilidad de agua, mientras que en mayo hubo mayor disponibilidad.
- Entre otras actividades realizadas se encuentran las capacitaciones en las cuales es importante usar metodologías como las ECA's de acuerdo para grupos de personas que se esté capacitando.
- El manejo inadecuado que se les da a las excretas generadas de la actividad ganadera, no permiten su utilización como materia prima para la obtención de productos (biogás, biol y biosol) a partir de un proceso químico que sucede en condiciones anaeróbicas que pueden brindar los biodigestores que son recipientes herméticos. La realización del proyecto a nivel de pre-factibilidad se realizó para cubrir al menos una necesidad que posee la comunidad de La Ceiba ubicada en San Juan Ermita.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar las capacitaciones de la metodología de Escuelas de campo de acuerdo al lenguaje que dominan los asistentes, para que la capacitación sea más amena y de más fácil comprensión.
- Verificar las medidas necesarias que debe poseer un punto de aforo de un caudal, para que el resultado obtenido sea más confiable y exacto.
- Revisar la metodología bajo la cual se realizaron manuales ambientales para el uso de técnicos de la Mancomunidad Copanch'orti'.
- Mejorar y mantener coordinación sobre el seguimiento de actividades con los promotores forestales de cada municipio de la región Ch'orti'.

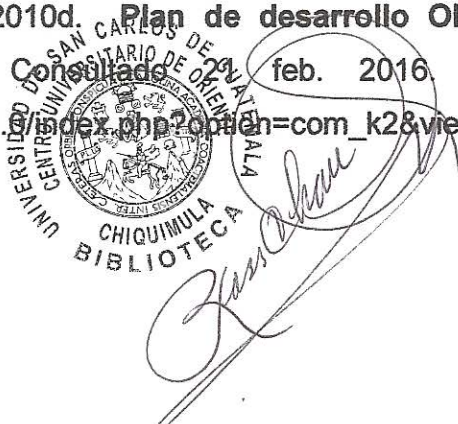
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Díaz Díaz, LM. 2004. **Diagnóstico ambiental y actividades de gestión ambiental desarrolladas en la Mancomunidad de municipios de la cuenca Copanch'orti**. Informe EPS IGAL. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 85 p.
- Guerra Hernández, SM. 2014. **Informe final plan de gestión ambiental Mancomunidad Copanch'orti**. Practica Ambiental II IGAL. Chiquimula, Guatemala, USAC - CUNORI. 23 p.
- INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, Guatemala). 2010 **Consulta de necesidades de capacitación en los municipios de Jocotán, Camotán, San Juan Ermita, Olopa (Mancomunidad Copanch'orti)** (en línea). Guatemala. p. 19-71. Consultado 21 feb. 2016. Disponible en <http://www.intecap.edu.gt/oml/images/pdfsdocumentos/CNC-27.pdf>
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Guatemala). 2009. **Informe departamental de desarrollo humano** (en línea). Guatemala. 19 p. Consultado 15 feb. 2016. Disponible en <http://desarrollohumano.org.gt/sites/default/files/20%20Fasciculo%20Chiquimula.pdf>
- SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala); CM (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Camotán, Chiquimula, Guatemala). 2010a. **Plan de desarrollo Camotán, Chiquimula**. Guatemala. 137 p. Consultado 21 feb. 2016. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=item&task=download&id=116

SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala); CM (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Jocotán, Chiquimula, Guatemala). 2010b. **Plan de desarrollo Jocotán, Chiquimula.** Guatemala. 133 p. Consultado 21 feb. 2016. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=item&task=download&id=115

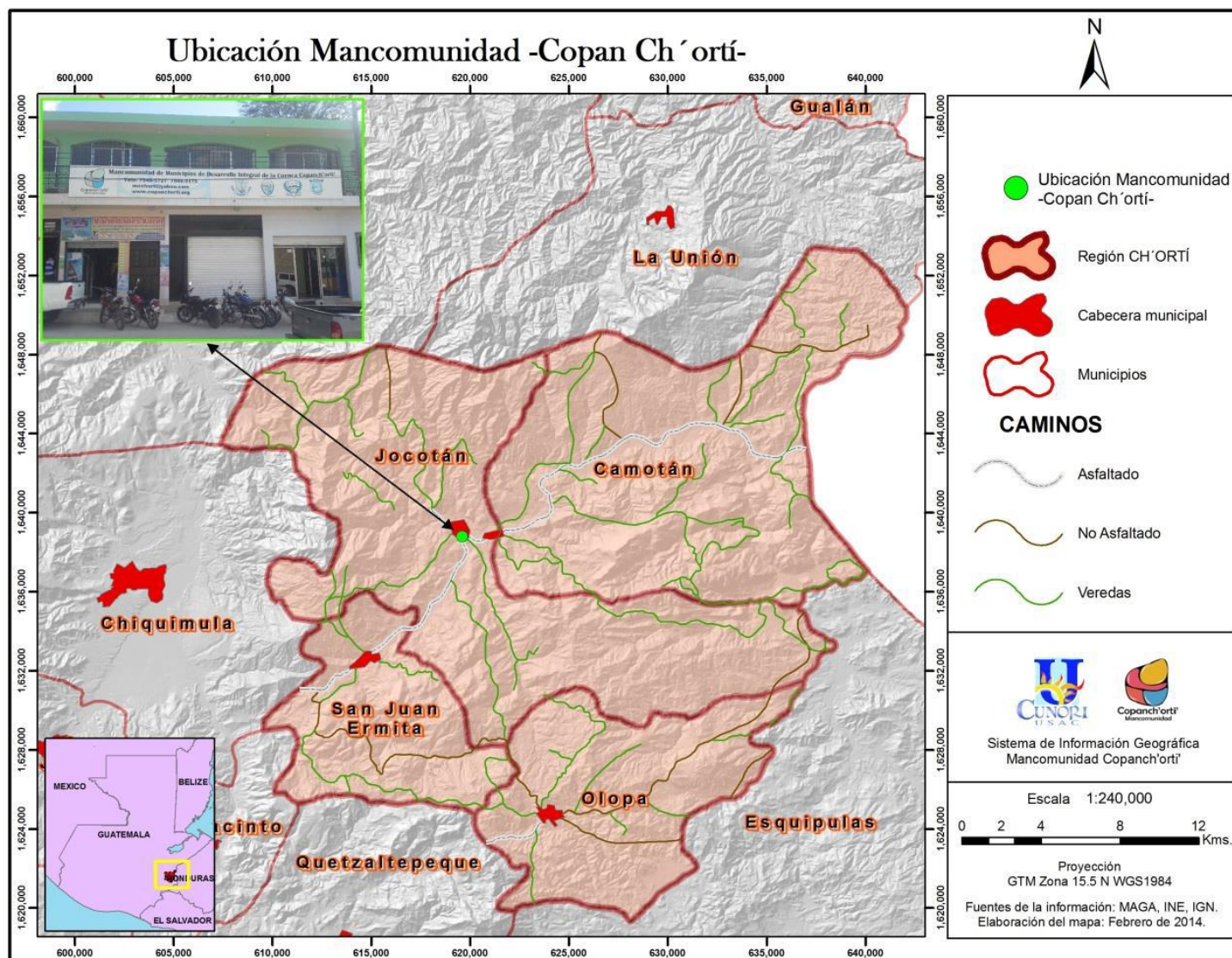
SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia); CM (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala). 2010c. **Plan de desarrollo San Juan Ermita, Chiquimula.** Guatemala. 151 p. Consultado 21 feb. 2016. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=item&task=download&id=114

SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala); CM (Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Olopa, Chiquimula, Guatemala). 2010d. **Plan de desarrollo Olopa, Chiquimula.** Guatemala. 134 p. Consultado 21 feb. 2016. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=item&task=download&id=117



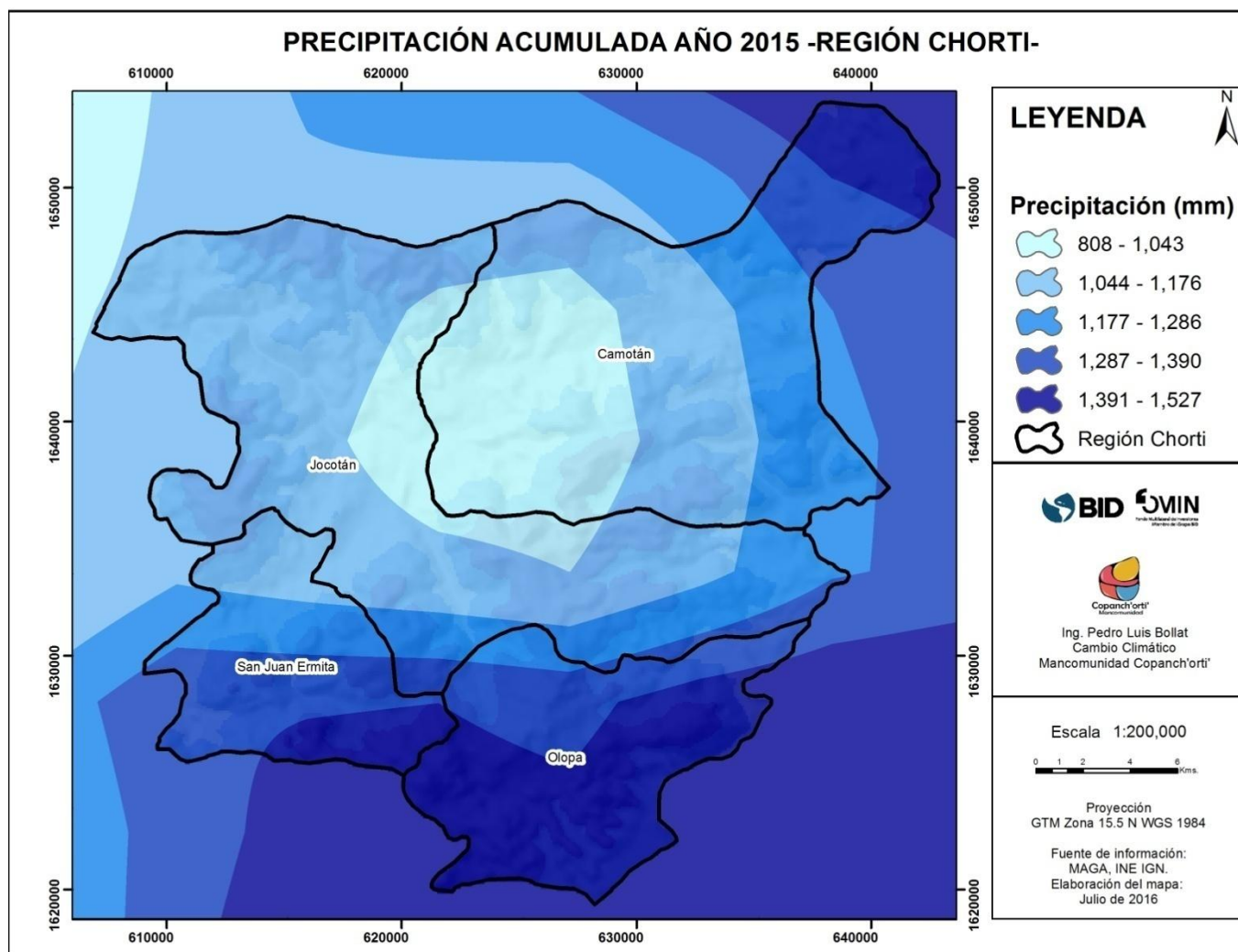
ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la Mancomunidad Copanch'orti'



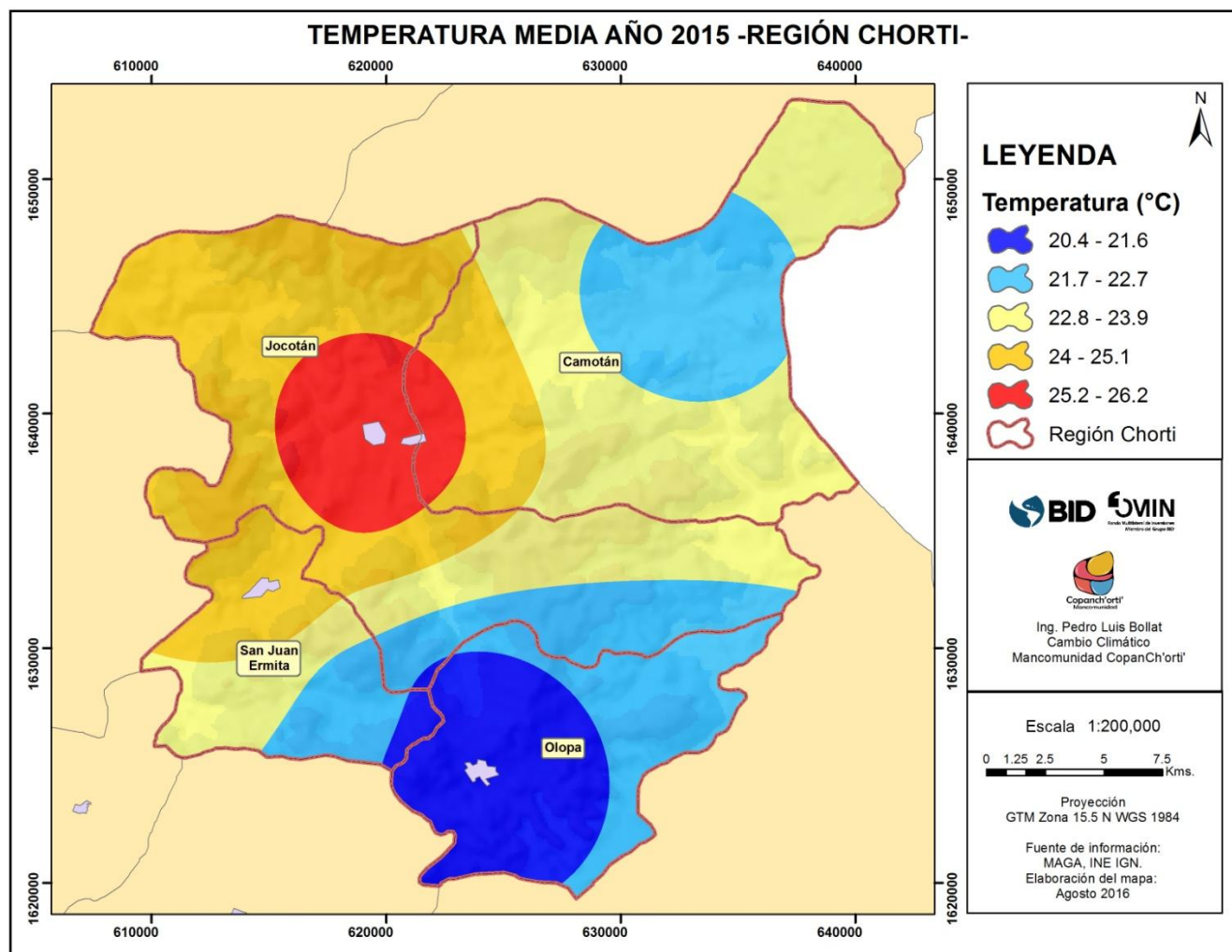
Fuente: Lizza María Díaz Díaz, 2014

Anexo 2. Mapa de la precipitación durante el año 2,015.



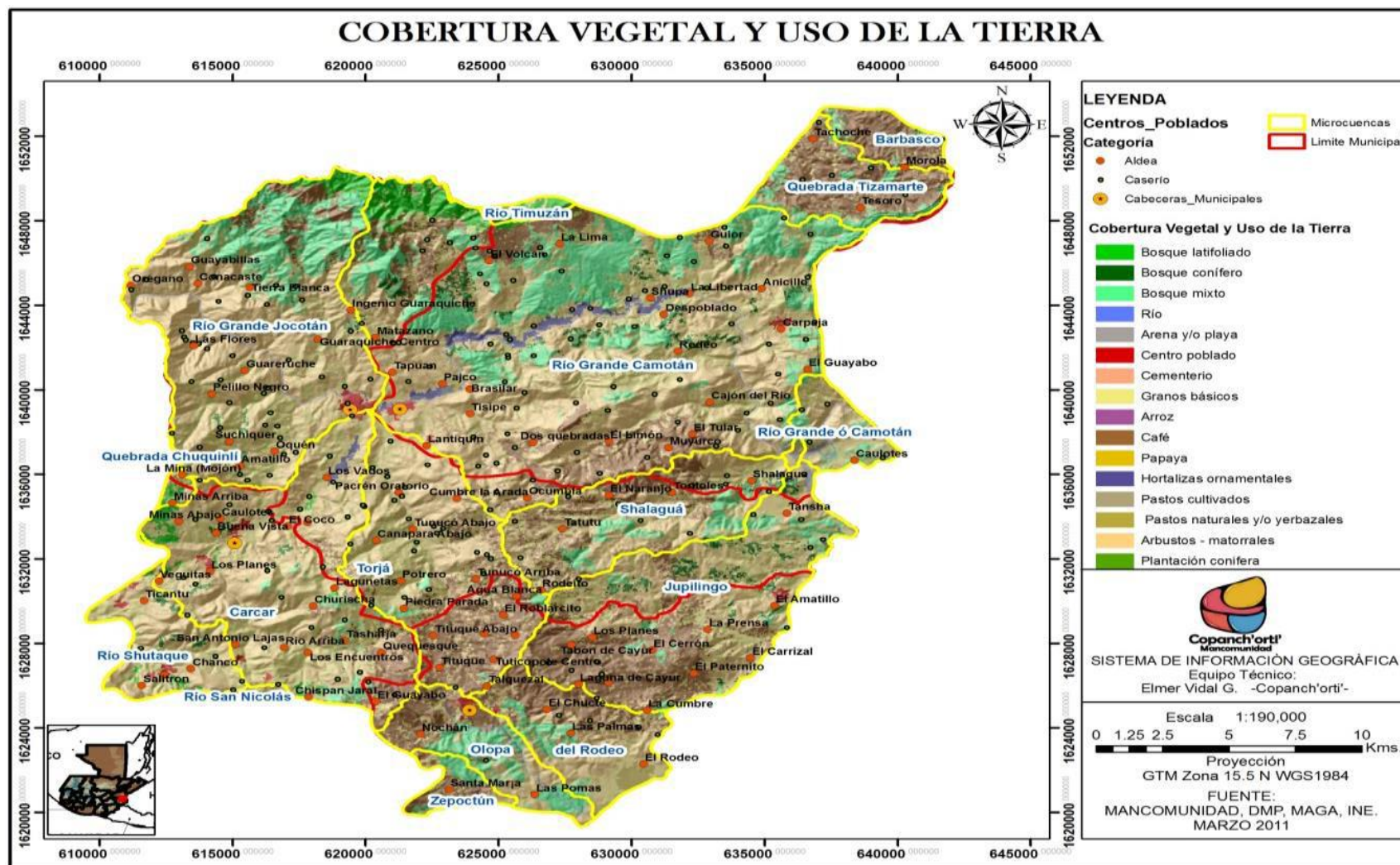
Fuente: Mancomunidad Copanch'orti'

Anexo 3. Mapa de la temperatura en la región Ch'orti' del año 2,015.



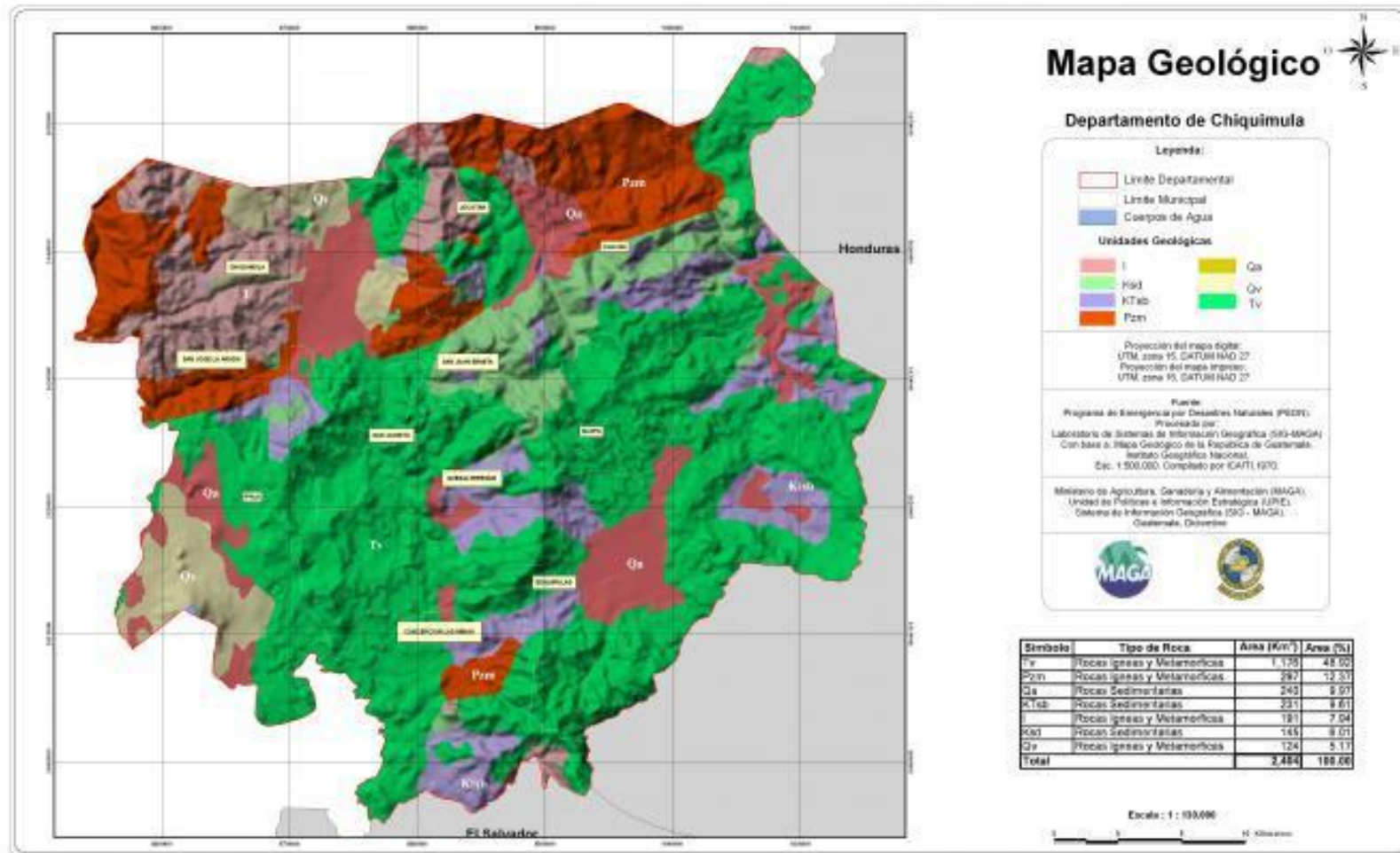
Fuente: Mancomunidad Copanch'orti'.

Anexo 4. Mapa de cobertura forestal y uso del suelo



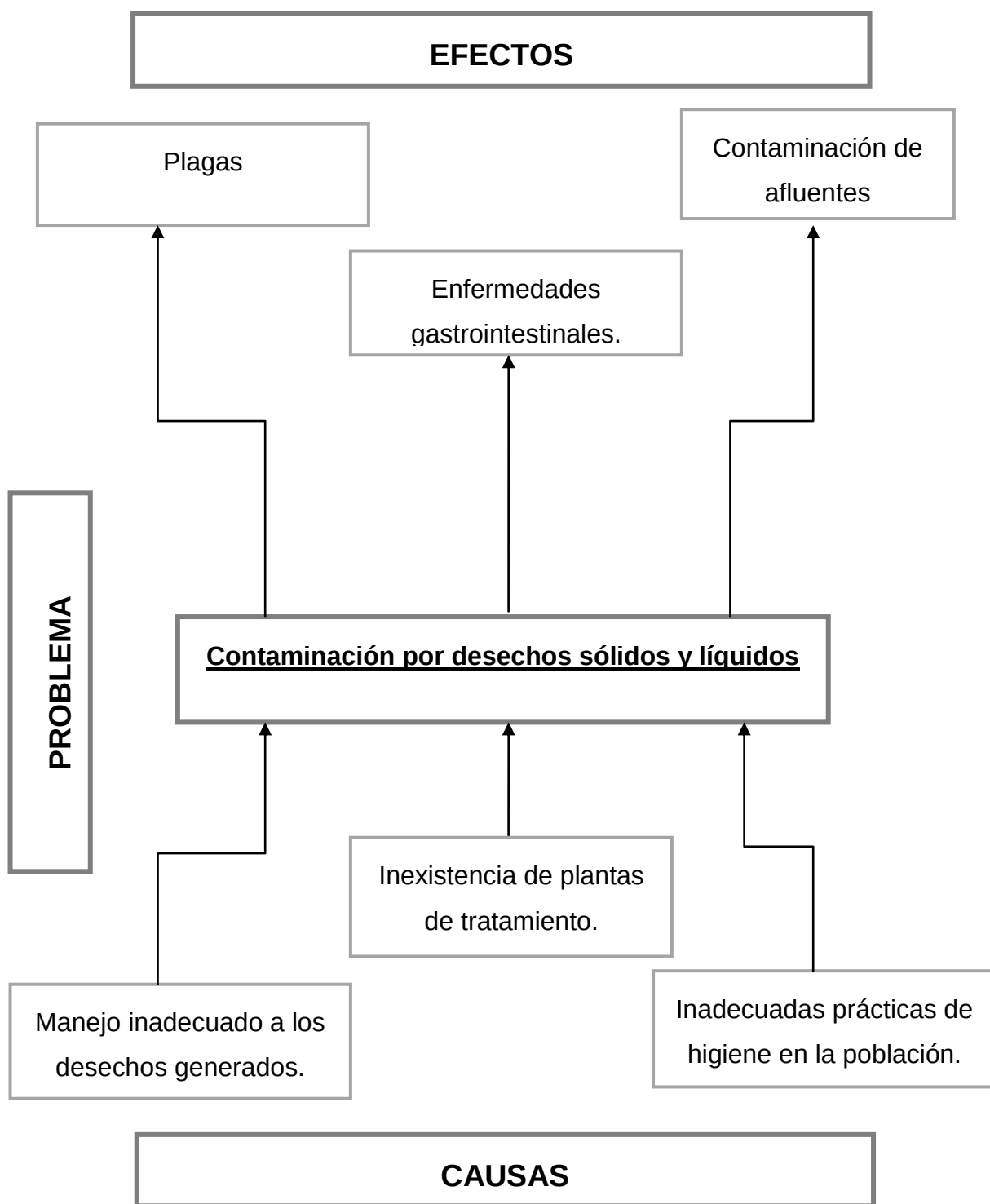
Fuente: Mancomunidad Copanch'orti'

Anexo 5. Mapa de aspectos geológicos



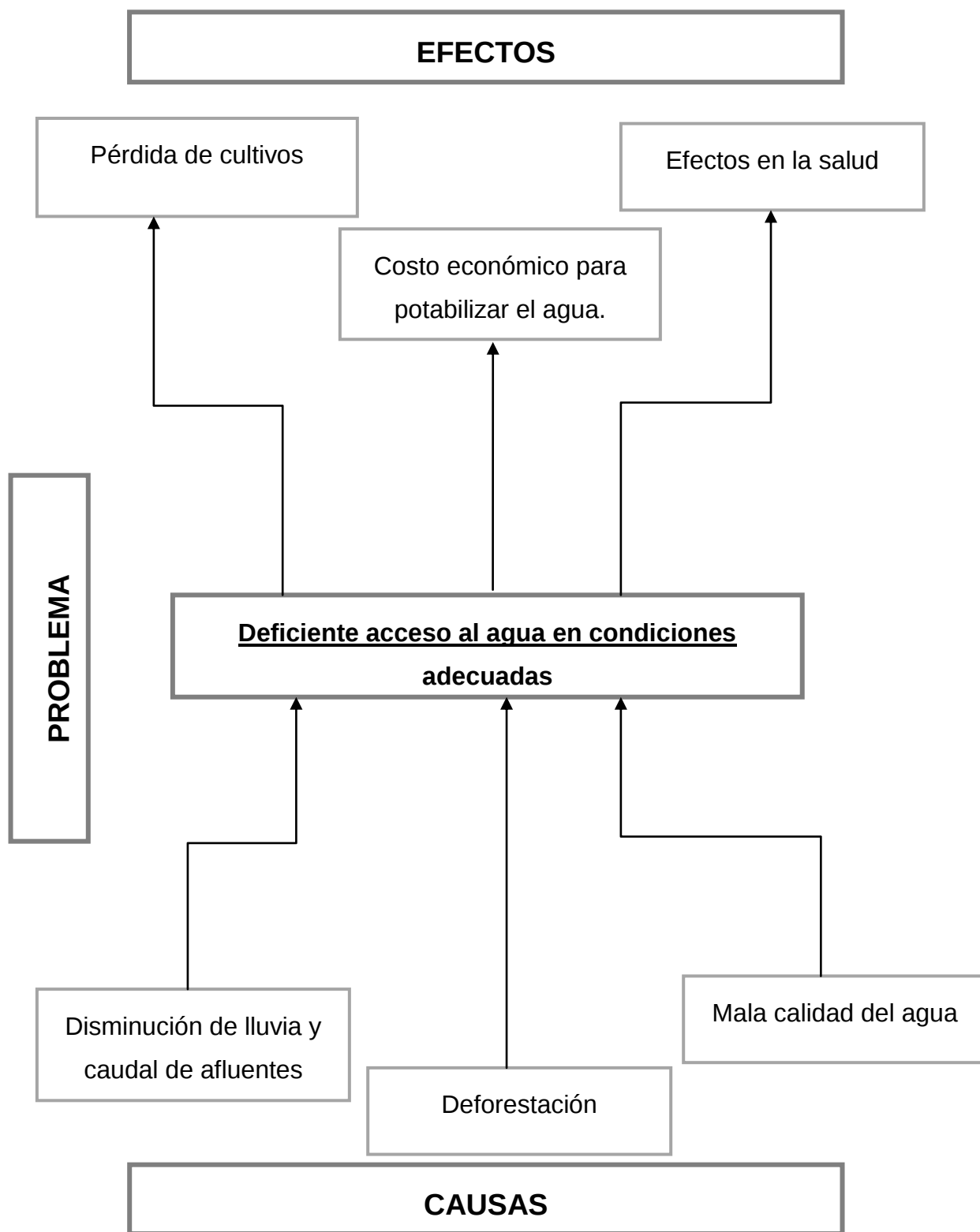
Fuente: MAGA

Anexo 6. Árbol de problema.



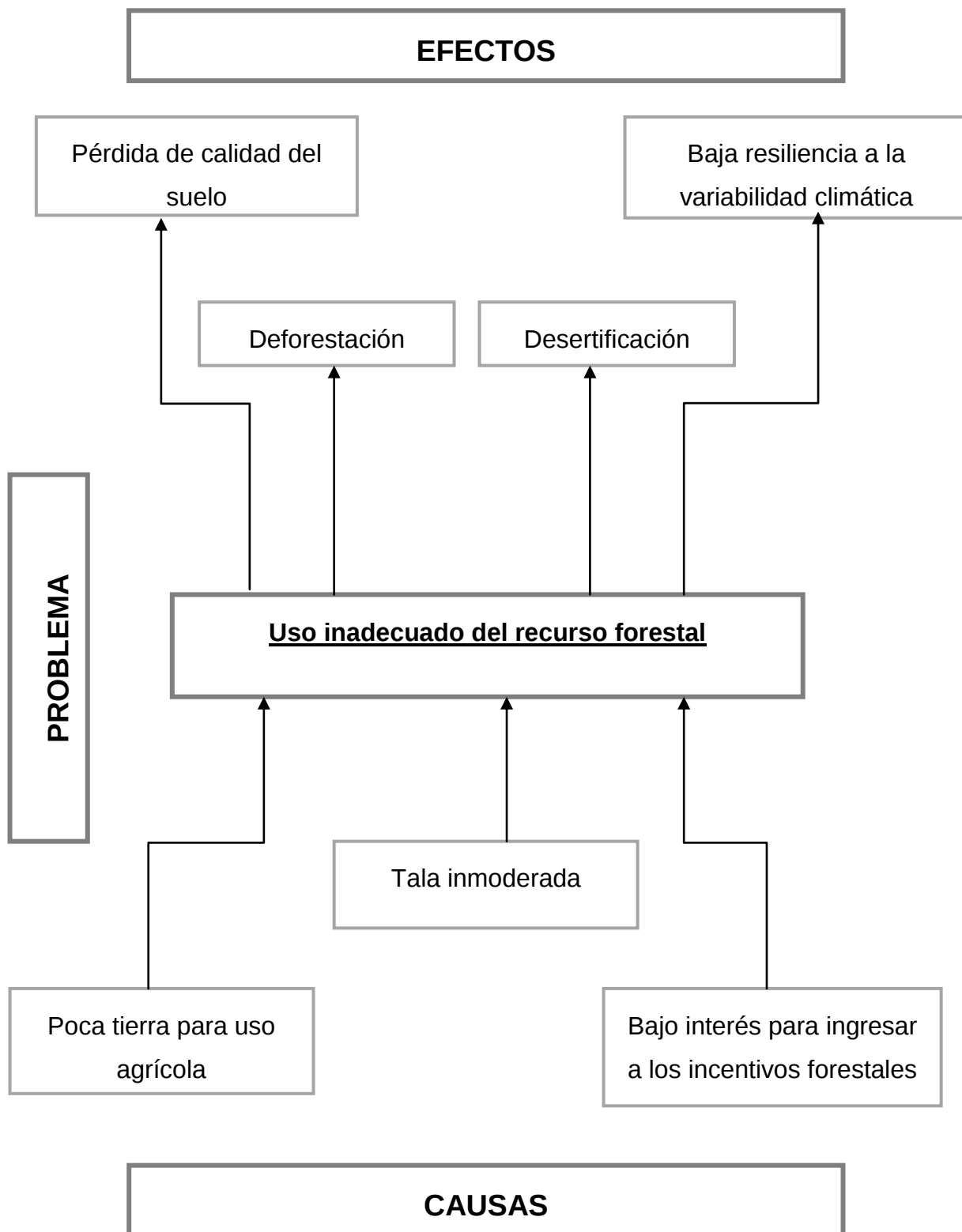
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Árbol de problema.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Árbol de problema.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Fotografías de actividades planificadas realizadas.



Figura 1: Realizando capacitación de ECA's en la comunidad Plan de la Arada.



Figura 2: Capacitando a comunitarios sobre las ECA's en la comunidad Cruz de Charmá, Jocotán.



Figura 3: Caudal de la microcuenca Torjá ubicado en la Jocotán.



Figura 4: Estudiantes del instituto INTERMACH, apoyando en el aforo de la microcuenca Carcaj.

Figura 5: Gráfica mensual de caudal de la microcuenca Agua Caliente

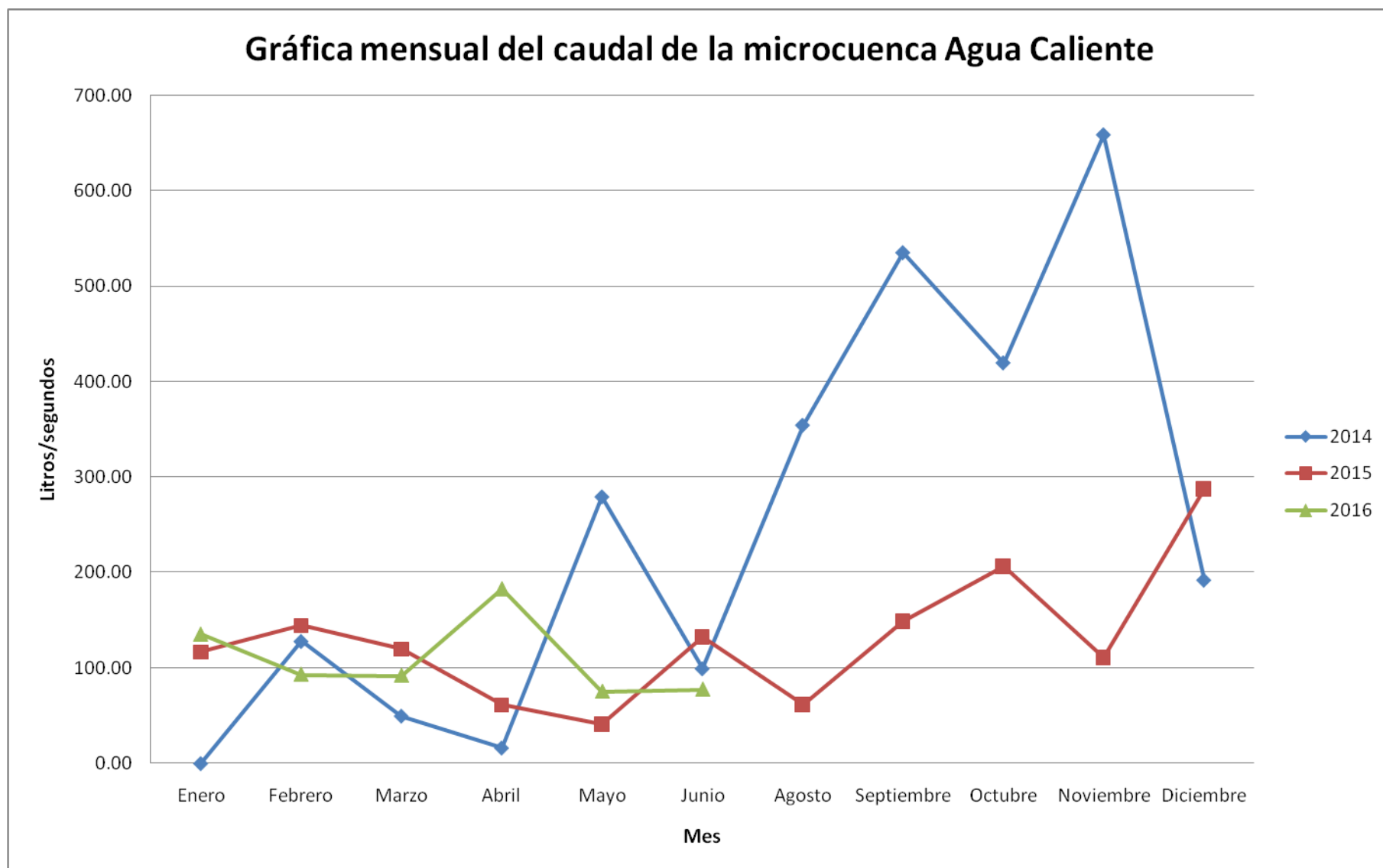


Figura 6: Gráfica mensual de caudal de la microcuenca Torjá.

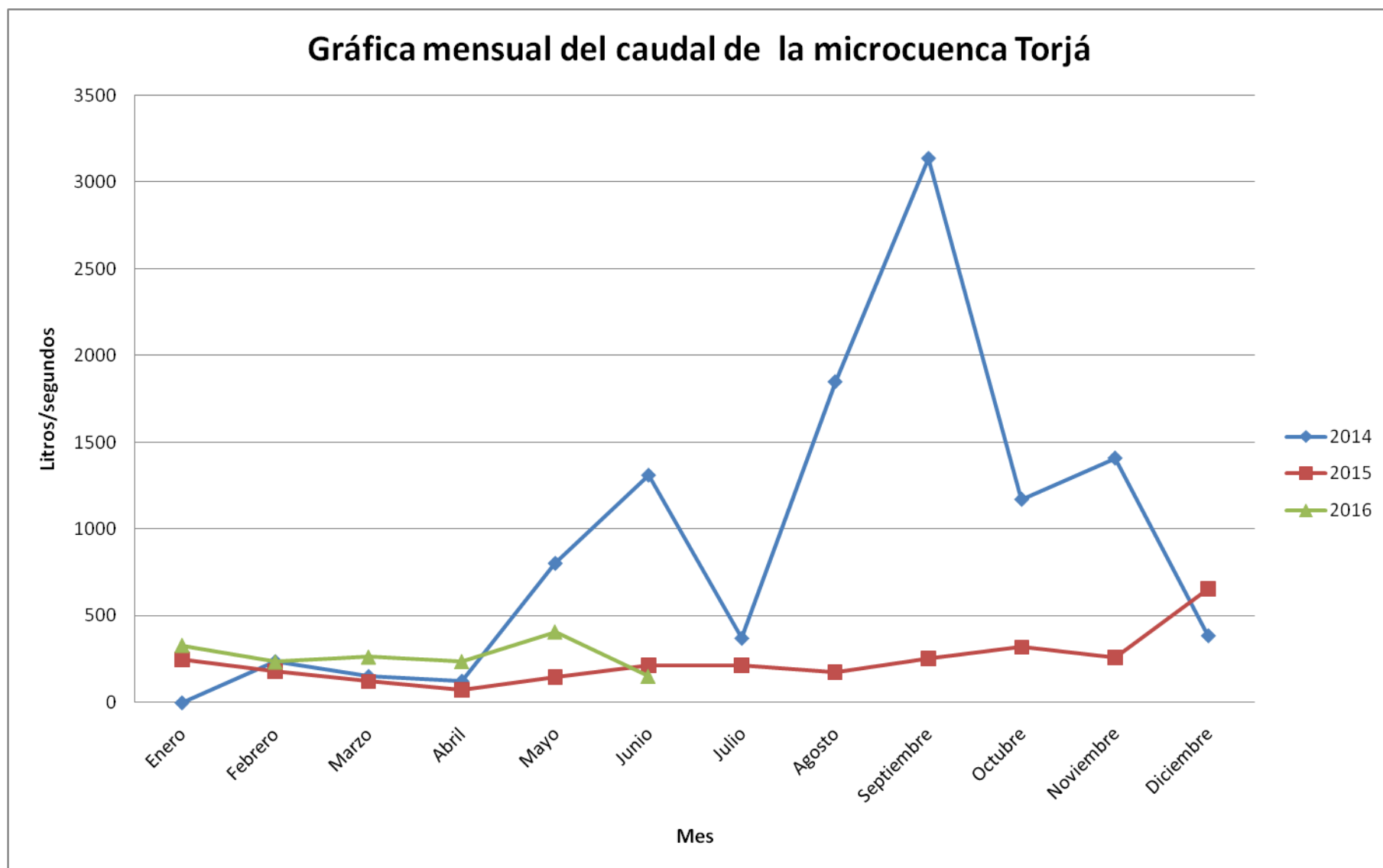


Figura 7: Gráfica mensual de caudal de la microcuenca Carcaj.

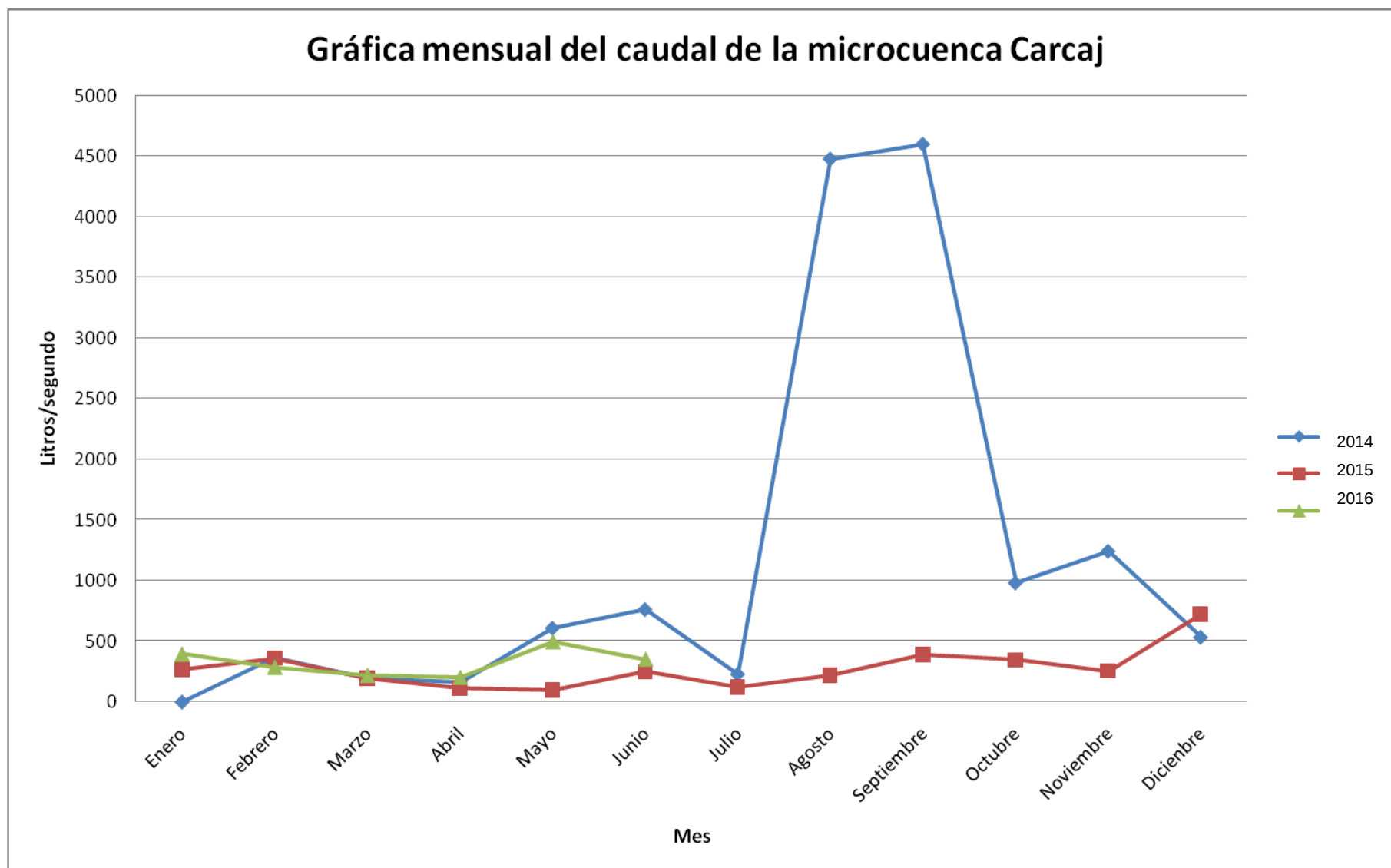




Figura 8: Entrega de bolsa para vivero forestal comunal a la aldea Los Encuentros.



Figura 9: Recolección de semillas de Madre Cacao para viveros forestales.



Figura 10: Capacitación a técnicos de la UGAM sobre legislación ambiental vigente en Guatemala.



Figura 11: Material de apoyo brindado a técnico por municipalidad y otro para la oficina de la Mancomunidad.

Anexo 10: Realización de actividades no planificadas.



Figura 1: Visita de campo para realización de inventario forestal.



Figura 2: Capacitación para la realización de inventarios forestales.



Figura 3: Aparato utilizado para la obtención de datos de la estación meteorológica.



Figura 4: Mantenimiento preventivo a estación meteorológica ubicada en Tuticopote, Olopa.



Figura 5: Apoyo en la siembra de la especie forestal Madre Cacao en la comunidad de Chantiago, Camotán.



Figura 6: Plantas de 15 días de moringa del vivero ubicado en la comunidad de Chantiago.



Figura 7: Apoyo en monitoreo de calidad del agua de la microcuenca Carcaj.

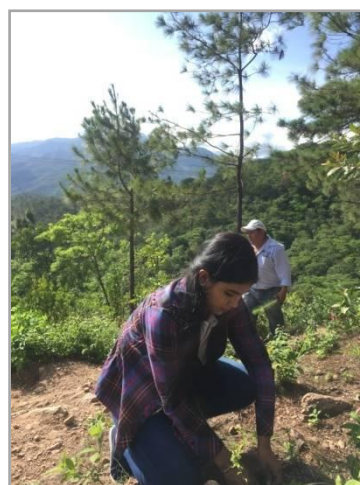


Figura 8: Apoyo en la reforestación realizada en Pashapa, Camotán.

APENDICE

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

PROYECTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

**INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES EN LA ALDEA LA CEIBA, CHANCÓ,
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA, 2016.**

LINDA MARÍA VALDÉS CERVANTES

GUATEMALA, CHIQUMULA, SEPTIEMBRE DE 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

PROYECTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

**INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES EN LA ALDEA LA CEIBA, CHANCÓ,
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA, 2016.**

LINDA MARÍA VALDÉS CERVANTES

GUATEMALA, CHIQUMULA, SEPTIEMBRE DE 2016



Contenido	INDICE	Página
INTRODUCCIÓN		60
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA		61
2.1. Definición del problema		61
2.2. Justificación		62
2.3. Objetivos		63
3. MARCO LÓGICO		64
4. ESTUDIO DE MERCADO		66
4.1. Introducción		66
4.2. Antecedentes		67
4.3. Objetivo		68
4.4. Desarrollo del Estudio		68
4.5. Área de mercado		73
4.6. Conclusiones		74
5. ESTUDIO TÉCNICO		75
5.1. Introducción		75
5.2. Tamaño del proyecto		76
5.3. Localización del proyecto		77
5.4. Ingeniería del proyecto		78
5.5. Costo del proyecto		82
6. EVALUACIÓN FINANCIERA		84
6.1. Evaluación financiera de biodigestores pre-fabricados		84
6.2. Costos de venta:		91
6.3. Resultados de la evaluación económica		91

7. EVALUACIÓN SOCIAL	93
7.1. Impacto sobre la economía	93
8. EVALUACIÓN AMBIENTAL	95
8.1. Análisis Ambiental del proyecto	95
BIBLIOGRAFIA	101

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país rico en biodiversidad y su suelo es netamente forestal, pero en los últimos años esto se ha visto afectado debido a la expansión de la ganadería y agricultura, talando cientos de hectáreas de bosque al año. La ganadería trae como consecuencia el aumento de metano en la atmósfera, el cual es un gas de efecto invernadero y causante del cambio climático que estamos viviendo hoy en día.

El municipio de San Juan Ermita, perteneciente al departamento de Chiquimula, lugar en donde se ha venido concentrando trabajos de ganadería provocando que se dé el aumento de purines de animales como bovinos, vacuno o avícolas, mismos que permanecen a la intemperie sin tratamiento alguno volviéndose un foco de contaminación, que genera enfermedades a la población e impactos ambientales negativos que afectan al ecosistema del lugar.

La implementación y uso de biodigestores en la aldea La Ceiba, Chancó trae consigo varios beneficios económicos a la población ya que se puede obtener varios usos: produce gas metano el cual puede ser utilizado para la cocción de alimentos y contribuyendo a la disminución de la tala de árboles para la obtención de leña.

Por medio del proceso anaeróbico se logra la obtención de subproductos mismos que pueden ser utilizados por el productor o comercializado para generar más ingresos al hogar. El residuo orgánico que se descarga en el biodigestor se obtiene un lodo-liquido fluido que tiene excelentes características para ser usado como fertilizante, el cual puede competir con fertilizantes químicos permitiendo un ahorro en la compra de estos para la aplicación. El foliar y bioabono que se obtiene no emana olores desagradables como el estiércol fresco y puede ser aplicado directamente a los cultivos.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Definición del problema

Las familias del caserío la Ceiba utilizan principalmente leña para la cocción de sus alimentos, provocando una presión constante sobre el bosque del área en estudio. La tala de árboles trae consigo la disminución de la cobertura que protege el suelo de la erosión, pérdida del hábitat de fauna y diversidad vegetal, entre otros efectos. Otro factor a considerar es que familiar del caserío poseen ganado vacuno y no manejan adecuadamente los estiércoles, desperdiciándose con el riesgo de contaminar los mantos acuíferos. Los biodigestores pueden ser una buena alternativa para el manejo adecuado de los estiércoles.

Los biodigestores contribuyen a la sanidad de un lugar por el manejo adecuado que se le da a la materia orgánica, contribuyendo a disminuir la tasa de enfermedades que se dan debido a los dispersos focos de contaminación que se dan en este lugar, se logra la obtención de abono orgánico que puede ser utilizado como fertilizante, también disminuye la cantidad de metano producido a la atmosfera y que contribuye al calentamiento global.

Los biodigestores al ser un recinto totalmente cerrado producen reacciones anaeróbicas importantes para la degradación de materia orgánica debido a los microorganismos bacterianos. Durante este proceso se obtiene metano, y el tiempo requerido para la obtención de biogás dependerá de las dimensiones del casero. Las ventajas que se tienen de contar con biodigestores es que al depositar los residuos en un deposito hermético se logra controlar los malos olores que produce el estiércol de los animales bovinos, se logra disminuir la contaminación que se produce por la infiltración el suelo y llega afectar el manto freático, siendo una fuente de contagio que puede causar enfermedades gastrointestinales y en la piel, así mismo disminuye la probabilidad de plagas.

2.2. Justificación

En los últimos años se ha visto una disminución considerable de bosque en Guatemala siendo uno de los principales causantes de este problema la tala inmoderada de árboles, esto se debe a que en nuestro país aún se encuentra muy arraigado el uso de leña para la utilización de cocción de los alimentos, esto se da principalmente en las áreas rurales.

Considerando la pérdida de masa forestal en Guatemala se debe de tomar en cuenta también el incremento de la frontera ganadera, que va causando estragos en nuestros suelos y atmosfera. La mayor fuente de producción de metano se encuentra en los purines de animales bovinos, este es un gas que se queda atrapado dentro de la atmosfera y contribuye al efecto invernadero que estamos viviendo.

El metano es un gas que puede ser aprovechado para la generación de biogás, es por ello que la comunidad de La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita fue seleccionada por poseer varias de los aspectos a tomar en cuenta para la realización de un proyecto de biodigestores. En esta aldea se encuentran familias que aún utilizan leña en la cocina (cocción de alimentos), lo cual afecta en la salud de las amas de casa, quienes son las encargadas de cocinar e ingieren el humo y de igual forma afecta en lo ambiental por la tala de árboles.

Las familias mantienen un gasto constante consumo de leña que utilizan en la cocción de sus alimentos, generando un incremento de Dióxido de Carbono (CO_2) en la atmosfera y afectando la salud de las personas. Al realizar el biodigestor se estaría disminuyendo el gasto en leña a 15 familias y al mismo tiempo generarán ingresos extras por la comercialización de los subproductos (biosol y biol) generados, contribuyendo a la economía familiar y al bienestar ambiental del entorno.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General:

Aprovechar el estiércol bovino producido en los hogares del caserío la Ceiba, aldea Chancó del municipio de San Juan Ermita, con fines energéticos y fertilizante, para la reducción del impacto ambiental causado por la tala inmoderada.

2.3.2. Objetivos Específicos:

- Disminuir el consumo de leña domiciliar mediante el establecimiento de biodigestores artesanales en el caserío La Ceiba.
- Producir abono orgánico sólido y foliar para la utilización en los cultivos de los beneficiados para disminuir los gastos en fertilizantes químicos.
- Concientizar a los beneficiarios del proyecto sobre las ventajas del uso de biodigestores, mediante capacitaciones grupales.

3. MARCO LÓGICO

Cuadro 1. Marco lógico para la implementación de biodigestores para reducción del consumo energético en el caserío La Ceiba de la aldea Chancó en el municipio de San Juan Ermita.

OBJETIVO GENERAL	Aprovechar el estiércol bovino producidos en los hogares del caserío la Ceiba, aldea Chancó del municipio de San Juan Ermita, con fines energéticos y abonos, para la reducción del impacto ambiental causado por energía fósil.		
DESCRIPCIÓN OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Disminuir el consumo de leña domiciliar mediante el establecimiento de biodigestores artesanales en el caserío La Ceiba.	- Consumo de leña en m³ /familia/mes - Biogás generado por los biodigestores.	- Ficha técnica de recolección de datos Sobre consumo de leña. -Cantidad de abastecimiento de biogás.	Involucramiento de las personas del lugar antes mencionado para la protección de áreas boscosas.
Producir abono orgánico sólido y foliar para la utilización en los cultivos de los beneficiados para disminuir los gastos en fertilizantes químicos.	- Cantidad de abono y foliar generado al mes.	-Cantidad de abono orgánico producido mensualmente. - Cantidad de ingreso económico de la comercialización de abono y foliar.	Fortalecimiento en el uso de abonos y foliares orgánicos que contribuyan a la disminución de la contaminación.

Concientizar a los beneficiarios del proyecto sobre las ventajas del uso de biodigestores, mediante capacitaciones grupales.	- Cantidad de familias utilizando el biodigestor después de seis meses de implementación	- Cantidad de aceptación (beneficiarios) de los biodigestores en la comunidad.	Disminución del consumo de leña para la cocción de alimentos y la reducción de problemas respiratorios causados por el humo.
PRODUCTOS	-Implementación de biodigestores para la producción de biogás. - Capacitación a familias beneficiarias para su concientización acerca de la bondades de los biodigestores -Abonos orgánicos para el uso familiar y comercialización de excedentes.		
	- Construcción de tanque de almacenamiento de efluente.		
INSUMOS	- Recurso humano: Técnicos y beneficiarios. - Recurso físico: Biodigestor pre-fabricado, llave de paso, tubos PVC y pegamento para PVC.		

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.1. Introducción

La importancia de la realización de un estudio de mercado es que a partir de él se podrá determinar si es conveniente o no la inversión en el proyecto que se tiene planificado llevar a cabo, ya que acá se analiza la oferta y demanda del producto y subproductos que se obtendrán.

Para realizar este estudio se debió recopilar información sobre el proyecto de implementación de biodigestores para la reducción de consumo de leña en el caserío La Ceiba de la aldea Chancó, municipio de San Juan Ermita, con la acumulación de datos que se logró reunir y los cuales son de importancia que sean analizados para tener conocimiento de los pobladores, mercado y competidores hacia las cuales se va a tratar durante la implementación y seguimiento del proyecto.

A partir de los datos que se obtuvieron con la realización de una encuesta se determinó si el proyecto tendrá aceptación en la población del caserío determinándose a base de la oferta y la demanda.

4.2. Antecedentes

Uno de los primeros proyectos a gran escala que se construyo de biodigestores fue en una extractora de aceite de palma africana, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Tecún Umán, departamento de San Marcos, la construcción se realizo en el año 2009 para aprovechar el biogás en la generación de energía eléctrica y abastecer a plantaciones aledañas de banano, con la finalidad de contribuir a la reducción de uso de motores diésel.

Los principales lugares que cuentan con biodigestores para el aprovechamiento de sus productos y subproductos son las granja avícolas, bovinas y porcinas de Guatemala las cuales han implementado este sistema para darle tratamiento a las aguas residuales generadas en este caso por los animales.

Esta tecnología es amigable con el ambiente, porque se la da una descomposición controlada a los desechos orgánicos, es totalmente rentable y a la logrado independencia energética, ya que se aprovecha la generación del metano que se da por la descomposición anaeróbica, también se aprovecha el bio y biosol, los cuales son abonos orgánicos.

Según datos Bate, M. 2013; existen aproximadamente 50 biodigestores que actualmente operan en las áreas rurales utilizando desechos animales y humanos, los cuales se han enfocado en la generación de biogás como alternativa para cocinar, calefacción y usos domésticos, los desechos que no se convierten en gas son utilizados como fertilizantes, esto también ha ayudado a que en el sector rural se evite cocinar con leña.

4.3. Objetivo

Analizar las variables de mercado productos, demanda, oferta, precios para definir el impacto del proyecto en el mercado meta.

4.4. Desarrollo del Estudio

4.4.1. Características principales del producto:

- a. **Biogás:** El principal producto que se logra obtener a base de la utilización de biodigestores en el caserío La Ceiba, se el biogás. Este se obtiene de llevar los desechos orgánicos a condiciones anaeróbicas, esto quiere decir sin oxígeno, principalmente en tanques cerrados. Esto le permite a los pobladores disminuir los costos que repercuten la economía de los pobladores, por la compra de leña.

El biogás puede ser utilizado en la casa para cocinar o para preparar alimentos, con esto logrará un ahorro significativo de dinero. La cantidad de biogás obtenido dependerá en gran parte del tamaño del biodigestor y de la cantidad de desechos utilizados para la producción del mismo.

Los elementos del biogás va depender mucho de la composición de la biomasa utilizada, pero sus principales componentes, ordenados de mayor a menor presencia son:

- Metano (CH_4)
- Dióxido de carbono (CO_2)
- Nitrógeno (N_2)
- Sulfuro de Hidrógeno (S_2O).

Se obtendrá gas el cual podrá ser utilizado en sustitución de la leña, obtenido un ahorro en la compra de leña. El beneficio que se obtendrá no solo será en lo económico sino también en lo ambiental, debido a que se

disminuye la corta de árboles para la utilización de la leña en la casa o para obtención de ingreso económicos extras por la venta.

4.4.2. Subproductos

- a. **Biol:** De los subproductos que se pueden obtener de la biodigestión está el Biol, el cual es un fitoestimulante el cual debido a la composición orgánica es rica en fitohormonas que son las promotoras activas que estimulan el desarrollo, el aumento y fortalecimiento de la base radicular, el follaje, la floración, entre otras cosas lo cual se traduce aumentos significativos de las cosechas a bajos costos.
- b. **Biosol:** Otro de los subproductos obtenidos es un fertilizante orgánico de liberación lenta que es conocido como Biosol, este actúa de una forma en que los nutrientes se irán fijando a la sustancia orgánica y puestos a disposición de las plantas por los organismos del suelo, sin sufrir de estrés de nitrato en el agua subterránea.

4.4.3. Análisis de la demanda

- a. **Demanda de los biodigestores en el caserío La Ceiba:** Según el análisis de la demanda realizado en la comunidad de La Ceiba, Chancó del municipio de San Juan Ermita, se estima que al menos las 24 familias que conforman la aldea presentan la necesidad de poseer un biodigestor en su casa o terrenos, con la finalidad de aprovechar los productos y subproductos derivados del proceso anaeróbico que realiza, estimando un descenso en los gastos económicos de esas familias.

Los biodigestores que se pretenden implementar en la aldea La Ceiba, tendrán como propósito la utilización de gas de una forma ecológica, ya que se reducirá la emisión a la atmosfera de metano y se disminuyen los gastos económicos en la compra de gas propano o leña en el hogar.

Para efecto de este estudio se tomaron como referencia las siguientes variables: población e inflación, las cuales fueron analizadas debido a la incidencia en el consumo que puede darse al sufrir cualquier variación de las mismas, por lo tanto la variable inflación repercute en la pérdida de valor de la moneda esto hace que la demanda disminuya. Para efecto de análisis se tomó a la población como variable más influyente en la demanda, debido a la variación demográfica de los pobladores del área rural y el área urbana.

En Guatemala una familia promedio del área rural consumiría 200 gr. por día de gas envasado y se tiene estimado que 150 litros de biogás es lo equivalente a 75 grs. Lo cual representa cerca del 40% de gramos requeridos por día en cada familia (110 grs/200 grs.de consumo diario). Un biodigestor no solo representa el paliativo uso del gas convencional, sino también aportará beneficios de enriquecimiento al suelo, puesto que los desechos se pueden utilizar en las cosechas.

El precio de un cilindro de gas de 35 libras es de aproximadamente Q125.00 siendo lo equivalente a un gasto anual de Q1,500.00, este sería el gasto que tendrían por familia aproximadamente si utilizarán gas para la cocción de alimentos.

- b. Demanda de los subproductos:** Las organización entre los pobladores de la comunidad pudieran comercializar los subproductos que el biodigestor generará como lo es el biol y biosol, esto con la finalidad de aumentar el ingreso económico en el hogar o bien lo pudieran utilizar para beneficio propio en sus cosechas.

Las personas hoy en día están tomando conciencia de los daños que causan los fitosanitarios, aumentando la demanda de productos biológicos producidos bajo estándares de calidad.

4.4.4. Análisis de la oferta

La cantidad de biogás que se genere dependerá de la cantidad y calidad de las excretas que se depositen. Una vaca e 1000 lb. genera alrededor de 6kg al día de estiércol.

La composición de los purines bovinos está dividida en 80% líquida y el 20% de materia sólida, la cual el nitrógeno se encuentra repartido de la siguiente manera: estiércol (20%), orina (60%) y materia vegetal (20%). (Magdalena Rosales, 2011)

Para determinar la cantidad de excretas que se tendrá disponible para ser depositadas en los biodigestores se realizo el siguiente cuadro, en base a la cantidad de vacas con las que se estima hay en la comunidad, como la cantidad de excretas promedio. Es importante determinar la cantidad de material sólido y líquido que se generará a raíz de su descomposición.

Cuadro 2. Determinación de purines y biogás generado.

Análisis de la oferta							
	Cantidad	Excretas generadas / vaca (kg)	Excretas totales diarias (lb)	Excretas totales anuales (lb)	Material sólido anual	Material líquido anual	Biogás producido (m3/vaca)
Vacas	105	6 kg	1,386	498,960	99,792	399,168	0.02-0.03

Fuente: Propia, 2016.

a. Oferta de Subproductos:

La cantidad de biol producido al año será de 99,792 lb, del cual la población se quedaría con el 80% (79,833.60) para uso propio, la cantidad restante se comercializará a Q15.00 el quintal, esto se hará para la obtención de ingresos y hacer que el proyecto sea sustentable en el tiempo. También se obtendrá biosol, del cual la población solo podrá aprovechar el 10% del total producido para la venta, debido a que el otro 90% se pierde en durante el proceso de generación de biogás. El precio al cual se venderá el biosol será de Q10.00 el litro.

b. Oferta de biogás:

Así mismo, se pudo constatar que en la comunidad de La Ceiba no existen biodigestores para la producción de biogás, biol y biosol, esto da pauta a que el proyecto a instalarse sea una fuente importante para las familias beneficiarias del proyecto ya que tendrán el producto tanto para disposición propia con la finalidad de contrarrestar carencias presentes como uso de biogás y para fines comerciales ofreciendo al mercado local un producto como lo es el foliar y abono orgánico de buena calidad y libreado.

La cantidad de biogás que se genera depende de la alimentación de las vacas, en este caso son alimentadas principalmente con zacate, mientras las heces sean más líquidas menos productivas serán. La cantidad de biogás que se estaría produciendo en La Ceiba será de 2.1m^3 (2,100 lts.) diarios, haciendo un total de 63 m^3 (63,000 lts) al mes y al año 756 m^3 (756,000), el cual será utilizado en su totalidad por la población para la cocción de alimentos.

En Guatemala una familia promedio del área rural consumiría 200 gr. por día de gas envasado al mes y se tiene estimado que 150 litros de biogás es lo equivalente a 75 grs. Un biodigestor no solo representa el paliativo uso del gas convencional, sino también aportará beneficios de enriquecimiento al suelo, puesto que los desechos se puede utilizar en las cosechas.

4.4.5. Análisis de los precios

El precio de venta promedio se ha establecido de acuerdo a la investigación elaborada respecto a los precios que se manejan en el mercado. Luego de haber realizado la investigación preliminar, se pudo establecer que el proyecto ofrecerá los siguientes precios:

Biol: Q15.00 el quintal

Biosol: Q10.00 el litro.

Estos precios pueden variar de acuerdo a la demanda que se presente y a la oferta que se tenga en ese momento, también se debe tomar en cuenta la distancia que se tiene de la comunidad a la cabecera municipal (9 km) por el gasto de transporte.

4.5. Área de mercado

4.5.1. Población en referencia y población objetivo

La comunidad en donde se ejecutará el proyecto posee una población de 182 habitantes, haciendo un total de 24 familias, sin embargo a través de un sondeo de mercado se ha establecido que los clientes potenciales corresponden en su mayoría a comercios del área urbana concernientes a 17 tiendas y 2 agroservicios. Lo que constituye básicamente a ingresos permanentes para cada una de las familias productoras, con el mantenimiento óptimo del proyecto.

4.5.2. Canales de comercialización

La distribución de estos productos ha empezado a resultar de gran interés para la población en general, cada vez más se registra mayor aceptación a productos amigables con el ambiente.

Acá se deberán considerar todas las acciones necesarias para el traslado del producto en el caso del biol y biosol desde el hogar productor hasta la disposición de los negocios del sector urbano del municipio de San Juan Ermita.

Para lograr una comercialización exitosa se deberá priorizar a los clientes estratégicos, es decir negocios que más productos requieran. Para lo cual se deberá de tomar en cuenta lo siguiente:

- Condiciones generales de la compra: cuánto tiempo, lugar y modo de entrega.
- Relación de precios de acuerdo a la cantidad solicitada.
- Optimización en la entrega del producto.

4.6. Conclusiones

- El análisis de precio y oferta contribuye a saber la rentabilidad que pueda tener el proyecto y la aceptación de la población ante la disponibilidad de adquirir el producto a un precio establecido resultado del análisis realizado.
- Tener determinado la cantidad de demanda que tiene el producto, a través de saber la disponibilidad que se tiene de materia orgánica para la descomposición anaeróbica en los biodigestores.

5. ESTUDIO TÉCNICO

5.1. Introducción

La segunda etapa de la elaboración de un anteproyecto está conformada por el estudio técnico, en el cual se contempla los distintos aspectos técnicos operativos que se encuentren relacionados con el funcionamiento y operatividad del proyecto el cual se quiere realizar en la comunidad de La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita, con el propósito de contribuir a la disminución de tala de bosques y ahorro económico.

Existen ciertos aspectos que se deben de considerar en la realización de este estudio entre ellos se encuentra: tamaño del proyecto, localización y el proceso de producción que se empleará, así mismo se deberá de tomar en cuenta los costos al inicio del proyecto. Se debe tomar en cuenta la realización de un cronograma para lograr la administración adecuada el tiempo.

Todo estudio técnico posee el principal objetivo de demostrar que el proyecto posee una viabilidad técnica necesaria, la cual deberá justificar la alternativa técnica que deberá tener la mejor adaptación a los criterios de optimización.

5.2. Tamaño del proyecto

El tamaño de la oferta deberá de ser proporcional al promedio que una familia del área rural desecha de residuos orgánicos y puede ser utilizados para la obtención de energía o abono. Para el estudio de mercado se deberá de tomar en consideración la cantidad de animales y los purines que se obtienen por día, así mismo se debe de tener en cuenta la cantidad de hojarasca.

El proyecto se debe de acomodar a las necesidades que posee la población de La Ceiba. El biodigestor tendrá la finalidad de beneficiar a 24 familias de la comunidad, en cual verán una reducción en gastos de compra de leña y tendrán nuevos ingresos por las ventas de abono y foliar orgánico, que se obtienen como subproductos.

Tomando en cuenta la necesidad que se tendrá de la utilización de biogás para utilizarse en cocción, al igual que la necesidad de biol como fertilizante foliar. Por otra parte se debe de tener presente las necesidades medioambientales, como problema ambiental a solucionar y el límite de materia prima que se puede presentar para tratar diariamente, debido a esto en la siguiente tabla se realiza un cálculo de estiércol:

Cuadro 3: Estiércol disponible por animal

Tipo De Desecho o estiércol	Cantidad Disponible (Kg / Día)	Tasa De Producción De biogás (M ³ / Día)
Bufalo	10-15	0.50-0.75
Vaca Cebú	8-10	0.25-0.40
Ternero		0.15-0.25
Cerdo	25	.05-0.1
Gallinas		0.02-0.04
Oveja o cabra		0.02-0.04
Usuario de Letrina	1	0.02-0.03

Fuente: Juan Pablo Silva

Se debe de considerar que esto se trata de un promedio de la cantidad de kilogramos producción. En este caso la utilización de excretas será únicamente

bovinas, para saber la cantidad de excretas producidas es importante considerar la alimentación de las vacas, la cual es principalmente con zacate.

5.3. Localización del proyecto

La ubicación del proyecto será en el caserío La Ceiba de la aldea Chancó perteneciente al municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula, se encuentra a una distancia de la cabecera municipal de 9 km y a 1057 msnm, su clima por lo general es cálido durante el año. Para poder llegar al caserío desde Chiquimula, se dirige por la carretera de la ruta CA-11 que va hacia las ruinas de Copán, luego se cruza a la altura del camino que conduce a aldea Veguitas (Get a Map, 2016).

Según Ardón, C. 2008, la aldea tiene un área de 23.14 km² y limita al norte con la aldea Ticanlú, con el cerro de Zarzal del municipio de San Juan Ermita, con la carretera de terracería que conduce al municipio de Olopa, con el caserío el Jocotal y la aldea de Santa Elena; al Sur con el caserío el Común del municipio de Quezaltepeque, con el cerro de las Cuevas y con el caserío el Cimarrón; al Este limita con el caserío los Achiotes y al Oeste con la aldea la Majada correspondientes al municipio de San Jacinto.

En la vivienda de las 24 familias beneficiadas con el proyecto decidirán la ubicación del biodigestor en la vivienda tomando en cuenta las recomendaciones que se les dará, para que no hayan factores que afecten o alteren el proceso anaeróbico realizado en la descomposición de la materia orgánica.

También se destinará un lugar para almacenar el biól y biosol, ya sea para mantenerla almacenada o para el llenado en bolsas para la comercialización de estos subproductos.

5.4. Ingeniería del proyecto

5.4.1. Diseño del biodigestor

Para la realización del biodigestor se debe de tomar en cuenta varios aspectos para lograr el éxito del proyecto y alargar la vida útil del sistema.

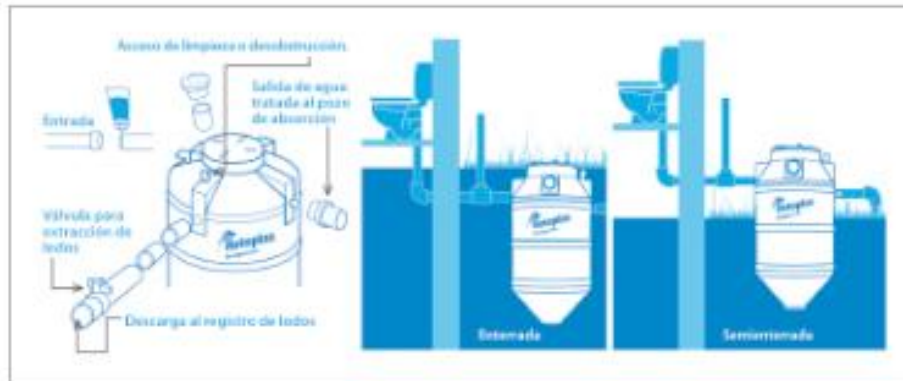
Para la colocación de los biodigestores se debe realizar una excavación de 2.61 metros de profundidad y un diámetro de 3 metros. Cuando se vayan a colocar los biodigestores se debe de verificar que haya un espacio de aproximadamente de 20 cm. entre el biodigestor y la pared de la excavación. Se debe de realizar una base de cemento en el agujero hecho para cada biodigestor, esto es para que tenga mayor seguridad de soporte.

Para rellenar la excavación fuera de los biodigestores debemos de ir agregando capas de 30 cm de espesor de la misma tierra que se extrajo mezclado con cemento e ir aplanando manualmente, luego se llena con 30 cm de agua el biodigestor. Repetir esta operación hasta que el biodigestor quede cubierto completamente.

Los biodigestores deben de encontrarse a una distancia considerable de aproximadamente 5 metros de distancia de las viviendas y a 60 metros de distancia de cuerpos de agua utilizados como fuente de abastecimiento.

Las familias beneficiadas deberán de participar en la construcción para comprender el uso, funcionamiento y riesgos conlleva con la finalidad que los beneficiarios sepan posean la capacidad de manejarlo de manera adecuada e independientes como familia y comunidad.

Figura 1: Instalación de rotoplas.



Fuente: Rotoplas, 2013.

El lugar en donde se instalen los biodigestores se deberá de construir una galera para resguardar de lluvias, polvoreadas o alguna condición climática desfavorable para el sistema, ya que podría causarle daño alguno en su estructura interrumpiendo su debido funcionamiento. Esta galera puede ser de cualquier material accesible a los pobladores, por ejemplo: lámina o palmas.

El sistema consiste en tres biodigestores prefabricados de la marca Rotoplast con capacidad de 7,000 litros, pudiendo abastecer aproximadamente a 60 personas cada uno.

Para realizar la instalación hídrica de cada uno de los biodigestores se deberá comenzar por ensamblar la tubería de PVC de entrada y salida y luego sellar con pegamento para PVC los puntos de unión de las interconexiones, las partes roscadas solo llevarán cinta teflón. A continuación se deberá de ensamblar la válvula para la extracción de lodos y se deberá de sella igual con pegamento PVC. Por último se debe asegurar que la válvula de lodos se encuentre cerrada y que la tubería este debidamente apoyada y fija en el piso.

El agua entra por el tubo #1 hasta el fondo, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y pasa por el filtro #2, donde los microorganismos adheridos al material filtrante retienen otra parte de la contaminación. El agua

tratada sale por el tubo #3 y se descarga en un pozo de absorción en el suelo. (Ver figura 2).

Figura 2. Diseño de biodigestor.



Fuente: Rotoplast, 2013.

5.4.2. Tecnología para la construcción del biodigestor

La tecnología escogida para la realización de este proyecto fue seleccionada de acuerdo a distintos parámetros de acuerdo a la necesidad y también se debe de tener en cuenta los costos de la implementación de los biodigestores.

Tomando en consideración varios aspectos socio-ambientales se deberá determinar si la tecnología cumple con estos parámetros a tratar, ya que se considera que un biodigestor trae consigo más ventajas que desventajas. Para la salud humana es recomendable la realización de este tipo de generador de energía debido a que se le da un tratamiento adecuado a los desechos orgánicos, logrando producir a través de ellos nuevos ingresos al hogar.

La digestión de los microorganismos se dará por medio de la digestión anaeróbica la cual consiste en un proceso biológico en el cual la materia orgánica se

descompone a estado gaseoso, convirtiéndolo en biogás. Esto sucede con ayuda de bacterias específicas que ayudan a la descomposición. También es conocido como una digestión sin oxígeno.

Si este proceso biológico se da de una manera controlada puede llegar a contribuir al ambiente debido a que es idóneo para la reducción de gases de efectos invernadero, se puede lograr aprovechar el contenido energético que tienen los residuos y obtener como subproducto bioabono sólido y líquido.

Antes de colocar los desechos en el biodigestor se debe de tomar en cuenta distintos aspectos para que se dé el debido funcionamiento y se pueda producir un biol y biosol de calidad , así mismo generar una fuente de energía de calidad para el abastecimiento de las necesidades básicas que pueda demandar la población. Entre los aspectos a tomar que se deberán de tomar en cuenta se puede mencionar:

a. Temperatura: La temperatura es un factor de importancia en la operación ya que deberá ser necesario contar con la temperatura del influente, debido a que se encuentra ligado con el tiempo de retención que deberá ser el adecuado a la residencia del influente en el biodigestor. Las reacciones que se establecen para el mantenimiento de la operación están clasificados en: mesofílicos y termofílicos y los rangos de temperatura deben de estar entre los 25-45°C y los 45-65°C, respectivamente.

b. pH: Para lograr obtener un rendimiento de metano (CH_4) adecuado en el proceso para la obtención de biogás se deberá de mantener el pH en un rango entre 6.5 y 7.5, dentro de la escala de 1 a 14. Esto se debe que ha no encontrarse en un intervalo óptimo se limitara rutas metabólicas microbiológicas que se dan en el sistema durante la degradación anaeróbica.

- c. Tiempo de retención:** Es el tiempo en el que deberá de permanecer el sustrato dentro del biodigestor, en el cual deberá de alcanzar el 60% de destrucción de los sólidos. Esto se encuentra influenciado por varios aspectos como carga orgánica, temperatura del influente y del medio ambiente.
- d. Porcentaje de sólidos:** Las cantidades de materia orgánica presente en un biodigestor estará definido por el tamaño del biodigestor y la estimación de DBO, DQO y sustrato se hará únicamente con la materia prima disponible.
- e. Agitación:** Para lograr transferir la cantidad de energía al sistema se debe mantener homogenizado la mezcla para conservar concentraciones medias bajas de los inhibidores.
- f. Relación Carbono-Nitrógeno (C:N):** La relación Carbono (C) - Nitrógeno (N) que representa un parámetro fundamental en el desarrollo de la digestión anaeróbica. Esto se debe a que la fluctuación en el rango establecido de la concentración de la composición de influente inhibirá en el proceso.

5.5. Costo del proyecto

El costo que tendrá cada biodigestor es de Q39,500.00 , pero todo dependerá del lugar en donde se desee instalar, también tiene relación el tamaño del biodigestor, en este caso serán pre-fabricados de la marca rotoplast con una capacidad de 7,000 lts., beneficiando a 60 personas por biodigestor en el área rural. La implementación de este tipo de biodigestores se hace con el propósito de disminuir la cantidad de recursos utilizados para la generación de energía y volver al proyecto auto-sostenible en el futuro para que continúe con la generación de biogás.

Estos costos se encuentran basados de acuerdo en promedios obtenidos con los centros ferreteros del municipio en los cuales las personas pueden obtener los materiales fácilmente y para que los costos no suban, estos centros deberán de encontrarse en zonas cercanas a la comunidad en donde se elaborará el proyecto.

6. EVALUACIÓN FINANCIERA

En esta evaluación se intenta identificar, valorar y comparar entre sí todos los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyectos con la finalidad de coadyuvar a decidir lo más conveniente.

Siendo la evaluación financiera exclusiva para proyectos privados se debe de juzgar el grado de rentabilidad financiera y juzgar el flujo de fondos que se irán generando. Es por ello que se debe enfocar al análisis del grado en que el proyecto cumple sus objetivos generando un retorno de los diferentes actores que van a participar en su ejecución o financiamiento, pero esta puede variar según la entidad interesada. Lo que principalmente se toma como criterio de selección es el valor presente neto (VPN) y la tasa de interna de retorno (TIR).

6.1. Evaluación financiera de biodigestores pre-fabricados

Para lograr determinar si este proyecto es rentable y sostenible a través del tiempo se debe de determinar varias variables que contribuyen a verificar el capital que se necesita para emprender el proyecto y se realiza una proyección de la vida útil del biodigestor.

6.1.1. Criterios de rentabilidad

a. Valor actual neto (VAN): Indica la rentabilidad o ganancias netas que genera el proyecto. La cual sería la diferencia entre la inversión que realizará el inversionista (K) y la inversión que será devuelta (R_j). Se dice que cuando el VAN de un proyecto es mayor a 0, se dice que el interés que fue elegido si resultará viable desde el punto de vista económico. La fórmula para calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = -K + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j}$$

b. Relación beneficio/costo: Medirá la coeficiente entre el VAN y la cifra de inversión (K). Indicará la ganancia que se generará por unidad monetaria que ha será invertida. A mayor Q más interesa la inversión.

$$Q = VAN/K$$

c. Plazo de recuperación: Será el número de años que va a transcurrir desde el inicio del proyecto hasta que este de los pagos actualizados, mientras menos tiempo transcurra en el tiempo de recuperación más interesante será su inversión.

d. Tasa interna de retorno (TIR): Para poder hacer que la inversión realizada sea rentable, este valor deberá ser mayor al interés de mercado. De este tipo de interés depende que el VAN sea nulo.

e. Ingresos: Se refiere a cualquier partida u operación que afecte los resultados de una empresa aumentando las utilidades o disminuyendo las pérdidas.

f. Costos de administración: Los costos de administración es la cantidad de dinero que se invierten para el funcionamiento del proyecto, tomando en cuenta desde la formulación del proyecto, como los salarios necesarios para la realización del mismo, entre los cuales podemos describir: Salarios para la construcción y mantenimiento de la, salarios del administrador del proyecto y promotor de la comunidad.

Cuadro 4: Costos de funcionamiento del biodigestores.

No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Total/año 0	Costo económico
1	Mano de obra				Q 4,000.00	Q 3,680.00
1.1	Construcción de instalaciones	Jornal/mes	4	Q 1,000.00	Q 4,000.00	Q 3,680.00
2	Funcionamiento				Q 12,000.00	Q 9,600.00
2.1	Asistencia técnica al mes	Técnico/mes	2	Q 6,000.00	Q 12,000.00	Q 9,600.00
3	Materialess				Q 119,094.00	Q 111,948.36
3.1	Biodigestores pre-fabricados marca Rotoplas con capacidad de 77,000 lts.	Unidad	3	Q 39,500.00	Q 118,500.00	Q 111,390.00
3.2	Llaves de paso PVC de 2"	Unidad	6	Q 75.00	Q 450.00	Q 423.00
3.3	Tubos PVC de 2"	Unidad	3	Q 48.00	Q 144.00	Q 135.36
4	Herramientas				Q 120.00	Q 115.20
4.1	Pegamento para PVC	Unidad	1	Q 120.00	Q 120.00	Q 115.20
5	Equipo				Q 168.00	Q 161.28
5.1	Guantes	Caja	1	Q 48.00	Q 48.00	Q 46.08
5.2	Balde de plástico	Unidad	3	Q 40.00	Q 120.00	Q 115.20
6	Administración				Q 3,000.00	Q 2,880.00
6.1	Viáticos por comisión	Técnico	1	Q 1,000.00	Q 1,000.00	Q 800.00
6.2	Administrador	Técnico	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00	Q 1,600.00
				TOTAL	Q 138,382.00	Q 128,384.84

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 5: Flujo de caja para los biodigestores.

		AÑOS									
No.	Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Mano de obra	Q 4,500.00									
1.1	Construcción de instalaciones	Q 4,500.00									
2	Funcionamiento del biodigestor		Q 12,000.00	Q 12,600.00	Q 13,230.00	Q 13,891.50	Q 14,586.08	Q 15,315.38	Q 16,081.15	Q 16,885.21	Q 17,729.47
2.1	Asistencia Técnica		Q 12,000.00	Q12,600.00	Q13,230.00	Q13,891.50	Q14,586.08	Q15,315.38	Q16,081.15	Q16,885.21	Q17,729.47
3	Materiales	Q 119,769.00									
3.1	Biodigestores pre-fabricados marca Rotoplass con capacidad de 77,000 lts.	Q 118,500.00									
3.2	Llaves de paso PVC de 2"	Q 450.00									
3.3	Bolsas de cemento	Q 675.00									
3.4	Tubos de PVC	Q 144.00									
4	Herramientas	Q 120.00									
4.1	Pegamento PVC	Q 120.00									
5	Equipo	Q 198.00									
5.1	Caja de guantes	Q 48.00									
5.2	Baldes de plástico	Q 150.00									
6	Costos de mantenimiento		Q 150.00	Q 159.00	Q 168.54	Q 178.65	Q 189.37	Q 200.73	Q 212.78	Q 225.54	Q 239.08

6.1	Libras de cal		Q 150.00	Q 159.00	Q 168.54	Q 178.65	Q 189.37	Q 200.73	Q 212.78	Q 225.54	Q 239.08
7	Costos componente de de administración	Q 4,200.00	Q 4,725.00	Q 4,961.25	Q 5,209.31	Q 5,469.78	Q 5,743.27	Q 6,030.43	Q 6,331.95	Q 6,648.55	Q 6,980.98
7.1	Viáticos por comisiones	Q 1,500.00	Q 1,575.00	Q 1,653.75	Q 1,736.44	Q 1,823.26	Q 1,914.42	Q 2,010.14	Q 2,110.65	Q 2,216.18	Q 2,326.99
7.2	Pago de administrador del proyecto	Q 3,000.00	Q 3,150.00	Q 3,307.50	Q 3,472.88	Q 3,646.52	Q 3,828.84	Q 4,020.29	Q 4,221.30	Q 4,432.37	Q 4,653.98
	COSTOS TOTALES	Q 128,787.00	Q 16,875.00	Q 17,720.25	Q 18,607.85	Q 19,539.93	Q 20,518.71	Q 21,546.54	Q 22,625.88	Q 23,759.30	Q 24,949.52
8	Ingresos por ventas		Q 42,910.56	Q 45,056.09	Q 47,308.89	Q 49,674.34	Q 52,158.05	Q 54,765.96	Q 57,504.25	Q 60,379.47	Q 63,398.44
8.1	Venta de abono		Q 2,993.76	Q 3,143.45	Q 3,300.62	Q 3,465.65	Q 3,638.93	Q 3,820.88	Q 4,011.92	Q 4,212.52	Q 4,423.15
8.2	Venta de foliar		Q 39,916.80	Q 41,912.64	Q 44,008.27	Q 46,208.69	Q 48,519.12	Q 50,945.08	Q 53,492.33	Q 56,166.95	Q 58,975.29
9	Utilidad bruta	Q (128,787.00)	Q 26,035.56	Q 27,335.84	Q 28,701.04	Q 30,134.41	Q 31,639.34	Q 33,219.41	Q 34,878.38	Q 36,620.17	Q 38,448.92
	ISR (31%)		Q 8,071.02	Q 8,474.11	Q 8,897.32	Q 9,341.67	Q 9,808.20	Q 10,298.02	Q 10,812.30	Q 11,352.25	Q 11,919.17
10	Utilidad neta		Q 17,964.54	Q 18,861.73	Q 19,803.72	Q 20,792.74	Q 21,831.14	Q 22,921.40	Q 24,066.08	Q 25,267.92	Q 26,529.76
	FLUJO DE EFECTIVO	Q (128,787.00)	Q 17,964.54	Q 18,861.73	Q 19,803.72	Q 20,792.74	Q 21,831.14	Q 22,921.40	Q 24,066.08	Q 25,267.92	Q 26,529.76
	Ingresos Totales descontados		Q 37,313.53	Q 34,068.88	Q 31,106.36	Q 28,401.46	Q 25,931.77	Q 23,676.83	Q 21,617.98	Q 19,738.15	Q 18,021.79
	Costos totales descontados		Q 14,673.91	Q 13,399.05	Q 12,234.97	Q 11,172.02	Q 10,201.43	Q 9,315.17	Q 8,505.91	Q 7,766.96	Q 7,092.21

AÑOS										
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Q 18,615.94	Q 19,546.74	Q 20,524.07	Q 21,550.28	Q 22,627.79	Q 23,759.18	Q 24,947.14	Q 26,194.50	Q 27,504.22	Q 28,879.43	Q 30,323.40
Q18,615.94	Q19,546.74	Q20,524.07	Q21,550.28	Q22,627.79	Q23,759.18	Q24,947.14	Q26,194.50	Q27,504.22	Q28,879.43	Q30,323.40
Q 253.42	Q 268.63	Q 284.74	Q 301.83	Q 319.94	Q 339.14	Q 359.48	Q 381.05	Q 403.92	Q 428.15	Q 453.84
Q 253.42	Q 268.63	Q 284.74	Q 301.83	Q 319.94	Q 339.14	Q 359.48	Q 381.05	Q 403.92	Q 428.15	Q 453.84
Q 7,330.03	Q 7,696.53	Q 8,081.35	Q 8,485.42	Q 8,909.69	Q 9,355.18	Q 9,822.94	Q 10,314.08	Q 10,829.79	Q 11,371.28	Q 11,939.84
Q 2,443.34	Q 2,565.51	Q 2,693.78	Q 2,828.47	Q 2,969.90	Q 3,118.39	Q 3,274.31	Q 3,438.03	Q 3,609.93	Q 3,790.43	Q 3,979.95
Q 4,886.68	Q 5,131.02	Q 5,387.57	Q 5,656.95	Q 5,939.79	Q 6,236.78	Q 6,548.62	Q 6,876.05	Q 7,219.86	Q 7,580.85	Q 7,959.89
Q 26,199.39	Q 27,511.89	Q 28,890.17	Q 30,337.53	Q 31,857.42	Q 33,453.49	Q 35,129.56	Q 36,889.63	Q 38,737.92	Q 40,678.86	Q 42,717.08

Q 66,568.36	Q 69,896.78	Q 73,391.62	Q 77,061.20	Q 80,914.26	Q 84,959.97	Q 89,207.97	Q 93,668.37	Q 98,351.79	Q 103,269.38	Q 108,432.85
Q 4,644.30	Q 4,876.52	Q 5,120.35	Q 5,376.36	Q 5,645.18	Q 5,927.44	Q 6,223.81	Q 6,535.00	Q 6,861.75	Q 7,204.84	Q 7,565.08
Q 61,924.06	Q 65,020.26	Q 68,271.27	Q 71,684.84	Q 75,269.08	Q 79,032.53	Q 82,984.16	Q 87,133.37	Q 91,490.04	Q 96,064.54	Q 100,867.77
Q 40,368.98	Q 42,384.89	Q 44,501.45	Q 46,723.67	Q 49,056.84	Q 51,506.48	Q 54,078.41	Q 56,778.74	Q 59,613.87	Q 62,590.52	Q 65,715.77
Q 12,514.38	Q 13,139.32	Q 13,795.45	Q 14,484.34	Q 15,207.62	Q 15,967.01	Q 16,764.31	Q 17,601.41	Q 18,480.30	Q 19,403.06	Q 20,371.89
Q 27,854.59	Q 29,245.57	Q 30,706.00	Q 32,239.34	Q 33,849.22	Q 35,539.47	Q 37,314.11	Q 39,177.33	Q 41,133.57	Q 43,187.46	Q 45,343.88
Q 27,854.59	Q 29,245.57	Q 30,706.00	Q 32,239.34	Q 33,849.22	Q 35,539.47	Q 37,314.11	Q 39,177.33	Q 41,133.57	Q 43,187.46	Q 45,343.88
Q 16,454.68	Q 15,023.84	Q 13,717.42	Q 12,524.60	Q 11,435.50	Q 10,441.11	Q 9,533.19	Q 8,704.22	Q 7,947.33	Q 7,256.26	Q 6,625.28
Q 6,476.09	Q 5,913.49	Q 5,399.78	Q 4,930.70	Q 4,502.37	Q 4,111.25	Q 3,754.11	Q 3,428.00	Q 3,130.22	Q 2,858.31	Q 2,610.03

Fuente: Elaboración propia, 2016.

6.2. Costos de venta:

Los costos de venta representa el ingreso que tendrán los beneficiarios por la venta de productos y subproductos, en estos ingresos no está tomado en cuenta el ahorro que se tendrá por la reducción de pago de energía eléctrica. La proyección fue hecha para ocho años que es la vida útil de proyecto y se espera que conforme las personas vayan conociendo el abono y foliar orgánico este tome mayor auge y aumente se precio.

Cuadro 6: Ingresos del proyecto "Biodigestores para la aldea La Ceiba, Chancó" proyectados para 8 años.

		Años							
No.	Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ingresos por biol	Q2,993.76	Q3,143.45	Q3,300.62	Q3,465.65	Q3,638.93	Q3,820.88	Q4,011.92	Q4,212.52
2	Ingresos por biosol	Q39,916.80	Q41,912.64	Q44,008.27	Q46,208.69	Q48,828.13	Q50,945.33	Q 53,492.33	Q56,166.9
Total de ingresos		Q42,910.56	Q45,056.09	Q47,308.89	Q49,674.34	Q52,158.05	Q54,765.96	Q57,504.25	Q60,379.47

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 7: Ingresos por abono orgánico en el año 1, por familia.

Año	Quintales de abono	Precio/quintal	Total/año
1	199.58	Q 15.00	Q 2,993.76

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 8: Ingresos por venta de foliar orgánico en el primer año de comercialización.

No. Litros	Precio/Lts.	Total/año
3,991.68	Q 10.00	Q39,916.80

Fuente: Elaboración propia, 2016.

6.3. Resultados de la evaluación económica

Los resultados obtenidos de los indicadores de VPN, TIR Y Relación Beneficio-Costo producto de la evaluación económica del proyecto se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 9: Resultados de la evaluación financiera.

INDICADOR	RESULTADO
Tasa de descuento	15%
VPN	Q18,849.84
TIR	17%
Relación Beneficio Costo	1.70

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Analizando los resultados obtenidos del flujo de caja se puede concluir que el proyecto si es viable y puede ser ejecutado por poseer una relación beneficio costo mayor a 0 y posee una TIR de 17%, lo cual representa la viabilidad que tiene la implementación de biodigestores rotoplast en la comunidad de La Ceiba.

7. EVALUACIÓN SOCIAL

En la evaluación financiera del proyecto puede proyectar solo aquellos beneficios económicos que se obtendrán desatendiendo las repercusiones que puede traer para mal en la sociedad y que esa inversión lograda pueda ser contraproducente con el medio ambiente.

Para lograr abarcar todos los aspectos que pueden salir beneficiados o afectados con el proyecto del biodigestor se realiza una evaluación social el cual logra abarcar la evaluación de la maximización de los beneficios a través de la creación de empleos y nivelar la balanza comercial.

7.1. Impacto sobre la economía

En el marco social económico del proyecto de biodigestor casero se debe considerar las siguientes situaciones:

7.1.1. Efectos sobre el empleo:

Para poder ejecutar este proyecto se necesitará mano de obra directa e indirectamente. También se contratará mano de obra no calificada generando un aproximado de 12 empleos que encargarán de la construcción de la plancha de cemento y rancho de protección en donde estará el biodigestor instalado.

Se deberá emplear mano de obra calificada como técnicos y el administrador del proyecto en lo cual habrán 2 empleos más, generando un total de 14 empleos para la implementación del mismo, y dos empleos más de forma indirecta que están encargados de brindar apoyo para emergencias a los beneficiarios.

7.1.2. Efectos sobre divisas

Las divisas hacia las personas beneficiadas del proyecto podrían aumentar debido a que al contar ya con energía eléctrica la demanda de utilización de aparatos electrónicos aumentaría, Para la compra de estos aparatos muchos pobladores harían uso de las divisas para la compra de estos.

7.1.3. Calidad de vida

La calidad de vida de las personas mejoraría debido a que lograrán acceder a diferentes aparatos a los que antes no tenían accesos. Las familias que sean beneficiadas logran tener un ahorro en la compra de leña o de gas metano utilizado para la cocción de alimentos y por cada Q1.00 invertido recibirán Q1.70 de ganancia por producto o subproducto vendido.

8. EVALUACIÓN AMBIENTAL

En esta evaluación se determina el grado de impacto que tendrá el proyecto sobre el medio ambiente y como este podría afectar al entorno, para ello es importante considerar la situación sin proyecto, situación con proyecto, identificación preliminar del impacto ambiental, medio físico, medio biótico, aspectos socioeconómicos, medidas de mitigación del impacto ambiental.

Para lograr la determinación del grado de impacto que se tendrá con la ejecución del proyecto se debe realizar una evaluación de impacto ambiental que sea autorizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala -MARN-.

8.1. Análisis Ambiental del proyecto

8.1.1. Impactos negativos probables del proyecto sobre el medio ambiente

La atmosfera siempre se verá afectada por gases, aunque el propósito de la realización de un biodigestor es aprovechar el metano que se encuentra en los purines, no significa que no existirá alguna fuga de gases debido a que se quiere lograr controlar no significa que se eliminarán por completo.

Asimismo la atmosfera se puede ver afectada por el polvo en el que se convertirá las excretas que sufran del proceso anaeróbico dentro del biodigestor, esto se debe a que destilará toda la humedad que llevan dejándolo en estado sólido, lo cual provocará que siempre haya una leve presencia de polvo en el ambiente y podría aumentar un poco en el área de almacenamiento del abono.

En cuanto a la seguridad y salud de las personas que laboren en la realización y también los beneficiarios que son quienes les darán uso diario, podría afectarse al no utilizar el equipo recomendado por los técnicos. Los motivos de no utilizar y seguir las normas de seguridad industrial necesario pueden ser personales pero la repercusión sería para todo el proyecto.

8.1.2. Impactos positivos probables del proyecto sobre el medio ambiente

Los más beneficiados con la realización de este proyecto serán los factores biológicos, principalmente la flora, ya que disminuirá la tala de árboles para utilizar leña para el fuego para la cocción de sus alimentos y también tendrá el beneficio de aprovechar los subproductos derivados.

El empleo de mano de obra para la construcción y mantenimiento de los biodigestores generará una cantidad de empleo lo cual tiene un impacto positivo en la economía de la comunidad, también podría generar ingresos extras si se promueve la visita para que otras personas puedan conocer del proyecto y sea replicado.

El biodigestor contribuirá en la reducción de la erosión del suelo, debido a que la tala de árboles disminuirá y se podrá mantener en un estado sanitario considerable por el uso de abono y foliar orgánico.

8.1.3. Alternativas de mitigación para los impactos negativos probables del proyecto sobre el Medio Ambiente

Para evitar fugas de gases en el biodigestor se debe de estar en revisando periódicamente para corroborar que no exista algún daño en el equipo. De encontrarse alguna fuga se puede ver la dimensión y arreglar personalmente o de ser necesario llamar al técnico encargado para que ayude en los arreglos, si en determinado caso no se pudiera solucionar se deberá de reemplazar el tambo.

Para controlar el polvo en el ambiente es recomendable mantener el abono en las condiciones húmedas necesarias y retirar del biodigestor antes que se sequen por completo.

El resguardo de la protección y salud de los trabajadores y beneficiarios debe ser importante, por lo cual se les debe brindar las recomendaciones necesarias para poseer conocimiento sobre las consecuencias que trae el incumplimiento de las normas de seguridad. Se les debe de brindar un juego de equipo de seguridad a cada familia beneficiaria.

Cuadro 10: Evaluación ambiental para determinación de impactos ambientales en empresas y/o proyectos

I. INFORMACION LEGAL
I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: Implementación de biodigestores en la aldea La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita
1.1.1 Descripción detallada del proyecto, obra, industria o actividad Implementar biodigestores en la comunidad de La Ceiba para el abastecimiento de biogás, el cual será utilizado para la cocción de alimentos con la finalidad de disminuir el impacto en el recurso bosque, también se obtendrá biol y biosol que puede ser utilizado por los comunitarios y el excedente comercializado para que las personas puedan utilizar menos productos químicos para la fertilización de sus hortalizas.
I.2. Información legal: A) Nombre del Propietario o Representante Legal: Mancomunidad de municipios de desarrollo integral de la cuenca Copanch'orti'
Nombre del Representante Legal: No. De Escritura Constitutiva: Patente de Sociedad: <u> No Aplica </u> Registro No. <u> No aplica </u> Folio No. <u> No aplica </u> Libro No. <u> No aplica </u> Patente de Comercio Registró No. <u> No Aplica </u> Folio No. <u> No aplica </u> Libro No. <u> No aplica </u> de Empresas Mercantiles. <u>Finca donde se ubica el proyecto:</u> No. De Finca. <u> No Aplica </u> Folio No. <u> No aplica </u> Libro No. <u> No aplica </u> de <u> No aplica </u> El proyecto se ejecutará en una comunidad rural donde los vecinos no cuentan con documentos de propiedad de sus terrenos, pues únicamente tienen la posesión de los mismos.
I.3 Teléfono: <u> 7965175 </u> Teléfono Alternativo: <u> 3046 4491 </u> Fax: <u> </u> Correo electrónico: <u> mcchorti@yahoo.com </u>
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; indicar el municipio y departamento): La Ceiba, Chancó, San Juan Ermita

Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
-----	00613329 E	
-----	01629319 N	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; indicar el municipio y departamento) Oficina de la Mancomunidad Copanch'orti' ubicada en la cabera municipal de Jocotán, Barrio San Sebastián, frente al estadio municipal.		
I.7. Indicar si el proyecto se ubica dentro de áreas protegidas: Si _____ No <u>X</u>		
I.7.1 Nombrar el área dentro de la cual se ubica: Caserío La Ceiba, aldea Chancó, San Juan Ermita, Chiquimula		
1.8. Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo: 		
II. INFORMACION GENERAL Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
II.4 Área a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>200</u> Ancho: <u>10mts</u> Largo: <u>20mts</u> b) Metros lineales según el proyecto: <u>25 mts.</u> c) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>21.84 m²</u> d) Área total de construcción en metros cuadrados: <u>65.52 m²</u> e) Metraje cúbico (demolición y/o movimiento de tierra): <u>19.5 mts.3</u>		
II.5 Actividades colindantes al proyecto: NORTE: _____ Vivienda y ganadería _____ SUR: _____ Vivienda y ganadería _____ ESTE _____ Vivienda y ganadería _____ OESTE: _____ Vivienda y ganadería _____ Describir detalladamente las características del entorno:		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO

Vivienda y ganadería	Norte	6 Mts.
Vivienda y ganadería	Sur	8 mts
Vivienda y ganadería	Este	5 mts
Vivienda y ganadería	Oeste	6 mts

II.6 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta ()

b) Número de empleados por fase 3 Número de empleados por jornada 3

c) Total empleados 3

La contratación de los empleados será por un término de 1 mes, tiempo que durará la construcción del proyecto. Durante la operación del proyecto se contratará un técnico a tiempo completo, jornada diurna de 8 horas.

II.7 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, ENTRE OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	No	No Aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Pozo	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Agua especial	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Superficial	Si	400 litros por día	Comunal, río Carcaj	Construcción del Proyecto	Ninguna	Uso diario
	Otro		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Combustible	Gasolina	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Diésel	Si	5 galones por día.	Gasolinera Torja, Jocotán	Transporte de materiales y personal técnico y operativo.	Éste consumo estará destinado para la fase de construcción del proyecto.	No habrá almacenamiento. Abastecimiento directamente en Gasolinera.

	Bunker	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Gas Licuado de Petróleo GLP	No	No Aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	Otro	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Aceites y Grasas	30w50	No	5 Galones cada tres meses.	Taller mecánico	Mantenimiento del vehículo	Ninguna	Ninguna
Lubricantes	-----	No	No Aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Refrigerantes	-----	No	No Aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Sustancias químicas (cloro, ácido sulfúrico, otros)	-----	Si	Carbonato de Calcio durante la Operación del Proyecto.	Ferretería Manconel	Para limpieza de Biodigestores	Se realizara Anualmente.	Ninguna
Otros	-----	No	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia							
III. TRANSPORTE							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos del proyecto, obra, industria o actividad, proporcionar los datos siguientes: a) Número de vehículos _____1_____ b) Tipo de vehículo: _____Pick up_____ c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa _____Cerca de la ubicación de los biodigestores_____							

BIBLIOGRAFIA

- Betan Barrios, M. G. (2013). **Diseño de la investigación para la evaluación de la implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales de una planta productora de mayonesa ubicada en el municipio de Fraijanes.** Tesis (Ing. Químico). Guatemala, Gt: Universidad de San Carlos de Guatemala. 70 pp.
- Rotoplas. 2013. **Solución de mejora de saneamiento: Biodigestor autolimpiable, manual de instalación y mantenimiento.** 4ta. edición. México. Mx. Rotoplas. 18 pp.