

# **MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR “ACUICULTURA”**



## ***UNIDAD DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA “SERVILLENIUM”***

**PROMOVENTE**

**RESPONSABLE TÉCNICO**

Eliminado: Tres renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

**NOVIEMBRE, 2016**

# **Carretera I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **I.1 Proyecto**

### 1.1.1 Nombre del proyecto

Servillenum SA de CV.

Unidad de producción sustentable de cría, engorda y procesado de tilapia.

#### 1.1.1.1. Datos del sector y tipo de proyecto

1. Sector: Pesquero
2. Subsector: Acuícola
3. Tipo de proyecto: Producción sustentable de cría de tilapia, su engorda y procesado

#### 1.1.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad

Evaluación de impacto ambiental para obras y actividades relacionadas con la fracción XII del Artículo 28 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y con el Inciso U del Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. El presente manifiesto de impacto ambiental se presenta en la modalidad Particular.

### 1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el estado de Yucatán, municipio de Uayma, localidad Chucib, a dos kilómetros de la cabecera municipal y a catorce del centro de la ciudad de Valladolid. El predio se denomina "Chucib No. 2", colinda al norte con el predio "Santa Rosa", al sur con la fracción No. 2 "Chucib No. 3", al este con la fracción 4 de Chucib y al oeste con el predio San Román.

En la figura 1 se ilustra la localización del predio para el proyecto de Servillenum SA de CV. Unidad de producción sustentable de cría y engorda de tilapia.

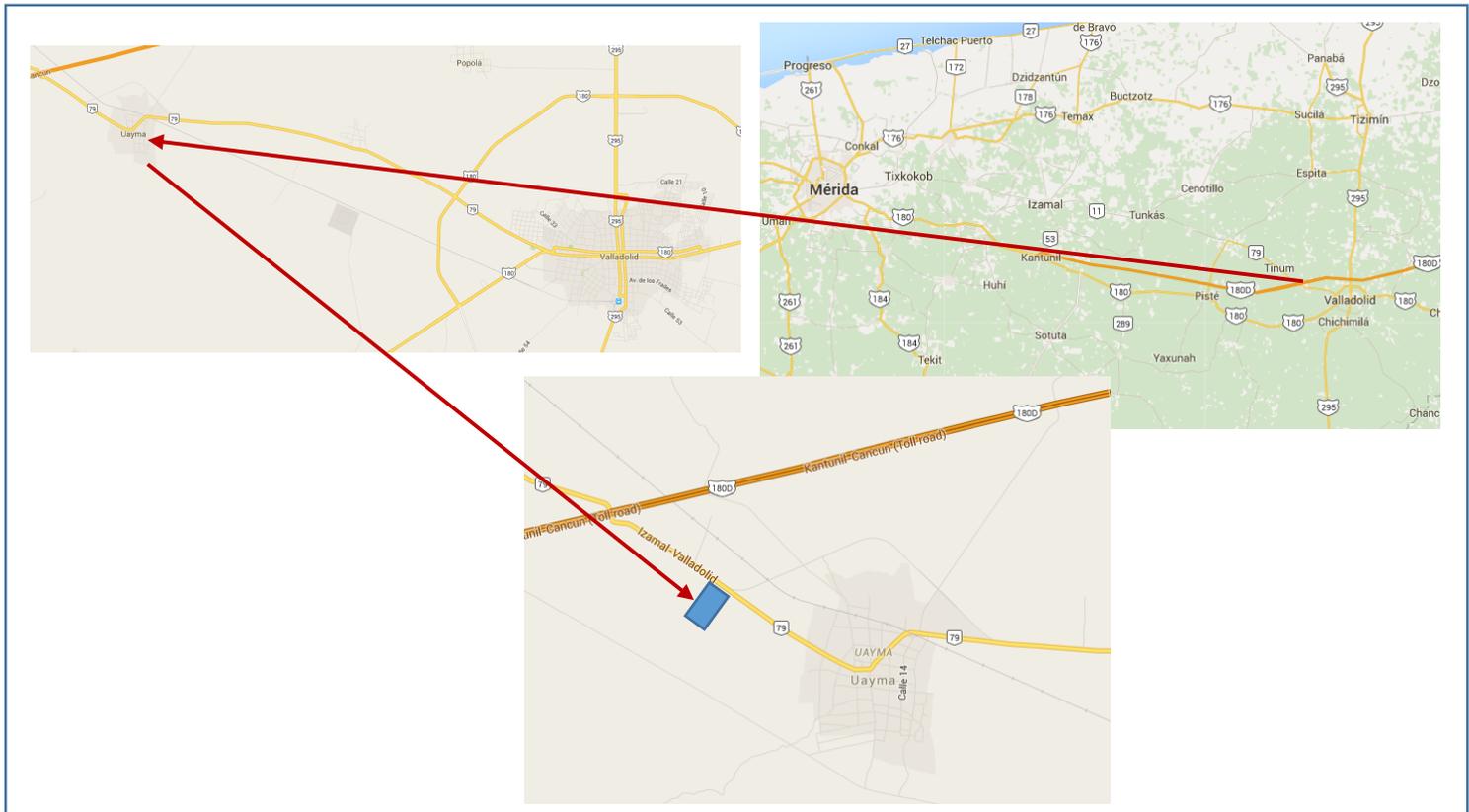


Figura 1. Localización geográfica del predio del proyecto

Con base en la norma técnica de domicilio propuesta por el INEGI, en la tabla 1 se presenta el domicilio del predio en cuestión.

Tabla 1. Micro-localización con base en la norma técnica de domicilio geográfico del INEGI.

Tipo de Vialidad	Carretera
Nombre de Vialidad	Carretera estatal libre 79 Piste - Valladolid
Número Exterior	SN
Tipo del Asentamiento Humano	Ninguno
Nombre del Asentamiento Humano	UAYMA
Código Postal	97796
Nombre de la Localidad	CHUCIB
Clave de la Localidad	0016
Nombre del Municipio o Delegación	Uayma
Clave del Municipio o Delegación	099
Nombre del Estado	Yucatán
Clave del Estado o del Distrito Federal	31

### 1.1.3 Superficie total del predio y del proyecto

Superficie total del predio 79-81-35.90 hectáreas con coordenadas 20°43'29.46'' N, 88°19'54.35'' O. Se tiene proyectado el uso de 8 hectáreas para la producción de cría de tilapia, su engorda y procesado.

El predio se caracteriza por contar con 70 hectáreas de selva mediana subcaducifolia. 9 hectáreas han sido utilizadas desde hace más de 40 años para actividades de ganadería. El suelo, la flora y la fauna han sido perturbadas al utilizarse esta superficie. En esta área se encuentra una nave que ha tenido diversos usos de apoyo a la actividad ganadera (a esta infraestructura se le ha dado mantenimiento continuo para evitar su deterioro) así también se cuenta con un armado de varilla para cinco reservorios (la varilla se encuentra oxidada por la exposición prolongada a la intemperie).

La superficie planeada para el proyecto abarca solamente la zona que previamente ha sido utilizada con la modificación de la infraestructura actual. El área total a ocupar es de 7.99 hectáreas, se divide en 1.87 hectáreas para la producción de cría de tilapia, donde se tendrán cuatro módulos equipados con sistemas de producción sustentable, una sala de cuarentena, cinco estanques de engorda de reproductores e infraestructura de apoyo. Se destinarán para 80 estanques, 3.84 hectáreas, cada estanque con un área de 320 m<sup>2</sup> cuya función será la engorda de tilapia, se utilizaran sistemas sustentables de producción en esta área. 0.3 hectáreas para el procesado cuyo objetivo es el filete fresco de tilapia. 0.5 hectáreas para infraestructura de apoyo, planta de fabricación de alimento balanceado y oficinas. El resto de la superficie se utilizara para el movimiento entre las diferentes naves y estanques. Se ha destinado un área de 10.56 hectáreas como zona de conservación que equivale al 13.23 % de la superficie total del predio.

### 1.1.4 Duración del proyecto

El proyecto tendrá un estimado de vida útil de 90 años, tiempo que comprende todas las etapas del proyecto, se pretende que el periodo se prolongue hasta 100 años o más con el correcto mantenimiento y una adecuada operación del equipo e infraestructura. No se contempla el abandono del proyecto, si es necesario se sustituirá la infraestructura dañada por infraestructura nueva.

El proyecto se va a construir en 1 etapa, en la que se construirán todas las obras civiles que comprenden una sala de cuarentena, cuatro módulos para la producción de crías, 95 estanques de engorda, una nave para bodega de alimento, bodega de herramientas, cocina, comedor, oficinas, dormitorios. Una nave para la producción de alimento balanceado, tres pozos de agua. Humedales para depuración final del agua por plantas acuáticas. Una zona de composteo y una planta tratadora de agua residual. El presente estudio se presenta por la totalidad de las etapas, o sea, se incluye también la operación y los procedimientos de mantenimiento.

## **I.2 Promovente**

### 1.2.1 Nombre o razón Social

Servillenum SA de CV

### 1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

SER070320N11

### 1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Eliminado: Dos renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

### 1.2.4 Registro Federal de Contribuyentes del representante legal

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

### 1.2.5 Clave Única de Registro de Población del representante legal

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

### 1.2.6 Dirección del Promovente para recibir u oír notificaciones

Eliminado: Ocho renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

## **I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental**

### 1.3.1 Nombre o razón social

Iván Gallego Alarcón

### 1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

GAAI710702RNO

### 1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio, registro federal de contribuyentes, clave única de registro de población, profesión, número de cedula profesional

Nombre: Iván Gallego Alarcón  
RFC: GAAI710702RN0  
CURP: GAAI710702HMCLLV09

Tabla 2. Profesión y número de cédula profesional

Profesión	Número de Cédula Profesional
Ingeniero Bioquímico, administrador en la explotación de recursos del agua	1960395
Maestro en Ciencias del Agua	6416817
Doctor en Ciencias del Agua	7080745

#### 1.3.4 Dirección del responsable del estudio.

Calle: 50  
Número externo: 294  
Colonia: Benito Juárez Norte  
Ciudad: Mérida  
Municipio: Mérida  
Entidad: Yucatan  
C.P: 97119  
Cel: (722) 5556168  
E-mail: acuicultura@live.com

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del proyecto

#### 2.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto es modificación de infraestructura actual, sumando nueva para complementar el proyecto. Pretende la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) desde la reproducción, llegar a tallas comerciales de 750 g y el procesado a filete fresco nunca congelado.

#### *Sala de cuarentena (modificación de infraestructura actual)*

El ciclo de producción inicia en una sala de cuarentena en donde se ingresarán los organismos que se convertirán en reproductores. Esta infraestructura cuenta con dos sistemas de recirculación acuícola (SRA). Cada uno cuenta con tres estanques de 1m<sup>3</sup> fabricados con polietileno lineal de baja densidad, conectados en serie hacia el tren de tratamiento de agua del sistema. Este último consta de un biofiltro (tipo percolador), una columna descendente de antracita y arena sílica y una bomba de ¼ hp. En estos estanques se tienen los organismos desde que llegan a la sala hasta que alcanzan una longitud de 4 cm.

Una vez que los organismos (tilapias) llegan a una longitud de 4 cm se transfieren a seis sistemas de recirculación acuícola (se encuentran en la misma sala) hasta

que llegan a los 750 g. Los SRA inician con un estanque de 4m de diámetro construidos con concreto armado f'c 250 kg·cm<sup>-2</sup>. Continúan con un sedimentador al centro del estanque que elimina los sólidos generados por los organismos acuícolas (heces fecales y alimento no consumido). En la parte superior del sedimentador se colecta el 99% del agua que se conduce a un percolador (biofiltro) para eliminar los nutrientes disueltos en el agua, después se pasa a una columna de arena sílica y antracita para eliminar sólidos y color. De ahí se conduce el agua aun reservorio y se bombea a través de una bomba sumergible de ½ hp.

En la parte inferior de los sedimentadores de los SRA se cuenta con una purga de lodos, el agua con los residuos sólidos no peligrosos (heces fecales de los organismos acuícolas y alimento no consumido) se conducen mediante tubería de PVC de 6" de diámetro a un reservorio para su desinfección y desactivación mediante hipoclorito de sodio (NaClO). El agua y sólidos desactivados se trasladan a una laguna de oxidación donde el agua se depura mediante un cultivo de plantas acuáticas.

La finalidad del SRA es el uso óptimo del agua. El aprovechamiento de este recurso se disminuye de una manera significativa, solo se utiliza un máximo de 3 % del volumen total de los sistemas. Esto es, una vez que se llenan los estanques y trenes de tratamiento con agua procedente de un pozo (profundidad 40m) equipado con una bomba de 7 hp (caudal 7 L·s<sup>-1</sup>) no se hacen recambios de agua, solo se repone el agua que se evapora o la utilizada para la purga de lodos (700 L·d<sup>-1</sup>) en promedio 2% del volumen total de los sistemas en producción. El agua que se purga con los sólidos generados es incorporada (una vez tratada) a un cultivo de plantas acuáticas.

#### *Laboratorio de producción de juveniles*

El laboratorio consta de cuatro módulos de producción, cada uno tiene la infraestructura descrita en la tabla 3.

*Tabla 3. Infraestructura de los módulos del laboratorio de producción de crías*

<b>Estanques</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Mantenimiento de reproductores	6	113.10
Reproducción y desove	14	504.00
Huevo y alevín	24	30.43
Cría y juvenil	18	763.40
<b>Total</b>		<b>1,410.93</b>

Los estanques en los cuatro módulos serán construidos con concreto armado f'c 250 kg·cm<sup>-2</sup> a excepción de los estanques para huevo y alevín que se fabricarán con fibra de vidrio. Los estanques para mantenimiento de reproductores, reproducción y desove, así como los de cría y juvenil, cuentan cada uno con sistemas de recirculación acuícola similares a los descritos en la sala de cuarentena. Se tendrán dos SRA con 12 estanques para huevo y alevín, las

características de los sistemas son iguales a los instalados para los estanques de cría y juvenil. El agua de la purga con heces fecales y alimento no consumido ( $11.29 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ) se conducirá a una laguna de oxidación donde el agua se utilizará para el cultivo de plantas acuáticas.

#### *Unidades de producción intensiva (Infraestructura a modificar)*

Estos módulos se integrarán por cinco estanques. La tecnología que se instalará se conoce como Biofloc. Consiste en su llenado con agua procedente de un pozo (50 m de profundidad) con una bomba sumergible de 7 hp ( $7 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Una vez llenos se fomenta en el agua la formación de biofloc mediante el uso de melaza. El objetivo del biofloc es eliminar los nutrientes disueltos en el agua y servir como un complemento alimenticio para los juveniles de tilapia que se siembran en los estanques. Al sistema se integra un generador de oxígeno puro (93 %) para mantener tanto a la biomasa de tilapia como a la del biofloc. Una vez maduro el biofloc solo se agrega agua para reponer aquella que se evapora. En los estanques se coloca un techo de malla sombra para evitar aumentos de temperatura y disminuir el impacto por aves que consumen peces. En el techo de los pasillos entre estanques se colocan paneles solares para proveer de energía eléctrica a la bomba del pozo y al generador de oxígeno puro. Una vez por semana se purgará el 2.5 % del volumen de cada estanque ( $60 \text{ m}^3$  en total) para evitar una concentración alta de biofloc. El agua se conducirá a una laguna de oxidación para los 15 módulos de engorda, ya limpia se transferirá al humedal con de plantas acuáticas.

Para el proyecto se utilizará tilapia de la variedad GMT®, estos organismos no necesitan ser hormonados para obtener, en la producción, puros machos. Esta variedad evita que se tengan organismos, en engorda, con diferentes sexos. Se elimina la propagación de la especie por reproducción en estado silvestre. No se tienen cuerpos de agua superficial en el predio o en la zona cercana al mismo por lo que es imposible el escape de organismos a los cuerpos de agua cercanos a la unidad de producción acuícola.

El objetivo del proyecto es la producción de 500,000 juveniles de tilapia por semana. Estos organismos aportan 13,000 toneladas de carne de tilapia al año. Se traducen a 5,200 toneladas de filete de tilapia al año, 14,500 toneladas de alimento balanceado por año. Este proyecto requiere de Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) para obras y actividades relacionadas con la fracción XII del Artículo 28 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y del el Inciso U del Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. El presente manifiesto de impacto ambiental se presenta en la modalidad Particular.

#### *Procesado (Valor agregado)*

El producto final del proyecto es el filete fresco nunca congelado. El procesado de la tilapia se realizará mediante un proceso híbrido. Los organismos se recibirán en estanques de  $50 \text{ m}^3$ . Una vez que se tenga el lote para su proceso, mediante

una banda sin fin se introducirán en un estanque con hielo y agua para darles un shock térmico, de tal manera que su sacrificio sea en cinco segundos sin que sufran. Siguiendo la banda, empleadas de la planta de procesado, clasificarán la tilapia conforme a su calidad. Da ahí pasan a una máquina que elimina la cabeza y la piel. Una vez más pasan a manos del ser humano para que obtengan el filete. El producto continúa en una banda para su pesado y empacado con hielo en forma de hojuelas. El resto del pez se utilizará para diversos fines, como obtención de quitina, harina de tilapia, etcétera.

La procesadora de filete de tilapia tendrá como infraestructura de apoyo un cuarto de fabricación de hielo, bodega de empaque, cuartos fríos, cuarto de maquinaria, aire acondicionado, filtros para agua. Este equipo e infraestructura de apoyo obedece al mantenimiento de la calidad del producto. Una vez que la tilapia entra a la planta su carne debe de mantenerse a 4 °C todo el tiempo. El ambiente de la planta de procesado a 18 °C. El agua que se utilice en estas instalaciones deberá acatarse a la norma de agua potable.

Para asegurar la calidad del producto se contará con certificación tipo HACCAP, ISO, Trazabilidad, entre otras. Las certificaciones se requieren para acceder a los diversos mercados nacionales e internacionales. Por ejemplo, USA solicita que los procesos cuenten con el certificado HACCAP. Asia y Europa solicitan ISO y trazabilidad. Diversos clientes nacionales solicitan que se tengan certificaciones HACCAP para comprar el producto.

#### *Infraestructura de apoyo*

##### *Planta de producción de alimento balanceado*

Para poder llevar a cabo la producción de crías y engorda de tilapia es necesario contar con 14,500 toneladas al año de alimento balanceado con diversos diámetros de pellet y porcentajes de proteína. Para poder abastecer el alimento necesario para el proyecto es inevitable contar con una planta para fabricar la dieta balanceada. Su capacidad debe ser de 56 toneladas diarias, trabajando cinco días por semana.

La planta de alimento balanceado se dividirá en tres zonas. La primera es la recepción de materia prima, este será un andén para que ingresen tracto camiones de 30 toneladas con harina de pescado, aceite de pescado, harinas vegetales, etcétera. La bahía de recepción tendrá la capacidad de recibir al menos 5 camiones simultáneamente. En esta zona se contará con silos de almacenamiento de materia prima para contar con al menos 10 días de producto para fabricar el alimento balanceado. Es importante el monitoreo de la calidad del producto, cada lote de materia prima será muestreado y analizado en el laboratorio de la planta.

El proceso de fabricación inicia con el molido de la materia prima –segunda zona– con un molino de piedra que llega a partículas de hasta 300 micras. Después en una extruidora se mezclan las materias y se inicia el proceso de cocción y formación del pellet mediante presión. Con este equipo se dará flotabilidad y mayor digestibilidad al alimento balanceado. Una vez que sale el

pellet de la maquina se conduce a un desecador y se almacena en sacos de 25, 50 y 100 kilos. El almacén de alimento terminado tendrá capacidad para 10 días de producto

La última zona –de carga de alimento– se compondrá de una bahía de distribución de alimento, conectada a los almacenes de producto terminado. Esta contará con la capacidad de cargar cinco camionetas de tres toneladas al mismo tiempo. La distribución de alimento

#### *Bodega de alimento*

En el predio se tendrán varias bodegas de alimento balanceado, una en la sala de cuarentena, una para los cuatro módulos de producción de cría, cada cinco estanques de engorda contarán con una bodega de alimento. Cada bodega se diseñó para que mantenga seco el producto y mantenga los organismos silvestres fuera de las mismas. Lo primero para que el alimento tenga una vida de anaquel prolongada y lo segundo para no impactar la biodiversidad de fauna local con alimento balanceado que puede afectar su ciclo de alimentación y por ende desequilibrar el balance presa-predador. El alimento balanceado se surtirá cada tercer día a las bodegas para mantener un inventario pequeño en zonas con humedad alta.

#### *Bodega de herramientas*

En la misma cantidad que las bodegas de alimento balanceado, se contará con otras cuya función es almacenar las diversas herramientas para llevar a cabo las diversas funciones de cada zona del proyecto. Así, en estas bodegas se tendrán redes de chinchorro para capturar peces, redes de cuchara, bombas centrifugas de reemplazo, utensilios para sanitizar las instalaciones y equipos. Las bodegas están separadas del alimento balanceado para evitar la contaminación cruzada entre las herramientas y el alimento.

#### *Oficinas*

En cada zona se contempla tener una oficina donde se realicen las tareas administrativas de la producción de tilapia. Es importante contar con un registro de todas las actividades con el fin de conocer en cualquier momento el estado de producción y su calidad.

#### *Instalaciones de uso común*

En estas instalaciones se tendrán espacios para una cocina, comedor, dormitorios y sala de esparcimiento para los operadores del proyecto. En todo momento se encontrarán al menos 50 personas trabajando en la producción de crías, engorda, procesado y producción de alimento balanceado. Debido a la necesidad de contar con personal las 24 horas, es imperativo tener un lugar donde puedan dormir, comer y en su tiempo libre contar con un lugar para su esparcimiento.

La cocina y comedor se propone que de servicio simultaneo para 40 personas, los residuos de este lugar se clasificaran en orgánicos e inorgánicos. Los primeros se integraran a un sistema de composteo con el fin último de mejoramiento de

suelo. Los residuos inorgánicos se almacenarán en contenedores especiales para su disposición en el sistema de recolección de basura del municipio. Los dormitorios alojarán a un máximo de 30 personas en cuartos para dos individuos. El agua residual (gris y sanitaria), así como los residuos sólidos que se originen en los servicios para las personas que pernocten en las instalaciones del proyecto se conducirán a fosas sépticas para su depuración.

### 2.1.2 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El predio donde se ubicará el proyecto tiene como nombre Chucib No. 2, el cual se ubica en la carretera estatal libre 79, en el tramo Pisté – Valladolid, en el municipio de Uayma, Yucatán.

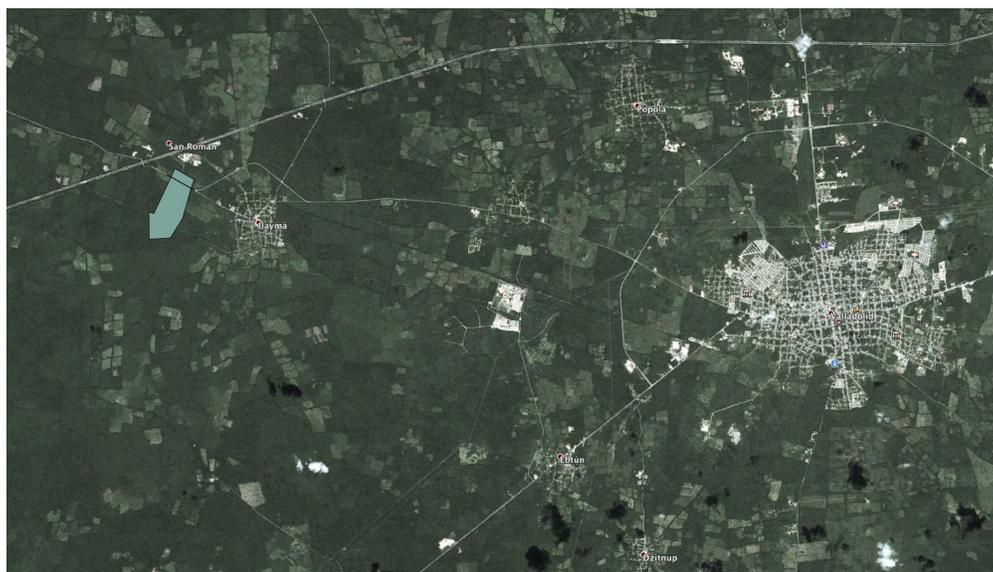


Figura 2. Croquis de ubicación del predio Chucib No. 2 (polígono verde: ubicación y superficie del predio)

El predio se encuentra a 1.3 kilómetros de la cabecera municipal (Uayma) y a 14 kilómetros de la ciudad de Valladolid. Estos dos núcleos de población son los más cercanos al predio. La ciudad de Valladolid tiene una población de 74,217 habitantes, Uayma 3,782 (INEGI, 2016).

La ubicación del predio le permite contar con diversas vías de comunicación. La carretera estatal 79 cruza el terreno por la parte norte, dividiendo su superficie: al norte de la carretera con 94,911.72 m<sup>2</sup>, al sur con 703,224.18 m<sup>2</sup>. A 16 kilómetros de distancia se entronca con la carretera de cuota Valladolid – Mérida. 40 kilómetros sobre la carretera federal Valladolid – Mérida se cuenta con el aeropuerto internacional de Chichen Itza (Figura 3 y 4).



*Figura 3. Microlocalización del predio Chucib No. 2 (polígono verde: ubicación y superficie del predio)*

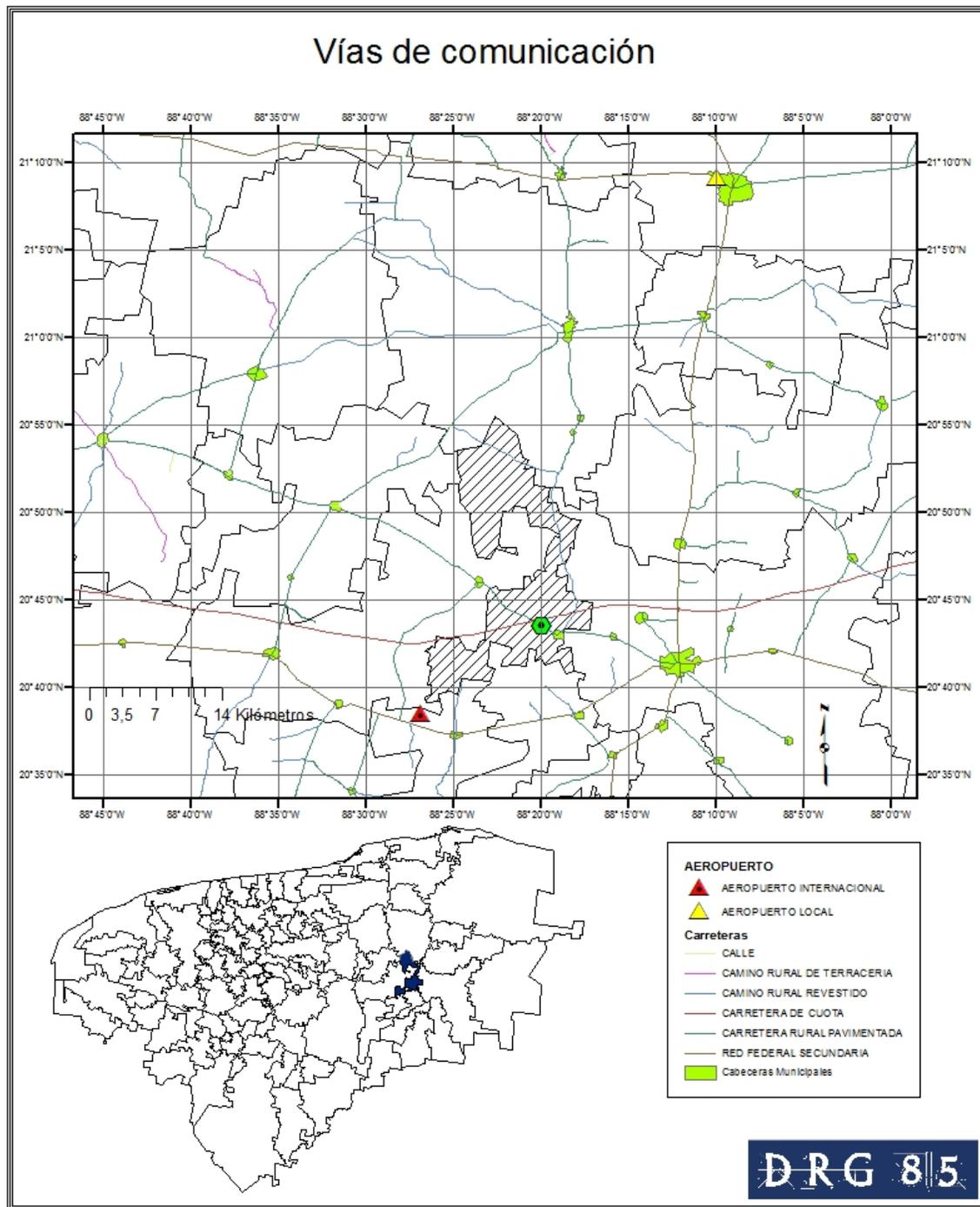


Figura 4. Vías de comunicación con las que cuenta el predio Chucib No. 2 (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

Yucatán posee diversas áreas naturales protegidas. La mayoría se encuentran localizadas sobre el litoral de la entidad federativa. El predio se encuentra fuera de ellas, la más cercana se localiza a 100 kilómetros de distancia (Figura 5).

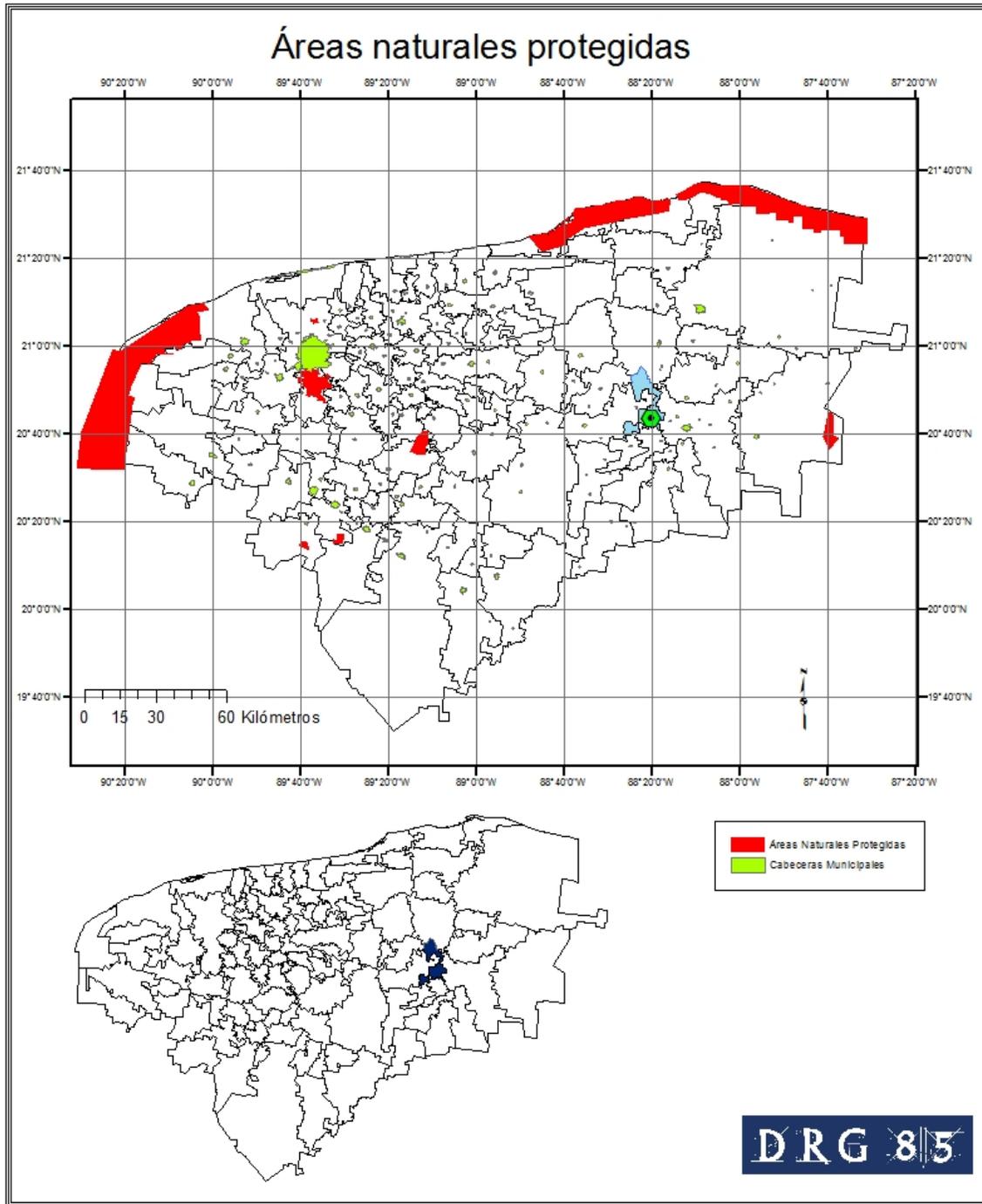


Figura 5. Áreas naturales protegidas en el Estado de Yucatán. (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

El predio pertenece según el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY) a la unidad de gestión ambiental (UGA) **1.2E.- Planicie Sotuta – Valladolid – Calotmul**. La cual es una planicie de plataforma media (10 – 30 m) ondulada (0 – 0.5 grados) con superficies planas de menor extensión, con

suelos cambisol en las planadas, y rendzina y litosol en los terrenos altos, con selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria, milpa tradicional de roza – quema (DOGEY, 2007).

En particular el predio, donde se establecerá el proyecto, tiene una altitud de 28 msnm (pertenece a las partes altas de la UGA), tipo de suelo Luvisol Crómico con textura fina (más de 35% de arcilla) lítica (suelo con roca continua dentro de los 50 cm de profundidad). Geohidrológicamente se encuentra en la planicie interior de la península, el suelo tiene hondonadas someras y profundas

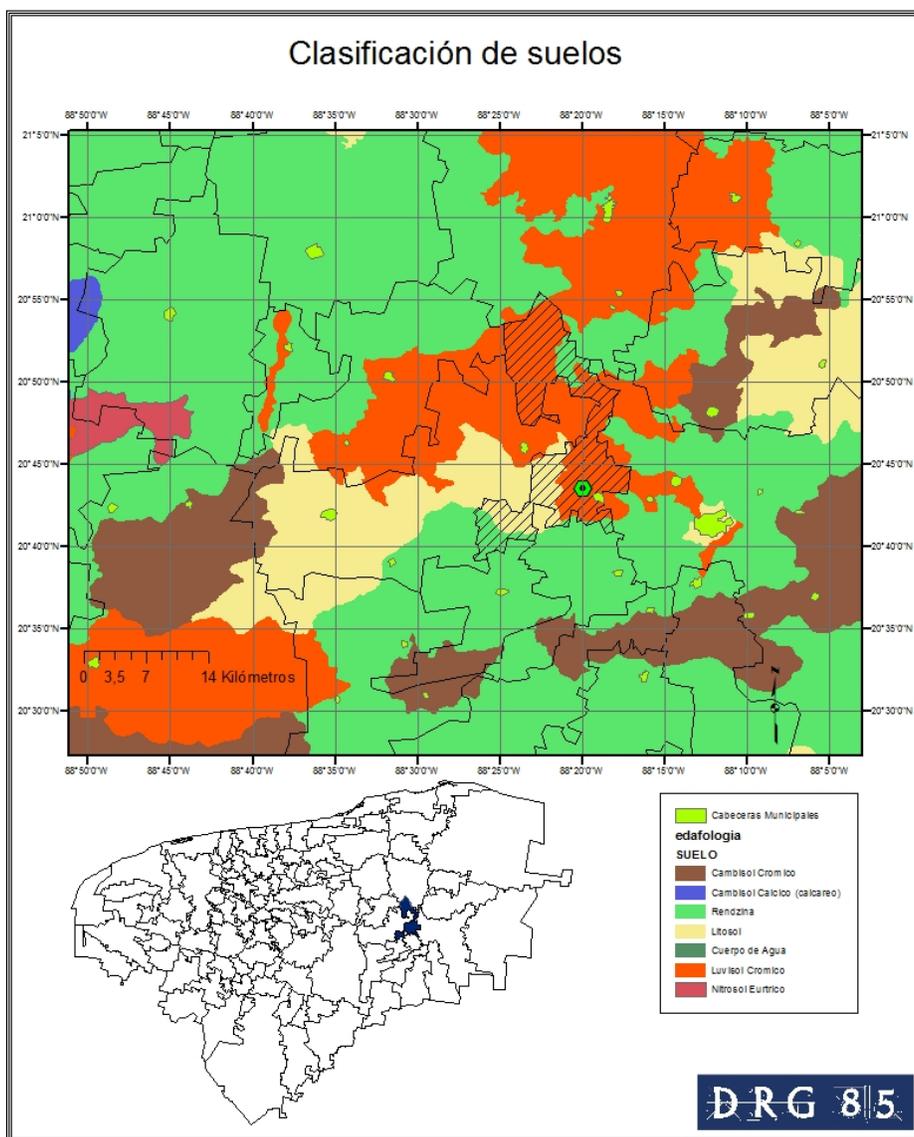


Figura 6. Tipos de suelo en el predio Chucib No. 2. (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

Un clima  $AW_1(x')$ . Es decir, cálido, subhúmedo, con lluvias en verano, pero alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano. Este clima se presenta donde predominaba la selva baja y mediana subcaducifolia (García *et al.*, 2010).

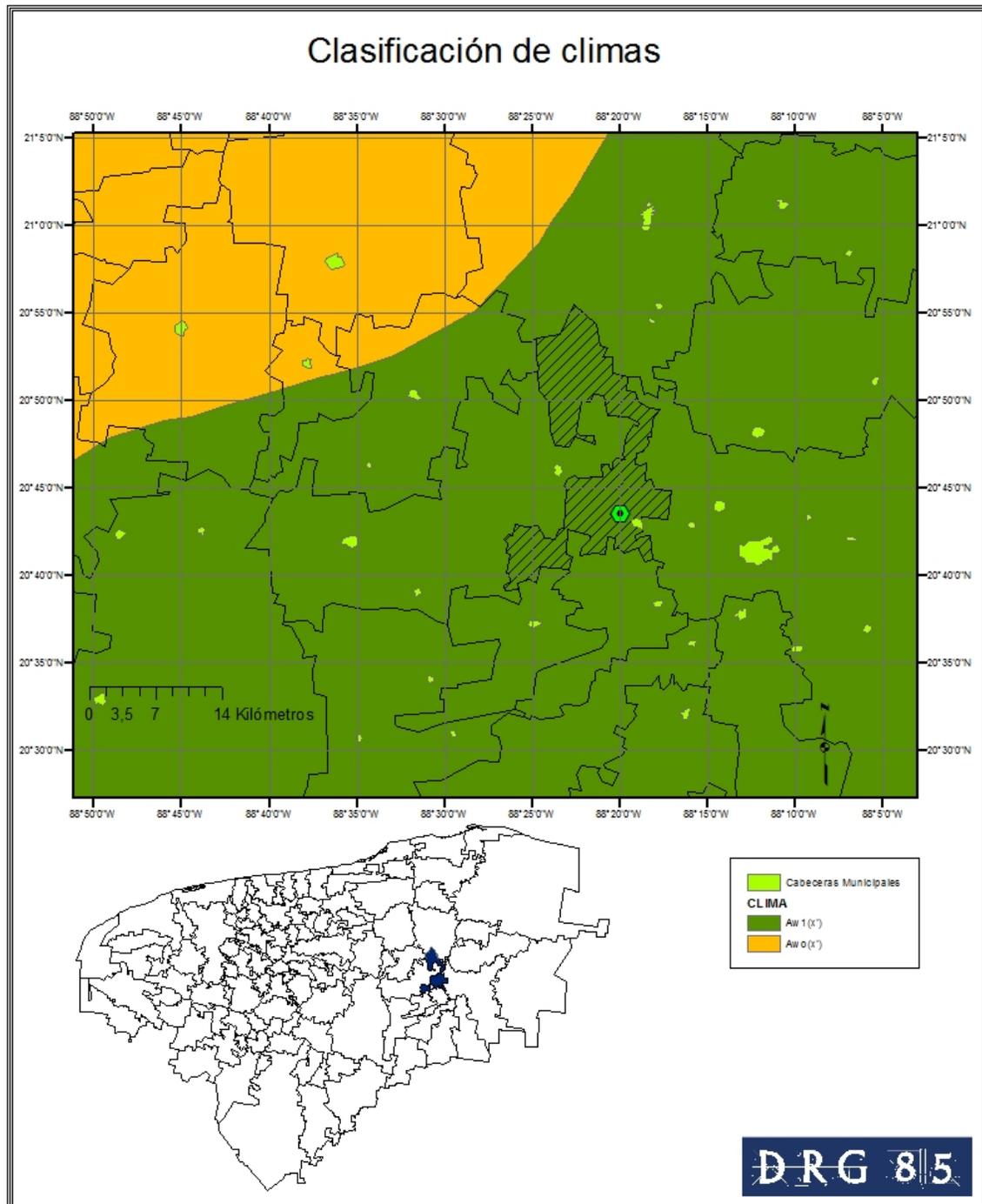


Figura 7. Clima predominante en la zona del proyecto. (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

La precipitación media anual está en el intervalo de 800 a 1200 mm. La temperatura media es de 26 °C con un rango máximo de 34 a 36 °C. La vegetación está catalogada como selva mediana subcadocifolia con una fisionomía estructural de la vegetación tipo bosque de latifoliadas deciduo con árboles entre 15 a 30 m (presencia del 25 % de siempreverdes) (POETY, 2015).

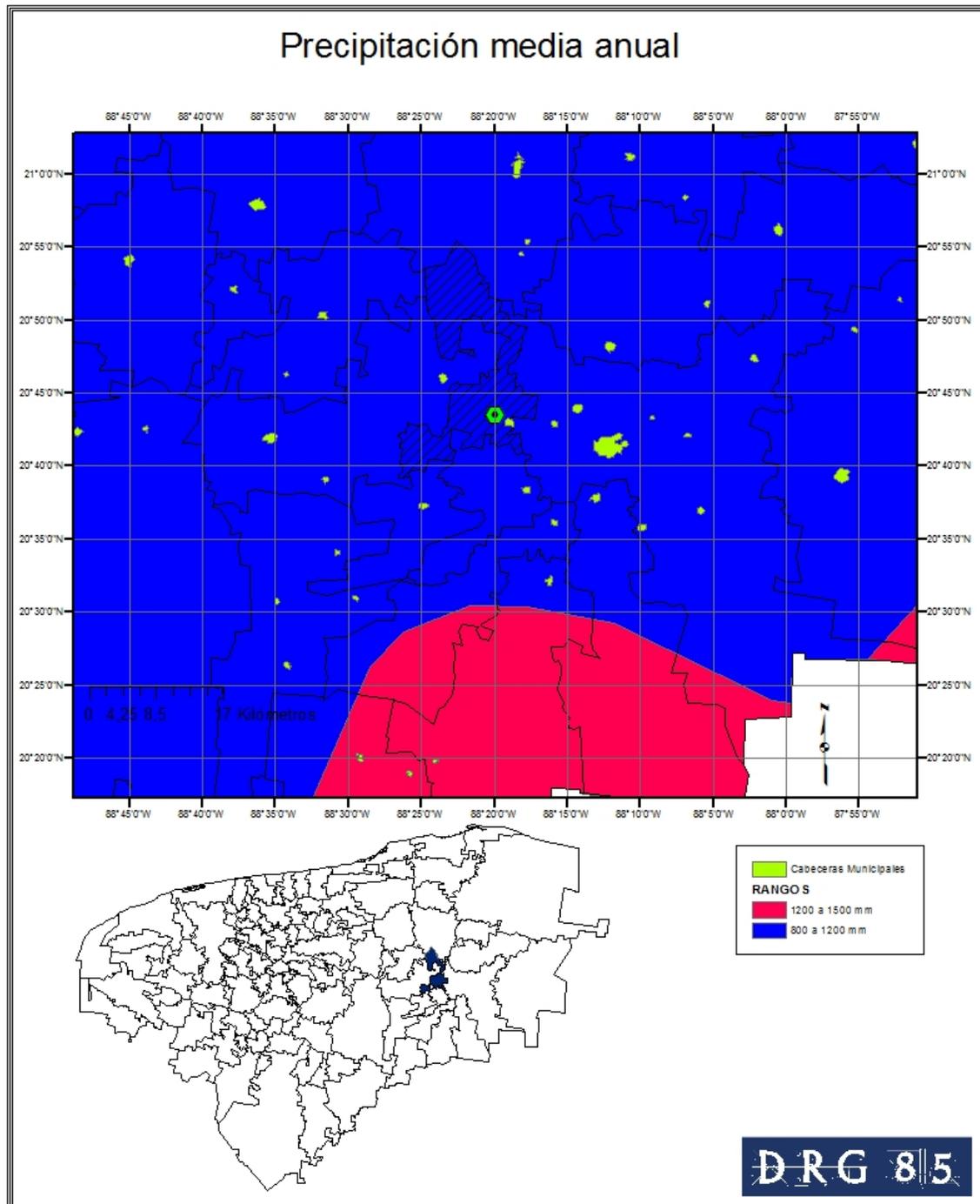


Figura 8. Precipitación media anual (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

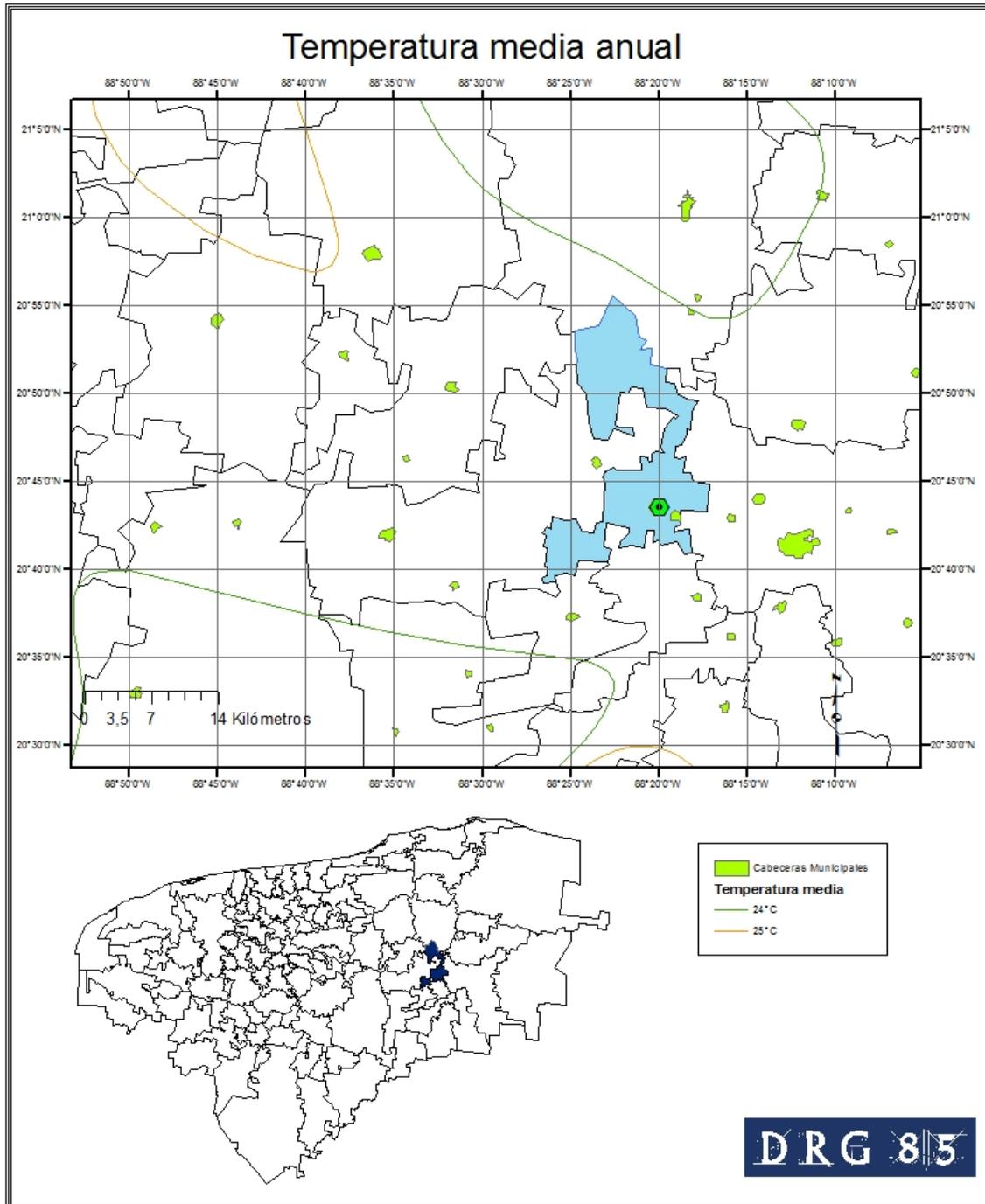


Figura 9. Temperatura media anual . (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

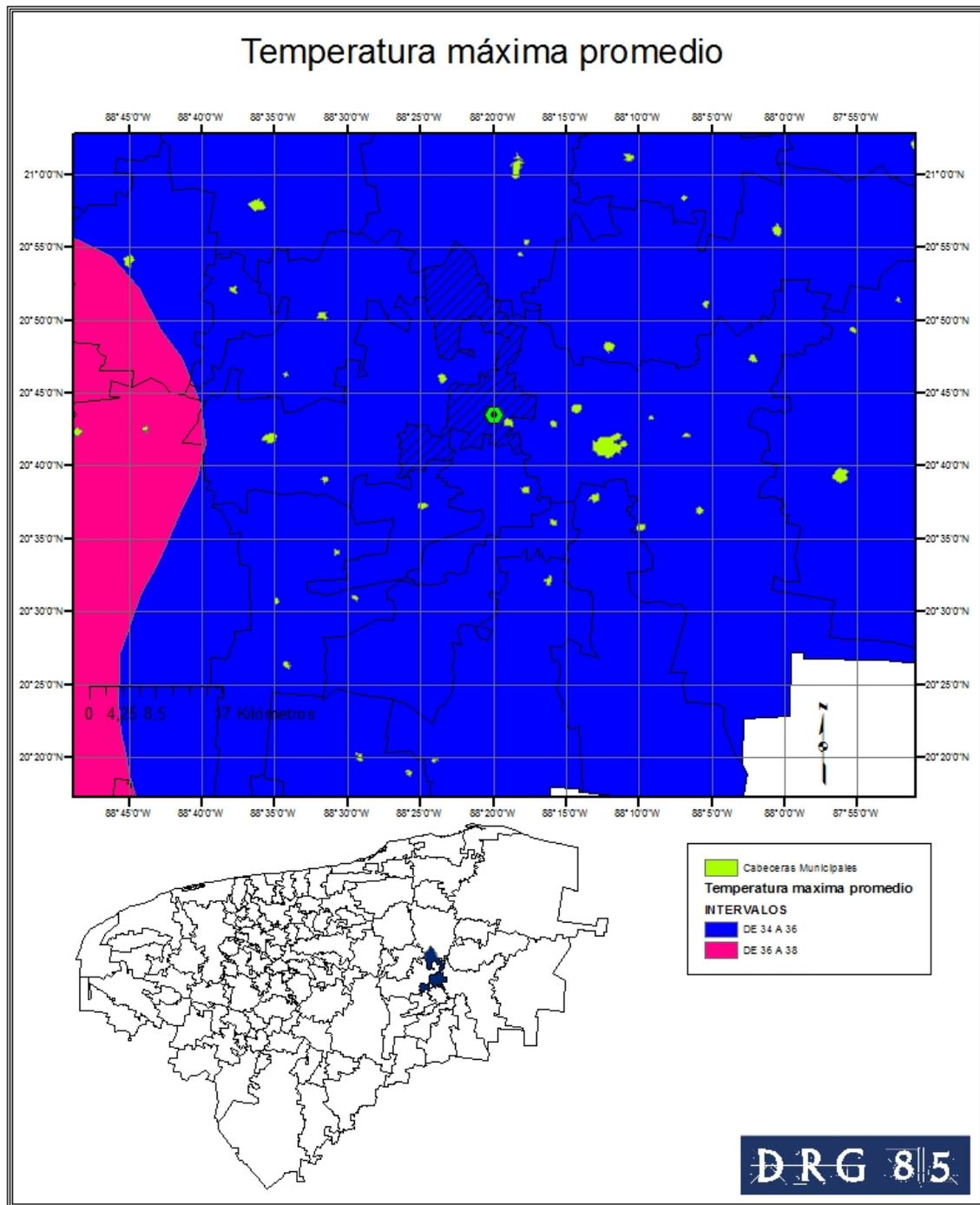


Figura 10. Intervalos de temperatura máxima promedio . (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

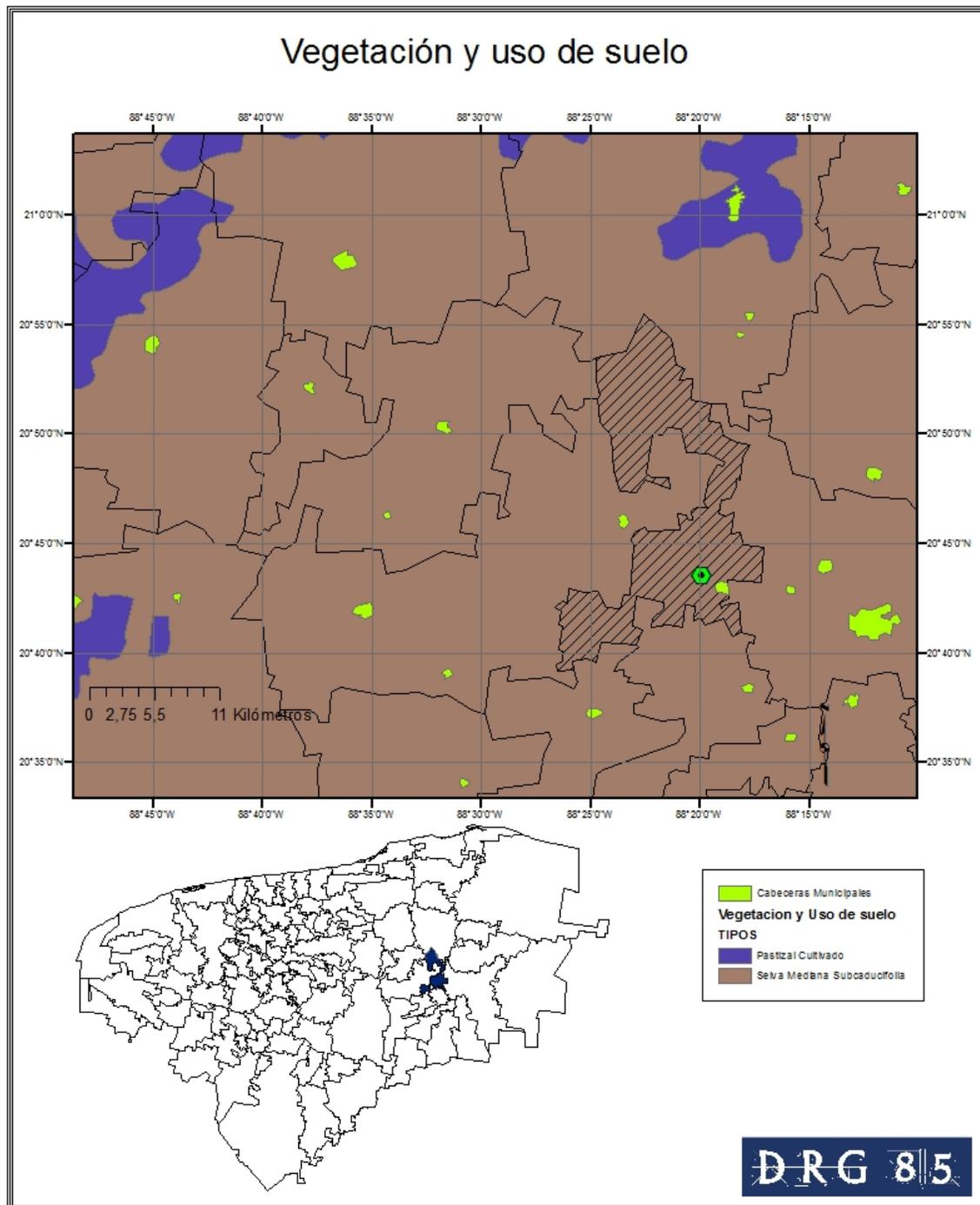


Figura 11. Vegetación y uso de suelo . (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

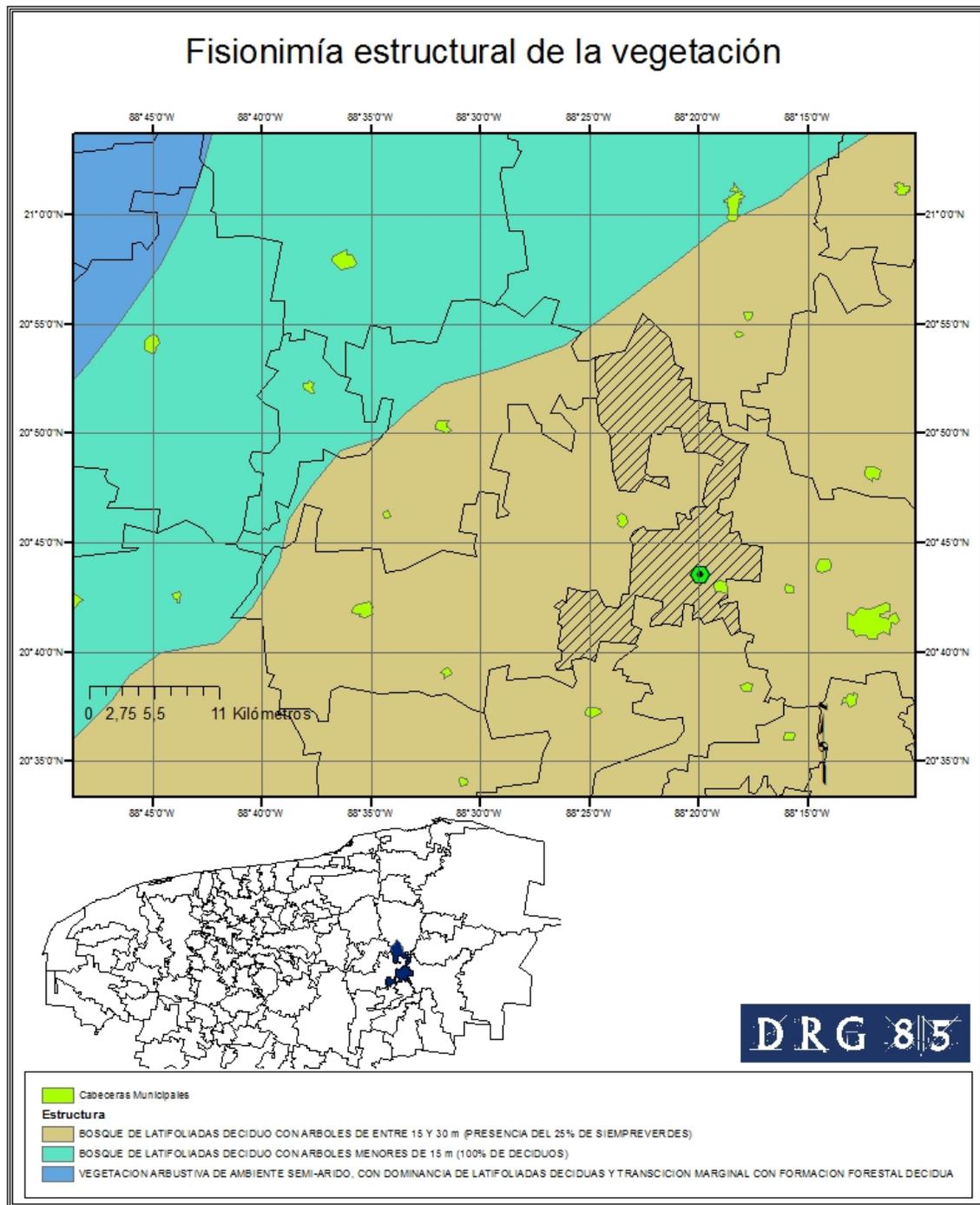


Figura 12. Fisionomía estructural vegetal de la zona (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

El predio Chucib No.2 se considera una finca rural que colinda al norte con el predio denominado "Santa Rosa", al este con el predio "San Román", Al oeste con la fracción No. 4 de Chucib y al sur con la fracción No. 2 "Chucib No. 3"

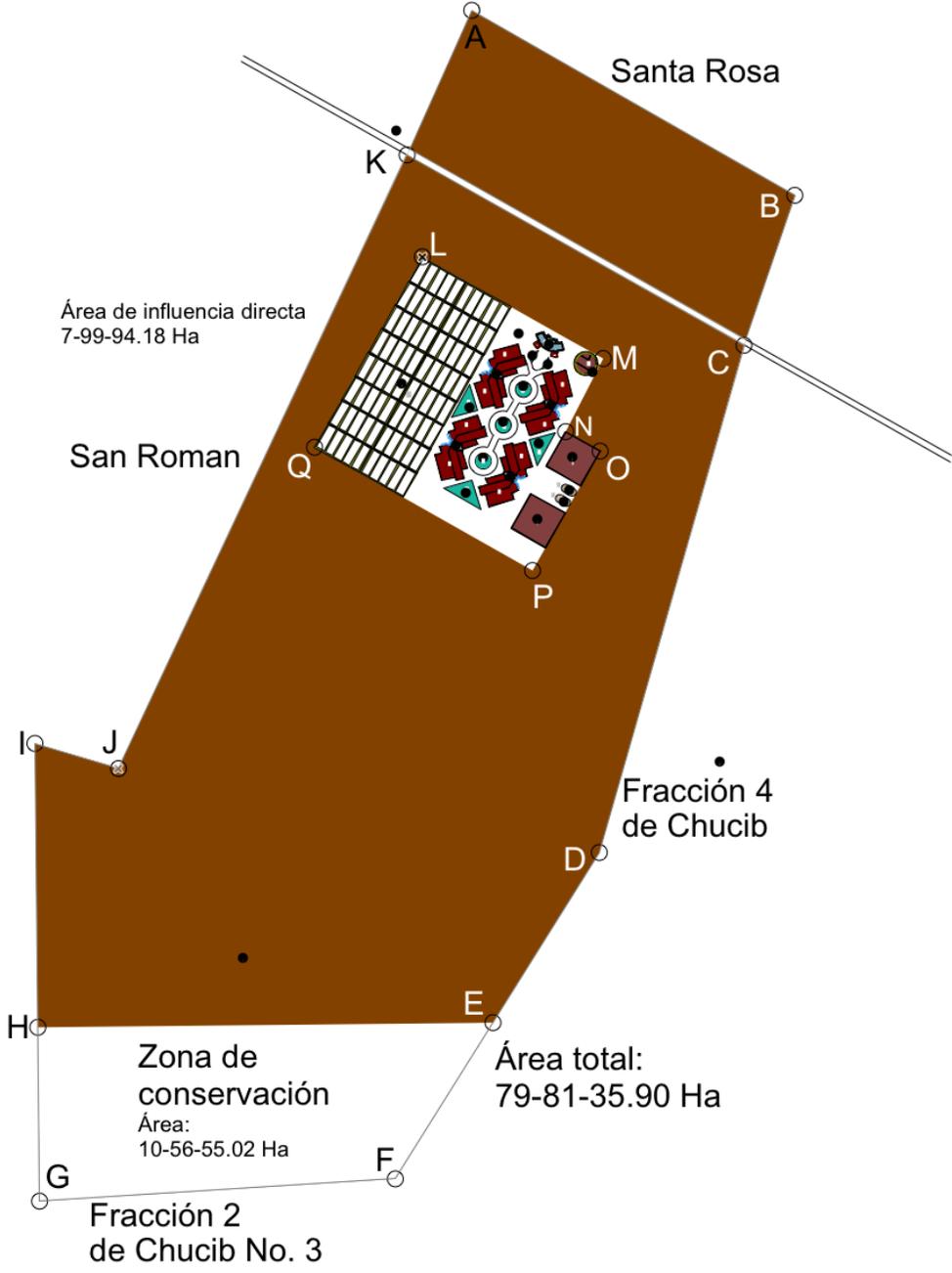


Figura 13. Colindantes del predio Chucib No. 2

En la figura 14 se presenta un esquema topográfico del predio con las coordenadas UTM y en grados del polígono del mismo.

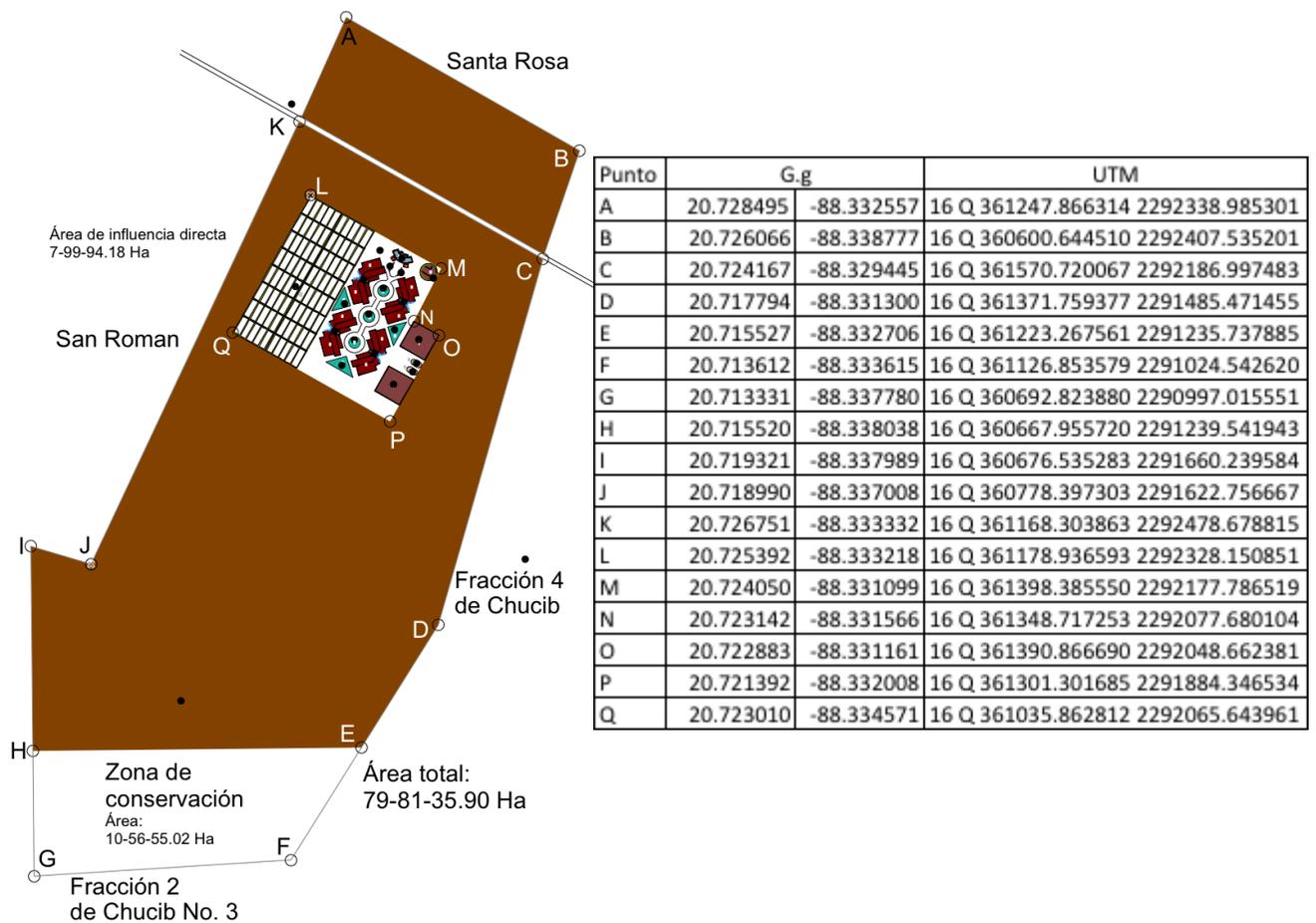


Figura 14. Coordenadas de los vértices del polígono del predio Chucib No. 2

Como se mencionó en el punto 1.1.3 el área del proyecto es de 7.99 hectáreas que representa 10.01 % del total de superficie del predio. Las coordenadas de los polígonos de construcción y operación se presentan en la figura 15, esta misma área será la que se utilice para realizar la construcción, una vez terminada de manera permanente se utilizaran solamente 7.45 hectáreas, es decir 9.33 % del predio.

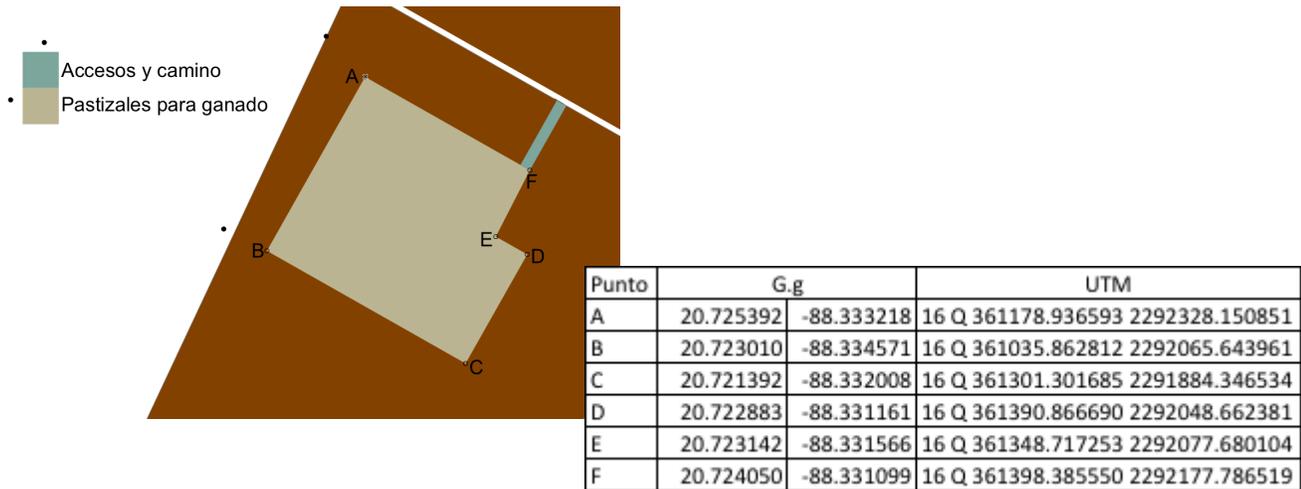


Figura 15. Coordenadas de los polígonos del área proyectada para la producción de tilapia.

La infraestructura a construir en el proyecto es la necesaria para producir juvenil de tilapia, engordar estos a talla comercial (750 g) y procesarlos para obtener filete fresco. En orden de operación la primera área es la sala de cuarentena donde se ingresará el pie de cría externo a la unidad de producción, en esta se mantienen los organismos como mínimo 40 días o hasta llegar a ser adultos reproductores (estanques de engorda de reproductores). La siguiente área es el laboratorio para la obtención de cría y juvenil de tilapia, está constituido por cuatro módulos. Una vez que los peces son juveniles se transportan a la tercer área que se denomina engorda, esta se integra por 80 estanques agrupados en 16 módulos. Cuando la tilapia alcanza la talla comercial se conduce a la planta de procesado para obtener el filete fresco nunca congelado.

Al lado este de la sala de cuarentena, se construirá una zona de apoyo que se compone de una bodega de alimento, una bodega taller de herramientas y redes, cocina, comedor, dormitorios y oficinas. Otra zona de apoyo es la planta de fabricación de alimento balanceado. Por último para depurar el agua residual acuícola (biofiltración) se contará con humedales artificiales.



Figura 16. Terreno compuesto de pastizales

La infraestructura para el proyecto se divide en siete áreas de operación. Las áreas o zonas de la unidad de producción por orden de flujo de organismos son: sala de cuarentena, estanques de engorda de reproductores, módulos del laboratorio de crías y juveniles, unidades intensivas de producción, planta de procesado y las áreas de apoyo.

Se propone que el agua necesaria para operar la unidad de producción se obtenga de tres pozos ubicados: uno entre la sala de cuarentena y los estanques de engorda de los reproductores, otros dos en los módulos del laboratorio de crías y juveniles. En la tabla 4 se muestran las coordenadas de cada pozo propuesto.

*Tabla 4. Ubicación de los pozos de agua*

<b>Pozo No.</b>	<b>UTM</b>	<b>G.g.</b>	
1	16 Q 361327 2292280	20.724969	-88.331789
2	16 Q 361395 2291945	20.721945	-88.331111
3	16 Q 361251 2292007	20.722499	-88.332500

La conducción del agua hacia las diferentes áreas se realizará mediante tubo de PVC hidráulico cedula 40 de diversos diámetros, con el fin de evitar la evaporación del agua cuando se usan canales de concreto. La cantidad de agua utilizada para la operación de la unidad de operación es del 2 % del volumen total de la estanquería y los trenes de tratamiento. En los estanques de engorda solo se repondrá en agua que se evapore, de tal manera que no se realizarán recambios en estos.

El drenaje de cada infraestructura se conducirá de manera similar (por tubería de PVC, en este caso sanitaria) que tendrá como efluente la laguna de producción de plantas acuáticas. En esta laguna se eliminará de manera biológica los nutrientes y materia orgánica derivada de la producción de tilapia. Una vez que el agua se depure, esta se reintegrará al subsuelo mediante pozos de absorción. El agua utilizada en la infraestructura de apoyo se derivará a cinco fosas sépticas para su depuración.

La superficie del terreno que se utilizará para la construcción representa el 6.961 % del predio (contando áreas de traslado el área total es de 7.99 hectáreas), cabe mencionar que 13.23 % se establece como zona de conservación (Tabla 5). El espejo de agua utilizado en este proyecto es de 3.22 hectáreas con un volumen de agua de 45,887.61 m<sup>3</sup> como se puede ver en la tabla 6.

Tabla 5. Superficies de construcción de cada área o zona

Construcción		Cantidad	Área por módulo (m <sup>2</sup> )	Área total de construcción (m <sup>2</sup> )	Dimensiones (m)	Porcentaje de zona de construcción	Porcentaje total +
A	Oficinas	1	706.858	706.858	30 (Diámetro)	1.27%	0.089%
B	Sala de cuarentena	1	541.537	541.537	*	0.97%	0.068%
C	Laboratorio de producción de juveniles	4	2,626.250	10,505.000	*	18.91%	1.316%
D	Humedal	8	-	3,256.459	*	5.86%	0.408%
E	Engorda	16	2,226.564	35,625.016	276.33 x 304.931	64.13%	4.464%
F	Planta de fabricación de alimento balanceado	1	2,054.000	2,054.000	50.00 x 50.00	3.70%	0.257%
G	Zanja activada	1	178.540	178.540	20.00 x 10.00	0.32%	0.022%
H	Composteo	1	178.540	178.540	20.00 x 10.00	0.32%	0.022%
I	Procesado	1	2,504.000	2,504.000	50.00 x 50.00	4.51%	0.314%
<b>Superficie total a construir</b>				55,549.950		100.00%	6.961%
<b>Zona</b>				<b>Área total de la zona (m<sup>2</sup>)</b>			<b>Porcentaje total</b>
	Área de conservación			105,655.02	**		13.230%
	Área total del terreno			798,135.90	**		100.000%

\*: Las dimensiones de estas áreas o zonas no se reflejan debido a la complejidad de la construcción

\*\* : Las dimensiones de estas áreas no se reflejan debido a la irregularidad del terreno

+: Porcentaje con respecto a la superficie total del predio

Tabla 6. Superficie de espejo de agua y volumen de agua a utilizar

Construcción	Cantidad	Espejo de agua (área; m <sup>2</sup> )	Volumen de agua (m <sup>3</sup> )
Sala de cuarentena			
Estanques de mantenimiento de peces	6	75.36	113.09
Estanques de mantenimiento de crías	6	3.02	3.00
		78.38	116.09
Laboratorio de juveniles			
Estanques de mantenimiento de reproductores	6	301.59	452.16
Estanques de reproducción y desove	56	1,344.00	1,344.00
Incubadoras y desarrollo de alevín	96	96.00	121.72
Desarrollo de juveniles	72	2,035.76	3,053.64
		3,777.35	4,971.52
Engorda			

Construcción	Cantidad	Espejo de agua (área; m <sup>2</sup> )	Volumen de agua (m <sup>3</sup> )
Estanques de biofloc	80	25,600.00	38,400.00
		25,600.00	38,400.00
Procesado			
Estanques de estabulación	3	100.00	100.00
Tratamiento de agua residual			
Humedal	1	2,500.00	2,000.00
Zanja activada	1	150.00	300.00
<b>Totales</b>	<b>320</b>	<b>32,205.73</b>	<b>45,887.61</b>

### 2.1.3 Inversión requerida

Tabla 7. Inversión de infraestructura y equipo (US dólar)

Inversión			
Concepto	Cantidad	Importe	Total
Sala de cuarentena	1	97,765.36	97,765.36
Módulo de producción de crías	4	764,858.10	3,059,432.40
Estanques de engorda y de reproductores	80	83,798.88	7,960,893.85
Planta de procesado	1	411,291.62	411,291.62
Planta de fabricación de alimento balanceado (infraestructura de apoyo)	1	205,645.81	205,645.81
Infraestructura de apoyo	1	99,215.08	99,215.08
<b>Total</b>			<b>11,834,244.12</b>
Capital de trabajo			
Capital de trabajo			13,195,000.00

Tabla 8. Memoria de cálculo del periodo de recuperación (US dólar)

Concepto	Inversión	Años				
		1	2	3	4	5
Ingresos	11,834,245.00	11,375,000.00	22,750,000.00	22,750,000.00	22,750,000.00	22,750,000.00
Costos totales		13,195,000.00	13,195,000.00	13,195,000.00	13,195,000.00	13,195,000.00
Utilidad		-1,820,000.00	9,555,000.00	9,555,000.00	9,555,000.00	9,555,000.00
Depreciaciones		1,775,136.00	1,775,136.00	1,775,136.00	1,775,136.00	1,775,136.00
Utilidad Antes de impuesto		-3,595,136.00	7,779,864.00	7,779,864.00	7,779,864.00	7,779,864.00
Impuestos			1,244,778.24	1,244,778.24	1,244,778.24	1,244,778.24
Utilidad neta		-3,595,136.00	6,535,085.76	6,535,085.76	6,535,085.76	6,535,085.76
Flujo de efectivo	-11,834,245.00	-3,595,136.00	6,535,085.76	6,535,085.76	6,535,085.76	6,535,085.76
VAN	\$10,710,963.04					
TIR	18%					

#### Costos para aplicar medidas de prevención y mitigación

A lo largo del proyecto se pretende invertir \$ 55,865.95 US dólar anuales en acciones de prevención y mitigación que lleven a reducir el impacto al ambiente por parte de la producción de filete fresco de tilapia, cabe señalar que este proyecto es de bajo riesgo por lo que solo se consideran aquellos conceptos que pueden afectar en las etapas del proyecto.

## **II.2 Características particulares del proyecto**

### 2.2.1 Información biotecnológica de las especies a cultivar Hábitat y Biología

La tilapia del Nilo es una especie tropical nativa de África. Su hábitat se expandió hasta el norte de Israel y Jordán. Actualmente es una especie cosmopolita, que prefiere vivir en aguas someras loticas. Altamente adaptable a las distintas condiciones de producción. La temperatura es una de las condiciones más importantes, estas especies, toleran intervalos entre los 12 y 42 °C, siendo la óptima de los 25 a los 34 °C. Tienen una alta tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua (menor a 1 mg/L es letal).

Las tilapias son peces altamente recomendables para su producción en cautiverio debido a que se adapta a situaciones de alta densidad, son resistentes a enfermedades. Su reproducción es sencilla y su ciclo de vida es relativamente corto. Se adapta fácilmente al manejo y acepta dietas balanceadas. Tiene niveles de sobrevivencia altos en condiciones extremas.

#### Biología

El cuerpo de este pez es generalmente comprimido y discoidal, raramente alargado. La profundidad del pedúnculo caudal es igual a su longitud. Escamas cicloideas. Protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual. El primer arco branquial tiene entre 27 y 33 filamentos branquiales. La línea lateral se interrumpe. Espinas rígidas y blandas continuas en aleta dorsal. Aleta dorsal con 16 ó 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. La aleta anal tiene 3 espinas y 10 u 11 rayos. Aleta caudal trunca. Las aletas pectoral, dorsal y caudal adquieren una coloración rojiza en temporada de desove; aleta dorsal con numerosas líneas negras.

Presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. La boca es protractil, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos.

Poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales. Las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua.

La diferenciación externa de los sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. El ano está siempre bien visible; es un agujero redondo. El orificio urogenital del macho es un pequeño

punto. El orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo.

Es un consumidor omnívoro, presenta una diversidad en los alimentos muy variada desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton.

Las tilapias son peces provistos de branqui-espinas con los cuales pueden filtrar el agua para obtener su alimentación como algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez.

Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para la producción se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55% (peso seco) aproximadamente.

En estanques, la madurez sexual la alcanzan a la edad de 5 ó 6 meses. El desove inicia cuando la temperatura alcanza 24 °C. El proceso de reproducción empieza cuando el macho establece un territorio, excava un nido a manera de cráter y vigila su territorio. La hembra madura desova en el nido y tras la fertilización por el macho, la hembra recoge los huevos en su boca y se retira. La hembra incuba los huevos en su boca y cría a los pececillos hasta que se absorbe el saco vitelino.

La incubación y crianza se completa en un período de 1 a 2 semanas, dependiendo de la temperatura, el número de huevos de una ovoposición es mucho menor en comparación con la mayoría de otros peces de producción en cautiverio. Es proporcional al peso del cuerpo de la hembra. Un pez hembra de 100 g desovará aproximadamente 100 huevos, en tanto que una hembra con peso de entre 600 y 1 000 g podrá producir entre 1 000 y 1 500 huevos. El macho permanece en su territorio, cuidando el nido, y puede fertilizar los huevos de varias hembras.

Si no se presenta una temporada de frío por la que se suprima un desove, la hembra puede desovar continuamente. Mientras está incubando, la hembra come muy poco o no come nada. La tilapia del Nilo puede vivir más de 10 años y alcanzar un peso de 5 kg.

### Variedades de tilapia

Un factor importante para la producción de tilapia, son las variedades existentes en el mercado, cada una tiene características propias que dan ventajas

competitivas y dependen del mercado meta y de las condiciones geoclimáticas de la zona de producción.

Las especies cultivadas de tilapia en México se enlistan en el siguiente recuadro, no obstante, la más común es la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Las principales especies del género *Oreochromis* son: *O. niloticus* (variedades *stirling*, egipcia, tailandesa, GIFT, chitralada, líneas: gris y roja.), *O. aureus* (líneas: gris, roja, azul, blanca (Rocky Mountain Bloom) y *O. mossambicus* (líneas: gris, roja, anaranjada). En México las tilapias del género *Oreochromis* provienen de diversos orígenes y se cree se tengan cinco tipos diferentes de acuerdo a la coloración del cuerpo y la aleta caudal.

Tabla 9. Especies y variedades de tilapia

Nombre común	Nombre científico	Tipo de producción
Tilapia herbívora	<i>Tilapia rendalli</i>	Cultivo
Tilapia herbívora	<i>Tilapia rendalli</i>	Cultivo
Tilapia del Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cultivo
Tilapia Stirling	<i>Oreochromis niloticus</i> variedad <i>Stirling</i>	Cultivo
Tilapia blanca	<i>Oreochromis niloticus</i> variedad <i>Rocky Mountain</i>	Cultivo
Tilapia de Mozambique	<i>Oreochromis aureus</i>	Cultivo
Tilapia naranja	<i>Oreochromis mossambicus</i> variedad <i>naranja</i>	Cultivo
Tilapia mojarra	<i>Oreochromis urolepis homorum</i>	Cultivo
Tilapia roja de Florida (híbrido)	<i>Oreochromis sp</i>	Cultivo

La tilapia nilótica (*O. niloticus*, línea egipcia) es gris con tonalidades verde metálico y bandas verticales de color negro, siendo más notorias en la aleta caudal.



Figura 17. Tilapia nilótica línea egipcia

La tilapia nilótica (*O. niloticus*, línea *stirling*), conocida también como tilapia rosada o chocolate, es de color pardo a rosado intenso, con tonalidades intensas en el pecho y cabeza, presenta bandas verticales de coloración tenue en la aleta caudal.



Figura 18. Tilapia línea Stirling

La tilapia áurea (*O. aureus*), también es conocida como tilapia azul, presenta el cuerpo y aleta caudal de color oscuro grisáceo, dorso azul metálico y vientre blanquecino, aleta caudal con bandas tenues e incompletas.



Figura 19. Tilapia aurea

La tilapia blanca “Rocky Mountain White” es de un color blanco con tonalidades amarillentas y su aleta caudal presenta lunares amarillos y vértice rojo. Fue generada con la cruce de *O. niloticus* x *O. aureus*, de la que se obtuvieron ejemplares con las características mencionadas y se retrocruzaron hasta fijar dicha particularidad.



Figura 20. Tilapia “Rocky Mountain White”

La tilapia roja (*O. mossambicus*, variedad naranja) tiene una coloración naranja con tonalidades rojizas, sin bandas en la aleta caudal y labios prominentes.



Figura 21. Tilapia Mozambique

Se han generado programas importantes para mejorar la tilapia de tal manera que se disminuya el tiempo de cultivo y se tengan mayores tasas de crecimiento y reproducción. De estos programas sobresalen dos:

- 1) GIFT (Genetical Improved Farmed Tilapia)
- 2) GMT (Genetically Male Tilapia).

GMT (Genetically Male Tilapia)

Se desarrolló en Filipinas con la finalidad de contar en la producción con puros machos sin dar un tratamiento con hormonas. Se han logrado tallas de 800g en nueve meses. Tienen un rendimiento en su carne de 40 %.



Fotoografía: Tzokin Rossel Mendoza

Figura 22. Tilapia de la línea GMT®

GIFT (Genetical Improved Farmed Tilapia)

Desarrollada por una asociación entre Tailandia y Noruega. La tilapia genéticamente mejorada tiene un mejor rendimiento que la roja, mayor tasa de reproducción, pero el desempeño en filete es el mismo. Necesita de un tratamiento de hormonas para obtener puros machos en la producción.



Figura 23. Tilapia de la línea GIFT

## Producción de tilapia

### Historia del Cultivo

Al ser las tilapias peces endémicos de África y el Cercano Oriente. Es en estos países donde se inicia la investigación de la especie en el siglo XIX. Se descubre, entonces, su mayor característica que la hace fácil de cultivar: la alta adaptabilidad, y junto con esta característica, se supo que la tilapia, además resistía el cultivo a alta densidad y sobrevivía sin problemas en medios con bajos niveles de oxígeno, esto sumando a la resistencia al manejo, enfermedades y fácil reproducción, totalizaron el complemento ideal para pensar en su cultivo, inicialmente rural, especialmente en el Congo y luego en Kenia (1924), sin embargo fue en Malasia donde se obtuvieron los mejores resultados y se inició su cultivo progresivo, éste tuvo tal éxito que las tilapias fueron introducidas en forma acelerada en otros países tropicales y subtropicales, cultivándose en 85 países en todo el mundo.

La producción mundial de tilapia cultivada en 2010 alcanzó los 3.2 millones de toneladas; el 35% provino de China. La producción china incrementó rápidamente durante 20 años hasta 2005 alcanzando un millón de toneladas; desde entonces, se ha estancado. Egipto reportó una producción cercana a las 200,000 toneladas en ese año, en tanto que Filipinas, Tailandia e Indonesia produjeron 111,000 toneladas, 97,000 toneladas y 72,000 toneladas respectivamente. Los cinco principales países productores de tilapia del Nilo son: la República Democrática Popular Lao, Costa Rica, Ecuador, Colombia y Honduras.

### Tilapia en Latinoamérica

Los cultivos de tilapia en América Latina, se iniciaron a pequeña escala y a nivel rural, utilizando las propias dependencias familiares para realizar el cultivo con nutrientes de bajo costo. Nicolás Hurtado, en el informe sobre "Comercialización de tilapia 2007, Producción y mercados mundiales" expresa que "en la década de los 80, la disponibilidad comercial de alimentos para animales acuáticos y el desarrollo de técnicas para la producción masiva de alevines monosexo, permitieron el crecimiento rápido de cultivos comerciales de tilapia en América

Latina y el Caribe. La producción comercial empezó en Jamaica en 1983, se extendió a Colombia, poco después y posteriormente a Costa Rica, Brasil, Ecuador, Honduras, Nicaragua y Venezuela". Actualmente los mayores productores son Brasil, Honduras, Colombia, Ecuador y Costa Rica; con 195,500 toneladas anuales.

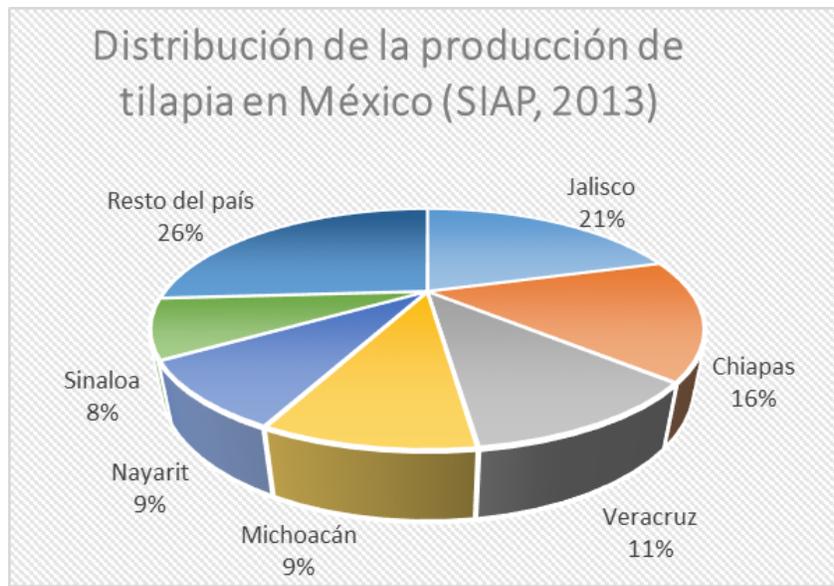
### Situación actual del cultivo de tilapia en México

En México, a principios de los años sesentas, se comenzó a cultivar la tilapia. En 1964, la Dirección General de Pesca, por conducto del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras (hoy Instituto Nacional de Pesca, INAPESCA) consideraron la posibilidad de importar las primeras especies, procedentes de la Universidad de Auburn, de los Estados Unidos de América; las cuales fueron llevadas al actual Centro Acuícola de "Temascal", en el Estado de Oaxaca. Las especies introducidas en esa época correspondían a: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis mossambicus* y *O. aureus*. Posteriormente los organismos se distribuyeron ampliamente en una gran cantidad de diferentes embalses naturales y artificiales de agua. El primer registro de producción de tilapia en México se da en 1970 con un volumen de 200 toneladas

En México se adoptaron las técnicas de cultivo extensivo, semiextensivo e intensivo; con este último también se adoptó la tecnología de los sistemas cerrados (sistemas de recirculación de agua) y de los sistemas abiertos para la producción de diferentes especies acuícolas, entre ellas la tilapia, con lo que se pretendió aumentar la producción acuícola y de acuerdo con CONAPESCA, la producción total registró una tasa promedio de crecimiento interanual de 2000 a 2011 de 6.4%, con decrementos en 2001 a 2006 y 2008 y crecimiento en el resto.

En la producción en sistemas controlados, registró una tasa de crecimiento interanual de 153%, al pasar de 1,598 ton en 2001 a 10,082 ton en 2011. En el 2011 y 2012 la producción se mantuvo por arriba de 11 toneladas, sin embargo, para el 2013 la producción en sistemas controlados llegó a 29,269 toneladas. Actualmente en el país, Jalisco produce el 20.15%; Chiapas el 16.12%, Veracruz el 11.25%; Michoacán el 9.45%; mientras que Yucatán no llega al 2 %.

En el marco mundial en el 2012 México se encontraba en el lugar trigésimo primero del tabulador de comercio internacional de producción para exportación pesquera y acuícola; México logró en el año 2013 la producción nacional de 102,039.00 toneladas de tilapia, siendo esta la tercera especie de mayor demanda, en el país, sólo después del camarón y el atún. Dentro de las entidades con mayor participación en la oferta de tilapia cultivada se encuentran los estados de Jalisco con 20.9 miles de toneladas, Chiapas con 16.4 miles de toneladas, Veracruz con 11.4 miles de toneladas, Michoacán con 9.6 miles de toneladas (Figura 24; SIAP, 2013).



*Figura 24. Distribución de la producción de tilapia en México*

### Producción de tilapia en Yucatán

El estado de Yucatán cuenta con 131 unidades de producción, según el anuario estadístico de la CONAPESCA, de las cuales 37 se dedican a producir tilapia. Se tiene registrada solo una unidad de producción de cría de tilapia en el municipio de Baca. La producción del 2013 fue de 127 toneladas con un valor de \$ 4,189,000.00 (cuatro millones ciento ochenta y nueve mil pesos M.N.).

De los 106 municipios del estado sólo 22 presentan actividad acuícola y de estos en 18 municipios han establecido unidades de producción de tilapia. Destacan los municipios de: Baca, Buctzotz, Dzilam, Halachó, Hunucmá, Kanazín, Kinchil, Mérida, Mocochoá, Muna, Panabá, Peto, Progreso, Seyé, Tekax, Tetiz, Ticul, Tzucacab y Uman.

La tilapia es muy popular entre consumidores que les gusta un pez de carne blanca y sabor relativamente neutral, por lo que se considera que posee un enorme potencial comparado con otras especies más grasosas (ejemplo bagre de canal) las cuales podrían ser fácilmente reemplazadas entre tradicionales y nuevos consumidores de pescado.

### Origen de los organismos (reproductores)

La tilapia, como ya se mencionó son nativas de África. La línea genética, GMT®, tiene su origen en Filipinas. Sin embargo los organismos que se utilizarán provienen de Costa Rica. Para el proyecto se adquirirán 6,400 organismos como pie de cría cada tres años.

En cualquier momento la cantidad de organismos que se tendrán bajo producción se refleja en la tabla 8.

Tabla 10. Número de organismos por etapa del ciclo de vida, en cualquier momento de producción

<b>Etapa del ciclo de vida</b>	<b>Número de organismos</b>
Reproductores	6,400
Alevines	525,000
Juveniles (70 g)	2,000,000
Talla comercial (700 g)	6,500,000

#### Cultivo de especies exóticas

La tilapia no es nativa a la región de la península de Yucatán. Desde 1960 se introdujo esta especie en el país en el estado de Morelos. En Yucatán desde hace 40 años se instalaron las primeras unidades de producción (UPA) de tilapia. Una ventaja ambiental de este proyecto vs. los instalados actualmente es el manejo óptimo de los recursos naturales (agua, suelo, organismos) mediante sistemas sustentables de producción (cerrados).

Los organismos de pie de cría que llegan de Costa Rica se trasladan vía aérea empacados en bolsas de plástico con ½ de su volumen llenado con agua, saturada con oxígeno puro. Las bolsas se transportan en cajas de cartón corrugado con aislante térmico. En el predio los organismos llegan a la sala de cuarentena y se siembran en los estanques de ingresos previa aclimatación de los peces.

Una vez que termina el tiempo de cuarentena el pie de cría se traslada a los estanques de mantenimiento de reproductores mediante contenedores y redes. De ahí se conducen a los diferentes módulos de producción de cría según se necesite reemplazar a reproductores viejos. Las ovas, alevines, crías y juveniles que se producen en los módulos se moverán mediante contenedores móviles entre las zonas de la misma nave. Una vez que llegan a 70 g los organismos se trasladan a las unidades de producción intensiva mediante remolques con contenedores equipados con tanques de oxígeno puro y aireadores. De las UPIs, una vez que se llega a la talla comercial los organismos se conducen a la planta de procesado en camionetas con contenedores y se estabulan en los estanques de recepción.

En la planta de procesado, las tilapias se filetean, se refrigeran y empacan para ser enviadas a los diferentes mercados nacionales e internacionales. El resto del animal se procesa para la obtención de nuggets de tilapia, piel y harina.

#### Mecanismos para evitar la probabilidad de fugas y transfaunación

En el predio no se cuentan con cuerpos de agua superficial por lo que es muy difícil que se lleguen a fugar los organismos. Los sistemas –cerrados– de producción utilizados aseguran que los organismos una vez que ingresan al predio no pueden fugarse por lo que la transfaunación es imposible.

Todos los sistemas que se instalarán son cerrados, por su naturaleza los estanques están aislados de cualquier cuerpo de agua externo a la unidad de producción.

No obstante, el aislamiento de los estanques, toda la tubería de purga o drenaje de agua residual está conectada a un registro con trampas de bioseguridad para contener cualquier organismos que se llegue a fugar de los estanques. El agua después del registro, conectado a cada estanque, pasa a humedales donde se depura y después se conduce a pozos de absorción. La logística en la conducción de agua evita en todo momento la posible fuga de organismos. Los peces no tienen contacto un cuerpo de agua superficial o subterráneo. El agua en la tubería de drenaje llega a registros con trampas de bioseguridad, pasa a humedales y de ahí a pozos de absorción donde se regresa a los mantos fríaticos.

El transporte de peces dentro del predio y entre estanques se realizará mediante remolques con contenedores cerrados para evitar pérdida de producto. Otra ventaja es que los organismos no pueden fugarse de estos.

### Estrategias en el manejo de especies a cultivar

La producción en este proyecto estimó que sea continua –escalonada–. Con base en la temperatura media anual del agua, la calidad de la misma y la línea genética a utilizar, se pretende alcanzar cuatro ciclos completos al año. La biomasa alcanzada –final– en ese tiempo es de 13,403.14 toneladas. Para lograr este resultado se iniciará con 140 toneladas de juveniles con un peso de 70g. Los ingresos reales de biomasa al predio serán el pie de cría importado de Costa Rica con un biomasa inicial de 10 kilos y llegarán a una biomasa de trabajo de 12.8 toneladas. La producción escalonada propuesta en este proyecto permite ingresos y salidas cada semana, por lo tanto se tendrán 52 siembras en las UPIs y una misma cantidad de cosechas. Pero, en un año solo se pueden completar cuatro ciclos.

Considerando el uso de sistemas sustentables –cerrados– las concentraciones de nutrientes y materia orgánica en los efluentes será muy baja. Aunado a esto, la cantidad de agua derivada a los humedales es muy poca –2 % del volumen total de estanquería al día– en los humedales se depurará biológicamente el agua para eliminar totalmente los nutrientes y materia orgánica disuelta en el agua.

Las heces fecales y el alimento no consumido se removerá del agua diariamente a través de sedimentadores insertados en los estanques, los residuos sólidos se integrarán a sistemas de composteo para generar tierra enriquecida orgánicamente. Su uso será el mejoramiento del suelo. Se utilizará, para el crecimiento de los peces, alimento balanceado proveniente de la planta de fabricación de este producto. Se fabricarán al año 14,900 toneladas de diversos porcentajes de proteína y diámetros de pellet.

### Actividades en la zona de cuarentena

A razón de que el insumo biológico se importará de un laboratorio certificado en Costa Rica. El tiempo de transportación desde el laboratorio de en Costa Rica hasta la Unidad de Cuarentena en Uayma se estima en 24 horas. El traslado de Costa Rica a la aduana en el aeropuerto de Cancún México se realizará por vía aérea y de la aduana en Cancún a Uayma se realizará en vehículos automotor

con características adecuadas para el transporte (ejemplo de transporte figura 25). El tiempo de este último recorrido se estima en tres horas. El proceso de importación de insumo biológico se realizará cada tres años.



Figura 25. Transporte para pie de cría

Para iniciar la etapa de cuarentena se realizará el conteo del insumo biológico en su totalidad una vez que se llegue a la Unidad de Cuarentena. Se registrará en bitácora una revisión de la condición sanitaria de los organismos, así como los datos morfo métricos que sean posibles y se cotejará con los datos de referencia del exportador. Lo anterior se hará en los estanques de 1m<sup>3</sup>, ya que en ellos se realizará la etapa de aclimatación (12hrs) tras el paso y traslado de los organismos de la aduana de Cancún a la unidad.

La sala de cuarentena (figura 26) se mantendrá en todo momento como un área aislada y de acceso restringido a personal capacitado y autorizado.

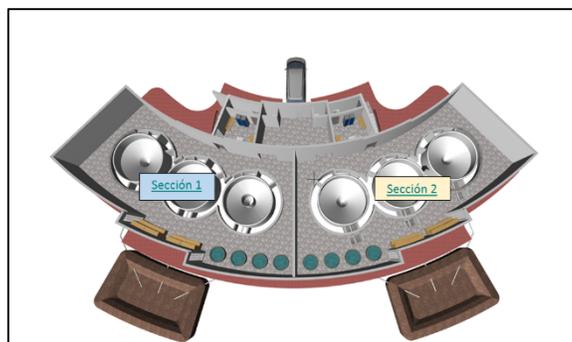


Figura 26. Sala de cuarentena

Esta zona se construirá con material de mampostería. Estará dividida en dos secciones bilaterales, como se aprecia en la Figura 26. Cada sección tendrá un área de recepción en donde se ubicarán los estanques para ingresos. Se propone que los estanques para los ingresos sean de 1m<sup>3</sup> fabricados con polietileno lineal de baja densidad.

Se considera que un total de cuatro estanques por sección con características similares serán suficientes para albergar en condiciones adecuadas los organismos recién ingresados y mientras que el tiempo de cuarentena se cumple. Los estanques en cada sección se adaptarán a un sistema de recirculación acuícola que incorporará un sistema de inyección de ozono en la fase de tratamiento biológico para eliminar probables patógenos en el ambiente

acuático. El sistema de recirculación acuícola se instalará de manera independiente dentro de la sección de cuarentena, con el objetivo de mantener aislados a los organismos recién ingresados a la sección.

El sistema de cuarentena se instalará con mallas (tamiz #20) de seguridad en las salidas de drenado para reducir la probabilidad de fuga de los organismos y mantenerlos siempre en la zona de confinamiento.

Al concluir la etapa de cuarentena los organismos se traspasarán a la sección de crecimiento en donde se mantendrán en cautiverio hasta que alcancen un estado de madurez sexual. Las características de esta sección se plantean del siguiente modo:

- a) Tres estanques de 4m construidos con concreto armado  $f'c$  250  $kg \cdot cm^{-2}$ .
- b) Sistemas de recirculación acuícola independientes para cada estanque.

La sección de crecimiento se ubicará contigua a la zona de ingreso dentro de la cuarentena como se ilustra en la Figura 27.

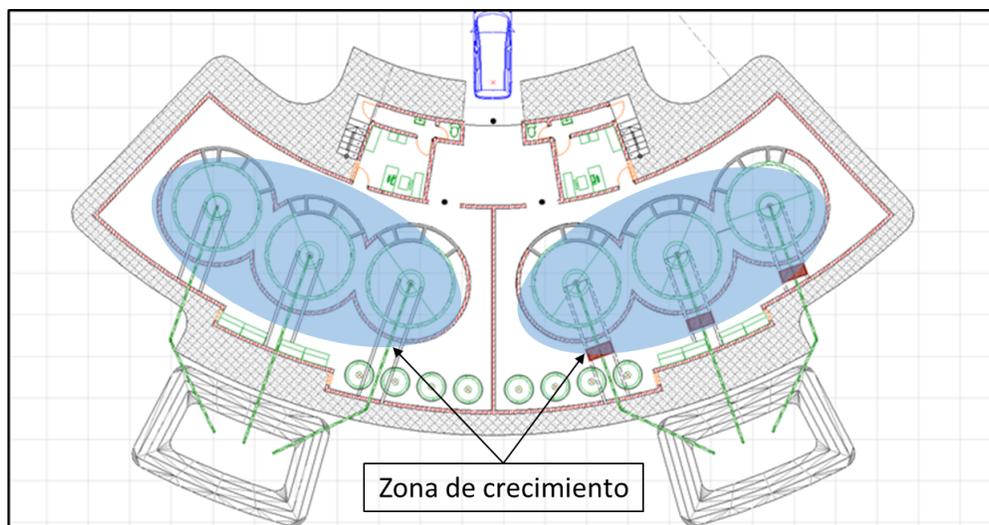


Figura 27. Zona de crecimiento

Los organismos en la sección de crecimiento permanecerán en esta en condiciones adecuadas para su adaptación a la reproducción. Los organismos con sexo masculino siempre se mantendrán en un sistema independiente es decir separados y diferenciados de los organismos de sexo femenino con la intención de evitar la reproducción no deseada.

Se estima que los organismos que residan en la sección de crecimiento permanezcan ahí por un lapso de 8 meses. Durante este tiempo los organismos se alimentarán con una dieta balanceada y formulada específicamente para su función. Todas las actividades se registrarán en una bitácora. Los formatos que se proponen se muestran en la Figura 28.

SEGUIMIENTO DE ACCIONES SANITARIAS EN LA UNIDAD DE CUARENTENA

CONTROL GENERAL DE ACCIONES SANITARIAS													
ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
Gasto de agua (litros/segundo)													
Registro de temperatura (°C)													
Peces introducidos por lote/Clave:													
Especie:													
Estadio:													
Cantidad:													
No. de diagnóstico de laboratorio													
Especie:													
Mortalidad/ No. de organismos al mes													
Alimento suministrado (kg)													
NOMBRE Y FIRMA DEL ENCARGADO DE LA UNIDAD DE CUARENTENA													

BITÁCORA DE CONTROL DE SANIDAD		[SAN-2016/CUA/INGRESO]											
RESPONSABLE DE REGISTRO:		FIRMA:		Fecha:									
ACTIVIDADES REALIZADAS:		Muestreo ( )		Limpieza Profunda ( )		Tratamiento ( )							
<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA</b>		<b>REGISTRO DE BIOMETRÍA</b>						<b>LIMPIEZA PROFUNDA</b>					
PARÁMETRO	VALOR	Estanque	Población	Talla (cm)	Peso (g)	Biomasa (Kg)	% Alimentación	Alimento (Kg/día)	Estanque	Cantidad m <sup>3</sup>	Método	Desinfectante	Concentración
Estanque													
Hora													
T° ambiente	°C												
T° estanque	°C												
O <sub>2</sub> disuelto	mg/l												
pH													
Amonio (NH <sub>4</sub> )	mg/l												
Amonaco (NH <sub>3</sub> )	mg/l												
Nitritos	mg/l												
Nitros	mg/l												
Nitratos	mg/l												
Alcalinidad	mg/l												
Dureza	mg/l												
Dióxido (CO <sub>2</sub> )	mg/l												
Transparencia	cm												
Flujo de agua	l/s												
<b>RESULTADO DEL MUESTREO</b>								<b>Origen del problema:</b>					
Diagnóstico Presuntivo:													
Abundancia													
Intensidad													
Prevalencia													
Rango de intensidad													
Reincidencia													
<b>TRATAMIENTO APLICADO:</b>								<b>PLÁTICA DE CAPACITACIÓN</b>					
								Título:					
								Objetivo:					
								No. de participantes: _____					
<b>Observaciones:</b>								<b>Recomendaciones:</b>					

Figura 28. Bitácora de la sala de cuarentena.

TRATAMIENTO/REGISTRO CLÍNICO SANITARIO DEL LOTE				TRSAN-2016/	
Estadio:		% de mortandad:		Abundancia:	
Lote:		Fecha de inicio del problema:		Intensidad:	
Tiempo en cultivo:		Especie con problema:		Prevalencia:	
Tamaño de muestra:		Estanque con problema:		Rango de Intensidad:	
Talla (cm):		Origen del problema:		Reincidencia:	
Peso (g):		Población del estanque:			
<b>Agente(s) patógeno(s) presuntamente detectado(s)</b>	<b>% de población afectada</b>	<b>Descripción de signos observados</b>		<b>OBSERVACIONES DEL ENCARGADO:</b>	

## TRATAMIENTOS:

Tipo	Producto Empleado	Dosis/ Tiempo	Descripción de la aplicación
Preventivo ( )			
Correctivo ( )			
Preventivo ( )			
Correctivo ( )			
Preventivo ( )			
Correctivo ( )			

Fechas de aplicación en el mes/año de:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30/31	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30/31

Días de retiro al terminar la última aplicación:

DIAGNÓSTICO SANITARIO		PSAN-2011/																																																												
Fecha: _____																																																														
<b>ACTIVIDADES REALIZADAS:</b> Muestreo ( ) Calidad de agua ( ) Tratamiento ( ) Otro: _____																																																														
Estadio: _____	Lote: _____	Tiempo en cultivo: _____																																																												
Tamaño de muestra: _____	Talla (cm) y Peso (g): _____	% de mortalidad: _____																																																												
Inicio del problema (fecha): _____	Población del estanque: _____	Estanque con problema: _____																																																												
<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PARÁMETRO</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T° ambiente</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>T° estanque</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno disuelto</td> <td>mg/L</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Amonio (NH<sub>4</sub>)</td> <td>mg/L</td> </tr> <tr> <td>Amoniaco (NH<sub>3</sub>)</td> <td>mg/L</td> </tr> <tr> <td>Nitritos</td> <td>mg/L</td> </tr> <tr> <td>Alcalinidad</td> <td>mg/L</td> </tr> <tr> <td>Dureza</td> <td>mg/L</td> </tr> <tr> <td>Flujo de agua</td> <td>L/s</td> </tr> </tbody> </table>	PARÁMETRO	VALOR	T° ambiente	°C	T° estanque	°C	Oxígeno disuelto	mg/L	pH		Amonio (NH <sub>4</sub> )	mg/L	Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	mg/L	Nitritos	mg/L	Alcalinidad	mg/L	Dureza	mg/L	Flujo de agua	L/s	<b>MUESTREO ANAMNÉSICO</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Diagnostico Presuntivo</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Abundancia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Intensidad</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prevalencia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rango de Intensidad</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reincidencia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Diagnostico Presuntivo						Abundancia						Intensidad						Prevalencia						Rango de Intensidad						Reincidencia						<b>Origen del problema:</b>  
	PARÁMETRO	VALOR																																																												
	T° ambiente	°C																																																												
	T° estanque	°C																																																												
	Oxígeno disuelto	mg/L																																																												
	pH																																																													
	Amonio (NH <sub>4</sub> )	mg/L																																																												
	Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	mg/L																																																												
	Nitritos	mg/L																																																												
	Alcalinidad	mg/L																																																												
Dureza	mg/L																																																													
Flujo de agua	L/s																																																													
Diagnostico Presuntivo																																																														
Abundancia																																																														
Intensidad																																																														
Prevalencia																																																														
Rango de Intensidad																																																														
Reincidencia																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Producto Empleado</th> <th>Dosis/ Tiempo</th> <th>Descripción de la aplicación</th> <th>Fechas de aplicación</th> <th>Fecha de retiro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preventivo ( )</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Correctivo ( )</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Tipo	Producto Empleado	Dosis/ Tiempo	Descripción de la aplicación	Fechas de aplicación	Fecha de retiro	Preventivo ( )						Correctivo ( )																																												
Tipo	Producto Empleado	Dosis/ Tiempo	Descripción de la aplicación	Fechas de aplicación	Fecha de retiro																																																									
Preventivo ( )																																																														
Correctivo ( )																																																														
<b>Observaciones:</b>			<b>Recomendaciones:</b>																																																											

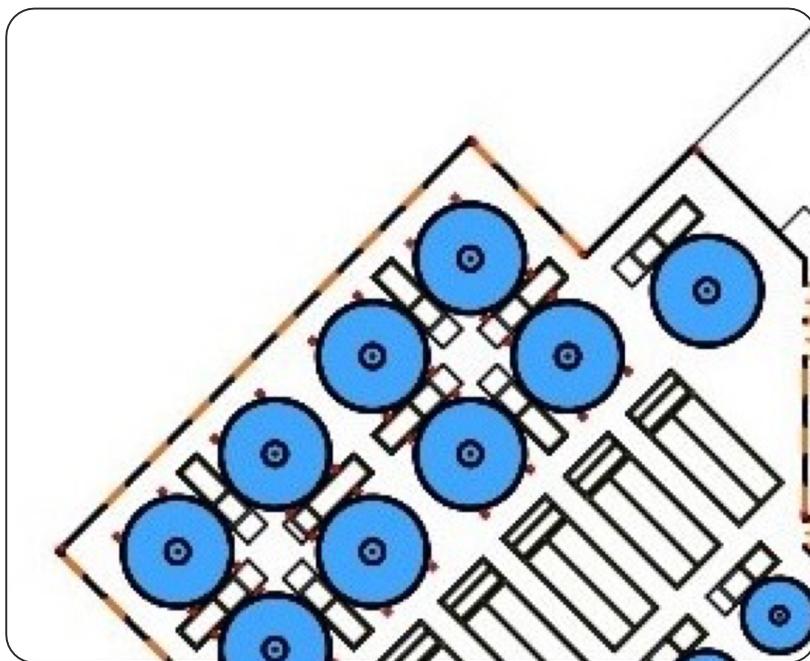
## SEGUIMIENTO DE ACCIONES EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN.

CONTROL GENERAL DE ACCIONES DE INOCUIDAD												
ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Actividades de control sanitario												
Diagnostico sanitario												
Tratamientos clínicos												
Análisis de laboratorio (residuos tóxicos y microbiológicos)												
Verificación Interna BPPA												
Visita Verificación Oficial BPPA												
Compra de nuevos lotes de alimento												
Cantidad de alimento (kg) de nuevos lotes												
Capacitación												
Capacitación/ Intercambio de Experiencias												
OBSERVACIONES: _____												

Figura 28. (Cont.) Bitácora de la sala de cuarentena

### Actividades del Laboratorio de reproducción.

Esta obra del proyecto se ha pensado y diseñado con el objeto de reproducir de manera controlada especímenes de tilapia GMT®. También con el objeto de obtener la mayor cantidad de cría y realizar un proceso de pre-engorda para que los organismos alcancen un peso promedio de 70 g. El laboratorio se diseñó como una unidad multifuncional en donde se puedan desarrollar las actividades propias para cada una de las actividades (movilidad, reproducción, crianza y pre-engorda).



*Figura 29. Vista en planta de prototipo de módulo de producción.*

Por lo tanto, este consta de una sección de traslación de organismos reproductores, en donde se rotará y mantendrá un lote de organismos en reposo y listos para adaptación a la sección de reproducción; la sección de reproducción tendrá 28 estanques para albergar 200 sets de reproductores, los cuales se integra de 1 macho y tres hembras cada uno. De esta última sección se obtienen los huevos fértiles que se llevan a la sección de incubación. En esta zona se tienen los organismos para que eclosionen y lleguen a una talla de tres centímetros. Dentro del mismo módulo se pasan las crías a los estanques de desarrollo (pre-engorda) ahí se tienen hasta que llegan a tallas de 70 g.

Las actividades que se realizan en los módulos de producción de cría son:

Limpieza, purga de sedimentadores, eliminación de residuos flotantes, en su caso, limpieza profunda de los estanques. Barrido y lavado de pasillos. Lavado y sanitizado de equipo.

Siembra, introducción de organismos a los estanques correspondientes con base a un protocolo de trabajo para cada sección del módulo.

Alimentación, dotación de alimento con base a tablas de crecimiento desarrolladas en la unidad de producción.

Desdobles, selección y ubicación de organismos con base en su tamaño.

Registro, se realizarán muestreos biométricos que se registrarán en bitácoras con datos como peso, longitud, biomasa, altura, etcétera. Así mismo, se registrará todo proceso que se llevó a cabo en cualquier sección del módulo.

Calidad del agua, se monitoreará la calidad del agua en todos los sistemas sustentables para conocer las concentraciones de nutrientes y materia orgánica en todos los estanques.

Operación, se monitoreará cada sistema instalado en los módulos para mantenerlos siempre funcionando. Se checará cada elemento de los trenes de tratamiento de agua residual con el fin de evitar malfuncionamiento de los mismos.

Cosecha, en cada sección para pasar a la siguiente se realizarán cosechas de los organismos mediante redes de chinchorro y de cuchara. Se auxiliará esta actividad de contenedores portátiles para evitar lo más posible el estrés de los peces y en su caso dar tratamientos preventivos con sal.

#### Actividades en las unidades de producción intensiva.

Estas unidades compuestas de cinco estanques cada tienen actividades similares a los módulos de producción de crías. Se siembran los organismos, se vigila su crecimiento mediante muestreos al azar para realizar monitoreo de biométricos, se cosechan los organismos cuando llegan a la talla comercial (750 g), se realiza la limpieza de los estanques y pasillos de las unidades, se monitorea la calidad del agua, se registran en bitácora todas las actividades llevadas a cabo.

En las UPIs se tienen actividades extras: Purga de biofloc en exceso, se elimina el excedente de biofloc para mantener concentraciones óptimas para el crecimiento de las tilapias. Monitoreo constante de oxígeno, en estas unidades se proponen generadores de oxígeno puro, debido a las altas densidades de producción hay que estar monitoreando la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

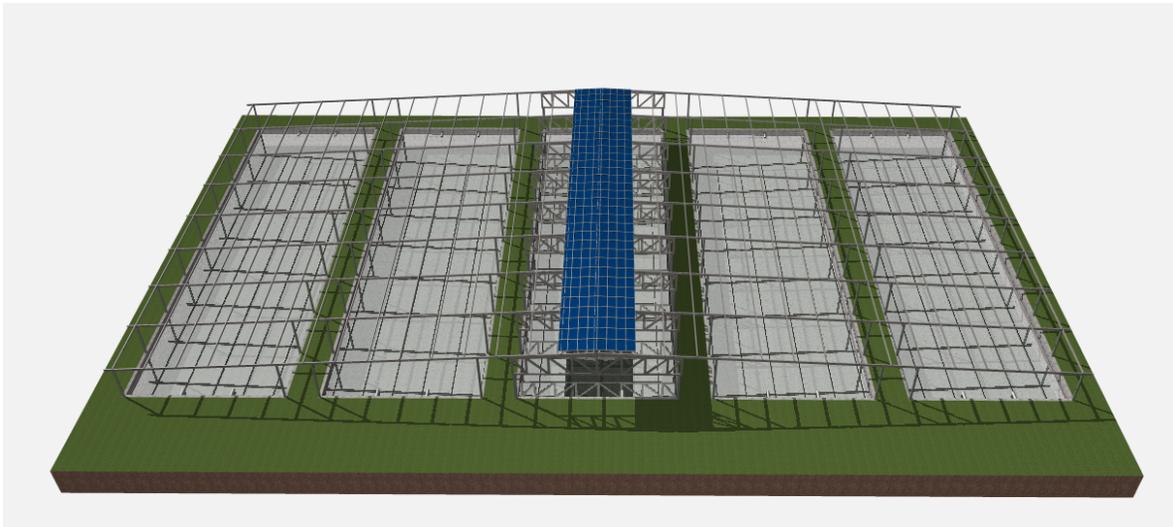


Figura 30. Proyección isométrica de las UPIs

#### Actividades en la planta procesadora.

En el tren de procesado principal, las actividades son la recepción del producto vivo, aquí se debe pesar a los peces para estar en concordancia con los egresos de las UPIs, se realiza una inspección a los organismos en busca de puntos críticos que afecten la calidad y se remueve el producto muerto.

En los estanques de recepción se somete la tilapia a un shock térmico para sacrificarla y se pasa a la banda de selección donde personal de la planta clasifica a los peces según diversos criterios de calidad. La siguiente actividad la realiza equipo –eliminación de escama y descabezado– la tilapia se filetea a mano para después pesarla y empacarla con hielo. Los restos de los organismos se llevan a otra sección de la planta para su procesado en nuggets, harina y piel. Al igual que en otras zonas de la unidad de producción se realizan actividades como monitoreo de la calidad del producto, limpieza, registro de toda actividad en bitácoras.

#### Actividades en la planta de fabricación de alimento balanceado

Las actividades principales en esta unidad de apoyo son:

Recepción de materia prima, se tiene diseñado la bahía de recepción de producto por carretera a través de tracto camiones y por ferrocarril para los consumos más fuertes que provienen de puerto progreso.

Molido de la materia prima, con base en las necesidades de producción se muelen las materias primas para llegar a tamaños menores de 300 micras. Esto con el fin de producir alimento tan pequeño como 0.3 mm de diámetro y se genere una buena mezcla de los ingredientes.

Mezclado de ingredientes, con base en las necesidades de las diferentes etapas de producción de la tilapia. Los ingredientes se mezclan en la extruidora, los productos secos y los líquidos necesarios, todo según el protocolo de producción diseñado por nutricionistas especializados en tilapia.

Extruido de pellets, en la extruidora se cocina el producto a altas presiones y se le

da forma a base de diversos dados con tamaños que van desde 0.3 a 7 mm. Los pellets se secan y se encostalan para su almacenamiento hasta por 15 días.

Distribución del alimento a las diferentes zonas de producción, se lleva a cabo mediante remolques de plataforma con capacidad de hasta 10 toneladas.

### Uso de agua en los sistemas sustentables acuícolas de Servillenum

Los sistemas que se instalarán para la producción de tilapia generan a un ahorro de agua mayor al 90% comparado con sistemas abiertos, donde el agua se toma de un cuerpo de agua se pasa a través de los estanques y se regresa al cuerpo de agua de donde se extrajo. En el caso de Servillenum, el agua se tomará de tres pozos que se localizarán dentro del polígono de influencia directa. El agua se extraerá mediante una bomba para pozo de 15 cm de diámetro (6"). El suministro se realizará mediante una red de tubería de PVC de diversos diámetros que van de 3.8 cm (1 ½") hasta 15 cm (6"). Cada zona de producción contará con una red de distribución de agua que se origina en los tres pozos.

#### *Sala de cuarentena*

Para la sala de cuarentena los seis estanques de 18.84 m<sup>3</sup> se llenarán uno a la vez en 10 minutos cada uno. Los seis estanques de 1.1 m<sup>3</sup> se llenarán todos en tres minutos. En esta zona se tiene un volumen de uso de agua en estanques y filtros de 134.64 m<sup>3</sup>. En la sala se almacenarán 8.80 m<sup>3</sup> en tinacos de 1.1 m<sup>3</sup> cada uno. En total se tendrán 143.44 m<sup>3</sup> de agua en la sala de cuarentena.

Una vez extraída el agua de pozo y satisfecha la demanda de llenado de estanques y tinacos, solo se utilizará agua del pozo para recuperar niveles por evaporación, retrolavado de filtros y purga de lodos en los estanques. Los volúmenes y periodos de tiempo necesarios se reflejan en la tabla 11.

*Tabla 11. Volúmenes para la operación de estanquería en la sala de cuarentena*

Proceso	Volumen (m <sup>3</sup> )	Cantidad de estanques	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Periodo de ejecución
<b>Estanques de 18.84 m<sup>3</sup></b>				
Evaporación	0.125	6	0.750	Semanal
Retrolavado	0.100		0.600	Semanal
Purga de lodos	0.376		2.256	Semanal
<i>Subtotal</i>			3.606	
<b>Estanques de 1.1 m<sup>3</sup></b>				
Evaporación	0.030	6	0.180	Semanal
Retrolavado	0.050		0.300	Semanal
Purga de lodos	0.070		0.420	Semanal
<i>Subtotal</i>			0.900	
<b>Total</b>			<b>4.506</b>	Semanal

### Módulos de laboratorio

El laboratorio para la obtención de juveniles de tilapia de 70 g se divide en cuatro módulos, todos idénticos. La red de abastecimiento de agua de cada módulo estará compuesta por tubería de PVC hidráulica de 10 cm (3"), al llegar a los módulos la red se divide según la etapa de los organismos que se tengan en los estanques, de la misma manera la red de transporte de agua, en cada módulo, se integrará por tubería de diversos diámetros. En la tabla 12 se reflejan los volúmenes totales de agua por área en cada módulo.

Tabla 12. Volúmenes de agua en cada módulo del laboratorio de producción de juvenil de tilapia.

Estanques	Volumen (m <sup>3</sup> )	Cantidad	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
Mantenimiento de reproductores	18.85	6	113.10
Reproducción y desove	12.00	28	336.00
Huevo	0.01	24	0.17
Alevín	0.01	24	0.14
Cría 0	0.08	24	1.92
Cría 1	0.18	24	4.20
Cría 2	1.00	24	24.00
Juveniles	42.41	18	763.41
<b>Total por módulo</b>			1,242.94
<b>Total del laboratorio (cuatro módulos)</b>			4,971.76

Una vez operando el consumo de agua semanal por modulo se refleja en la tabla 13. El uso de agua semanal llega al 3.22 % del volumen de agua de la estanquería la cual tendrá su origen en el pozo cercano a la sala de cuarentena.

Tabla 13. Uso de agua semanal en estanques de los módulos del laboratorio de juveniles de tilapia.

Estanques	Volumen Total (m <sup>3</sup> )	Evaporación (m <sup>3</sup> )	Retrolavado de filtros (m <sup>3</sup> )	Purga de lodos (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Mantenimiento de reproductores	113.10	0.75	0.60	2.26	3.61
Reproducción y desove	336.00	2.80	1.92	5.30	10.02
Huevo a cría	30.43	0.00	0.60	0.14	0.74
Juveniles	763.41	5.40	3.60	15.90	24.90
<b>Total por módulo</b>					39.27
<b>Total del laboratorio (cuatro módulos)</b>					157.08

## Engorda de tilapia

Esta zona se compone de 15 módulos de cinco estanques cada uno, cada estanque tiene un área de 320 m<sup>2</sup>, con un volumen de agua de 480 m<sup>3</sup>. En total se tienen 36,000 m<sup>3</sup> por todos los módulos. El sistema sustentable que se utilizará es el biofloc. El agua será conducida a través de tubería de PVC hidráulico de 10 cm (4"). En la operación se llenarán los estanques de manera escalonada con agua proveniente del segundo pozo cercano a los estanques, con base en las necesidades de siembra de juveniles para su engorda. Una vez llenos solamente se repondrá el agua evaporada. El tiempo de llenado de un estanque es de 12 horas.

Cada semana se realizará una purga de lodos en cada estanque para reducir los sólidos suspendidos. El volumen de agua derivado de la purga de lodos será de 6.4 m<sup>3</sup> por estanque dando un total de 480 m<sup>3</sup> al mes. En la tabla 14 se observan los volúmenes de agua utilizados en la zona de engorda de tilapia.

En cada módulo de engorda se tendrá un baño completo para la higiene del personal, el cual tendrá un gasto de 200 L al día. Los 15 módulos ocuparán 2.52 m<sup>3</sup> de agua al día por concepto de higiene.

Tabla 14. Recambio y uso de agua en los estanques de engorda de tilapia

Estanques	Volumen Total (m <sup>3</sup> )	Evaporación (m <sup>3</sup> )	Purga de lodos (m <sup>3</sup> )	Periodo de ejecución
Engorda	36,000.00	720		Semanal
Engorda			480	Mensual
Engorda (servicios)	17.64			Semanal

Toda el agua proveniente de las zonas de producción se conducirá mediante tubo de PVC sanitario de 15 cm (6") hacia diversos humedales que en total suman un área de 2,837.56 m<sup>2</sup> donde se tendrán plantas acuáticas para su aprovechamiento agrícola, antes de llegar al humedal se tendrá un sedimentador de alta tasa para remover los sólidos en el caudal, estos se trasladarán a la zona de compostaje para convertirse en abono para el mejoramiento de suelos.

Los humedales artificiales serán de tipo superficial cuya característica principal es que el agua fluye sobre la superficie del sustrato y no excede de 0.6 m de profundidad, la carga superficial es baja. Para que funcionen de manera eficiente y se logren mejores tasas de remoción, se depende del establecimiento de poblaciones polimicrobianas (Gallego-Alarcón, 2010; Phillips et al., 2010), lo cual se conoce como tiempo de maduración y se requieren considerar factores tales como: Tipo de sustrato que se va a emplear, las micrófitas empleadas, las concentraciones de NAT, las tasas de crecimiento de las bacterias, las concentraciones de oxígeno disuelto, el pH y la alcalinidad entre otros. Esta

unidad se mantendrá con la entrada de agua semanal proveniente de las zonas de producción, el nivel del agua no aumentará debido a la evaporación y consumo por parte de las plantas.

Los sólidos residuales provenientes del sedimentador de alta tasa se trasladarán al composteo para generar tierra para el mejoramiento de suelos agrícolas. La zona de composteo estará ubicada en la parte más alejada de las zonas de producción comprenderá un área de 178.54 m<sup>2</sup>. Aquí se pondrá una membrana geotextil para evitar que se los líquidos se lixivien al terreno. El composteo se mantendrá húmedo para que se lleve a cabo la oxidación de la materia orgánica y se revolverá cada 15 días, dependiendo de parámetros como la temperatura ambiente. Una vez que se tenga tierra adecuada para ser utilizada como mejoramiento de suelos agrícolas se removerá de la zona de composteo.

#### *Procesado (valor agregado)*

La red de abastecimiento de agua, para la producción de filete de tilapia, se origina en el pozo y se conduce a la zona por tubería de PVC de 10 cm (4"). El proceso se automatizará para eficientar y disminuir la cantidad de agua utilizada, al inicio del proceso se usan tres estanques de 33.34 m<sup>3</sup> para recibir la tilapia y sacrificarla. En el proceso de limpieza, eviscerado y fileteado emplea un volumen diario de 50 m<sup>3</sup>. En total se destinan 150 m<sup>3</sup> al día y se trabajan cinco días por semana. Mensualmente se disponen de 4,500 m<sup>3</sup> de agua.

#### *Infraestructura de apoyo*

La infraestructura de apoyo se compone de una planta de producción de alimento balanceado, bodegas de alimento y oficinas. El agua que se utiliza se origina en el pozo y se transporta por tubería de PVC de 10 cm (4"). Para la planta de producción de alimento balanceado el agua llega a una cisterna donde se almacenarán 30 m<sup>3</sup>. De manera diaria se utilizarán 10 m<sup>3</sup> para la producción de alimento balanceado. La cual se dosificará en la mezcla para la producción del extruido. Cada tercer día se repondrá el nivel de la cisterna para contar de manera continua con alimento para las tilapias.

Mediante tubería de 3.8 cm (1 ½") se abastecerán cuatro tinacos de 1,100 L que darán servicio a los baños y regaderas de oficinas, zonas de higiene de personal, cocina y comedor. En total para la infraestructura de apoyo se utilizarán diariamente 3.5 m<sup>3</sup> por concepto de higiene del personal y uso en cocina y comedor. En resumen, el agua que se necesita semanalmente en la unidad de producción se refleja en la tabla 15.

Tabla 15. Resumen de uso de agua en la unidad de producción de tilapia

Área	Periodo	Consumo de agua (m <sup>3</sup> )
Sala de cuarentena	Semanal	4.56
Laboratorio		157.08
Engorda		849.64
Procesado		500.00
Infraestructura de apoyo		92.68
<b>Total por semana</b>		<b>1,603.96</b>

#### Descripción del tratamiento de agua

El tratamiento de agua se realizará durante la operación de los sistemas sustentables cerrados y al momento de descargar el agua hacia los humedales con plantas acuáticas. Para el primer momento, la operación se realizará mediante dos tecnologías que permiten la depuración del agua para poder mantener la vida acuática (en específico la tilapia). La recirculación acuícola, son sistemas en donde el agua que se tiene en el estanque de peces pasa por gravedad a un tren de tratamiento donde se depura y se regresa al estanque.

Al momento de alimentar a los peces y estos consumir el alimento generan dos tipos de residuos: 1) heces fecales y orina; 2) alimento no consumido. Estos dos elementos son los responsables de los sólidos suspendidos en un estanque, son casi en su totalidad orgánicos. Cuando se desdoblán por medio de la hidrólisis se disuelven en el agua nutrientes, principalmente nitrógeno amoniacal total (N-NH<sub>4</sub> – N-NH<sub>3</sub>) altamente tóxico para las especies acuáticas. Cuando se acumulan en el agua del estanque es necesarios removerlos.

#### Sistema de recirculación acuícola (SRA)

El sistema de recirculación acuícola que se ha propuesto para la unidad de producción en la sala de cuarentena y en los módulos del laboratorio de juveniles de tilapia consiste en un tren de tratamiento compuesto de un sedimentador de alta tasa para la eliminación de sólidos suspendidos totales (SST) que pueden ser alimento no consumido, heces fecales y biomasa bacteriana muerta. Una vez eliminados los SST el agua pasa a un biofiltro compuesto por un percolador y un clarificador secundario (filtro acuícola de antracita). En estas unidades se remueve materia orgánica, nutrientes y SST generados en el biofiltro.

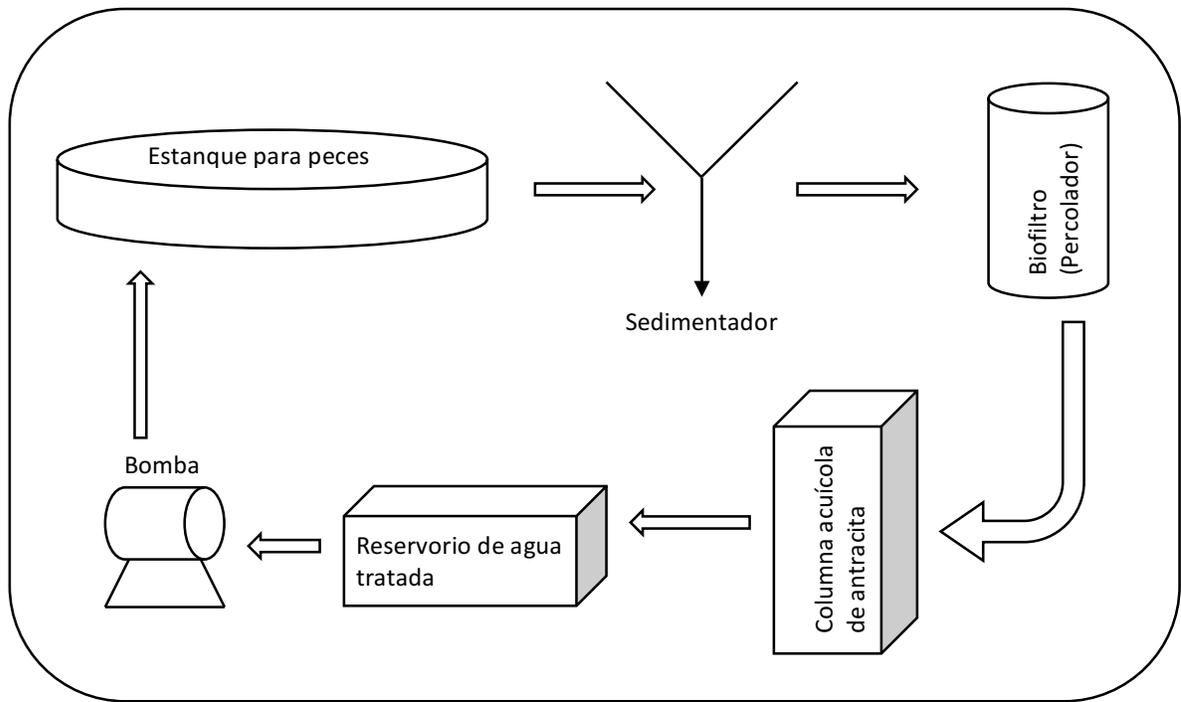


Figura 31. Esquema del SRA para estanques circulares de 4 y 6 m de diámetro.

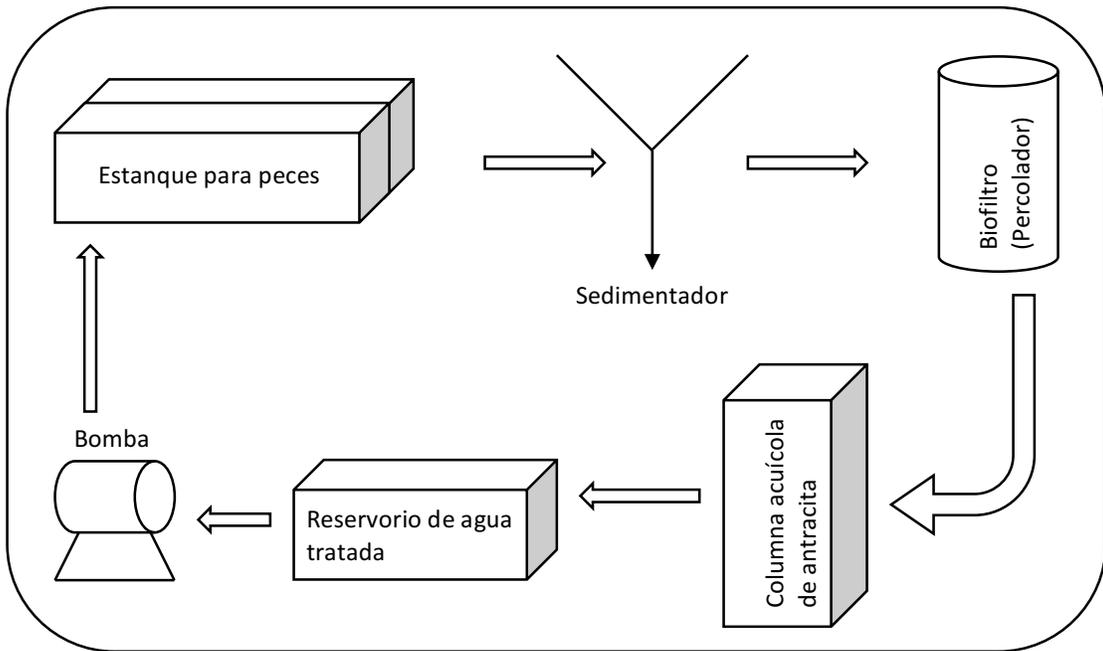


Figura 32. Esquema del SRA para estanques rectangulares para la reproducción y desove

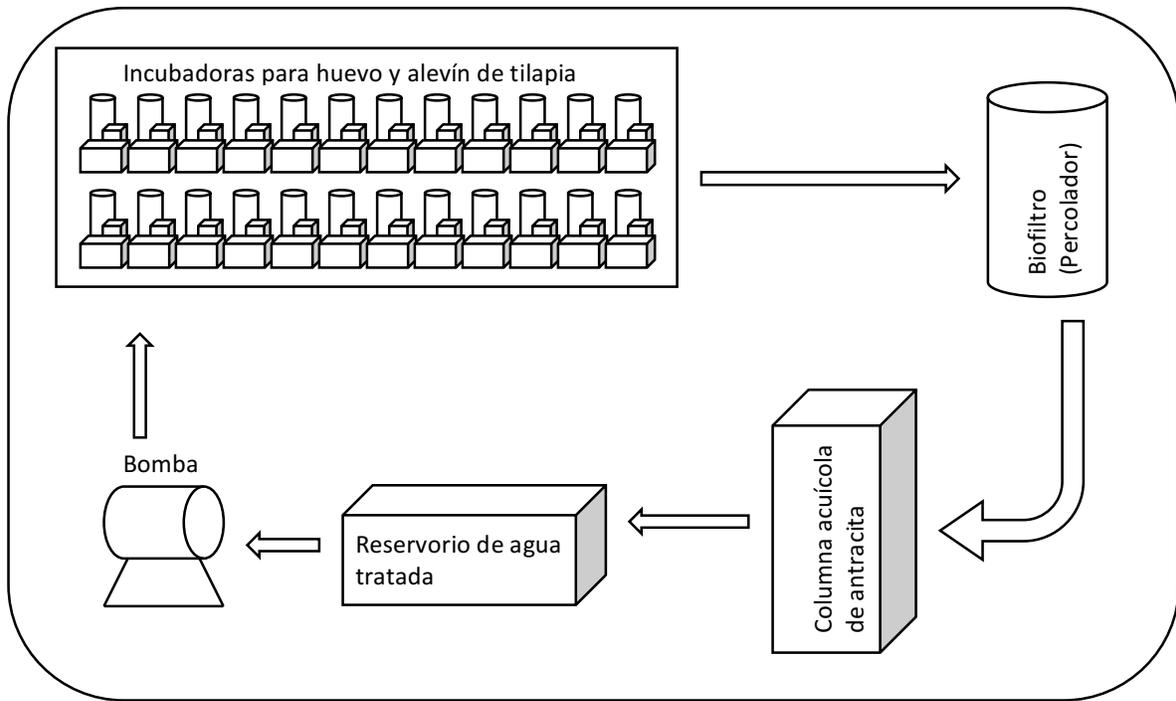


Figura 33. SRA para incubación de huevo y desarrollo de alevín.

En la figura 31 a 33 se esquematizan los SRA que se utilizarán en la operación de la sala de cuarentena y módulos de laboratorio. La diferencia entre los tres sistemas son los estanques e incubadoras para la tilapia, así también las dimensiones de las unidades del tren de tratamiento. Sin embargo, el funcionamiento de los sistemas es el mismo. Se tienen cinco procesos en los SRA que se instalarán en la unidad de producción: 1) remoción de sólidos, 2) biofiltración, 3) oxigenación, 4) desgasificación y, 5) circulación.

#### Remoción de sólidos

El manejo de sólidos es uno de los factores claves para determinar el éxito de los SRA, debido principalmente al impacto de las partículas en la composición del agua y en los organismos, los impactos de los sólidos se pueden definir como: 1) daño directo a branquias de peces, 2) obstrucción mecánica de los biofiltros, 3) mineralización de las partículas que producen amonio e 4) incremento de la demanda de oxígeno debido a la descomposición orgánica (Gallego-Alarcon, 2010).

Virtualmente todos los residuos generados en un SRA se originan por el alimento suministrado. Asumiendo una típica conversión alimenticia entre 1:1 y 2:1, 80% del alimento consumido eventualmente será excretado como líquido, sólido o gas, donde los sólidos suspendidos totales (SST) son el componente más abundante. La producción de los SST puede ser cuantificada o evaluada considerando la excreción de los peces, el alimento no consumido y la biomasa bacteriana (Timmons et al., 2002).

Los SST son de origen orgánico, esto significa que son responsables del cambio químico que presenta el agua al estar en contacto con ellos, por lo que es importante eliminar estos sólidos lo antes posible del sistema, ya que con ello se disminuye la concentración de materia orgánica y especies nitrogenadas hasta en un 60% (Timmons et al., 2002).

*Para los sistemas propuestos, este proceso se llevará a cabo en el sedimentador para los estanques circulares y rectangulares, en las incubadoras se realiza por sifones. Los sólidos que se remueven en esta operación unitaria del tren de tratamiento son conducidos, por gravedad, a los humedales a través de una red de drenaje de PVC sanitario de 10 cm (4") a 15 cm (6") de diámetro, donde los nutrientes contenidos en los SST son alimento para plantas acuáticas.*

*De manera pragmática en el sedimentador (purga de lodos) se abre una válvula de esfera por 10 segundos o hasta que el agua salga clara del tubo de drenaje. El agua llega a un humedal donde se tienen plantas acuáticas, los SST que se tienen en la purga de lodos sirven de alimento para las plantas, ya que liberan nutrientes como nitrógeno y fósforo esenciales para el desarrollo de las plantas. En esta práctica se combina la producción acuícola con la agricultura por lo que el agua pasa que se libera de los SRA pasa a un aprovechamiento agrícola y no se generan descargas a cuerpos de agua colindantes a la unidad de producción.*

## **Biofiltración**

La filtración biológica se puede entender en su sentido más amplio como cualquier técnica de filtración que involucre organismos biológicos (vivos) para eliminar impurezas del agua. El principal componente a eliminar en estos sistemas es el Nitrógeno Amoniacal Total ( $N-NH_4 - N-NH_3$ ).

El nitrógeno es un nutriente esencial para todos los organismos vivientes, es encontrado en proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos y pigmentos. En el ambiente acuícola, el nitrógeno es un componente residual derivado del cultivo de los peces y se tienen varias fuentes principales: urea, ácido úrico, aminoácidos excretados por los peces, detritos orgánicos de organismos muertos, alimento no consumido y heces fecales (Gallego-Alarcón, 2010). En particular, los peces excretan varios desechos nitrogenados a través de la difusión en las agallas, orina y heces fecales (Kornikoff, 1975).

La descomposición de estas especies nitrogenadas en los SRA es particularmente importante debido a la toxicidad del amonio, nitritos y en altas concentraciones los nitratos. El proceso de remoción de amonio por filtración biológica es llamado nitrificación y consiste en una oxidación sucesiva del amonio a nitritos y finalmente a nitratos.

El proceso inverso es llamado desnitrificación, donde los nitratos son convertidos a gas nitrógeno en condiciones anaeróbicas. Aunque generalmente este proceso no es utilizado ampliamente, actualmente se está convirtiendo en un proceso importante debido a que las densidades de cultivo son más intensas y las tasa de cambio son menores, resultando en niveles excesivos de nitratos en el sistema de cultivo (Kornikoff, 1975).

Para remover las especies nitrogenadas, se han propuesto diferentes tecnologías de filtración biológica, sin embargo, un biofiltro ideal es aquel que remueve el 100% del amonio y los nitritos, que es de bajo costo, que no es presurizado, no requiera de mantenimiento para su operación y no retenga sólidos. Desafortunadamente no existe un biofiltro que cumpla todas estas características, cada biofiltro presenta ventajas y desventajas en las diferentes áreas de aplicación.

Los SRA que se aplican en grandes escalas comerciales tienden a utilizar biofiltros granulares, tales como lechos expandidos, fluidizados y de perdigones flotantes, no obstante existen diferentes tipos de biofiltros que hoy en día son utilizados: biofiltros sumergidos, percoladores, biocilindros, biofiltros de perdigones flotantes, etc. (Timmons et al., 2002).

*Los SRA que se proponen en este proyecto tienen en los filtros percoladores la operación unitaria de la biofiltración, las ventajas de utilizar estos filtros es que no necesitan de partes mecánicas para su funcionamiento, el flujo del agua a través del filtro se realiza por gravedad, su eficiencia es del 60 al 70 % de remoción de nitrógeno, no retiene sólidos. Además, coadyuva en la oxigenación y desgasificación del agua.*

*Ayudados, los percoladores, por columnas de antracita diseñadas para la actividad acuícola se completa el biofiltro en cuestión. La función de esta columna es complementar la biofiltración para que llegue a remociones superiores al 90 % de nitrógeno, se remueva la biopelícula de bacterias que generalmente se desprende de los filtros percoladores. Sin embargo tiene una desventaja, se deben de realizar retrolavados del filtro, su función es remover de la antracita todos los SST que se lograron capturar por el granulado del empaque.*

*Un retrolavado se realiza inyectando agua a presión y en flujo contrario a la operación de la columna de antracita (descendente). Este flujo se aplica hasta eliminar los SST acumulados en la superficie del empaque, aproximadamente unos 90 segundos. El agua que se utiliza en el*

retrolavado se conduce por la tubería de la purga de lodos del sedimentador para llegar a los humedales donde es utilizada en un aprovechamiento agrícola.

### **Transferencia de gases (aereación y desgasificación).**

La disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua (OD) es usualmente el principal factor que limita el incremento de la capacidad de carga (peces/m<sup>3</sup>) que soporta el sistema acuático en un estanque y por tanto la producción acuícola. Por ejemplo, si se emplea aire atmosférico como medio para proveer el oxígeno disuelto al agua en un sistema, éste puede soportar una carga de hasta 40 kg/m<sup>3</sup> de tilapia, sin embargo, cuando se utiliza oxígeno puro y un método eficiente de transferencia de gas, la concentración de OD se incrementa permitiendo densidades de cultivo por arriba de los 125 kg/m<sup>3</sup> (Timmons et al., 2002).

En la operación de los SRA con altas densidades, bajos intercambios de agua, oxigenación con poca aereación y bajo pH, es muy probable que la concentración de CO<sub>2</sub> disuelto en el agua debido a la respiración de los peces, se acumule a niveles que formen condiciones tóxicas (superior a 2 mg/L), tanto para los peces como para los sistemas de biofiltración. Lo anterior hace necesario tener sistemas de eliminación de gases que permitan mantener los niveles adecuados para la vida acuática.

*Estos procesos, en la práctica, se realizan mediante la exposición del agua al gas (aire u oxígeno puro) o viceversa. Es decir, gotas diminutas son lanzadas fuera del cuerpo de agua, al interactuar con el gas que se encuentra en mayores concentraciones que en el agua este se transfiere del sistema atmosférico al agua. Cuando miles de gotas se involucran en este proceso se logra la aereación del agua. Este fenómeno ocurre cuando el agua pasa en forma de gotas de lluvia a través del percolador.*

*Otra forma de diluir aire u oxígeno en el agua es introducir burbujas finas en el agua, estas están cargadas de concentraciones mayores de oxígeno que el agua por lo que el gas transita de la burbuja al agua. En los trenes de tratamiento propuestos, el fenómeno sucede cuando el agua se regresa al estanque en forma de chorro que también introduce burbujas de aire al cuerpo de agua.*

### **Circulación**

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, los SRA tienen como características principales altas densidades de cultivo y bajas tasas de intercambio de agua lo cual deteriora rápidamente la calidad del agua que

permite la vida acuática y a su vez incrementa la concentración de contaminantes no deseados en la producción, por lo que un flujo continuo de agua es necesario para que sirva como medio de transporte de éstos hacia el sistema de tratamiento y a su vez introducir agua de calidad adecuada a los estanques.

El flujo del agua dependerá de dos factores, de la capacidad de carga de oxígeno disuelto y de especies nitrogenadas en los estanques y en los sistemas de tratamiento, por lo que contar con un equilibrio adecuado entre la capacidad de carga de estos parámetros y el flujo del agua hará más eficiente el SRA. También se puede presentar una baja eficiencia del sistema de tratamiento si no se cuenta con una carga adecuada de nutrientes para el buen funcionamiento de éste. Por ejemplo para el primer caso, si no se cuenta con dicho equilibrio, se puede presentar una alta mortalidad en los estanques por bajas concentraciones de oxígeno ( $< 2$  mg/L) e intoxicamiento por especies nitrogenadas ( $> 1.0$  mg/L de NAT,  $>1360$  mg/L de  $N-NO_3$ ,  $>0.39$  mg/L de  $N-NO_2$ ; Timmons et al., 2002).

*En este caso cada sistema contará con una bomba sumergible que permita un flujo de agua equilibrado entre el estanque y el tren de tratamiento. Las bombas que se utilicen se alimentarán en el día con un sistema de paneles solares y en la noche con el servicio de la CFE, de esta manera se ayuda al ambiente mediante la generación de energía alternativa y se reduce el costo de producción al disminuir el consumo de energía proveniente de la CFE.*

## **Biofloc**

Continuando con las políticas de Servillenum de disminuir el impacto ambiental limitando el uso de los recursos naturales y maximizando la producción de los sistemas, se optó por usar biofloc como tecnología sustentable en los estanques de engorda de tilapia. De manera general, estos sistemas son similares a los SRA, cuentan también con todos los procesos descritos anteriormente. Además, presenta como ventaja la reducción de alimento balanceado suministrado a las tilapias.

El sistema biofloc, es definido por Collazos-Lasso y Arias-Castellanos (2015) como una comunidad constituida de microorganismos asociados entre sí en un sustrato suspendido o flotante que responde a una dinámica de malla trófica que se inicia en heterótrofos capaces de fijar carbono desde las sustancias y partículas orgánicas en el agua y cuya densidad se sitúa entre 10 y 1,000 millones de células microbianas /  $cm^3$ . La comunidad de biofloc es de forma irregular, deformable, porosa, de tamaño indefinido (desde pocas micras hasta varios centímetros de diámetro), y más denso que el agua por lo que tienden a sedimentarse lentamente.

Funcionalmente, el biofloc, es un complejo donde ocurren al mismo tiempo

actividades autotróficas y heterotróficas utilizando aportes exógenos (Collazos-Lasso y Arias-Castellanos (2015). Cada biofloc es también un micronicho con necesidades fisiológicas particulares según este agregado y en el que cohabitan procesos complementarios aeróbicos y anaeróbicos siendo las interacciones que se producen piezas claves para el mantenimiento de la calidad de las aguas (Ray et al., 2010; Okabe y Watanabe, 2000).

Cuando en un estanque se tiene una relación alta de C:N en el agua, los compuestos nitrogenados principalmente NAT y nitritos son convertidos en biomasa bacteriana. Naturalmente la relación de carbono y nitrógeno en el agua es baja, por lo que se debe de agregar una fuente de carbohidratos (melaza) para llegar a tener una relación de 15 – 20:1. Con esta cantidad de carbón se estimula el crecimiento de bacterias heterótrofas y con ello el consumo de compuestos nitrogenados a través de la producción de proteínas microbianas (Crab et al., 2012).

*Servillenum ha proyectado usar la tecnología de biofloc como un sistema sustentable de bajo uso de agua y generación suplementaria para la nutrición de la tilapia en engorda. Para lograr esto se pretende construir estanques rectangulares de concreto armado en donde se tendrá un equipo de aereación u oxigenación con el fin de oxigenar y suspender el biofloc en la columna de agua. Para poder producir el biofloc se añadirá, al agua melaza como fuente de carbohidratos, el nitrógeno tendrá su origen en las heces fecales de los peces, el alimento no consumido y la biomasa bacteriana muerta. Una vez que se forme esta comunidad en el estanque tomará del agua los nutrientes disueltos para formar biomasa bacteriana.*

*Una vez que el biofloc llegue a una concentración adecuada para el proceso de depuración del agua en el estanque, se extraerá un volumen de SST equivalente al 10 % dicha concentración semanalmente. El volumen de agua con el biofloc extraído se separará, el líquido se regresará al estanque y los sólidos residuales se destinarán a composteo para el mejoramiento de suelos agrícolas.*

*La ventaja de este sistema es que una vez lleno el estanque no se hacen recambios de agua de manera constante, solo se repone semanalmente el nivel de agua perdido por evaporación.*

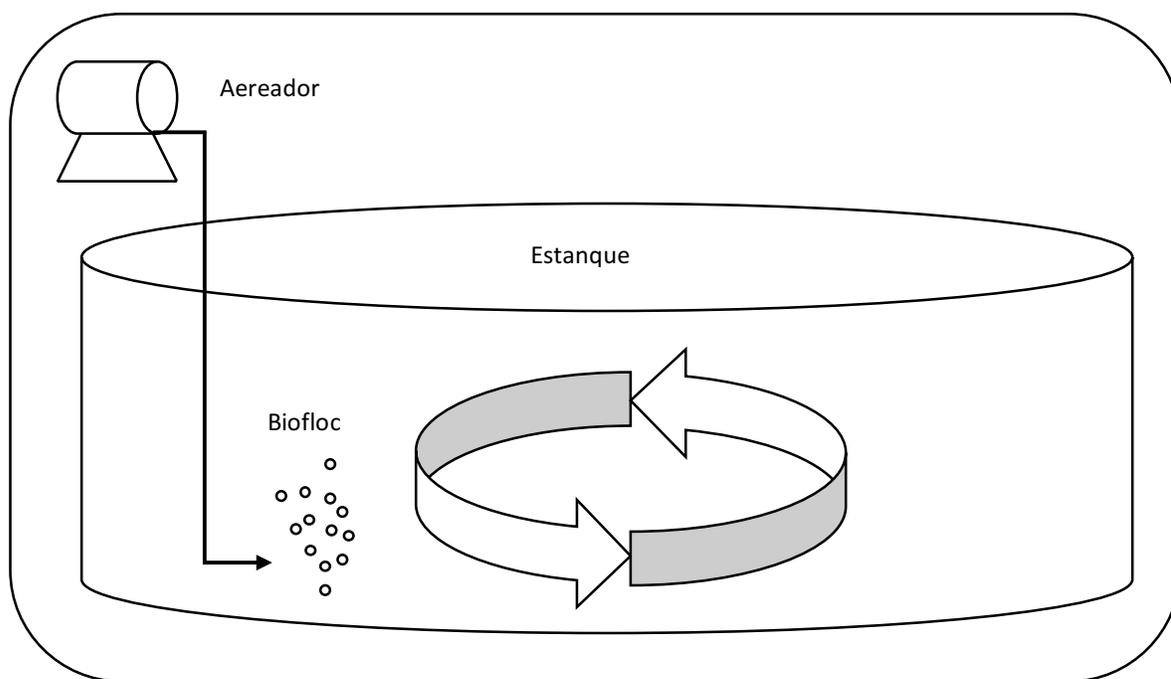


Figura 34. Esquema del sistema biofloc utilizado en los estanques de engorda de tilapia.

Planta de tratamiento para el procesado de filetes y fabricación de alimento balanceado.

El tren de tratamiento del agua residual de la zona de procesado, oficinas y fabricación de alimento balanceado. Se realizará mediante una zanja activada como tratamiento secundario (biofiltro). El tren consistirá de:

Pre-tratamiento: Un sistema de rejillas para eliminar los macro sólidos, pasará después a un reservorio de estabilización y un sedimentador primario para eliminar los sólidos mayores a cinco micras. A continuación, el agua residual se conducirá a una zanja activada que tiene un proceso similar a la depuración del agua en un río o arroyo. Por último, se conduce por un sistema de desinfección a base de cloro. Una vez que los parámetros son adecuados para la vida acuática, con base en la norma NOM-001-ECOL-1996, el agua se traslada al sedimentador de alta tasa y de ahí a los humedales.

El agua, en la planta de tratamiento, tendrá un flujo constante proveniente de las salas de higiene del personal (regaderas y sanitarios ubicados en todas las áreas), de la procesadora y de la planta de fabricación de alimento balanceado. El flujo pasará por el tratamiento donde se eliminarán los sólidos mayores, se conducirá por el reservorio de estabilización y el sedimentador primario, después transitará hacia la zanja activada donde permanecerá por espacio de cuatro horas circulando con aireación con el fin que los organismos presentes remuevan la

materia orgánica y los nutrientes. El flujo continuará hacia la desinfección con cloro para después incorporarse a los humedales.

### 2.2.2 Descripción de obras principales del proyecto

El proyecto pertenece a la clasificación tipo "B", para unidades de producción a construirse en tierra (granjas, laboratorios, unidades de estanquería), específicamente en lo correspondiente a los apartados B.3 y B.4.

#### Sala de cuarentena. – Una unidad

Se requiere la construcción de una zona de cuarentena certificada para mantener en cuarentena los ingresos que en este caso se definen como insumo biológico para la inducción a la reproducción. La instalación de una zona de cuarentena se rige en la LGPAS vigente. La tabla 16 muestra la descripción general de esta obra.

Tabla 16. Descripción de la obra "Sala de Cuarentena"

Descripción de obra/infraestructura: Sala de cuarentena	
Componente	Cantidad/Descripción
Área de construcción	3,750 m <sup>2</sup>
Número de unidades	1
Estanques para ingreso	6
Estanques para para crecimiento	6
Estanques para seguimiento	5

Material de construcción      Ingresos  Crecimiento  Seguimiento 

Polietileno  Concreto  Concreto 

#### Laboratorio de reproducción. - 4 Módulos

Acorde al objetivo mercantil de SERVILLENUM es necesaria la construcción de 4 módulos cuya función será la de mantener condiciones adecuadas (T°C, pH, NH<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, O.D) para la reproducción y posteriormente la pre-engorda de cría hasta 70g. La tabla 17 muestra la descripción general de esta obra.

Tabla 17. Descripción de la obra "Módulos de producción de cría"

Descripción de obra/infraestructura: Laboratorio de construcción									
Componente	Cantidad/Descripción								
Área de construcción	30,950 m <sup>2</sup>								
Material de construcción	Movilidad		Reproducción			Crianza		Pre-engorda	
Estanques	Movilidad	6	Reproducción	28	Crianza	24	Pre-engorda	18	

Polietileno	Concreto	Concreto
Calve de color para material		

### Estanques de engorda de tilapia o Unidades de producción intensiva (UPI). – 15 unidades

Se propone construir 15 UPI que se integran con 5 estanques cada una. Estos estanques tendrán una dimensión de 10 x 32 x 1.5 m en donde se confinará a los organismos juveniles para su engorda. Las UIP se distribuirán en 18 módulos para mantener un control del cultivo. La tabla 18 muestra la descripción general de esta obra.

*Tabla 18. Descripción de la obra “Unidades de producción intensiva”*

Descripción de obra/infraestructura: Laboratorio de construcción	
Componente	Cantidad/Descripción
Área de construcción	52,300 m <sup>2</sup>
Material de construcción	
Estanques	90
Sistema de producción	Biofloc

### Planta procesadora – una unidad

El producto final del proyecto es el filete fresco nunca congelado. El procesado de la tilapia se realizará mediante un proceso híbrido. Los organismos se recibirán en estanques de 50 m<sup>3</sup>. Una vez que se tenga el lote para su proceso, mediante una banda sin fin se introducirán en un estanque con hielo y agua para darles un shock térmico, de tal manera que su sacrificio sea en cinco segundos sin que sufran. Siguiendo la banda, empleadas de la planta de procesado, clasificarán la tilapia conforme a su calidad. Da ahí pasan a una máquina que elimina la cabeza y la piel. Una vez más pasan a manos del ser humano para que se obtenga el filete. El producto continua en una banda para su pesado y empaçado con hielo en forma de hojuelas. El resto del pez se utilizará para diversos fines, como obtención de quitina, harina de tilapia, etcétera.

La procesadora de filete de tilapia tendrá como infraestructura de apoyo un cuarto de fabricación de hielo, bodega de empaque, cuartos fríos, cuarto de maquinaria, aire acondicionado, filtros para agua. Este equipo e infraestructura de apoyo obedece al mantenimiento de la calidad del producto. Una vez que la tilapia entra a la planta su carne debe de mantenerse a 4 °C todo el tiempo. El ambiente de la planta de procesado a 18 °C. El agua que se utilice en estas instalaciones deberá acatarse a la norma de agua potable.

### Pozos. – 3 unidades

Se proyecta la excavación de 3 pozos a 60 m de profundidad para el suministro de agua a las instalaciones (zona de cuarentena, los módulos del laboratorio de reproducción, las UPI –estanques de engorda– la procesadora de filete, la fábrica de alimento balanceado y oficinas).

### 2.2.3 Descripción de obras asociadas al proyecto

Las obras asociadas al proyecto se pueden dividir en aquellas que apoyan directamente a la producción de tilapia y las que dan soporte administrativo y logístico al proyecto. En el primer caso se tienen cuatro obras sumamente importantes: 1) La planta de fabricación de alimento balanceado; 2) Humedales para biorremediación del agua residual acuícola; Bodega de alimento balanceado, y; 4) Bodega de herramientas. Para el segundo caso se tienen obras como: 1) Oficinas; 2) Cocina y comedor; 3) Dormitorios; 4) Sala de esparcimiento, y; 5) Vestíbulo de recepción.

#### Planta de fabricación de alimento balanceado – una unidad.

Para poder llevar a cabo la producción de crías y engorda de tilapia es necesario fabricar 14,500 toneladas al año de alimento balanceado con diversos diámetros de pellet y porcentajes de proteína. Para poder abastecer el alimento necesario para el proyecto es inevitable contar con una planta para fabricar la dieta balanceada. Su capacidad debe ser de 56 toneladas diarias, trabajando cinco días por semana.

La planta de alimento balanceado se dividirá en tres zonas. La primera es la recepción de materia prima, este será un andén para que ingresen tracto camiones de 30 toneladas con harina de pescado, aceite de pescado, harinas vegetales, etcétera. La bahía de recepción tendrá la capacidad de recibir al menos 5 camiones simultáneamente. En esta zona se contará con silos de almacenamiento de materia prima para contar con al menos 10 días de producto para fabricar el alimento balanceado. Es importante el monitoreo de la calidad del producto, cada lote de materia prima será muestreado y analizado en el laboratorio de la planta.

La producción de alimento se llevará a cabo mediante una extruidora que permite fabricar alimento con alta digeribilidad. A los pellets extruidos se les puede dar diversas características físicas como flotabilidad positiva, formas para la fácil ingesta del alimento, etcétera. La cercanía con la zona de producción de tilapia permite contar con muy poco producto almacenado, lo que conlleva a disminuir el impacto a la fauna que se ve atraída por el alimento fabricado.

#### Humedales. – Diez unidades.

Los subproductos que se generan en la producción de tilapia son derivados principalmente de la digestión de alimento ricos en compuestos nitrogenados suspendidos en el agua (heces fecales). De tal manera se requiere de humedales o lagunas de oxidación para inactivar las purgas de agua residual de los estanques. Los humedales se servirán de una producción de lirio acuático para alimento de aves de corral y flores de ornato. Otro subproducto son los lodos residuales de los estanques, estos se utilizan como mejoramiento de suelos agrícolas, a través de composteo se obtiene una tierra rica en nutrientes.

Por lo antes descrito se manifiesta la necesidad de construir las siguientes obras asociadas al proyecto. Se tienen programados la construcción de diez humedales que den servicio a la zona de cuarentena, los módulos de producción de juveniles y las UPI's. La poca agua residual que se genere en los sistemas sustentables de producción se canalizará mediante tubería de PVC sanitaria de diferentes diámetros. El agua residual se caracterizará por contener altas concentraciones de nutrientes y materia orgánica. En los humedales se utilizarán plantas acuáticas para remover los contaminantes como las especies nitrogenadas y la materia orgánica como un tratamiento de biorremediación.

#### Bodega de alimento

En el predio se tendrán varias bodegas de alimento balanceado, una en la sala de cuarentena, una para los cuatro módulos de producción de cría, cada módulo de unidad de producción intensiva tendrá con una bodega de alimento. Cada bodega se diseñó para que mantenga seco el producto y mantenga los organismos silvestres fuera de las mismas. Lo primero para que el alimento tenga una vida de anaquel prolongada. El contacto con organismos silvestres puede alterar la química del alimento, así como introducir patógenos a la producción. Lo segundo para no impactar la biodiversidad de fauna local con alimento balanceado que puede afectar su ciclo de alimentación y por ende desequilibrar el balance presa-predador. El alimento balanceado se surtirá cada tercer día a las bodegas para mantener un inventario pequeño en zonas con humedad alta.

#### Bodega de herramientas

En la misma cantidad que las bodegas de alimento balanceado, se contará con otras cuya función es almacenar las diversas herramientas para llevar a cabo las diversas funciones de cada zona del proyecto. Así, en estas bodegas se tendrán redes de chinchorro para capturar peces, redes de cuchara, bombas centrifugas de reemplazo, utensilios para sanitizar las instalaciones y equipos. Las bodegas están separadas del alimento balanceado para evitar la contaminación cruzada entre las herramientas y el alimento.

#### 2.2.4 Descripción de obras provisionales al proyecto

En cuanto a las obras provisionales se instalarían sanitarios temporales durante la etapa de preparación del sitio y construcción, para evitar el fecalismo al aire libre. En este sentido se indicará también a los trabajadores el uso obligatorio de estos creando conciencia en la importancia para evitar daños al ambiente y posibles enfermedades. Los sanitarios estarán conectados a una fosa séptica que más adelante servirá para el agua sanitaria y gris generada en la infraestructura de apoyo.

### **II.3 Programa de Trabajo**

En el proyecto se tienen tres etapas: preparación del sitio, construcción y equipamiento y operación. La primera y segunda etapa se pretende finalizar en 30 meses. Este lapso tiene contemplado la preparación del sitio, el tiempo para

tramitar los permisos, licencias de construcción y la construcción de las diversas zonas del proyecto. Cabe mencionar que como toda obra civil puede ser objeto de demoras por tramitología, por las inclemencias del clima (Huracanes, lluvias en exceso, trombas, etcétera) o por desplazamiento de tiempos en la entrega de materiales para construcción. Otra razón de retraso de la operación del proyecto es la importación de equipo, principalmente para las UPIs, el procesado y la fabricación de alimento balanceado.

La operación del proyecto se iniciará conforme se termine de construir cada zona, se empieza con la sala de cuarentena para contar con el pie de cría, conforme éste crece las demás instalaciones se terminarán. Así cuando se tengan los primeros organismos para su procesado todo el proyecto estará construido, equipado y operando.

Como se determinó al inicio de este documento, en este proyecto no se tiene una etapa de abandono. Se proyecta continuar con la producción de filete de tilapia dando mantenimiento a las instalaciones para que su vida útil se extienda por más de 90 años. El mantenimiento de las instalaciones incluye el reemplazo de equipo eléctrico cuando su vida útil termine, mantenimiento a los edificios y estanques de concreto, a la tubería de PVC hidráulico, entre los más importantes. Se tendrá un protocolo de mantenimiento que iniciara a los 6 meses de operación. Esto no quiere decir que se necesite dar mantenimiento a los seis meses, en este tiempo se inicia el monitoreo de la infraestructura y equipo para efectuar acciones preventivas y en su caso correctivas.

Tabla 19. Programa de trabajo de las etapas de preparación y construcción del proyecto.

Etapa	Actividad	Meses																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preparación del sitio	Geolocalización de pozos	■																													
	Geolocalización de polígonos y delimitación en el predio	■																													
	Deshierbe y desmonte de los polígonos	■																													
	Nivelación	■	■	■																											
Construcción y equipamiento	Perforación de pozos	■	■																												
	Trazo de obra	■	■																												
	Excavación	■	■	■																											
	Cimentación	■	■	■																											
	Instalación de sistema de conducción del agua				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Sala de cuarentena				■	■	■	■	■	■																					

Tabla 12. (Cont.) Programa de trabajo de las etapas de preparación y construcción del proyecto.

Etapa	Actividad	Meses																													
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	Módulos de producción de crías					■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
	UPIs																														
	Infraestructura de apoyo																														
	Planta de fabricación de alimento balanceado		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																			
	Planta procesadora																														
	Humedales	■	■																												

Tabla 20. Plan de trabajo en la etapa de operación

Etapa	Actividad	Meses																													
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Operación	Sala de cuarentena				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Módulos de producción de crías																														
	UPIs																														
	Planta de fabricación de alimento balanceado																														
	Planta procesadora																														



### 2.3.1 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

En esta sección del documento se describen las actividades generares que se llevarán a cabo en las diferentes etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción y operación. Se debe de tomar en cuenta que se planea no tener una etapa de abandono, sustituyendo esta con programas de mantenimiento para que se llegue a extender la vida útil de la infraestructura hasta más d 90 años.

#### Preparación del sitio

La vegetación predominante de la zona donde se ubica el predio es considerada selva baja caducifolia. Sin embargo, el predio se utilizó por muchos años para la producción de ganado, por la que la vegetación y el suelo han sido perturbados fuertemente por esta actividad. Para evitar impactos en el ambiente donde todavía se encuentra selva baja, dentro del predio, se construirá solamente en los polígonos que se vieron afectados por la ganadería.

El terreno, cuenta con vías e comunicación importantes para el estado de Yucatán, la carretera Mérida – Valladolid lo cruza. No cuenta con servicios urbanos básicos como agua potable y drenaje. Tiene acceso al servicio de energía eléctrica por parte de la CFE.

Se realizarán obras básicas para la preparación del sitio, tales como: limpieza del terreno, trazo y nivelación, traslado de maquinaria y construcción de una bodega provisional para almacenar el material y herramientas. Existe un camino que permite tener acceso a los polígonos donde se construirá toda la infraestructura.

El trazo de la obra estará sujeto al avance que vaya presentando la construcción de la obra civil correspondiente a la sala de cuarentena, módulos para la producción de crías, UPIs, planta de procesado e infraestructura de apoyo. Debido a la naturaleza del suelo los cimientos y las instalaciones se efectuaran sobre el mismo, dejando algunas excavaciones en donde sea realmente necesario, ya que el costo de estas es muy alto.

Bodega provisional. Estará construida de material desmontable –polines y laminas– con una dimensión de 25 m<sup>2</sup>. Tendrá un carácter provisional mientras se construyen las bodegas definitivas programadas en el proyecto. En este lugar se resguardará material y herramientas para la construcción. A lado de la bodega se levantará, también de manera temporal, un cuarto para que un velador se resguarde de las inclemencias del tiempo.

#### Construcción y equipamiento

##### Pozos

Al no contar con agua superficial que alimente la unidad de producción, la primera obra que se llevará a cabo es la perforación de los pozos. Estos tendrán

una profundidad de 60 m, con sello sanitario, las bombas en cada pozo serán de 7.5 hp con una capacidad de 800 L/m. Las bombas cuentan con conexiones de efluente de 3" por lo que el caudal se conducirá por tubería de PVC hidráulica de este diámetro hacia las diferentes instalaciones.

### Infraestructura

Conforme al plan de trabajo se construirá la infraestructura, iniciando con la sala de cuarentena que contará con seis estanques de 4 m de diámetro y seis estanques de un metro cubico cada uno. Una oficina, una bodega de alimento balanceado y otra de herramientas. Se continuará con el sistema de distribución de agua, con los pozos perforados y el sistema de bombeo colocado, se instalara la tubería de PVC hidráulico de 3" que conduce el agua hacia las diferentes zonas. La conexión se realizará conforme se termine la obra civil de cada zona, iniciando con la sala de cuarentena y terminando con la planta procesadora.

La siguiente obra son los humedales conectados a la sala de cuarentena, los cuales son independientes. Para evitar fuga de patógenos el agua se desinfecta antes de llegar a los humedales en los registros concentradores mediante la adición de hipoclorito de sodio. Los humedales de esta zona tienen un área de 15 m<sup>2</sup>. El tercer humedal se construirá después de terminar los módulos de producción de crías ya que parte de su influente proviene de estas instalaciones, su área es de 2,500 m<sup>2</sup>.

La planta de fabricación de alimento balanceado es la siguiente obra a construir, el área total de esta planta es de 10,000 m<sup>2</sup>. Se integra por bahía de recepción de materia prima, zona de almacenaje de materia prima, mezclado, extrudido de pellet, secado y encostalado, bahía de salida de producto.

A continuación se construirán los cuatro módulos de producción de cría, cada módulo está compuesto por cuatro zonas, la primera es el mantenimiento de reproductores que se compone de seis estanques circulares de concreto armado, la zona de reproducción que se integra por 14 unidades para 200 sets de tilapia (800 organismos), le sigue la zona de incubación que tiene dos racks para la eclosión del organismos y su crecimiento hasta una talla de 4 cm. Se instalarán, en esta zona, 24 trenes compuestos de una incubadora tipo McDonald, charola para alevines, estanque de 500 y 1000 L para su desarrollo. Por último la zona de crecimiento hasta 70 g que consiste en 18 estanques de seis metros de diámetro, toda la estanquería esta integrada a un sistemas de recirculación acuícola.

Después de esto se iniciará la obra civil de la infraestructura de apoyo diferente a la planta de fabricación de alimento balanceado, es decir, oficinas, bodegas, dormitorios, cocina, comedor, sala de esparcimiento, caseta sanitaria, vados, sanitarios.

Por último se construirán las 18 Unidades de Producción Intensiva de tilapia que constan de cinco estanques de 320 m<sup>2</sup>. La tecnología de producción en las UPIs será el bifloc. Cada estanque estará conectado a un generador de oxígeno puro para intensificar la producción. Se instalará una bodega de alimento, otra de

herramientas y una última para melaza. Los estanques estarán cubiertos por un techo de malla sombra, al centro de esta estructura se instalarán paneles solares para que den energía eléctrica a los equipos eléctricos de cada unidad. El agua residual de estas unidades se conectará al tercer humedal para su depuración.

### Operación del proyecto

Volumen de llenado de estanquería. Para el llenado total de las instalaciones es necesario utilizar 54,768 m<sup>3</sup>. Que se desglosan en la tabla 22. Cabe señalar que una vez llenados los estanques el recambio de agua solo es del 2 % al día.

*Tabla 22. Volúmenes de llenado por zona*

<b>Zona</b>	<b>Volumen de agua (m<sup>3</sup>)</b>
Sala de cuarentena	116.09
Módulos de producción de cría	4,971.52
Unidades Intensivas de Producción	38,400.00
Humedales	2,000.00
Zanja activada	300.00
Planta de procesado	100.00
Total	45,887.61

Acondicionamiento de estanquería. Al inicio de cada ciclo se prepararán los estanques limpiando y sanitizando los mismos. Es importante desinfectarlos para evitar patógenos invadan los sistemas cerrados. Además de llenar el estanque es necesario llenar el reservorio del tren de tratamiento que conforma el sistema de recirculación acuícola (SRA). Una vez colmados, se pone en operación la bomba sumergible del sistema para que se cuente con flujo en el SRA. El propósito es que se maduren los filtros biológicos, lo que tarda entre tres a cinco semanas. Cuando se madura el sistema se introducen los peces a las densidades definidas en el diseño del proyecto. Esta acción solo se realiza una vez cada 18 meses.

Para las UPI's que cuentan con estanques diseñados para los sistemas de biofloc, el acondicionamiento se realiza llenando los estanques, prendiendo el generador de oxígeno puro. Cuando se tiene una mezcla completa del agua debido a la aireación, se agrega melaza. El objetivo es formar bioflocs con una población predominante de bacterias heterótrofas y nitrificantes. Se debe disminuir a concentraciones cercanas a cero la cantidad de microalgas en el agua. Para madurar el sistema se introduce una biomasa menor a 6 kg/m<sup>3</sup> de peces que ayuden a la formación del biofloc. Cuando se logre la concentración de sólidos suspendidos totales adecuada, que en este caso es biofloc, se puede agregar más peces hasta llegar a la densidad programada de 100 kg/m<sup>3</sup>. Al igual que los SRA esta acción se lleva a cabo cada 18 meses. De manera cotidiana no se hace recambio de agua, solo se recuperan las perdidas por evaporación y purga de biofloc.

Aclimatación de la especie a cultivar. Para los ingresos nuevos a las instalaciones del proyecto los organismos se sembraran en la sala de cuarentena. El proceso de

aclimatación es un punto crítico en la producción de la tilapia. Esta actividad se efectúa cada vez que se cambian los organismos de instalación. Ejemplo, de los módulos de producción de crías hacia las UPIs. En la aclimatación, los organismos se tendrán en contenedores con agua proveniente de la zona de donde proceden, a estos se agregará agua de la zona destino hasta que las condiciones fisicoquímicas del agua sean similares al destino de los peces. El tiempo en que se realiza esta actividad variará con base en las condiciones iniciales como temperatura y pH y la edad del organismo. De ser necesario en la aclimatación se dará un baño preventivo con agua salada a los peces para eliminar cualquier patógeno proveniente de la zona de origen.

Control de patógenos. Se tendrá un control de ingresos tanto de organismos como de personal para evitar la entrada de patógenos a las instalaciones, así como la contaminación cruzada entre zonas del proyecto. A la entrada de las instalaciones en general y en cada zona se tendrán tapetes sanitarios y bombas con aspersores para desinfectar los vehículos e indumentaria de los trabajadores. Estos últimos al llegar a las instalaciones se bañarán y pondrán ropa exclusiva para trabajar en la unidad de producción. El equipo se utilizará exclusivamente en la zona que se le destino, diariamente se desinfectará y se registrará la acción. En caso de utilizar equipo en otras zonas a la que no fue asignado se desinfectará antes y después de usarlo.

Recambio de volumen de agua por ciclo de cultivo. El agua en los estanques no se recambiará, los sistemas sustentables de producción tienen la ventaja de solo utilizar el agua necesaria para su llenado y reposición por evaporación y purga de sólidos.

Registro de parámetros ambientales. Como política, diariamente se registrarán los parámetros ambientales dentro y fuera de las instalaciones. La frecuencia de los muestreos para el registro de los parámetros se realizará con base en la naturaleza de los mismos. Esta bitácora estará disponible para su consulta por parte de las autoridades correspondientes.

Engorda. Como se ha mencionado anteriormente, la engorda se realizará en las unidades de producción intensiva. Se sembrarán en los cinco estanques tilapias a una densidad de 100 kg/m<sup>3</sup>. El sistema de producción al ser cerrado no tiene descargas de agua. Solo se ingresa agua faltante por evaporación. La engorda inicia con peces de 70 g y termina cuando logran un peso promedio de 750 g (cuatro meses).

Mantenimiento. A través de un protocolo de mantenimiento cada semana se inspeccionarán el buen funcionamiento del equipo y el estado óptimo de las instalaciones. Una vez al año se dará mantenimiento preventivo a las instalaciones –principalmente a toda infraestructura de metal– de encontrarse en las inspecciones de equipo e infraestructura algún problema se realizará inmediatamente el mantenimiento correctivo correspondiente.

Medidas para mejorar la calidad de agua de descarga. Los sistemas sustentables cerrados tienen implícita la mejora de calidad del agua. En cada estanque el agua se pasa a través de un tren de tratamiento de agua para acondicionarla para que soporte la vida acuática. De la misma manera el agua que se utiliza en la purga de los sólidos pasa a través de filtros biológicos y mecánicos para eliminar las concentraciones excesivas de nutrientes y materia orgánica. En el caso del proyecto esto se logra con trenes de tratamiento de agua residual acuícola individuales ubicados en los estanques, así también a través de los humedales que son de los biofiltros más eficientes para cargas de nutrientes y materia orgánica pequeñas como las que se tienen en la acuicultura.

Personal que se empleará durante la etapa de preparación del sitio y construcción, número de personas que intervendrán en la operación del proyecto. En la tabla 23 se observa el número de personas involucradas en todas las etapas del proyecto de manera temporal y permanente.

*Tabla 23. Personal que se empleará en el proyecto*

Etapa	Mano de obra	Situación del empleo		Disponibilidad en la zona
		Permanente	Temporal	
Preparación del sitio	Calificada	2		Si
	No calificada		20	Si
Construcción	Calificada	6		Si
	No calificada		24	Si
Equipamiento	Calificada	6	5	Si
	No calificada		10	Si
Operación y mantenimiento	Calificada	155		Si
	No calificada	307		Si
Total		476	59	

### 2.3.2 Etapa de abandono del sitio

El proyecto está estimado con una vida útil de 70 años, un programa de mantenimiento preventivo y correctivo amplía su vida útil a 90 años. Como se ha mencionado en este planteamiento no se pretende tener una etapa de abandono. El proyecto por su conformación es sustentable por lo que el horizonte de utilidad se extiende a plazos de tiempos muy grandes. Como se ha mencionado reiterativamente esta etapa se sustituye con programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

### 2.3.3 Otros insumos

Combustible. En la puesta en marcha y construcción del proyecto se necesitará maquinaria pesada para la nivelación y excavación de los diferentes sitios. Estas máquinas necesitan combustible derivado del petróleo "Diésel" que será proveído por la empresa arrendadora y es su responsabilidad el manejo adecuado del mismo, lo que se solicitará a la empresa es conocer su protocolo de abastecimiento de combustible a la empresa y si este cumple con las normas correspondientes.

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO**

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO**

#### **III.1. Información sectorial**

Al ser las tilapias peces endémicos de África y el Cercano Oriente. Es en estos países donde se inicia la investigación de la especie en el siglo XIX. Se descubre, entonces, su mayor característica que la hace fácil de cultivar: la alta adaptabilidad, y junto con esta característica, se supo que la tilapia, además resistía el cultivo a alta densidad y sobrevivía sin problemas en medios con bajos niveles de oxígeno, esto sumando a la resistencia al manejo, enfermedades y fácil reproducción, totalizaron el complemento ideal para pensar en su cultivo, inicialmente rural, especialmente en el Congo y luego en Kenia (1924), sin embargo fue en Malasia donde se obtuvieron los mejores resultados y se inició su cultivo progresivo, éste tuvo tal éxito que las tilapias fueron introducidas en forma acelerada en otros países tropicales y subtropicales, cultivándose en 85 países en todo el mundo.

La producción mundial de tilapia cultivada en 2010 alcanzó los 3.2 millones de toneladas; el 35% provino de China. La producción china incrementó rápidamente durante 20 años hasta 2005 alcanzando un millón de toneladas; desde entonces, se ha estancado. Egipto reportó una producción cercana a las 200,000 toneladas en ese año, en tanto que Filipinas, Tailandia e Indonesia produjeron 111,000 toneladas, 97,000 toneladas y 72,000 toneladas respectivamente. Los cinco principales países productores de tilapia del Nilo son: la República Democrática Popular Lao, Costa Rica, Ecuador, Colombia y Honduras.

#### Tilapia en Latinoamérica

Los cultivos de tilapia en América Latina, se iniciaron a pequeña escala y a nivel rural, utilizando las propias dependencias familiares para realizar el cultivo con nutrientes de bajo costo. Nicolás Hurtado, en el informe sobre "Comercialización de tilapia 2007, Producción y mercados mundiales" expresa que "en la década de los 80, la disponibilidad comercial de alimentos para animales acuáticos y el desarrollo de técnicas para la producción masiva de alevines monosexo, permitieron el crecimiento rápido de cultivos comerciales de tilapia en América Latina y el Caribe. La producción comercial empezó en Jamaica en 1983, se extendió a Colombia, poco después y posteriormente a Costa Rica, Brasil, Ecuador, Honduras, Nicaragua y Venezuela". Actualmente los mayores productores son Brasil, Honduras, Colombia, Ecuador y Costa Rica; con 195,500 toneladas anuales.

## Situación actual del cultivo de tilapia en México

En México, a principios de los años sesentas, se comenzó a cultivar la tilapia. En 1964, la Dirección General de Pesca, por conducto del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras (hoy Instituto Nacional de Pesca, INAPESCA) consideraron la posibilidad de importar las primeras especies, procedentes de la Universidad de Auburn, de los Estados Unidos de América; las cuales fueron llevadas al actual Centro Acuícola de "Temascal", en el Estado de Oaxaca. Las especies introducidas en esa época correspondían a: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis mossambicus* y *O. aureus*. Posteriormente los organismos se distribuyeron ampliamente en una gran cantidad de diferentes embalses naturales y artificiales de agua. El primer registro de producción de tilapia en México se da en 1970 con un volumen de 200 toneladas

En México se adoptaron las técnicas de cultivo extensivo, semiextensivo e intensivo; con este último también se adoptó la tecnología de los sistemas cerrados (sistemas de recirculación de agua) y de los sistemas abiertos para la producción de diferentes especies acuícolas, entre ellas la tilapia, con lo que se pretendió aumentar la producción acuícola y de acuerdo con CONAPESCA, la producción total registró una tasa promedio de crecimiento interanual de 2000 a 2011 de 6.4%, con decrementos en 2001 a 2006 y 2008 y crecimiento en el resto.

En la producción en sistemas controlados, registró una tasa de crecimiento interanual de 153%, al pasar de 1,598 ton en 2001 a 10,082 ton en 2011. El 2011 y 2012 la producción se mantuvo arriba de 11 toneladas, sin embargo para el 2013 la producción en sistemas controlados llegó a 29,269 toneladas. Actualmente en el país, Jalisco produce el 20.15%; Chiapas el 16.12%, Veracruz el 11.25%; Michoacán el 9.45%; mientras que Yucatán no llega al 2 %.

## Producción de tilapia en Yucatán

El estado de Yucatán cuenta con 131 unidades de producción, según el anuario estadístico de la CONAPESCA, de las cuales 37 se dedican a producir tilapia. Se tiene registrada solo una unidad de producción de cría de tilapia en el municipio de Baca. La producción del 2013 fue de 127 toneladas con un valor de \$ 4,189,000.00 (cuatro millones ciento ochenta y nueve mil pesos M.N.).

De los 106 municipios del estado sólo 22 presentan actividad acuícola y de estos en 18 municipios han establecido unidades de producción de tilapia. Destacan los municipios de: Baca, Buctzotz, Dzilam, Halachó, Hunucmá, Kanazín, Kinchil, Mérida, Mocochoá, Muna, Panabá, Peto, Progreso, Seyé, Tekax, Tetiz, Ticul, Tzucacab y Uman.

En años recientes, en esta entidad federativa, se apostó por las granjas de tilapia. Las unidades de producción fueron aceptadas en las zonas rurales. No obstante la estanquería que se construyó fue abandonada por diversos problemas, siendo uno de los más importantes la falta de capacitación, problemas con la energía eléctrica y con los sistemas de bombeo.

Considerando que la actividad acuícola en el Estado es incipiente, la poca experiencia y falta de capacidades técnicas y administrativas para operar con solvencia la producción es la principal barrera para que nuevos competidores entren al mercado.

Otra barrera es la inversión que se debe realizar debido a las características del suelo del Estado, suelo rocoso, que obligan a realizar una mayor inversión para la instalación de unidades de producción basadas en estanques intensivos. Con una inversión inicial más elevada que la requerida. Sin embargo este tipo de infraestructura beneficia a largo plazo al productor, ya que le permite obtener mayor productividad y mejores márgenes de rentabilidad.

Para lograr el éxito del proyecto se ha integrado un equipo de trabajo especializado en diferentes áreas del diseño, construcción, operación y venta de carne de tilapia. La venta de tilapia conlleva transmitir un gran riesgo debido a las inclemencias del tiempo, la falta de energía eléctrica y en menor medida la obtención de agua cuando se utilizan pozos. Es por eso que nuestra idea es vender los organismos fuera de riesgo alguno. El uso de sistemas de recirculación acuícola y biofloc permite mantener de manera constante los parámetros fisicoquímicos del agua con el fin de lograr una producción de tilapia óptima, además del ahorro en el uso del agua (se reduce 99.1 %).

Estas tecnologías a la vez que aumentan las condiciones adecuadas de producción y disminuyen el impacto en el recurso agua, por su naturaleza, sirven como trampas de bioseguridad al ser producciones cerradas, es decir, no tienen comunicación continua con el ambiente circundante a la estanquería.

### **III.2. Análisis de los instrumentos jurídico – normativos**

#### Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Yucatán

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán, la UGA a la que pertenece el predio es la 1.2 E, denominada "Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul" es una planicie de plataforma media (10 - 30 m) ondulada (0 - 0.5 grados) con superficies planas de menor extensión, con suelos de tipo Luvisol y Cambisol en las planadas y rendzina y Litosol en los terrenos altos, con selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria, milpa tradicional roza-quema y pastizales para ganadería extensiva el uso de suelo predominante es agricultura.

Tabla 24. Alineamiento del proyecto con los lineamientos generales del POETY.

<b>Lineamientos generales del ordenamiento</b>	<b>Observaciones propias del proyecto</b>
Ajustarse a la legislación y disposiciones aplicables en la materia	En el presente capítulo se desarrolla un análisis de las legislaciones y disposiciones aplicables para llegar a su cumplimiento
Sujetarse a las disposiciones de los Decretos de creación y/o programas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y/o Municipales	El proyecto no se encuentra en un área natural protegida, la más cercana se encuentra a más de 100 km
En Áreas Naturales Protegidas, los criterios de protección, conservación, restauración y aprovechamiento, son los establecidos en los Decretos y/o programas de manejo y reglas administrativas	No aplica
Asegurar el uso sustentable de los recursos naturales, mediante la aplicación de los instrumentos establecidos de política ambiental (agua, aire, suelos, forestal, vida silvestre y pesca, etc.)	El proyecto se considera como sustentable, lo cual se manifiesta en la descripción del proyecto, en las medidas de prevención y mitigación plasmadas en este documento
Garantizar el uso racional del recurso hídrico, la recarga de los acuíferos y la calidad del agua	El proyecto utiliza sistemas de recirculación acuícola y biofloc. Ambas tecnologías son sistemas cerrados que ahorran más del 99 % del agua usada tradicionalmente. La calidad del agua se mejora en los trenes de tratamiento del agua. Cuando se destina para la recarga de acuíferos el agua tiene mejor calidad que cuando se introduce a los sistemas de producción
Prevenir la erosión y degradación de los suelos	Se proponen medidas de mitigación para prevenir la erosión y degradación del suelo
Asegurar el mantenimiento de la diversidad biológica y geográfica del territorio, así como el hábitat de especies vegetales y animales	El área de ubicación del proyecto se encuentra actualmente perturbada y su implementación no tendrá mayor afectación para con la diversidad biológica del territorio.
Considerar las observaciones de los comités y/o consejos establecidos en la normatividad vigente	En el presente documento se da evidencia que se cumple con el presente reglamento
Incrementar los estudios que permitan aumentar el conocimiento de los	Las políticas de la empresa, promotora del presente documento,

<b>Lineamientos generales del ordenamiento</b>	<b>Observaciones propias del proyecto</b>
recursos y valores naturales	fomentan la investigación de los recursos naturales
Utilizar los instrumentos económicos para la protección del medio ambiente	En el presente documento se da evidencia que se cumple con el presente reglamento
Fortalecer y, en caso de ser necesario, reorientar las actividades económicas a fin de hacer más eficiente el uso de los recursos naturales y la protección al ambiente	El proyecto hace uso de tecnologías sustentables que hacen más eficiente el uso de los recursos naturales como el agua
Proteger la recarga de los acuíferos en las áreas de captación de los asentamientos humanos	El uso de humedales y cultivo de plantas acuáticas permite cumplir con la norma ECOL-001- donde el agua es regresada a los acuíferos
Controlar la introducción y el uso de especies ferales e invasoras	La tilapia como especie introducida será producida en sistemas cerrados con medidas de bioseguridad, por lo que no existe la posibilidad de un escape al acuífero
Respetar la integridad funcional, la capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas	El área ocupada por el proyecto en cuestión ocupa una superficie mínima con respecto a la totalidad del predio, y no causará grandes impactos en el geosistema.
Fomentar el uso sustentable de los recursos naturales mediante tasas que no excedan su capacidad de renovación	El modelo de producción y económico bajo el cual están programados los tiempos y densidades de producción respetan este lineamiento.
Reorientar la forma actual de aprovechamiento de los recursos naturales, para lograr su utilización sustentable	Se cumple con este lineamiento
Desarrollar las actividades económicas en los diferentes sectores bajo criterios ambientales	El proyecto esta basado en la producción sustentable, es decir amigable al ambiente
Realizar la gestión y el manejo integral de los residuos, de acuerdo a la normatividad	Se cumple con la normatividad vigente haciendo énfasis en la NOM-001-ECOL-1996 y a lo estipulado en el reglamento
Hacer compatibles los proyectos de desarrollo a los requerimientos y disposiciones de los programas de ordenamiento local del territorio y/o de manejo de las áreas protegidas	El proyecto está adaptado al programa de ordenamiento ecológico territorial del Estado de Yucatán
Controlar y minimizar las fuentes de emisión a la atmósfera	Se han tomado medidas preventivas y de mitigación para evitar en lo posible

<b>Lineamientos generales del ordenamiento</b>	<b>Observaciones propias del proyecto</b>
	este impacto, como humedecer el material durante el transporte y revisar que la maquinaria esté regularizada
Incentivar la producción de bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población bajo criterios ambientales	Este proyecto fue derivado de las acciones plasmadas en los programas estatales y nacionales de desarrollo con la visión ambiental del POETY
En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico o arqueológico	El predio no esta ubicado en zonas arqueológicas o de valor histórico
No permitir el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua	Todas las descargas al ambiente están proyectadas conforme a las normatividades actuales. En específico, dad descarga del recurso agua está diseñada con un tren de tratamiento
Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios locales o regionales deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente	No aplica
Promover zonas de vegetación natural dentro de las áreas urbanas	No aplica
En el desarrollo de los asentamientos humanos deberá evitarse la afectación (tala, extracción, caza, captura, etc.) de selvas, manglares, ciénaga y dunas entre otros, excepto en aquellos casos en que de manera específica se permita alguna actividad; así como la afectación las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. En su caso, se establecerán medidas de mitigación o compensación de acuerdo a la normatividad ambiental vigente	El proyecto es para producción primaria, no aplica el desarrollo de asentamientos humanos
Establecer programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el	Como parte del proyecto, se considera la capacitación de todos los

<b>Lineamientos generales del ordenamiento</b>	<b>Observaciones propias del proyecto</b>
manejo ambiental urbano (basura, ruido, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos	implicados en el proyecto, para el control de las actividades que generan o podrían generar impactos ambientales
Fortalecer e integrar los programas para la recuperación de los valores naturales y culturales del territorio	No aplica
Fomentar la creación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	No aplica
Elaborar programas de manejo forestal para la protección y uso de las selvas y recursos forestales	El proyecto esta proyectado para respetar las zonas conservadas del predio
El crecimiento de los asentamientos humanos deberá limitarse a las áreas y criterios establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano y al presente Ordenamiento	No aplica
En la definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos deberá evaluarse las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta de ordenamiento ecológico	No aplica
Establecer viveros e invernaderos para producción de plantas nativas con fines comerciales y de restauración	No es la actividad del proyecto
El aprovechamiento intensivo de la fauna silvestre debe estar acorde a las aptitudes del ecosistema	Se ha considerado en el proyecto
Establecer medidas de rehabilitación en los cuerpos de agua afectados	Como medida para prevenir las afectaciones al acuífero subterráneos está el tratamiento que se le dará a las aguas residuales y el cumplimiento de la Norma aplicable para descargas
Remediación y recuperación de suelos contaminados	No aplica
Las actividades de restauración ecológica a realizarse en estas unidades tendrán especial énfasis en el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y	La dimensión del proyecto no afecta a la flora y fauna silvestre, sin embargo se realizarán esfuerzos para establecer la protección de flora y fauna fuera de los límites del proyecto

<b>Lineamientos generales del ordenamiento</b>	<b>Observaciones propias del proyecto</b>
flora silvestre de importancia para los ecosistemas presentes	
En el ámbito de sus competencias, el Estado y los Municipios deben establecer zonas prioritarias para la restauración ecológica, que coadyuven con el sistema de áreas naturales protegidas de Yucatán, para la restauración y conservación de los recursos naturales	No aplica
La construcción de nuevas vialidades debe evitar la fragmentación del hábitat en áreas de conservación de flora y fauna y ANP's	No aplica

En la tabla 25, se desarrolla el cumplimiento con los criterios de las políticas aplicables para la UGA 1.2E.

Tabla 25. Alineación del proyecto con los criterios de protección y conservación de la UGA 1.2E

Protección		Conservación	
Criterio	Observación	Criterio	Observación
Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio	El proyecto es una estrategia de producción sustentable que además busca satisfacer las necesidades alimentarias de la región y el país	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad	El proyecto hace uso mínimo del espacio al ser una producción intensiva
Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección	El proyecto generará 52 empleos directos y 100 empleos indirectos en un municipio de alta marginación y en la cruzada contra el hambre, siempre con la política de la sustentabilidad, en la cual el eje ambiental es muy importante	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas	Se contempla en la tecnología sugerida para la producción
No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico – infecciosos	En el proyecto no se tiene considerado el confinamiento de ningún desecho industrial, tóxico o biológico - infecciosos	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas	En el proyecto se tiene controlada la especie a producir (exótica) mediante sistemas cerrados, los organismos nunca tienen posibilidades de llegar al acuífero
No se permite la construcción a menos de 20 mts. de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.	El proyecto no tiene cuerpos de agua cercanos, por lo que no aplica	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones	Las dimensiones de las obras respetan de manera importante la vegetación presente y permite que la fauna pueda desplazarse dentro del predio libremente

Protección		Conservación	
Criterio	Observación	Criterio	Observación
		de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	
No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes	No se contemplan estas actividades para el proyecto	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	No es un proyecto turístico
Los depósitos de combustible deben someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes	No aplica	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	No aplica
Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre	Las obras respetan de manera importante la vegetación presente y permiten que la fauna pueda desplazarse entre predios colindantes libremente	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	No aplica
No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos	En la zona no se consideran corredores biológicos	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento	No aplica
Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos	El proyecto esta estructurado para que se cumpla con este lineamiento	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal	No aplica

Protección		Conservación	
Criterio	Observación	Criterio	Observación
		funcionamiento	
No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración	En el proyecto no se contemplan estas actividades	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región	Los sistemas ambientales relevantes fueron evaluados en la metodología para la identificación de impactos. Se contempla este criterio

Tabla 26. Alineación del proyecto con los criterios de aprovechamiento y restauración de la UGA 1.2E

Aprovechamiento		Restauración	
Criterio	Observación	Criterio	Observación
Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas	El agua proveniente del proyecto tiene nutrientes benéficos para el mejoramiento de suelos. El agua residual después de un tratamiento se incorporará de tal manera que ayude al mejoramiento del suelo	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	No aplica
Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	Se mantendrá libre el predio de residuos sólidos que pudieran conllevar a un incendio.	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas	Se respeta un gran porcentaje de vegetación natural y el área afectada es una zona ya perturbada
Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico	No aplica	Promover la recuperación de poblaciones silvestres	El proyecto no afecta a las poblaciones silvestres, sin embargo se tiene contemplado apoyar a la sociedad con programas ambientales
Impulsar el control integrado	No aplica	Promover la restauración del	No aplica

Aprovechamiento		Restauración	
Criterio	Observación	Criterio	Observación
para el manejo de plagas y enfermedades		área sujeta a aprovechamiento turístico	
Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial	No aplica	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua	El proyecto esta estructurado para que se cumpla con este lineamiento
Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo	No aplica		
El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía	No aplica		
Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales	Se apoyará a programas regionales y estatales en la materia		
Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	No aplica		
En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos	No aplica		
En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o	No aplica		

<b>Aprovechamiento</b>		<b>Restauración</b>	
<b>Criterio</b>	<b>Observación</b>	<b>Criterio</b>	<b>Observación</b>
agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.			
No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva	El proyecto es pecuario (acuícola) pero aún así se diseño para una actividad intensiva		
Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's	No aplica		

## Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

Este Plan Nacional de Desarrollo establece los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste.

Para lograr estos objetivos se cuenta con cinco ejes de política pública: 1. Estado de Derecho y seguridad. 2. Economía competitiva y generadora de empleos 3. Igualdad de oportunidades 4. Sustentabilidad ambiental 5. Democracia efectiva y política exterior responsable

A partir de estos cinco ejes estrechamente relacionados se creará una estrategia integral, con una interrelación de estrategias, implícita en un enfoque de este tipo, y debido a esto, entre los distintos ejes hay estrategias que se comparten.

### 2. Economía competitiva y generadora de empleo

#### 2.7 Sector Rural

El Sector Agropecuario y Pesquero es estratégico y prioritario para el desarrollo del país porque, además de ofrecer los alimentos que consumen las familias mexicanas y proveer materias primas para las industrias manufacturera y de transformación, se ha convertido en un importante generador de divisas al mantener un gran dinamismo exportador. En éste vive la cuarta parte de los mexicanos, y a pesar de los avances en la reducción de la pobreza alimentaria durante los años recientes en este sector, persiste aun esta condición en un segmento relevante de la población rural.

Por otra parte, el potencial pesquero de México no ha sido explotado de manera integral con responsabilidad y visión. Además de la pesca, la acuicultura y la maricultura son actividades que también demandan de un impulso ante su desarrollo aún incipiente.

#### Eje 4. Sustentabilidad ambiental

El objetivo de detener el deterioro del medio ambiente no significa que se dejen de aprovechar los recursos naturales, sino que éstos se utilicen de mejor manera. Avanzar en esa dirección supone que se realicen análisis de impacto ambiental y que se invierta significativamente en investigación y desarrollo de ciencia y tecnología. Mediante esta nueva disponibilidad tecnológica se logrará que con los mismos recursos humanos, naturales y de capital se logre una mayor productividad.

## Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2007-2012

En este Plan se identifican las políticas públicas que se instrumentarán para avanzar en el desarrollo integral del Estado y, con ello, elevar el bienestar de la población en general.

Para aplicar estas políticas de la manera más eficaz posible, este plan contempla el planteamiento de seis pilares principales. Cabe notar que, aunque estos pilares se presenten de manera dividida, es fundamental para el adecuado desarrollo del Estado la visión de que éstos deben actuar de manera conjunta e integral para poder brindar los resultados positivos esperados.

Los seis pilares bases son: 1.- Política social activa. 2.- Desarrollo regional para el crecimiento equilibrado. 3.- Fomento económico moderno. 4.- Inversión en capital humano. 5.- Legalidad y fortalecimiento de la seguridad. 6.- Gobierno de calidad.

En el pilar 3. Fomento económico moderno aterriza en su fracción II.2.2. sobre la Pesca y la acuacultura. Como objetivo se plantea "Brindar más oportunidades para mejorar y ordenar las actividades pesqueras y fomentar proyectos de acuacultura, maricultura y turismo ecológico, con la finalidad de aumentar el desarrollo productivo del sector."

### Leyes y Reglamentos

#### Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Son Instrumentos que indican los criterios de política ecológica, ordenamiento ecológico, normas técnicas, áreas naturales y protección al ambiente en materia de impacto ambiental

ARTÍCULO 3 fracción XX.- Para los efectos de esta Ley se entiende por manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

ARTÍCULO 5 fracción X.- Son facultades de la Federación: La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

ARTÍCULO 15 fracción IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Así mismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

ARTÍCULO 23.- Que establece los criterios para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos.

ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.

ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Reglamento de la LGEEPA en materia EIA

## CAPÍTULO II. DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

### O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500

metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y esta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

#### U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:

I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva, el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación riparia o marginal;

II. Producción de postlarvas, semilla o simientes, con excepción de la relativa a crías, semilla y postlarvas nativas al ecosistema en donde pretenda realizarse, cuando el abasto y descarga de aguas residuales se efectúe utilizando los servicios municipales;

III. Siembra de especies exóticas, híbridos y variedades transgénicas en ecosistemas acuáticos, en unidades de producción instaladas en cuerpos de agua, o en infraestructura acuícola situada en tierra, y

IV. Construcción o instalación de arrecifes artificiales u otros medios de modificación del hábitat para la atracción y proliferación de la vida acuática.

Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

#### Ley General de Pesca y Acuicultura Sostenibles

ARTÍCULO 2o.- Son objetivos de esta Ley:

I. Establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales;

II. Promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola;

III. Establecer las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos;

IV. Fijar las normas básicas para planear y regular el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, en medios o ambientes seleccionados, controlados, naturales, acondicionados o artificiales, ya sea que realicen el ciclo biológico parcial o completo, en aguas marinas, continentales o salobres, así como en terrenos del dominio público o de propiedad privada;

V. Procurar el derecho al acceso, uso y disfrute preferente de los recursos pesqueros y acuícolas de las comunidades y pueblos indígenas, en los términos de la presente Ley, de los lugares que ocupen y habiten;

VI. Establecer las bases y los mecanismos de coordinación entre las autoridades de la Federación, las entidades federativas y los municipios, para el mejor cumplimiento del objeto de esta Ley;

VII. Determinar y establecer las bases para la creación, operación y funcionamiento de mecanismos de participación de los productores dedicados a las actividades pesqueras y acuícolas;

VIII. Apoyar y facilitar la investigación científica y tecnológica en materia de acuicultura y pesca;

IX. Establecer el régimen de concesiones y permisos para la realización de actividades de pesca y acuicultura;

X. Establecer las bases para el desarrollo e implementación de medidas de sanidad de recursos pesqueros y acuícolas;

XI. Establecer las bases para la certificación de la sanidad, inocuidad y calidad de los productos pesqueros y acuícolas, desde su obtención o captura y hasta su procesamiento primario, de las actividades relacionadas con éstos y de los establecimientos e instalaciones en los que se produzcan o conserven;

XII. Establecer el Sistema Nacional de Información de Pesca y Acuicultura y el Registro Nacional de Pesca y Acuicultura;

XIII. Establecer las bases para la realización de acciones de inspección y vigilancia en materia de pesca y acuacultura, así como los mecanismos de coordinación con las autoridades competentes;

XIV. Establecer las infracciones y sanciones correspondientes por incumplimiento o violación a las disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma, y

XV. Proponer mecanismos para garantizar que la pesca y la acuacultura se orienten a la producción de alimentos.

ARTÍCULO 4o.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por:

I. Acuacultura: Es el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, preengorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa;

II. Acuacultura comercial: Es la que se realiza con el propósito de obtener beneficios económicos.

## TÍTULO TERCERO. DE LA POLÍTICA NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

### CAPÍTULO I. PRINCIPIOS GENERALES

ARTÍCULO 17.- Para la formulación y conducción de la Política Nacional de Pesca y Acuacultura Sustentables, en la aplicación de los programas y los instrumentos que se deriven de ésta Ley, se deberán observar los siguientes principios:

I. El Estado Mexicano reconoce que la pesca y la acuacultura son actividades que fortalecen la soberanía alimentaria y territorial de la nación, que son asuntos de seguridad nacional y son prioridad para la planeación nacional del desarrollo y la gestión integral de los recursos pesqueros y acuícolas;

II. Que la pesca y la acuacultura se orienten a la producción de alimentos para el consumo humano directo para el abastecimiento de proteínas de alta calidad y de bajo costo para los habitantes de la nación;

III. Que el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, su conservación, restauración y la protección de los ecosistemas en los que se encuentren, sea compatible con su capacidad natural de recuperación y disponibilidad;

IV. Que la investigación científica y tecnológica se consolide como herramienta fundamental para la definición e implementación de políticas, instrumentos, medidas, mecanismos y decisiones relativos a la conservación, restauración,

protección y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas;

V. Reconocer a la acuacultura como una actividad productiva que permita la diversificación pesquera, ofrecer opciones de empleo en el medio rural, incrementar la producción pesquera y la oferta de alimentos que mejoren la dieta de la población mexicana, así como la generación de divisas;

VI. El ordenamiento de la acuacultura a través de programas que incluyan la definición de sitios para su realización, su tecnificación, diversificación, buscando nuevas tecnologías que reduzcan los impactos ambientales y que permitan ampliar el número de especies nativas que se cultiven;

VII. El uso de artes y métodos de pesca selectivos y de menor impacto ambiental, a fin de conservar y mantener la disponibilidad de los recursos pesqueros, la estructura de las poblaciones, la restauración de los ecosistemas costeros y acuáticos, así como, la calidad de los productos de la pesca;

VIII. Con el fin de conservar y proteger los recursos pesqueros y los ecosistemas en los que se encuentran las autoridades administrativas competentes en materia de pesca y acuacultura adoptarán el enfoque precautorio que incluya la definición de límites de captura y esfuerzo aplicables, así como la evaluación y monitoreo del impacto de la actividad pesquera sobre la sustentabilidad a largo plazo de las poblaciones;

IX. La transparencia en los procedimientos administrativos relativos al otorgamiento de concesiones y permisos para realizar actividades pesqueras y acuícolas, así como en las medidas para el control del esfuerzo pesquero, para que sean eficaces e incorporen mecanismos de control accesibles a los productores, y

X. La participación, consenso y compromiso de los productores y sus comunidades en la corresponsabilidad de aprovechar de forma integral y sustentable los recursos pesqueros y acuícolas.

## TÍTULO CUARTO. DEL FOMENTO A LA PESCA Y A LA ACUACULTURA

### CAPÍTULO I. DEL FOMENTO

ARTÍCULO 24.- La Secretaría, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, y en lo que corresponda, con los gobiernos de las entidades federativas, realizará las acciones necesarias para fomentar y promover el desarrollo de la pesca y la acuacultura, en todas sus modalidades y niveles de inversión, y para tal efecto:

I. Establecerá servicios de investigación en reproducción, genética, nutrición, sanidad y extensionismo, entre otros, para apoyar a las personas y organizaciones que se dediquen a esas actividades;

II. Asesorará a los acuacultores para que el cultivo y explotación de la flora y fauna acuática, se realicen de acuerdo con las prácticas que las investigaciones científicas y tecnológicas aconsejen; así como en materia de construcción de infraestructura, adquisición y operación de plantas de conservación y transformación industrial, insumos, artes y equipos de cultivo y demás bienes que requiera el desarrollo de la actividad acuícola;

III. Fomentará, promoverá y realizará acciones tendientes a:

a. La formulación y ejecución de programas de apoyo financiero para el desarrollo de la pesca y la acuicultura, que incluyan, entre otros aspectos, la producción de especies comestibles y ornamentales de agua dulce, estuarinas y marinas, la reconversión productiva, la transferencia tecnológica y la importación de tecnologías de ciclo completo probadas y amigables con el ambiente;

b. La construcción de parques de acuicultura, así como de unidades de producción, centros acuícolas y laboratorios dedicados a la producción de organismos destinados al ornato, al cultivo y repoblamiento de las especies de la flora y fauna acuática;

c. La construcción, mejora y equipamiento de embarcaciones y de artes de pesca selectiva y ambientalmente seguras, mediante el apoyo a programas de sustitución y modernización de las mismas;

d. La construcción de infraestructura portuaria pesquera, así como el mejoramiento de la infraestructura existente;

e. La investigación científica y tecnológica en pesca y acuicultura;

f. La elaboración coordinada de programas de industrialización, comercialización y consumo de productos pesqueros y acuícolas, tendientes a fortalecer las redes de valor de los productos generados por la pesca y la acuicultura, mediante acciones de apoyo y difusión;

g. La organización económica de los productores y demás agentes relacionados al sector, a través de mecanismos de comunicación, concertación y planeación;

h. La realización de obras de rehabilitación ambiental en sistemas lagunarios costeros;

i. La aplicación de estímulos fiscales, económicos y de apoyo financiero necesarios para el desarrollo productivo y competitivo de la pesca y la acuicultura. Para estos efectos, la Secretaría se coordinará con las dependencias y entidades competentes, además de observar y aplicar lo dispuesto en la Ley de Energía para el Campo;

j. Impulsar acciones para la formación de capital humano que se vincule con organizaciones de productores que participan en las cadenas productivas

acuícolas y pesqueras;

k. Favorecer la creación de figuras organizativas para la promoción comercial de los productos pesqueros y acuícolas en los mercados nacional e internacional; y

l. Establecer acciones conjuntas para el fortalecimiento de las redes de valor, en coordinación con los diversos comités sistema-producto acuícolas y pesqueros.

IV. La Secretaría podrá vender los productos obtenidos de la reproducción de especies generadas en sus centros acuícolas, de conformidad con las disposiciones de la Ley de Ingresos de la Federación; y

V. Promoverá el ordenamiento de la pesca y acuicultura y diseñará estructuras y mecanismos para el otorgamiento de créditos a sus beneficiarios y su capacitación, así como para instrumentar servicios de comercialización de productos, investigación y adaptación al cambio tecnológico.

#### CAPÍTULO IV. DE LAS CONCESIONES Y PERMISOS

ARTÍCULO 40.- Requieren concesión las siguientes actividades: I. La pesca comercial; y II. La acuicultura comercial.

ARTÍCULO 41.- Requieren permiso las siguientes actividades: I. Acuicultura comercial; Reglamento de la Ley de Pesca (Vigente)

Es importante mencionar con respecto a este Reglamento, que aunque es el reglamento vigente, su Ley es posterior y por tanto lo establecido en este ya está incluido en la Ley actual. El Reglamento de la nueva Ley aún no se ha publicado de manera oficial.

Artículo 14.- El traslado de los productos pesqueros vivos, frescos, enhielados o congelados provenientes de la pesca o acuicultura, entre las entidades federativas con litoral marino y de cualquiera de ellas hacia las entidades federativas del interior, deberá efectuarse amparado con la Guía de Pesca que expida la Secretaría.

#### TÍTULO SEGUNDO. DE LA PESCA EN GENERAL

##### CAPÍTULO I. DE LA CLASIFICACIÓN DE LA PESCA Y SU REGULACIÓN GENÉRICA

Artículo 29.- Pesca es el acto de extraer, capturar, recolectar o cultivar, por cualquier procedimiento, especies biológicas o elementos biogénicos, cuyo medio de vida total, parcial o temporal sea el agua, así como los actos previos o posteriores relacionados con ellas.

Artículo 30.- Las actividades pesqueras se clasifican en: II. Cultivo o acuicultura con fines: a) Comerciales, b) De fomento y c) Didácticos.

Artículo 130.- Se requerirá del certificado de sanidad acuícola expedido por la Secretaría o por terceros acreditados y aprobados, en los casos siguientes:

I. Cuando las especies acuícolas vivas, en cualesquiera de sus fases de desarrollo, se produzcan en instalaciones ubicadas en el territorio nacional y se movilicen de una granja a otra o se pretendan introducir a un cuerpo de agua de jurisdicción federal distinto, o se destinen a la exportación.

Ley de Aguas Nacionales

ARTÍCULO 9. Son atribuciones de la Comisión Nacional del Agua las siguientes:

XX. Expedir títulos de concesión, asignación o permiso de descarga a que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, reconocer derechos y llevar el Registro Público de Derechos de Agua;

TÍTULO CUARTO. DERECHOS DE EXPLOTACIÓN, USO O APROVECHAMIENTO DE AGUAS NACIONALES

CAPÍTULO I. AGUAS NACIONALES

ARTÍCULO 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Son aguas nacionales las que se enuncian en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.

Las aguas residuales provenientes del uso de las aguas nacionales, también tendrán el mismo carácter, cuando se descarguen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto de tratamiento.

ARTÍCULO 18. Las aguas nacionales del subsuelo podrán ser libremente alumbradas mediante obras artificiales, sin contar con concesión o asignación, excepto cuando el Ejecutivo Federal establezca zonas reglamentadas para su extracción y para su explotación, uso o aprovechamiento, así como zonas de veda o zonas de reserva...

Conforme a las disposiciones del presente Artículo y Ley, se expedirán el reglamento para la extracción y para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales de los acuíferos correspondientes, incluyendo el establecimiento de zonas reglamentadas, así como los decretos para el establecimiento, modificación o supresión de zonas de veda o declaratorias de

reserva que se requieran.

Independientemente de lo anterior, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo causará las contribuciones fiscales que señale la Ley de la materia. En las declaraciones fiscales correspondientes, el concesionario o asignatario deberá señalar que su aprovechamiento se encuentra inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua, en los términos de la presente Ley.

ARTÍCULO 29 BIS. Además de lo previsto en el Artículo anterior, los asignatarios tendrán las siguientes obligaciones: I. Garantizar la calidad de agua conforme a los parámetros referidos en las Normas Oficiales Mexicanas; II. Descargar las aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso, y procurar su reúso, y III. Asumir los costos económicos y ambientales de la contaminación que provocan sus descargas, así como asumir las responsabilidades por el daño ambiental causado.

#### CAPÍTULO IV. USO EN OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

ARTÍCULO 82. La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuacultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.

#### Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

Que establece los lineamientos de política y ordenamiento ecológico, áreas naturales protegidas y protección al ambiente en el Estado de Yucatán. Esta Ley recientemente actualizada y publicada en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 8 de septiembre de 2010.

#### CAPÍTULO VIII De la prevención y control de la contaminación atmosférica.

ARTICULO 95.- Las emisiones contaminantes a la atmósfera tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán.

ARTÍCULO 100. La Secretaría, en el ámbito de su competencia tiene materia de prevención y control de la contaminación atmosférica las siguientes atribuciones:

III. Establecer, concesionar, asignar y supervisar los centros de verificación de emisiones de automotores registrados en el Estado, de conformidad con las normas oficiales y estatales correspondientes. VII. Solicitar a la autoridad competente el retiro de la circulación de los automotores cuyos niveles de emisión de contaminantes, rebasen los límites máximos permisibles determinados en las normas estatales y normas oficiales vigentes en la Entidad.

ARTICULO 102.- No se permitirá la circulación de vehículos automotores que emitan gases, humos o polvos, cuyos niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera rebasen los máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y en las normas técnicas ambientales vigentes en el Estado.

ARTICULO 105.- Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el Poder Ejecutivo establezca. De igual forma será obligatorio el uso del silenciador y demás aditamentos necesarios para evitar contaminación al ambiente, en los términos que establezca el Reglamento de esta Ley.

ARTÍCULO 107. Queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuos con excepción de los siguientes casos: I. Para acciones de adiestramiento y capacitación de personal encargado del combate de incendios, y II. Cuando con esta medida se evite un riesgo mayor a la comunidad o los elementos naturales y medie recomendación de alguna autoridad de atención a emergencias.

Los artículos señalados anteriormente indican la obligación del promovente de cumplir los requerimientos que se señalan en materia de verificación vehicular y con respecto a la prohibición de quemas.

#### Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

ARTICULO 20.- En el caso de que los usuarios se constituyan en personas morales que tengan por objeto administrar y operar un sistema de riego agrícola o la explotación, uso o aprovechamiento común de aguas nacionales para fines agrícolas, se estará a lo dispuesto para las mismas en el Capítulo II, del Título Sexto, de la "Ley" y a lo dispuesto en el presente "Reglamento".

Asimismo, cuando al amparo de un título de concesión, los usuarios se constituyan en personas morales que tengan por objeto el aprovechamiento común de aguas para actividades productivas distintas a las agrícolas, les será aplicable en lo conducente lo dispuesto en el artículo 51 de la "Ley" y este "Reglamento".

ARTICULO 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".

ARTICULO 52.- Para efectos de la fracción V, del artículo 29 de la "Ley", los concesionarios y asignatarios por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, superficiales o del

subsuelo, deberán tener los medidores de volumen de agua respectivos o los demás dispositivos y procedimientos de medición directa o indirecta que señalen las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, así como las normas oficiales mexicanas.

ARTICULO 134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social

Tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendientes a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores.

ARTICULO 6o. La Secretaría, en los análisis que para la elaboración de las Normas se requieren formular de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización,

deberá justificar que las obligaciones o restricciones que se impongan a los patrones y trabajadores eviten la creación de riesgo o peligro a la vida, integridad física o salud de los trabajadores en los centros de trabajo, y un cambio adverso y sustancial sobre el medio ambiente del centro de trabajo, que afecte o pueda afectar la seguridad o higiene del mismo, o de las personas que ahí laboran.

ARTICULO 77. El patrón es el responsable de instrumentar en los centros de trabajo los controles necesarios en las fuentes de emisión, para no exceder los niveles máximos permisibles del nivel sonoro continuo equivalente y de vibraciones, de acuerdo a las Normas respectivas.

ARTICULO 109. La basura y los desperdicios que se generen en los centros de trabajo, deberán identificarse, clasificarse, manejarse y, en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.

NOM-001-ECOL-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.

Esta Norma ha sido tomada en cuenta para definir si las especies de flora y fauna localizadas en el sitio están consideradas bajo alguna categoría de protección.

En el numeral 2.2 se definen las categorías de riesgo, siendo de relevancia la (A) Amenazada ya que a esta categoría pertenece la única especie encontrada

listada en esta Norma. La especie en cuestión fue *Ctenosaura similis* cuyo nombre común es Iguana.

NOM-041-SEMARNAT-1999.-Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Los límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4 camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo, son los establecidos en la Tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana a observarse para su aplicación.

NOM-045-SEMARNAT-2006.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año- modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kilogramos, se establece en la tabla 1 de la Norma.

Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año- modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3 857 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

NOM-080-SEMARNAT-1994.-La cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla 3.1. de la Norma y estas van de 86 dB a 99 dB como máximo.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como los Gobiernos del Distrito Federal y de los Estados y en su caso de los Municipios, de acuerdo a su competencia se encargará de vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

NOM-011-STPS-2001.-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Verificar que ningún trabajador se exponga a niveles de ruido mayores a los límites máximos permisibles de exposición a ruido establecidos en el Apéndice A. En ningún caso, debe haber exposición sin equipo de protección personal auditiva a más de 105 dB(A).

Proporcionar el equipo de protección personal auditiva, de acuerdo a lo establecido en la NOM-017-STPS- 1993, a todos los trabajadores expuestos a NSA igual o superior a 85 dB(A). Vigilar la salud de los trabajadores expuestos a ruido e informar a cada trabajador sus resultados. Informar a los trabajadores y a la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, de las posibles alteraciones a la salud por la exposición a ruido, y orientarlos sobre la forma de evitarlas o atenuarlas.

NOM-017-STPS-2001.-Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

Determinar el EPP requerido en cada puesto de trabajo, de acuerdo al análisis de riesgos a los que están expuestos los trabajadores, en las actividades de rutina, especiales o de emergencia que tengan asignadas, de acuerdo a lo establecido en el Apéndice A.

Dotar a los trabajadores del EPP determinado en el Apartado A.2, garantizando que el mismo cumpla con:

- a) atenuar el contacto del trabajador con los agentes de riesgo;
- b) en su caso, ser de uso personal;
- c) estar acorde a las características y dimensiones físicas de los trabajadores.

Identificar y señalar las áreas en donde se requiera el uso obligatorio de EPP, de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-1998 y, en su caso, en la NOM-018-STPS-2000.

### **III.3 Uso actual de suelo en el sitio del proyecto**

De acuerdo a la cedula catastral del municipio de Uayma, Yucatán. Con folio 174646 y fecha 17 de enero de 2014 el predio está registrado con clase: rústico, con uso: solar.

Cédula			
Folio de Cédula: 174646		Fecha de Cédula: 17/01/2014	
PREDIO			
Folio Catastral del Predio: 2631		Uso: SOLAR	
Clase: Rustico			
Ubicación: Tablaje No. 2631 Denominado CHUCIB No.2		Municipio: UAYMA	
Población: UAYMA			
PROPIETARIO ACTUAL			
Nombre: JOSE VAZQUEZ GONZALEZ			
DATOS DE REGISTRO DEL PREDIO			
Título de Propiedad: 1012			
Fecha del Título: 31/10/2013			
Título Emitido Por: NOTARIO ABOGADO MIGUEL JESUS SARABIA PEREZ			
Número de Inscripción: 1663436			
Folio Electrónico: 20114			
MOTIVO DE EXPEDICIÓN			
TRASLACION DE DOMINIO A TITULO DE COMPRAVENTA			
VALORES DEL PREDIO			
Superficie del Terreno:	798,135.90 M2	Valor del Terreno:	\$19,953.39
Superficie Construída:	0.00 M2	Valores de las Construcciones:	\$0.00
			<b>Valor Catastral: \$ 19,953.39</b>

Figura 35. Cédula catastral del predio

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

##### INVENTARIO AMBIENTAL

##### IV.1 Delimitación del área de estudio

El municipio de Uayma pertenece según el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY) a la unidad de gestión ambiental (UGA) **1.2E.- Planicie Sotuta – Valladolid – Calotmul**. Tiene una superficie de 192.72 km<sup>2</sup>. Colinda al norte con el municipio de Espita, al sur con Cuncunul-Kaua, al este con Valladolid y Temozón y al oeste con Tinum. Cuenta con 16 localidades, las más importantes son: Uayma (Cabecera municipal), Santa María Aznar, San Lorenzo, Santa María Tuz y Rancho Haymil.

El área de influencia directa se delimitó mediante el polígono ilustrado en la tabla 27, que comprende el área de vegetación inducida (pastizales). Así mismo se consideró un polígono rectangular cuyos vértices tienen las coordenadas 16 Q 361398.385550 2292177.786519 y 16 Q 361442.873629 2292281.256610 que se utiliza como acceso y camino a los pastizales del terreno.

Tabla 27. Coordenadas del polígono del área de influencia directa.

Punto	G.g		UTM	
A	20.725392	-88.333218	16 Q 361178.936593	2292328.150851
B	20.723010	-88.334571	16 Q 361035.862812	2292065.643961
C	20.721392	-88.332008	16 Q 361301.301685	2291884.346534
D	20.722883	-88.331161	16 Q 361390.866690	2292048.662381
E	20.723142	-88.331566	16 Q 361348.717253	2292077.680104
F	20.724050	-88.331099	16 Q 361398.385550	2292177.786519

De manera indirecta (área de influencia indirecta) se consideró un polígono más amplio que cumpliera con dos fines principalmente: 1) una descripción ambiental de la zona que puede ver afectada por el proyecto, y; 2) descripción socioeconómica de la zona.

Para el primer fin, el polígono se delimitó por las barreras artificiales como la carretera federal Mérida – Cancún al norte, la carretera libre 79 Pisté – Valladolid al noreste, el pueblo de Uyama al este, caminos secundarios al sur, al oeste se limitó por terrenos utilizados para actividades agropecuarias. Las coordenadas de este polígono se presentan en la tabla 28. El segundo fin, la descripción socioeconómica, se consideró a la cabecera municipal de Uayma.

*Tabla 28. Coordenadas del área de influencia indirecta.*

Punto	G.g		UTM	
1	20.729806	-88.339174	16 Q 360562.726762	2292821.865419
2	20.720407	-88.323827	16 Q 361110.969679	2291776.874709
3	20.711700	-88.323747	16 Q 362152.845500	2290804.469698
4	20.711046	-88.347757	16 Q 360339.023659	2290746.993202

## **IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental**

### 4.2.1 Aspectos abióticos

#### a) Clima

En la zona se tiene un clima  $AW_1(x')$ . Es decir, cálido, subhúmedo, con lluvias en verano, pero alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano. Este clima se presenta donde predominaba la selva baja y mediana subcaducifolia (García *et al.*, 2010).

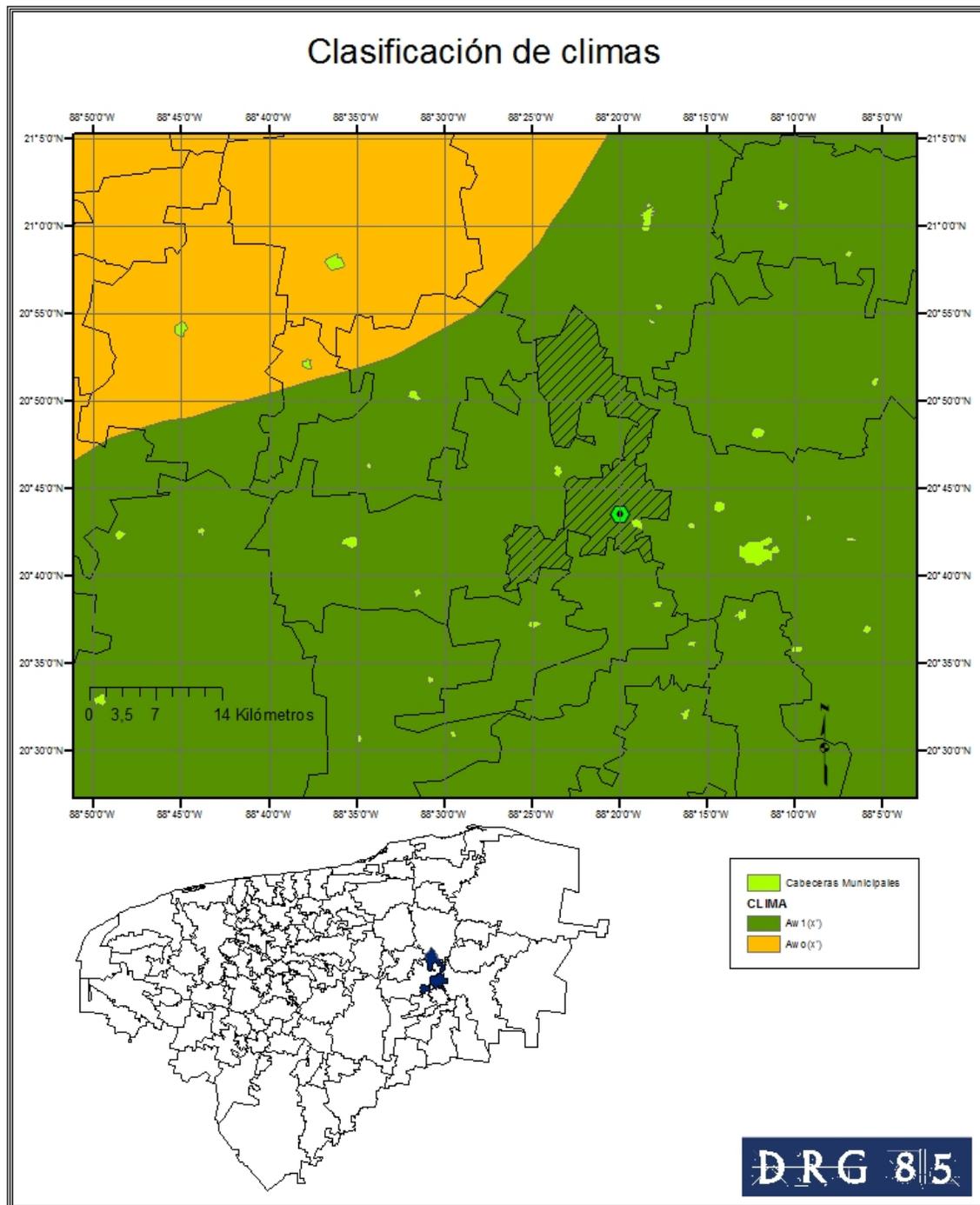


Figura 36. Clima predominante en la zona del proyecto. (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

La precipitación media anual (POETY, 2015) está en el intervalo de 800 a 1200 mm. La temperatura media es de 26 °C con un rango máximo de 34 a 36 °C. La vegetación y uso de suelo está catalogada como selva mediana subcadocifolia con una fisonomía estructural de la vegetación tipo bosque de latifoliadas decido con árboles entre 15 a 30 m (presencia del 25 % de siempreverdes).

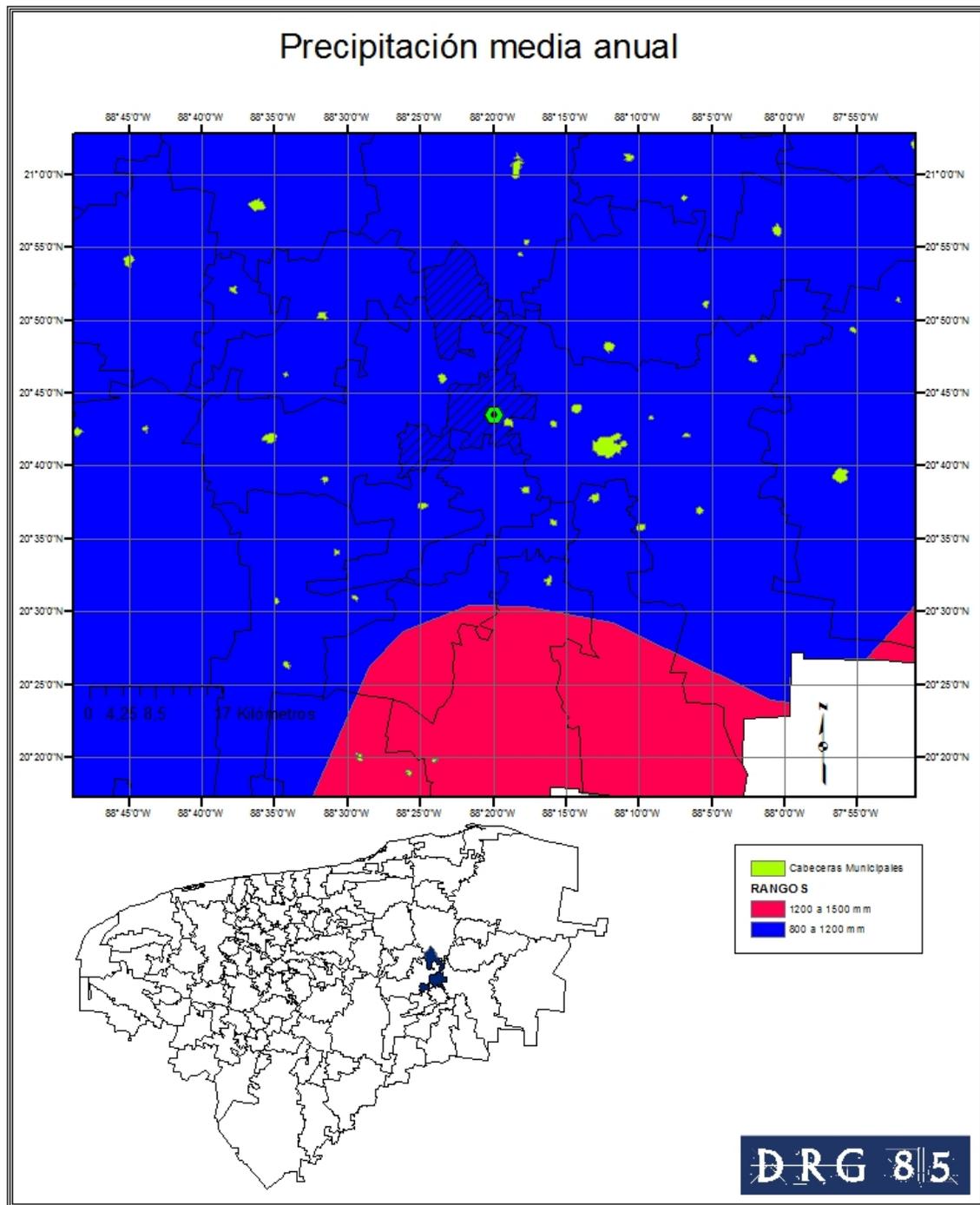


Figura 37. Precipitación media anual (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

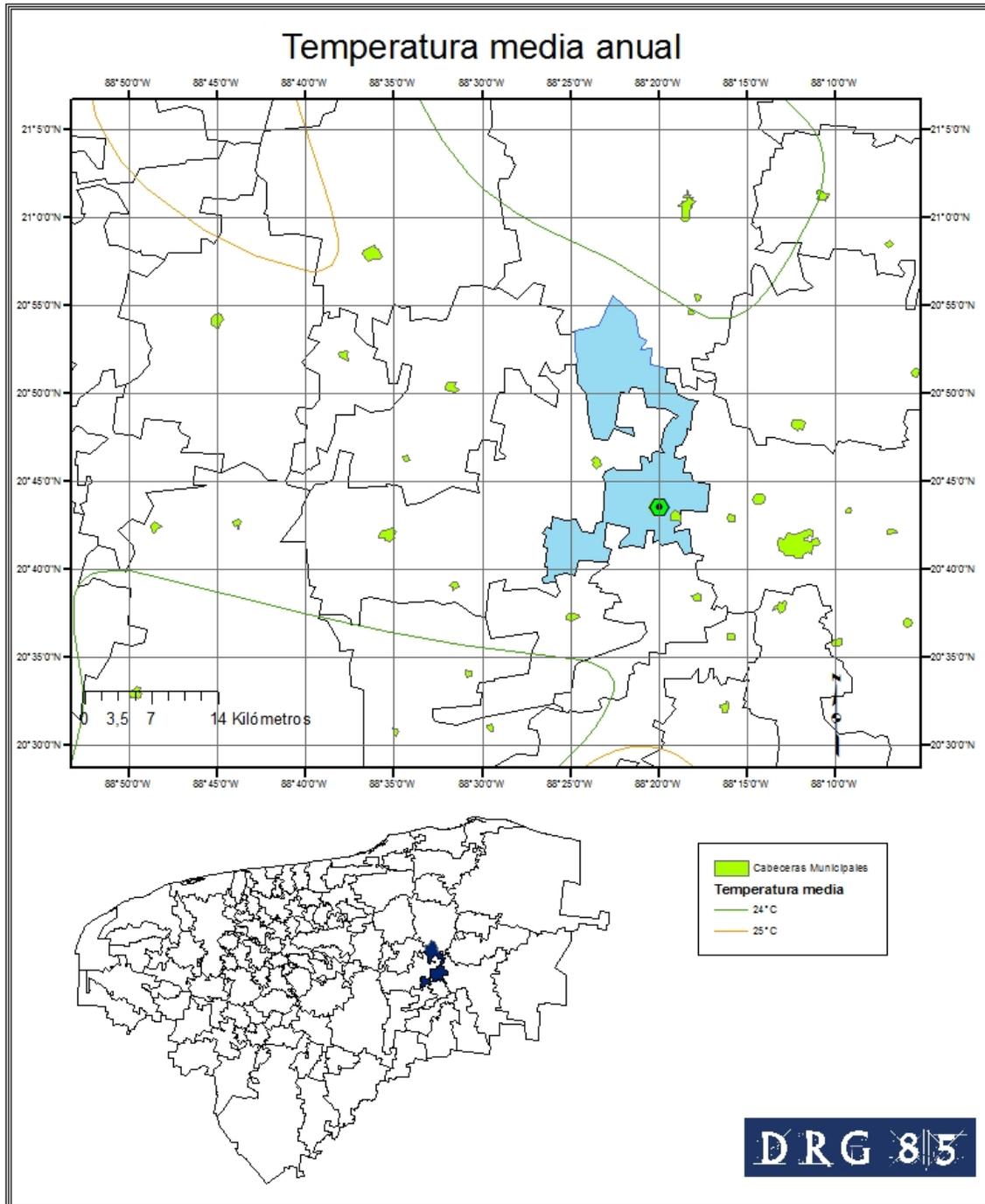


Figura 38. Temperatura media anual . (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

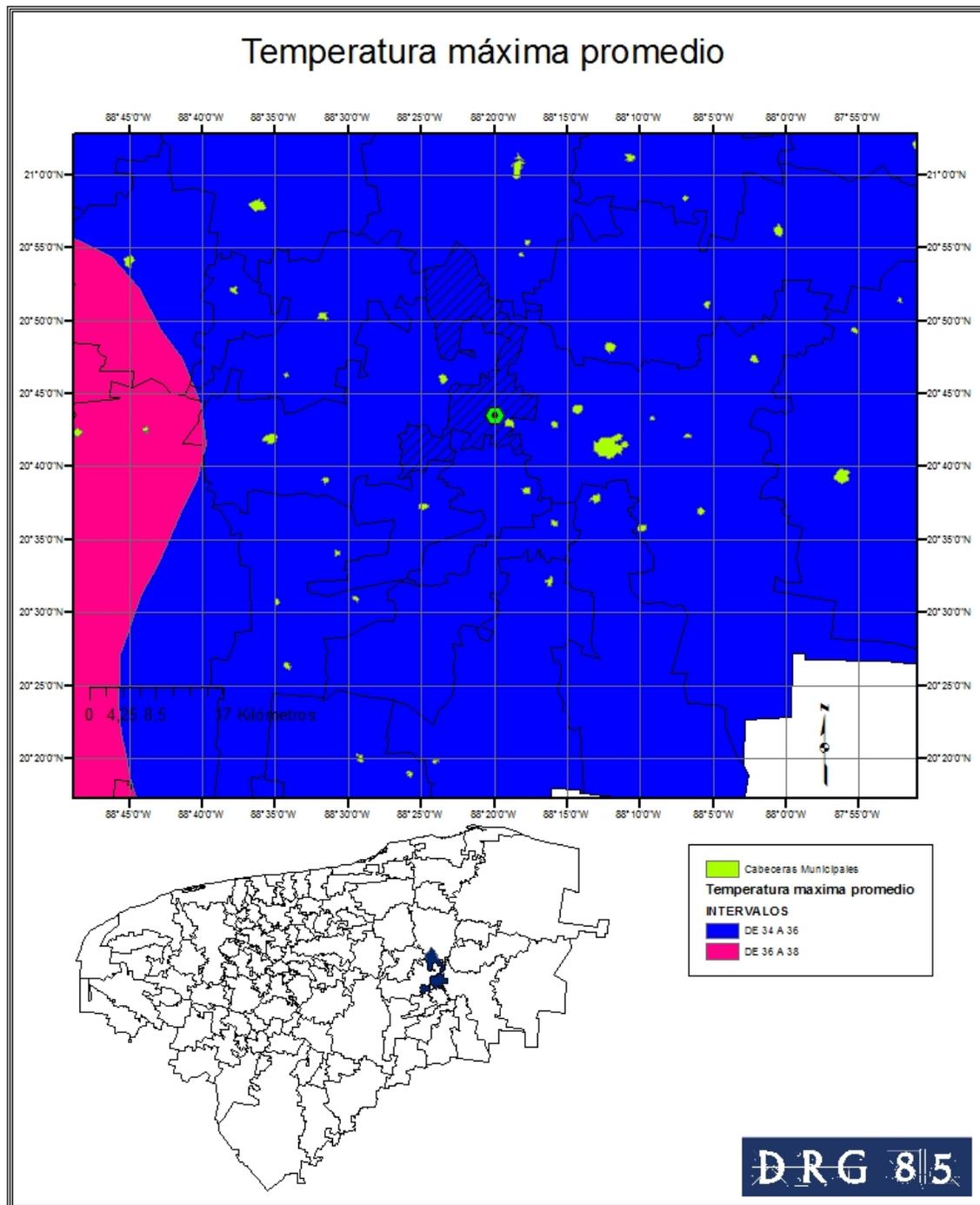


Figura 39. Intervalos de temperatura máxima promedio . (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

#### Vientos dominantes

La dirección predominante del viento en la zona Oriente del estado de Yucatán es noreste y sureste, con mayor incidencia en el mes de septiembre. En ocasiones dominan los vientos alisios o vientos del este, los cuales penetran fuertemente en

la Península de Yucatán desde mayo hasta octubre, y aportan la mayor parte de la lluvia veraniega.

Los vientos alisios provienen de desplazamientos de grandes masas de aire que provienen del Atlántico Norte y que giran en sentido de las manecillas del reloj, atravesando la parte central del Atlántico y el Mar Caribe cargándose de humedad. De esta manera al sobrecalentarse el mar en el estivo, los vientos se saturan de nubosidad y al chocar con los continentes se enfrían causando las lluvias de verano (UADY, 1999).

Los vientos más importantes se originan por la circulación ciclónica de junio a octubre y los "nortes" de noviembre a marzo, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal. Los vientos del sureste predominan en primavera-verano, registrando velocidades medias más altas de 9.8 km/h y los del este con velocidades medias de 8.5 km/h. Los vientos del noreste predominan en parte del otoño y todo el invierno con velocidades medias de 3.2 km/hr. Los vientos del noroeste predominan durante la primavera con velocidades medias de 7.9 km/h (Flores y Espejel, 1994).

La dirección de los vientos que dominaron durante los últimos 10 años fueron los que soplaron del ESE (Este-Sur-Este) ya que se presentaron en el 32.2% del tiempo. Le siguieron los vientos del SE (Sureste) y del Este (E) con el 17.8% de las veces cada uno. Los vientos con direcciones ENE, EN, N y NNE representaron el 32.2% global, siendo el 14.4%, 2.5%, 9.3% y 6% respectivamente.

#### Tormentas tropicales y huracanes

Entre 1980 y 2003, impactaron las costas de México 92 ciclones tropicales, de los cuales 42 tenían intensidad de huracán al llegar a tierra. En promedio, cada año 3.8 ciclones tropicales impactan en el país, de los cuales 1.4 son en las costas del Golfo de México y el Caribe, y 2.4 en las del Pacífico. La presencia de los ciclones en la Península de Yucatán se distribuye en los meses de febrero a noviembre, concentrándose principalmente en los meses de junio a octubre, presentándose una mayor actividad en septiembre que ha registrado 39 eventos en el periodo de 1886 a 1996. Destaca el año de 2005, durante el cual se originaron en la cuenca del Atlántico 26 ciclones tropicales con nombre.

#### b) Geología y geomorfología

La Península de Yucatán está catalogada como una gran extensión eocénica. Desde el punto de vista estratigráfico la capa geológica ocupa una gran extensión peninsular y está constituida por rocas calizas muy variadas que de lo profundo a la superficie son mármoles de un metro de grosor cubiertos de calizas duras hacia abajo y de calizas más impuras, arcillosas, amarillento-rojizas.

El área en estudio presenta suelo tipo Luvisol Crómico, el cual es considerado de gran importancia; porque en ellos se distribuyen normalmente las selvas. Sus suelos aunque pedregosos tienen una pequeña capa orgánica formada por una gran cantidad de hojas que caen de los árboles.

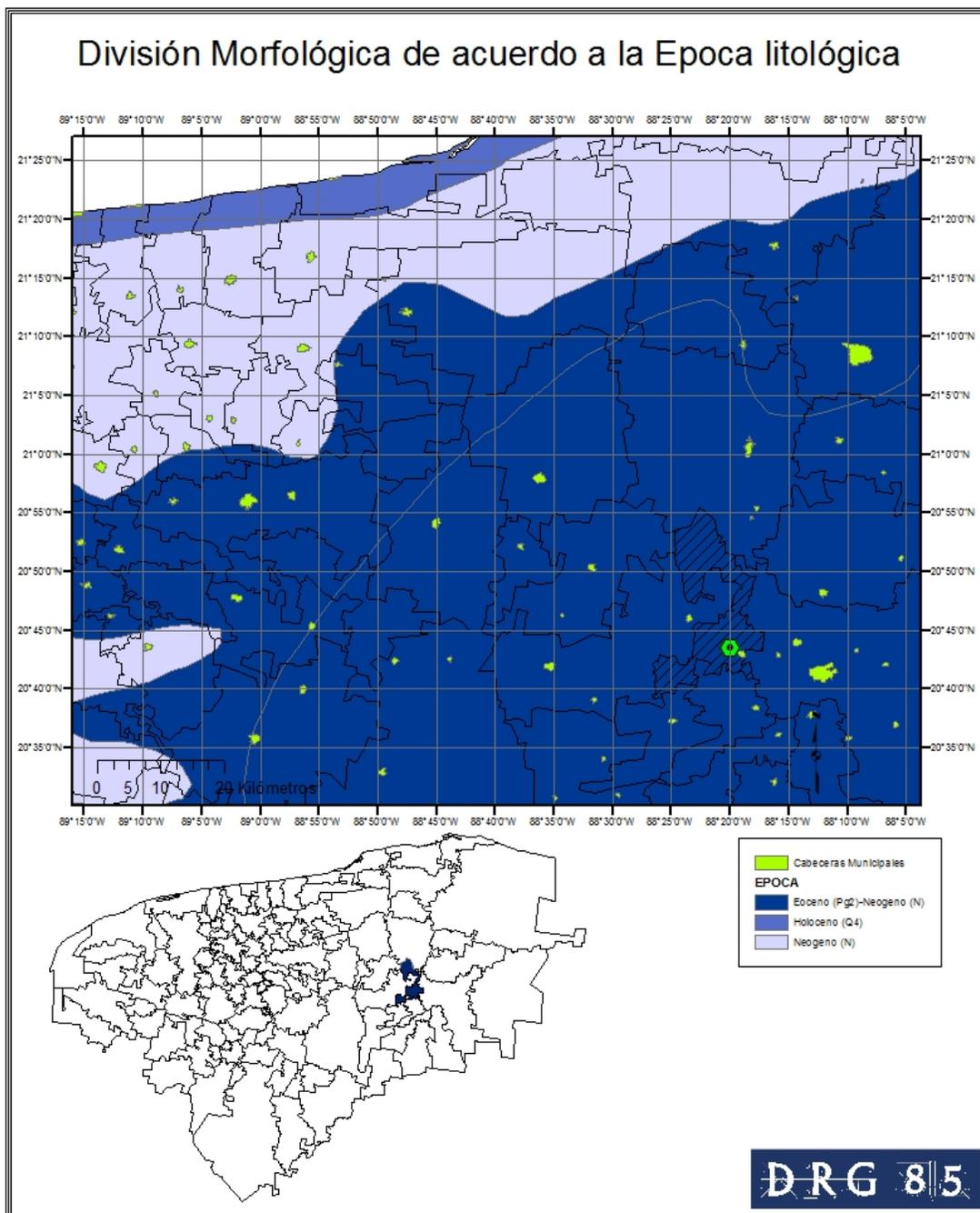


Figura 40. División morfológica de acuerdo a la época litológica (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

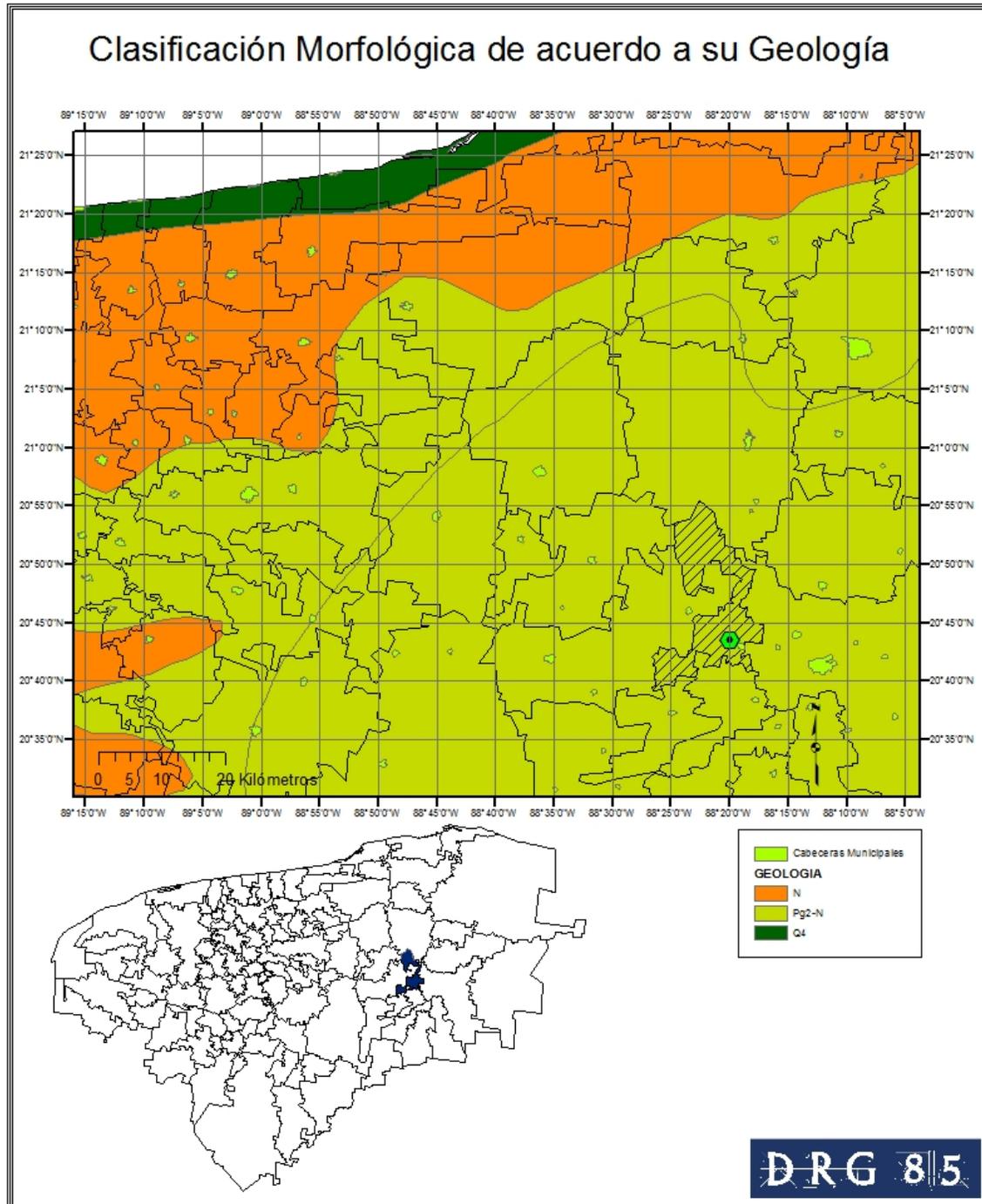


Figura 41. Clasificación morfológica de acuerdo a su geología (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

#### c) Suelos

En particular el área de influencia directa e indirecta, así como gran parte del municipio, tiene una altitud de 28 msnm (pertenece a las partes altas de la UGA), tipo de suelo Luvisol Crómico con textura fina (más de 35% de arcilla) lítica (suelo con roca continua dentro de los 50 cm de profundidad). Geohidrológicamente se

encuentra en la planicie interior de la península, el suelo tiene hondonadas someras y profundas

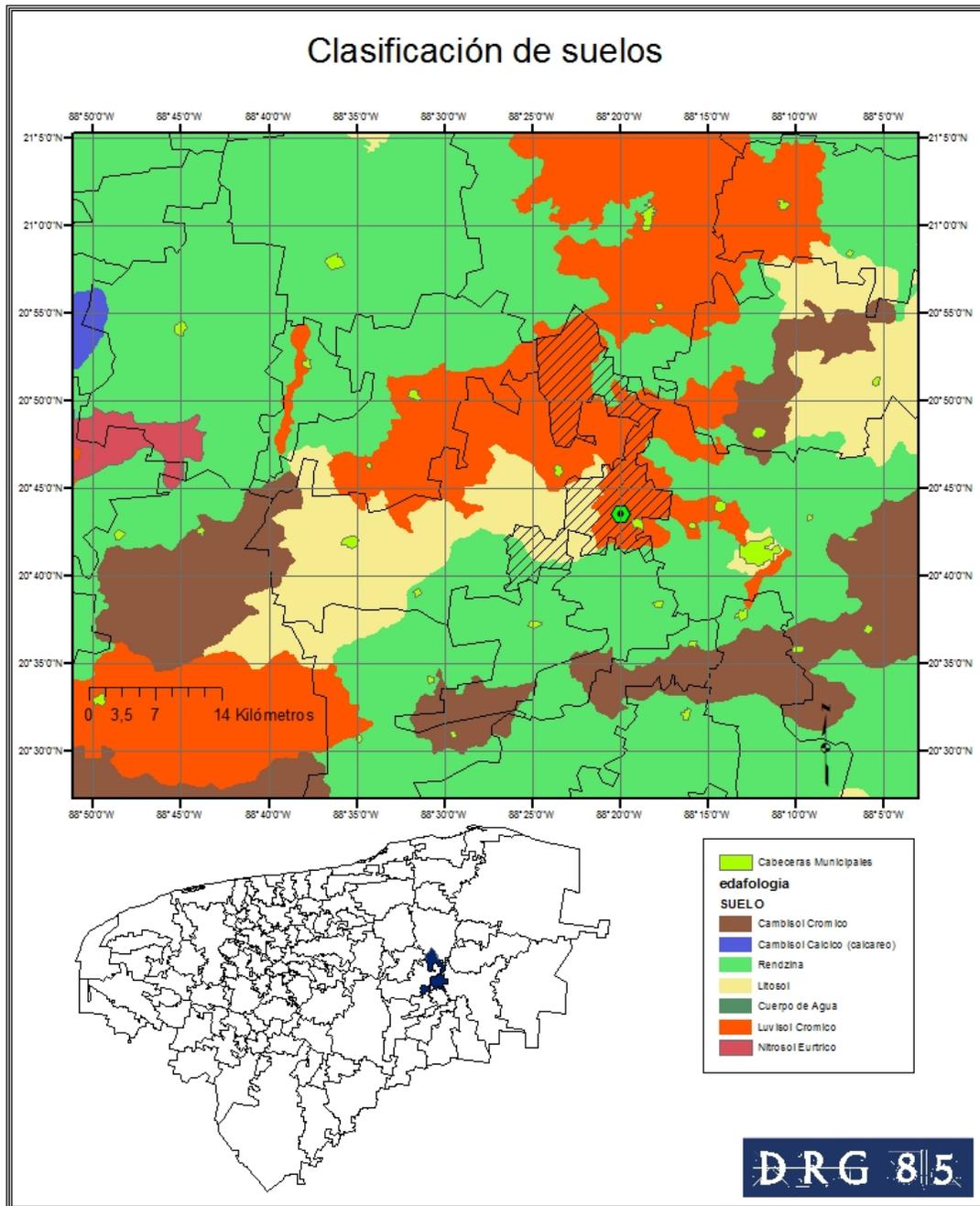


Figura 42. Tipos de suelo en el predio Chucib No. 2. (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

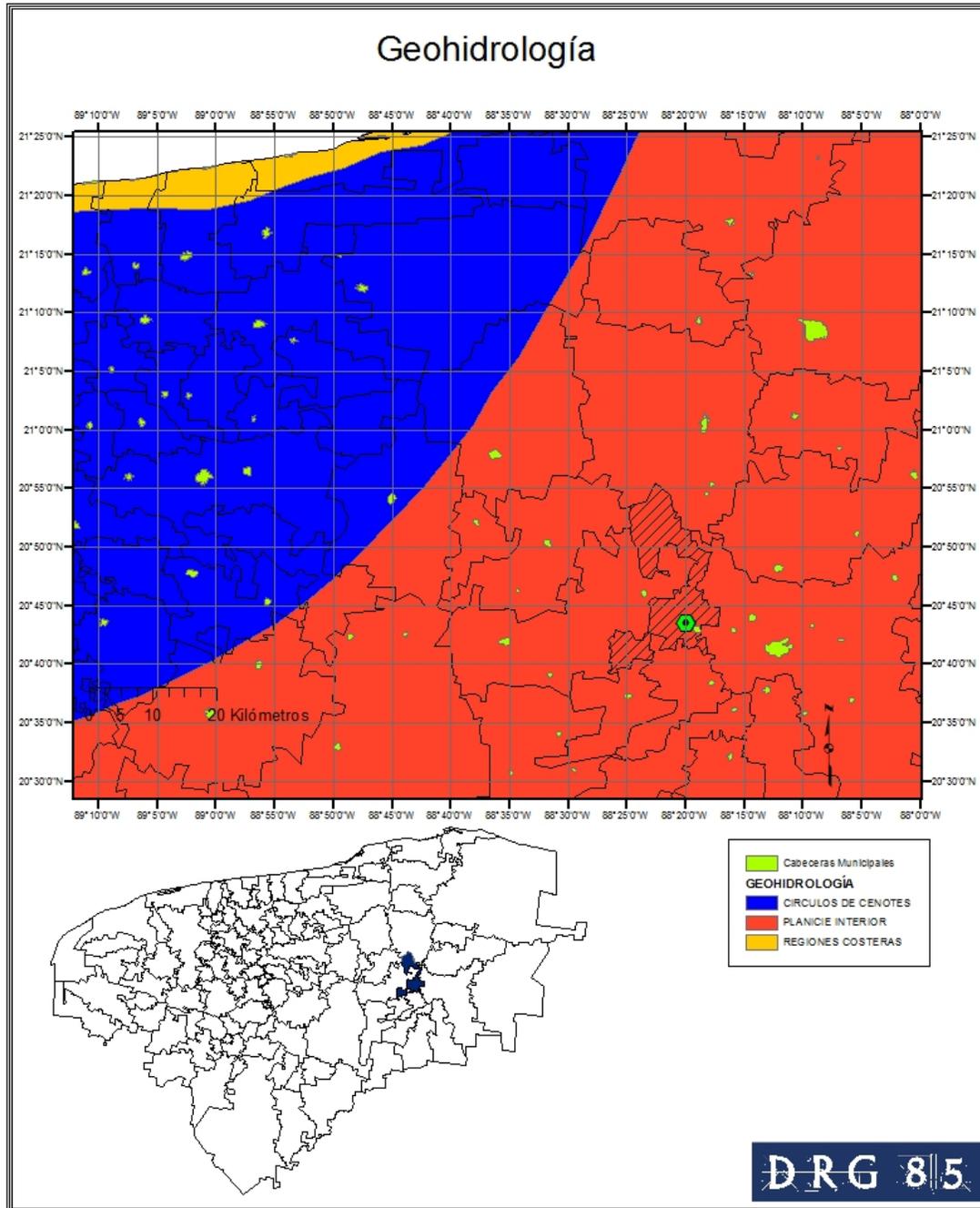


Figura 43. Geohidrología observada en el predio Chucib No. 2. (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

#### Presencia de fallas y fracturamientos

Según el Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán (1999), no existen fallas ni fracturamientos de relevancia para el proyecto en el terreno estudiado. El relieve del estado es poco marcado y es relativamente plano.

#### Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones

No existe ninguna susceptibilidad a sismos o derrumbes, tampoco se manifiestan inundaciones en el área de estudio dado que el suelo es bastante permeable. Sin

embargo, algunas áreas con suelos muy arcillosos se pueden presentar encharcamientos en época de lluvias pero que no llegan a afectar a los cultivos agrícolas.

#### d) Hidrología superficial y subterránea

En la península de Yucatán no se cuenta con cuerpos o corrientes de agua superficial. No obstante, se tiene presencia de corrientes o acuíferos subterráneos en toda la península. En cuanto a la hidrología subterránea, el manto freático se localiza a 30-50 m de profundidad y los principales usos que tiene son para el consumo humano y para el riego de los cultivos agrícolas. El acuífero de esta parte de la Península es la única fuente de abastecimiento para cualquier uso, ya sea este doméstico, agrícola e industrial.

Las características hidrogeoquímicas del acuífero de Yucatán están controladas, en ausencia de contaminación antropogénica, por la mezcla del agua marina con el agua subterránea, por lo procesos de disolución de las rocas carbonatadas y evaporíticas y por la mezcla con el agua pluvial que recarga el acuífero (Back, 1969). Aunque a diferencia de los otros procesos el agua pluvial es la que aporta menos sales, su efecto sobre dilución del agua subterránea y disolución de la roca caliza es muy importante sobre todo en los primeros 3 metros de profundidad (Sánchez, 1992).

La hidrogeoquímica del agua subterránea en el área de estudio esta principalmente controlada por la disolución de la roca caliza, tal como lo evidencia el predominio de los iones, calcio y bicarbonato. El acuífero de la zona de estudio se caracteriza por una alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y dirección de flujo radial desde al área de recarga hasta las costas.

Las características de las aguas subterráneas de la región indican que se trata de aguas duras con alto contenido de  $\text{CaCO}_2$  (mayor de 300 mg/L) y una temperatura de alrededor de los 25°C. En lo que respecta a los minerales disueltos como el hierro (Fe), manganeso (Mn), sodio (Na) y a los sulfatos, las concentraciones son bajas con 0.3 mg/L, 0.05 mg/L, <400 mg/L y <250 mg/L, respectivamente (CONAGUA, 2000). A pesar de la amplia extensión de estos canales subterráneos, existen pocos cuerpos de agua cercanos al área de influencia. El acuífero de la zona del proyecto no se encuentra dentro de alguna categoría de protección de la CONAGUA, y no existen por el momento restricciones de uso.

#### 4.2.2 Aspectos bióticos

La descripción del medio biótico se consideró el polígono previamente especificado como área de influencia directa e indirecta cuyas coordenadas se encuentran en las tablas 27 y 28. Por ende el análisis de los aspectos bióticos se divide para ambas áreas.

### Metodología para el listado florístico

Para describir la comunidad vegetal encontrada en el predio en cuanto a composición y estructura se realizó lo siguiente:

1. Se analizaron fotos satelitales para tener una idea anticipada del estado de la vegetación y sobre la cercanía de asentamientos humanos al sitio para analizar su posible influencia.
2. Se recorrió el sitio siempre dentro del polígono e internándose en las brechas halladas para inspeccionar el sitio.
3. Se hizo un análisis de las especies arbóreas registrando únicamente aquellas con un valor ecológico relevante.
4. Para la determinación del tipo de vegetación antes mencionada se apoyó en las siguientes claves y libros (Standley, 1930; Sosa et. al., 1985; Flores & Espejel, 1994).
5. En el sitio se realizaron ocho cuadrantes de 300 m<sup>2</sup>. Correspondientes a diferentes sitios elegidos al azar dentro de los límites del predio y principalmente en la zona perturbada que se utilizará para el proyecto. En estos se tomaron datos como especie (cuando se pudo identificar) y altura de todas las especies enraizadas dentro los cuadrantes.

Además se realizó una caracterización de vegetación existente en ambas áreas por el perito forestal Ramón Cosme Álvarez y Aguilar (con inscripción en el Registro Forestal Nacional: Libro YUC, Tipo UI, Volumen I, Número 1, Año 16).

### Metodología general para la determinación de fauna

Respetando el polígono del predio, se realizó un recorrido general excediendo los límites con el objetivo de ubicar sitios en donde los muestreos serían más representativos. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela et al. (1995).

Seleccionados los sitios se procedió con los muestreos especializados hacia mamíferos, aves, anfibios y reptiles con base en la metodología descrita en la tabla 29.

Tabla 29. Técnicas de muestreo y registro de diferentes grupos de fauna terrestre

Mamíferos	Anfibios y reptiles	Aves
MUESTREO DIRECTO (MD). Este método consiste en la observación directa de los organismos en su hábitat y bajo sus condiciones normales de actividad.	(MD): Se registraron las especies desplazándose sobre la superficie, en el suelo, rocas, ramas, hojarasca o debajo de las mismas	(MD): Para su registro se consideraron todos los organismos en vuelo y los perchados, así como los encontrados en las áreas adyacentes al predio.
MUESTREO INDIRECTO (MI). Este tipo de método se basa en el registro de fauna mediante rastros y señales de actividad que van dejando a su paso por la vegetación y hábitats.	(MI): Se buscaron rastros y señales de actividad de algunas especies de reptiles, como son las mudas de pieles cambiadas de las serpientes, así como algunos sonidos o cantos	(MI): Las evidencias indirectas consistieron en la presencia de plumas, ya sea como producto de mudas o de restos de la depredación por otros organismos, así como de la presencia de nidos en las ramas o en oquedades de los árboles.

#### a) Vegetación

Con base en lo estipulado en el INEGI y en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán la vegetación en la Península los tipos de vegetación mejor distribuidos son la selva baja caducifolia, la mediana subcaducifolia y mediana subperenifolia, en sentido inverso se encuentran las selvas alta subperenifolia y perennifolia que ocupan áreas muy reducidas.

La vegetación del polígono es de tipo secundario, derivado de vegetación subsecuente a selva mediana subcaducifolia, vegetación que se encuentra bastante fragmentada por la actividad humana, principalmente por la actividad ganadera. Desde hace décadas el área ha sido sometido a diferentes perturbaciones con el establecimiento de unidades pastizales para efectuar ganadería extensiva, actividades agrícolas y extracción de leña.

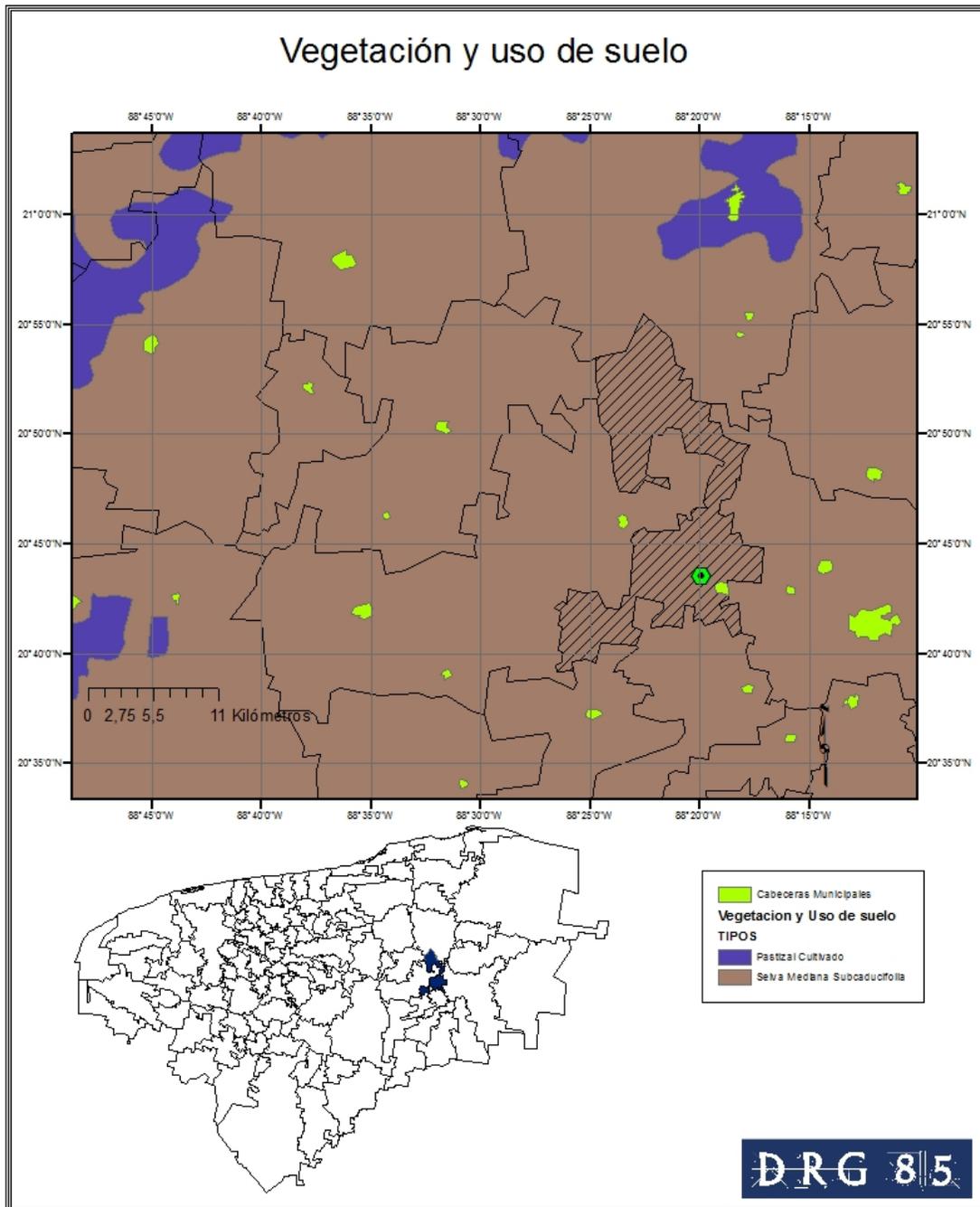


Figura 44. Vegetación y uso de suelo . (Hexágono verde con punto negro muestra la ubicación del predio. Elaboración propia con datos del POETY, 2015)

En la tabla 30 se observan las especies registradas de árboles en la zona de estudio, se utilizó la clasificación taxonómica de Durán (2000). Los nombres comunes se obtuvieron gracias a los habitantes vecinos al proyecto. Cabe mencionar que estos resultados se encontraron en los cuadrantes con vegetación forestal subsecuente a selva mediana subcaducifolia.

En el área de influencia directa sólo se tienen pastizales inducidos y acahuales en esta zona no se tomaron puntos de muestreo en virtud de que se delimitó exclusivamente el área a esta vegetación.

En el área de influencia indirecta se realizaron ocho muestreos mediante cuadrantes de 300 m<sup>2</sup>. Derivados de estos encontramos diversas especies enlistadas en las tablas 30, 31 y 32.

Tabla 30. Especies arbóreas en el predio

Nombre común	Nombre científico	Familia	Número de árboles
Akits'	<i>Cascabela gaumeri (Hemsley) Lippod.</i>	Apocynaceae	1
Kitinche'	<i>Caesalpinia gaumeri (Britton &amp; Rose) Greenman</i>	Leguminosae	7
Chukum	<i>Havardia albicans (Kunth.) Britton &amp; Rose</i>	Leguminosae	10
K'anasin	<i>Lonchocarpus rugosus Benth.</i>	Leguminosae	4
Xu'ul	<i>Lonchocarpus xuul Lundell</i>	Leguminosae	15
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.</i>	Leguminosae	19
Sak catzin	<i>Mimosa bahamensis Benth.</i>	Leguminosae	3
Jabín	<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	Leguminosae	16
Boop	<i>Coccoloba acapulcensis Standl.</i>	Polygonaceae	5
Boichich	<i>Coccoloba cozumelensis (Hemsley)</i>	Polygonaceae	2
Ts'its'il che'	<i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i>	Polygonaceae	3

Con base en el registro se obtuvieron 85 árboles en los cuadrantes estudiados. En este muestreo se identificaron cuatro familias, la más representada fue la Leguminosae con 7 especies, seguida por Polygonaceae con tres especies y por último Apocynaceae con una especie.

Tabla 31. Listado de especies herbáceas

Nombre común	Especie	Familia
X-tees	<i>Amaranthus spinosus L.</i>	Amaranthaceae
Ts'albay	<i>Bromelia pinguin (E. Morren). L.B.Smith</i>	Bromeliaceae
Chak ts'am	<i>Tradescantia spathacea Sw</i>	Commelinaceae
K'aan mul	<i>Bidens pilosa L. (Blume) Sherff</i>	Asteraceae
Jaway	<i>Parthenium hysterophorus L.</i>	Asteraceae
Ta'ulum	<i>Tridax procumbens L.</i>	Asteraceae
Tajonal	<i>Viguiera dentata (Cav.) Spreng. var. dentata</i>	Asteraceae
Sak its	<i>Euphorbia hypericifolia L.</i>	Euphorbiaceae
P'op'ox	<i>Tragia yucatanensis Millsp.</i>	Euphorbiaceae
K'aan su'uk	<i>Cynodon dactylon L. Pers</i>	Graminae

Nombre común	Especie	Familia
Siit	<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth)	Graminae
Boox	<i>Capraria biflora</i> L.	Scrophulariaceae
Maax iik	<i>Capsicum annuum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill.	Solanaceae
xich'iil aak'	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn.	Zygophyllacea

Se tiene registraron de 14 especies de plantas, donde la mayoría se encontraron en las zonas de los cuadrantes despejadas de vegetación.

Tabla 32. Listado de flora con forma de vida arbustiva

Nombre común	Especie	Familia
K'aan lool	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.	Bignoniaceae
Ts'iim chaay	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill) I.M. Johnston	Euphorbiaceae
Puuts'	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	Salicaceae
Chulúul	<i>Apoplanesia paniculata</i> Presl.	Leguminosae
Puuts' che'	<i>Randia aculeata</i> L	Rubiaceae

La mayoría de las especies vegetales registradas en el estudio, son comunes a la región. Algunas son aprovechadas por los vecinos como leña, cercos vivos, crear artesanías, etcétera. En este estudio se encontraron especies endémicas a la península de Yucatán, sin embargo, estas son numerosas y altamente distribuidas en la región.

Con base en la caracterización realizada por el Sr. Ramón Cosme Álvarez y Aguilar en el área de influencia indirecta se encuentran las especies enlistadas en las tablas 33 y 34.

Tabla 33. Especies encontradas en el área de influencia indirecta, con base en la caracterización realizada por el perito forestal Ramón Cosme Álvarez y Aguilar

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Acanthaceae	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees.	Xolte' xnuk, corrimiento xiiv	Herbácea	
Agavaceae	<i>Agave fourcroydes</i> Lemaire	Sak kij, henequén	Herbácea	
Amaranthaceae	<i>Achyranthes indica</i> (L.) Mill.	Sak payche', pay och, zorrillo	Herbácea	
Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	Aak'its, campanilla.	Arbustiva	
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth ssp. <i>Schlechtendalii</i>	Boobtúm, Kilbal chac, Pool box	Herbácea	
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano,	Arbórea	
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i> (Kunth) Loes	Anilkab, Anil aak', Sak aak'	Enredadera	
Bignoniaceae	<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams	Kat ku'uk, Pepino de monte	Arbustiva	
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	Arbórea	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	Arbórea	
Celastraceae	Semialarium mexicanum (Miers) Mennega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	Arbustiva	
Compositae	Viguiera dentata (Cav.) Spreng. var. dentata	Taj, sak xo'xiw, tajonal	Herbácea	
Convolvulaceae	Merremia aegyptia (L.) Urb.	Tso'ots' aak'	Enredadera	
Ebenaceae	Diospyros anisandra Blake.	K'aakalche', k'ab che', xanob che'	Arbustiva	Endémica
Euphorbiaceae	Cnidoscopus aconitifolius (Mill.) I.M. Johnston.	Chaay, ts'iim, ts'iim chaay, chaya silvestre	Arbustiva	
Euphorbiaceae	Croton chichenensis Lundell.*	Xikin burro, éck baalam,	Arbustiva	
Euphorbiaceae	Croton reflexifolius Kunth.	Ko'ok che', p'e'es' kúuch, chiim kuuts	Arbustiva	
Euphorbiaceae	Dalechampia schottii Greenm. var. schottii *	Sak p'opox, mo'ol koj	Enredadera	Endémica
Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri Greenm.	Pomol che'	Arbustiva	Endémica
Euphorbiaceae	Tragia yucatanensis Millsp.	Chak p'op ox, p'op ox	Enredadera	
Lamiaceae	Hyptis pectinata (L.) Poit.	Xóolte' xnuuk, bastón de vieja	Herbácea	
Lamiaceae	Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik	Arbórea	
Leguminosae	Acacia collinsii Saff.	Subin che' , subin	Arbustiva	
Leguminosae	Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth. ssp. pennatula	Ch'i' may, k'ank' ililische'	Arbórea	
Leguminosae	Apoplanesia paniculata C. Presl.	Chulúul, k'i'ik' che'	Arbórea	
Leguminosae	Bauhinia divaricata L.	Ts' ulub took', pata de vaca	Arbustiva	
Leguminosae	Caesalpinia gaumeri (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	Arbórea	
Leguminosae	Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm.	Taa k'in che'	Arbórea	Endémica
Leguminosae	Centrosema virginianum (L.) Benth.	Bu'ul che', chi' ikam t'u'ul, ib che'	Enredadera	
Leguminosae	Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	Arbórea	
Leguminosae	Clitoria ternatea L.	Chikam, frijolillo,	Enredadera	
Leguminosae	Desmodium tortuosum (Sw.) DC.	K'iin taj xiw	Herbácea	
Leguminosae	Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	Chukum	Arbórea	Endémica
Leguminosae	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	Arbórea	
Leguminosae	Lonchocarpus punctatus Kunth.	Baal che'	Arbórea	
Leguminosae	Lonchocarpus rugosus Benth.	K'anasín	Arbórea	
Leguminosae	Lonchocarpus xuul Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	Arbórea	Endémica
Leguminosae	Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	Arbórea	
Leguminosae	Mimosa bahamensis Benth.	Sak káatsim, káatsim blanco	Arbustiva	
Leguminosae	Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	Arbórea	
Leguminosae	Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	Arbórea	Endémica
Malpighiaceae	Byrsonima bucidaefolia Standl.	Chi', sak paj, nance agrio, nance blanco, nance de monte	Arbórea	Endémica

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Malvaceae	<i>Abutilon hirtum</i> (Lam.) Sweet.	Sak xiiw	Herbácea	
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	Arbustiva	Endémica
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	Arbórea	
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Sak mis bil, sak xiiw, malva del monte	Herbácea	
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Akúun, kopo' ch'iin, alamo, higo grande	Arbórea	
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Chak oox, palo moral, mora	Arbórea	
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i> Pers.	Sak loob	Arbórea	
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	Arbustiva	
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Béeb, uña de gato	Arbustiva	
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	k' an su'uk, pie de pollo, zacate bermuda	Herbácea	
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Chimes su'uk, k' an toop su'uk	Herbácea	
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc var. <i>divaricata</i>	Siit, táabil siit, carricillo	Herbácea	
Poaceae	<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. D. Webster.	Su'uk, privilegio, zacate guinea	Herbácea	
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Boob, boob ch'iich'	Arbórea	Endémica
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	Arbustiva	
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	Arbustiva	Endémica
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	Kat ku'uk,, kajaal k'aax, peech kitam, puuts' che', tinta che'	Arbustiva	
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	Aak'aax, k'aax, ka'aal che', k'aaxil, cruz k'iix	Arbustiva	Endémica
Rubiaceae	<i>Randia obcordata</i> S. Watson.	Kat k'aax, k'atoch, pay oochil, peech kitam	Arbustiva	
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre,	Arbórea	Endémica
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee in Standl.	Chi'kéej, cayumito silvestre	Arbórea	
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	Arbórea	
Theophrastaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö.	Chak sik'iix le', ya'ax k'iix le' che', lengua de gallo, limoncillo, naranjillo, pico de gallo	Arbustiva	
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, guarumbo	Arbórea	

Tabla 34. Especies correspondientes a la vegetación no inducida en el área de influencia directa.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Agavaceae	Agave fourcroydes Lemaire	Sak kij, henequén	Herbácea	
Apocynaceae	Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold.	Aak'its, campanilla.	Arbustiva	
Araceae	Anthurium schlechtendalii Kunth ssp. Schlechtendalii	Boobtúm, Kilbal chac, Pool box	Herbácea	
Arecaceae	Sabal yapa C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano,	Arbórea	
Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	Arbórea	
Compositae	Viguiera dentata (Cav.) Spreng. var. dentata	Taj, sak xo'xiw, tajonal	Herbácea	
Convolvulaceae	Merremia aegyptia (L.) Urb.	Tso'ots' aak'	Enredadera	
Euphorbiaceae	Cnidocolus aconitifolius (Mill.) I.M. Johnst.	Chaay, ts'iim, ts'iim chaay, chaya silvestre	Arbustiva	
Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri Greenm.	Pomol che'	Arbustiva	Endémica
Euphorbiaceae	Tragia yucatanensis Millsp.	Chak p'op ox, p'op ox	Enredadera	
Lamiaceae	Hyptis pectinata (L.) Poit.	Xóolte' xnuuk, bastón de vieja	Herbácea	
Leguminosae	Apoplanesia paniculata C. Presl.	Chulúul, k'i'ik' che'	Arbórea	
Leguminosae	Bauhinia divaricata L.	Ts' ulub took', pata de vaca	Arbustiva	
Leguminosae	Centrosema virginianum (L.) Benth.	Bu'ul che', chi' ikam t'u'ul, ib che'	Enredadera	
Leguminosae	Clitoria ternatea L.	Chikam, frijolillo,	Enredadera	
Leguminosae	Desmodium tortuosum (Sw.) DC.	K'iin taj xiw	Herbácea	
Leguminosae	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	Arbórea	
Leguminosae	Lonchocarpus punctatus Kunth.	Baal che'	Arbórea	
Leguminosae	Mimosa bahamensis Benth.	Sak káatsim, káatsim blanco	Arbustiva	
Leguminosae	Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	Arbórea	
Malvaceae	Abutilon hirtum (Lam.) Sweet.	Sak xiw	Herbácea	
Poaceae	Cynodon dactylon (L.) Pers.	k' an su'uk, pie de pollo, zacate bermuda	Herbácea	
Poaceae	Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.	Chimes su'uk, k' an toop su'uk	Herbácea	
Poaceae	Lasiacis divaricata (L.) Hitchc var. divaricata	Siit, táabil siit, carricillo	Herbácea	
Poaceae	Urochloa maxima (Jacq.) R. D. Webster.	Su'uk, zacate guinea	Herbácea	
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	Arbustiva	
Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	Arbustiva	Endémica
Urticaceae	Cecropia peltata L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, guarumbo	Arbórea	

En conclusión la flora encontrada en el área de influencia concuerda con un ecosistema perturbado por actividades agropecuarias que ha decir de los pobladores se han realizado desde que se fundó el pueblo. Las principales actividades detectadas en los predios adyacentes al proyecto es la agricultura lo que supone una presión al ecosistema. Tanto en el área de influencia directa como indirecta se tiene vegetación subsecuente a la selva mediana

subcadocifolia. Se ha detectado extracción de leña en ambas áreas, fraccionando el área con veredas para el paso de leñadores y cazadores.

En particular el área de influencia directa se compone de pastizales y acahuales derivado de la presencia de ganado hace al menos cuatro años. Es esta característica que se pretende aprovechar para realizar el proyecto, de tal manera que se respeten las áreas forestales. Así también respetar el artículo 5° apartado "O" de Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al ambiente, evitando así el desmonte de superficies forestales y contribuyendo a la conservación del sistema.

En las áreas de influencia directa e indirecta se tienen 13 especies endémicas a la península de Yucatán. En el área de influencia directa son dos, las cuales también se encuentran en el área de influencia indirecta. Ambas especies se manejan como atención menor según el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Tanto estas dos especies como el resto que se enlistan en esta sección no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para promover el cuidado y conservación de las especies endémicas se ha determinado una zona de conservación. Se pretende contar con una zona lo menos perturbada posible dentro del predio, la cual se encuentra en las coordenadas mostradas en la tabla 35. El objetivo de esta área es que las especies endémicas de flora y fauna encuentren un hábitat que no se perturbe por las actividades humanas realizadas en el predio.

*Tabla 35. Coordenadas del polígono de la zona de conservación propuesta*

<b>Punto</b>	<b>G.g</b>		<b>UTM</b>
E	20.715527	-88.332706	16 Q 361223.267561 2291235.737885
F	20.713612	-88.333615	16 Q 361126.853579 2291024.542620
G	20.713331	-88.337780	16 Q 360692.823880 2290997.015551
H	20.715520	-88.338038	16 Q 360667.955720 2291239.541943

## b) Fauna

La fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre).

Más de la mitad de las especies de mamíferos reportadas para la Península de Yucatán corresponden a los grupos de roedores y murciélagos.. La composición y abundancia de la mastofauna se encuentra en relación directa con la composición, tamaño y estructura de las comunidades vegetales y los hábitats que se presentan.

El número de especies de aves que han sido reportadas para la península comprende cerca de la mitad del total registrado para el país, con alrededor de

528 especies. De éstas, más de la mitad se presentan con una ocurrencia potencial del 85% de la superficie peninsular.

La distribución para la mayoría de estas especies se puede mostrar con la relación sur-norte de acuerdo a la distribución de la vegetación y, en particular, de la selva mediana subperenifolia. Así, de las aproximadamente 100 especies de aves con ocurrencia restringida de manera principal a las selvas altas y medianas, 46 extienden su distribución al norte.

No obstante que la Península de Yucatán es una región relativamente pobre en cuanto a los anfibios y reptiles, presenta un número elevado de estas especies con la categoría de endémicas y catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El mayor porcentaje de las especies de reptiles de la península están conformadas por las lagartijas y las serpientes.

Por la conducta natural de la fauna, fue imposible observar todas las especies que se encuentran en el predio, por lo que los registros fueron complementados con animales que los vecinos del lugar nos comentaron que habían visto. Con la ayuda de guías específicas para la identificación de mamíferos y los trabajos en campo, se logró identificar la presencia de 6 especies de fauna, a lo largo de todo el camino. Para este grupo la mayoría de las verificaciones se realizó por medio de entrevistas con los pobladores de la región.

En el área de influencia directa se encontraron las especies enlistadas en la tabla 36

Tabla 36. Fauna encontrada en el área de influencia directa.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Tipo de verificación</b>
Leporidae	<i>Sylvilagus sp</i>	Conejo	Vista
Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	Madriguera
Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel	Comunicación
Canidae	<i>Canis familiaris</i>	Perro doméstico	Vista

En el área de influencia indirecta se registraron diversos animales los cuales se encuentran enlistados en las tablas 37 – 39.

Tabla 37. Listado de mamíferos registrados

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Tipo de verificación</b>
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita gris	Excreta
Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo	Entrevista
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	Entrevista
Geomyidae	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	Madriguera
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero	Vista
Sciuridae	<i>Sciurus sp</i>	Ardilla	Vista

Para las aves se registraron 10 especies, se pudo hacer una identificación visual de las especies.

Tabla 38. Listado faunístico de aves observadas en la zona de estudio

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de verificación
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	Visual
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	Visual
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Visual
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	Visual
Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	Visual
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Visual
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Visual
Sylviidae	<i>Poliotila caerulea</i>	Perlita gris	Visual

Solamente se observaron por parte de los reptiles y anfibios lagartijas. Los registros de serpientes fueron reportados por los pobladores, a decir de estos las han encontrado y algunas veces colectado en el predio o en sus linderos. A decir de los pobladores en temporada de lluvias fuertes se llegan a encontrar sapos pequeños, sin embargo, no se pudo identificar la especie debido a que en la temporada del estudio no se encontró ningún ejemplar.

Tabla 39. Listado de reptiles

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de verificación	Estado de Conservación
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	Comunicación	Amenazada
Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo	Comunicación	Protección especial
Teiidae	<i>Cnemidophorus angusticeps.</i>	Lagartija	Visual	
Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel	Comunicación	Protección especial

### Especies Indicadoras

Algunas de las especies registradas con mayor frecuencia en el sitio son típicas de áreas urbanas y suburbanas, lo cual implica el estado de perturbación existente en la zona debido a la existencia de sistemas productivos, cercanía de la mancha urbana y la colindancia inmediata con una carretera de flujos moderados a altos de vehículos y camiones pesados. Entre estas especies se encuentran el zopilote, la paloma de alas blancas, el garrapatero, el zanate y el ceniztli, todas comunes en áreas cercanas a las ciudades y en sistemas productivos, así como menos abundantes en áreas poco perturbadas.

Como se puede observar de los listados de especies faunísticas, el área de

influencia directa ha sido impactado con actividades humanas anteriores en el predio y la fauna que se encontró fue un ensamble común de estas situaciones. En el área de influencia indirecta la diversidad es más grande, se pone interés en los reptiles, ya que encontramos tres especies en algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. La zona de conservación servirá para apoyar la conservación de estas especies. Así también, el proyecto está pensado en permitir el paso de los diferentes animales silvestres que se trasladen dentro del predio y entre los predios aledaños.

#### 4.2.3 Medio socioeconómico

El municipio de Uayma se encuentra ubicado al este de la entidad federativa, en la región VI oriente. Se localiza entre los paralelos 20° 58' y 21° 10' latitud norte y los meridianos 89° 44' y 89° 51' longitud oeste. Limita al norte con Espita, al sur con Cuncunul y Kaua, al este con Valladolid y Temozón y al oeste con Tinum. Ocupa una superficie de 196.72 Km<sup>2</sup>.

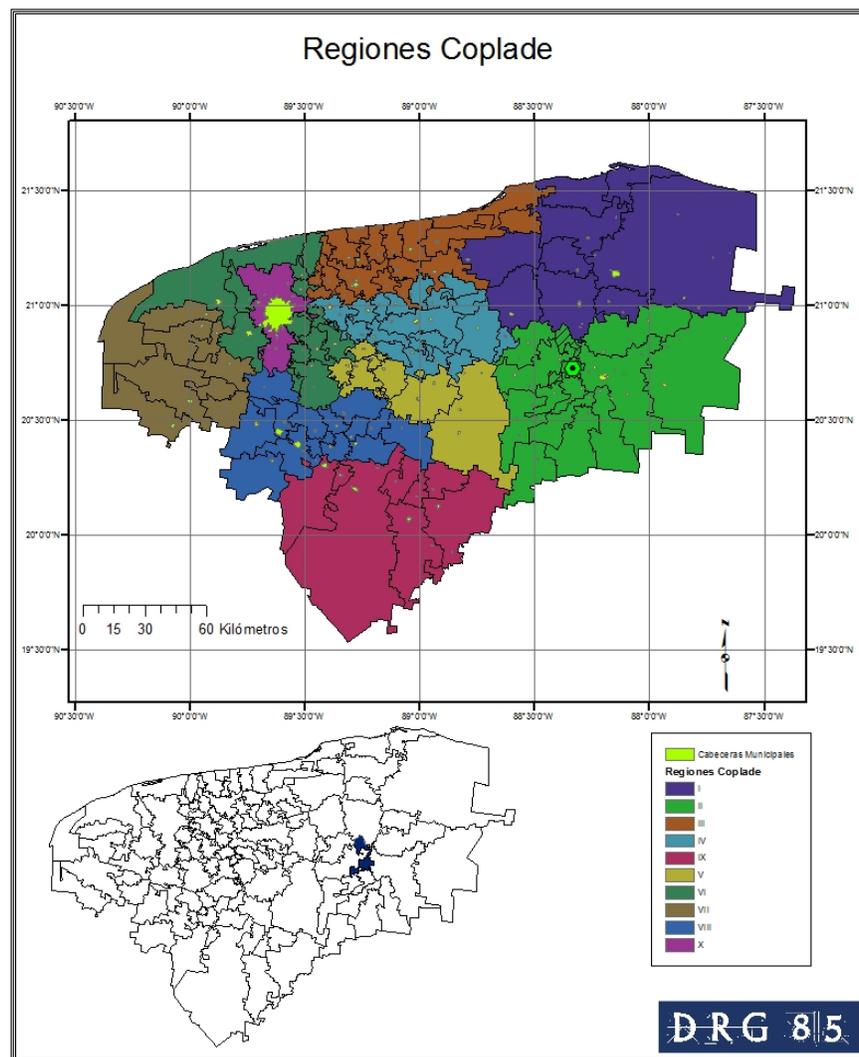


Figura 45. Ubicación del predio en la región VI de la COPLADE (POETY, 2015)

Como sitios históricos y arqueológicos se cuenta con el ex Convento y Templo de Santo Domingo, construido en el siglo XVII y que fuera incendiado a mediados del siglo XIX por los indígenas sublevados durante la llamada "Guerra de Castas" conserva aún toda su belleza y puede admirarse en la cabecera municipal.

El municipio está catalogado como de alta marginación por la CONAPO, en el Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Yucatán (2015) se tiene a esta región como deprimida socioeconómicamente y de muy bajo desarrollo, así mismo su potencial es muy bajo.

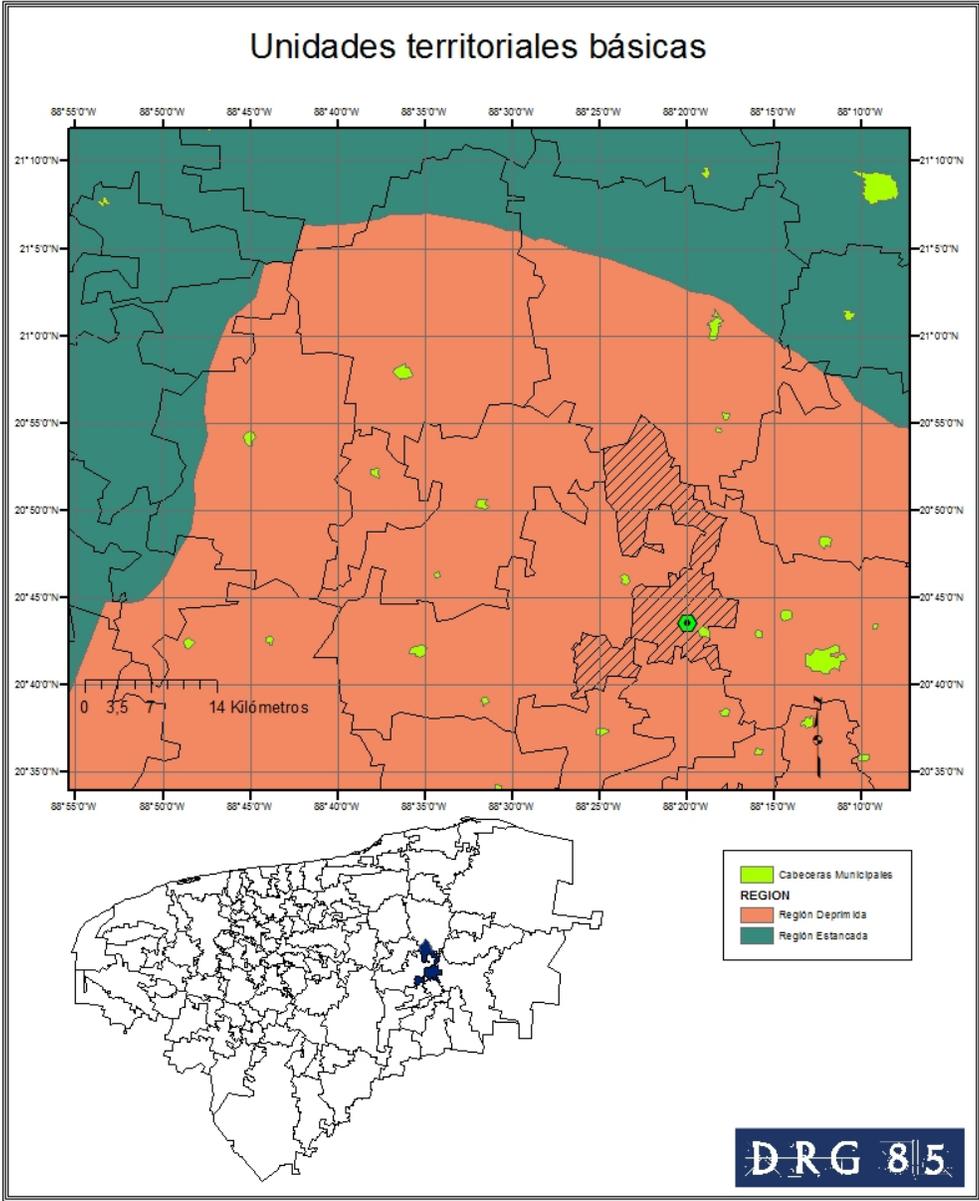


Figura 46. Estado socioeconómico de la región donde se localiza el predio (POETY, 2015)

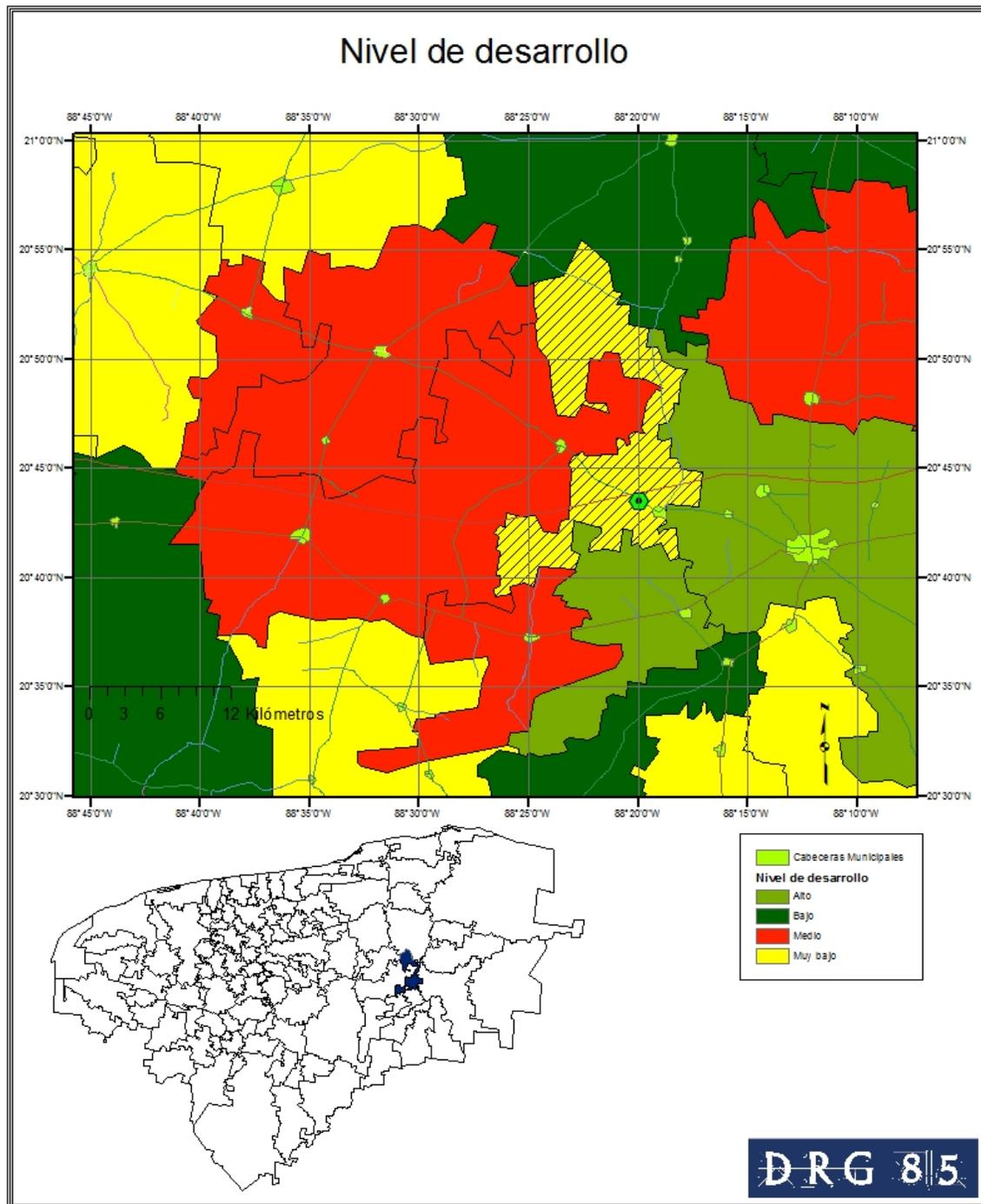


Figura 47. Nivel de desarrollo de la región donde se ubica el proyecto (POETY, 2015)

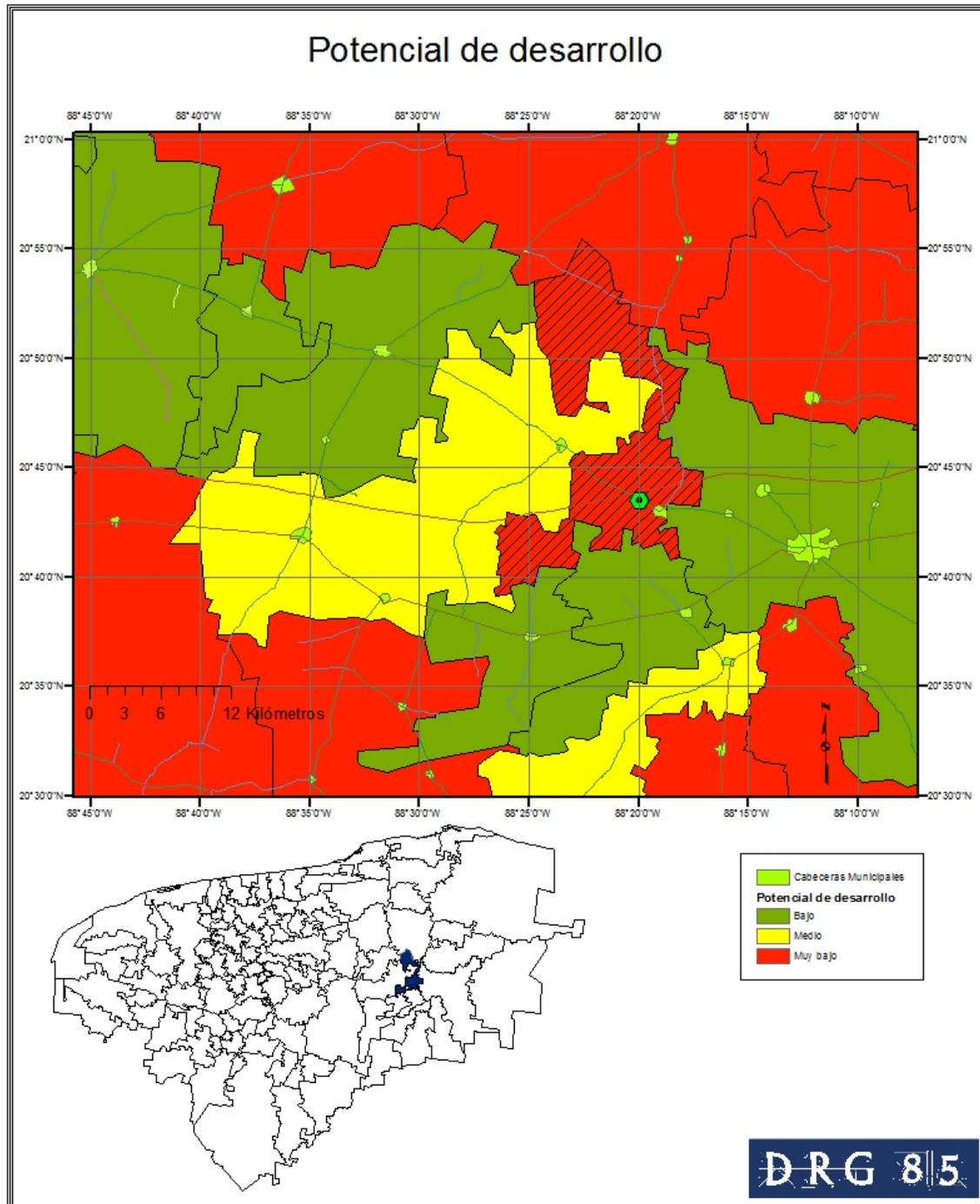


Figura 48. Potencial de desarrollo de la región donde se pretende realizar el proyecto (POETY, 2015)

El plan de desarrollo del municipio de Uayma (Cupul, 2015) cita en su sección de diagnóstico socioeconómico lo siguiente:

Actualmente el municipio cuenta con el nivel de preparación más alto de telebachillerato, razón por la cual los que quieren seguir estudiando a un nivel superior tienen que trasladarse forzosamente a la ciudad de Valladolid.

El municipio de Uayma cuenta con un primer nivel en servicios de salud, lo que no concuerda con la poca o nula atención por parte de los doctores lo que se refleja en la población.

Muchos de los habitantes del municipio, siguen sin los servicios sanitarios básicos, por lo que persiste el fecalismo al aire libre. Otro problema de salud que persiste, son la gran variedad de perros callejeros que deambulan por las calles, los cuales realizan sus necesidades fisiológicas en cualquier sitio contaminando los espacios públicos y el aire, causando enfermedades intestinales en niños y adultos mayores quienes son los mas vulnerables.

Por otro lado, un porcentaje de los adultos mayores carecen de educación básica y, por consiguiente, no saben leer ni escribir provocándole perjuicios al momento de cobrar sus apoyos.

El municipio de Uayma, Yucatán, carece del servicio de recolección de basura, así como un relleno sanitario en funcionamiento, para disposición final de los desechos tanto de los hogares como de los comercios.

Más de la mitad de la población del municipio, los techos de sus viviendas se encuentran cubiertos con huano, una cuarta parte es de lamina de zinc, muy pocos de asbesto o cartón y el resto es de concreto.

Debido al crecimiento de la población de Uayma, en la mayoría de las casas sus pisos son de tierra, un porcentaje pequeño es de cemento y un porcentaje pequeño tienen pisos mosaicos. En cuanto a sus paredes, las tres cuartas partes son de madera (bajareques) y la cuarta parte restante es de mampostería o block.

En el municipio sigue la migración por la falta de trabajo, por lo que los hombres tienen que trasladarse a otras ciudades como Cancún, Tulum, Playa del Carmen, para obtener un sustento económico para proporcionarles a sus familias. Con el cierre de fábricas en Valladolid, mucha gente joven se ha quedado sin trabajo.

En el campo (la agricultura) es la ocupación básica de la gente, donde se sigue los sistemas antiguos y dependen de la agricultura de temporal, el trabajo del campo fue muy abundante, ahora es muy escasa las tierras de esta región, no pueden ser mecanizadas por la mucha piedra que tiene.

Como herederos del antiguo pueblo maya, Uayma conserva varias de sus tradiciones y costumbres, así como ceremonias, que aprendieron de sus antepasados, aunque algunas ya tienen la influencia de la religión cristiana; pero siempre tiene su raíz de lo que le enseñaron los antepasados.

También se carece de un servicio eficiente de la red de energía eléctrica y de alcantarillado. Cabe mencionar que el municipio carece de la práctica

permanente de las diferentes disciplinas deportivas y la juventud se dedica a los vicios que dañan su salud.

A través del diagnóstico realizado por el H. Ayuntamiento de Uayma se corrobora el bajo desarrollo que se tiene en la región. Sin embargo hay una evolución positiva, aunque mínima, de la región. Su población, según el INEGI (2010) ha crecido significativamente desde el año 1995 que se tenían 2,804 habitantes hasta 3,782 en el 2010, un crecimiento de 34.8 %. Una densidad de población de 20.1 habitantes/km<sup>2</sup>. La estructura de la población se observa en la figura 46.

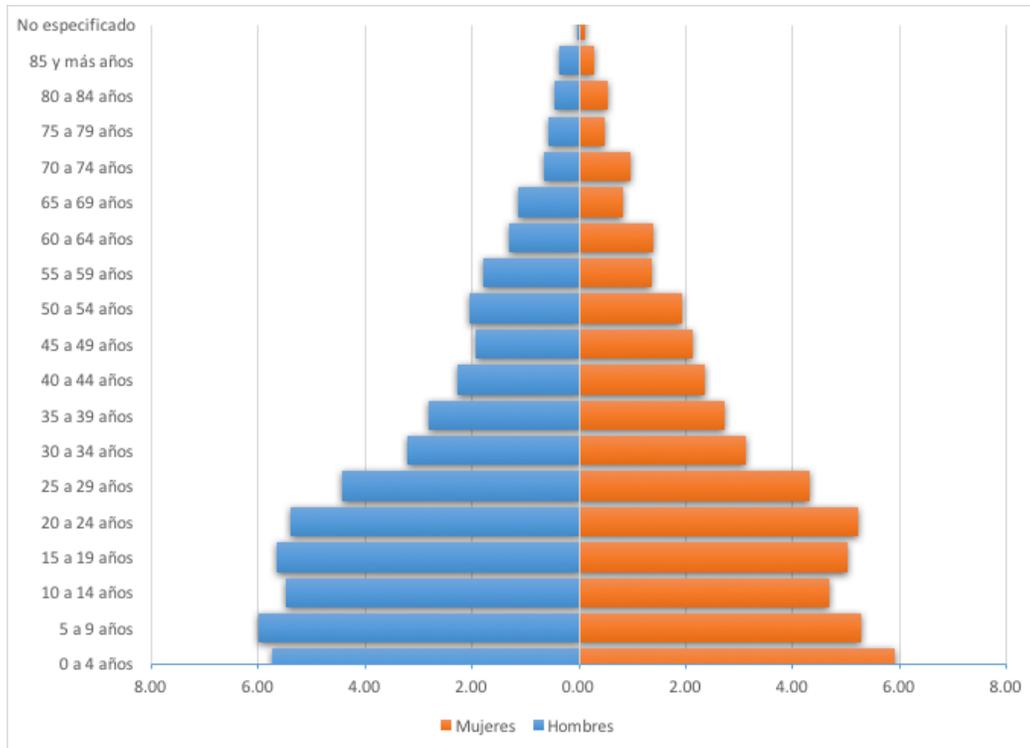


Figura 49. Estructura de la población por edad y sexo del municipio de Uayma, Yucatán (elaboración propia a partir de datos del INEGI, 2010)

Habitan en este municipio, según datos del INEGI (2010) 1,883 mujeres y 1,994 hombres, la relación hombre – mujer es 105.8:100. La edad mediana para los pobladores es de 22 años, en particular para los hombres de 22 años y para las mujeres de 23 años. Estas personas viven en 840 viviendas y en su mayoría pertenecen a algún grupo indígena (3,054 personas). Los habitantes están distribuidos en cuatro localidades principalmente, Uayma, San Lorenzo, Santa María Aznar y Chan Haymil. La primera es donde se encuentra el grueso de la población (3,126 habitantes). En el municipio se tienen dos unidades de consulta externa que atienden al 85.19 de habitantes con derechohabencia.

Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010

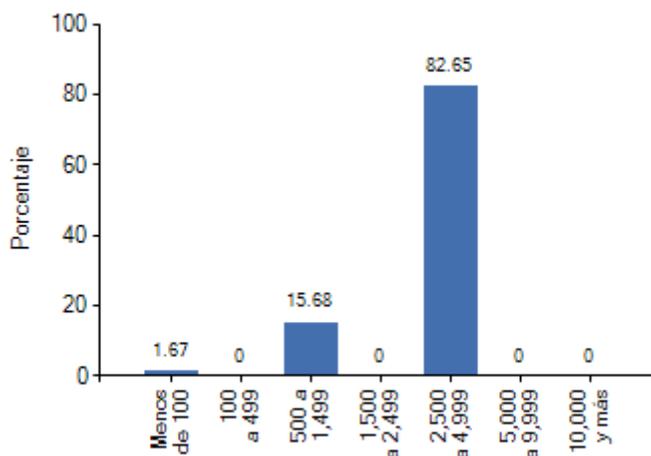


Figura 50. Distribución de la población por tamaño de localidad (INEGI, 2010)

La migración en el municipio esta equilibrada, el índice de intensidad migratoria a USA es de  $-0.82316$ . Un grado de intensidad de migración a USA muy bajo. Sin embargo existe una migración importante hacia las ciudades turísticas como Cancún, Playa del Carmen y Tulum. Derivado de la migración y el desarrollo de la zona hasta el momento la CONAPO (2006) realizó proyecciones de crecimiento de la población (tabla 40) para este municipio en la cual se observa que para el 2030 se tendrá una disminución de la población de seguir las mismas tendencias de desarrollo.

Tabla 40. Proyección de la población para el 2030 en el municipio de Uayma (CONAPO, 2006)

Año	Total	Hombres				Mujeres			
		Total	0 a 14	15 a 64	65 y más	Total	0 a 14	15 a 64	65 y más
2005	3,048	1,591	586	928	77	1,457	491	888	78
2006	3,039	1,585	573	934	78	1,454	480	894	80
2007	3,043	1,586	562	945	79	1,457	471	904	82
2008	3,047	1,587	552	954	81	1,460	462	914	84
2009	3,051	1,588	543	962	83	1,463	454	923	86
2010	3,054	1,589	534	970	85	1,465	446	930	89
2011	3,056	1,589	525	977	87	1,467	439	937	91
2012	3,058	1,589	517	983	89	1,469	432	943	94
2013	3,060	1,589	509	989	91	1,471	425	949	97
2014	3,061	1,588	501	994	93	1,473	419	954	100
2015	3,061	1,587	493	998	96	1,474	412	959	103
2016	3,061	1,586	486	1,001	99	1,475	406	963	106
2017	3,061	1,585	480	1,004	101	1,476	401	966	109
2018	3,059	1,583	475	1,004	104	1,476	397	966	113
2019	3,057	1,581	471	1,003	107	1,476	394	965	117

Año	Total	Hombres				Mujeres			
		Total	0 a 14	15 a 64	65 y más	Total	0 a 14	15 a 64	65 y más
2020	3,053	1,578	468	1,000	110	1,475	390	965	120
2021	3,049	1,575	464	997	114	1,474	387	963	124
2022	3,045	1,572	460	995	117	1,473	384	960	129
2023	3,039	1,568	456	991	121	1,471	380	958	133
2024	3,033	1,564	452	988	124	1,469	377	955	137
2025	3,027	1,560	447	985	128	1,467	373	952	142
2026	3,019	1,555	442	981	132	1,464	369	949	146
2027	3,011	1,550	437	977	136	1,461	365	945	151
2028	3,001	1,544	432	972	140	1,457	360	942	155
2029	2,991	1,538	427	967	144	1,453	356	937	160
2030	2,981	1,532	422	962	148	1,449	351	934	164

La pobreza y rezago del municipio es evidente, la CONEVAL (2010) estima que 87.14 % de la población se encuentra en un estatus de pobreza, 38.86 % se encuentra en la pobreza extrema y de este 23.84 % se encuentra en pobreza extrema sin acceso a alimentación. De esta misma fuente se tienen los indicadores de carencias, estos presentan un escenario de altas privaciones a las que está sometida la población del municipio de Uayma, Yucatán (tabla 41).

*Tabla 41. Indicadores de carencia del municipio de Uayma, Yucatán (CONEVAL, 2010)*

Indicador	%
Rezago educativo	40.6
Carencia por acceso a los servicios de salud	15.82
Carencia por acceso a la seguridad social	94.89
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	37.98
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	86.34
Carencia por acceso a la alimentación	41.03

La agricultura es la actividad económica más importante en el municipio. La población económicamente activa hace 1,232 personas que representan 44.9 % de la población de 12 años y más. Este porcentaje está por debajo de la media estatal. En la tabla 42 se observa los valores de este indicador.

Tabla 42. Población económicamente activa por entidad y por municipio (INEGI, 2010)

Población total de 12 años y más		Población económicamente activa			Población Económicamente no Activa	No específica
		Total	Ocupada	Desocupada		
Absolutos						
Estatad	1,517,245	796,386	775,807	20,579	710,649	10,210
Municipal	2,744	1,232	1,186	46	1,482	30
Relativos (%)						
Estatad	100	52.49	97.42	2.58	46.84	0.67
Municipal	100	44.9	96.27	3.73	54.01	1.09

Tabla 43. Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad (INEGI, 2010)

Sector	Actividad	Población
Primario	11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	509
Secundario	21 Minería	0
	22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1
	23 Construcción	208
	31 Industrias manufactureras	183
Terciario	43 Comercio al por mayor	10
	46 Comercio al por menor	80
	48 Transportes, correos y almacenamientos	31
	51 Información en medios masivos	1
	52 Servicios financieros y de seguros	3
	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2
	54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	2
	55 Dirección de corporativos y empresas	0
	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	17
	61 Servicios educativos	13
	62 Servicios de salud y de asistencia	4
	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	2
	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	28
	81 Otros servicios excepto actividades de gobierno	39
93 Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	46	
No especificado	99 No especificado	5

El proyecto tiene la intención de ser socialmente incluyente. Los trabajadores serán originarios de la región, actualmente se han realizado reuniones donde se

ha los interesados en colaborar con el proyecto han dejado testimonio de la aceptación del aprovechamiento sustentable del recurso tilapia. Este tipo de proyectos no se contraponen con los usos y costumbres de los pobladores de la región. Por el contrario, se tiene mucha aceptación por los vecinos, han manifestado no tener problemas porque se instale un proyecto de esta naturaleza en la zona, se han mostrado participativos e interesados en obtener una plaza de trabajo y que se les capacite para lograr excelentes resultados.

#### 4.2.5 Diagnóstico ambiental

La zona de estudio donde se encuentra ubicado el predio para el proyecto tiene un paisaje altamente perturbado, se detectan fragmentaciones en forma de senderos que se utilizan para, a decir de los vecinos, extracción de madera, ganadería extensiva y actividades de pastoreo de animales domésticos.

La fauna es escasa debido principalmente a la carretera que divide el predio, el ruido de los motores de vehículos pesados, las personas y la cercanía de las comunidades vecinas. Todo lo anterior ahuyentan a las especies, las que quedan son las más tolerantes o que más se acoplan a las actividades humanas. Por otro lado solo una de las especies resulto estar en la categoría de protegida en la normatividad correspondiente, *Ctenosaura similis*, sin embargo esta especie es muy común en las comunidades y se acoplan fácil y rápidamente a nuevos entornos.

La flora corresponde a vegetación subsecuente derivada de selva mediana subcadocifolia que se ha visto afectada por actividades humanas, principalmente la ganadería. La talla de los individuos presentes no cumplen con los rasgos de altura y diámetros promedios para ese tipo de selva, además el proyecto aprovechará el área ya afectada por actividades pecuarias llevadas a cabo en el pasado.

## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales**

La evaluación de impacto ambiental es la herramienta preventiva mediante la cual se evalúan los impactos negativos y positivos (Espinosa, 2001) que las políticas, planes, programas y proyectos generan sobre el medio ambiente, y se proponen las medidas para ajustarlos a niveles de aceptabilidad.

Las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) es el instrumento utilizado para realizar las EIA. Normalmente se describen y evalúan los impactos ambientales que generaría la obra o actividad acuícola, así como la forma de evitarlos o disminuirlos. Espinosa (2001) comenta que es un proceso considerado como una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos claves al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

Existen diversos métodos que se siguen para efectuar estudios de impacto ambiental, algunos se consideran subjetivos y sesgados por que no son rigurosos no incorporan principios ecológicos (Bojórquez-Tapia 1989, Bruns *et al.*, 1994), y no consideran los efectos acumulativos, los sinérgicos y los diferentes plazos de ocurrencia de impactos (Gilpin 1995, Wood y Bailey 1994, Canter y Canty 1993, Contant y Wiggings 1991, Duinker y Beanlands 1986).

Para evaluar el impacto ambiental se utilizó la combinación de la metodología propuesta por la CONAMA (1994). Esta plantea la jerarquización de los impactos ambientales identificados por medio de un listado escalonado, el cual proporcionará la información necesaria para realizar la evaluación cuantitativa por medio de los criterios propuestos por Jure y Rodríguez (1997).

### 5.1.1 Indicadores de impacto

Un indicador se establece como un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio (Ramos, 1987) deben de permitir determinar la magnitud de alteración que recibe en relación al ambiente. Entre sus características es que puedan ser cuantitativos, representativos, que tengan relevancia, deben ser excluyentes y de fácil identificación.

Para esta evaluación se identificaron 30 componentes agrupados en 10 factores ambientales con susceptibilidad de ser afectados por las acciones o actividades que involucra la obra. Estas actividades se engloban en las etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Las acciones del proyecto y los componentes ambientales señalados con esta técnica, se emplearon posteriormente para la elaboración de la matriz causa-efecto o de identificación de impactos. Esta matriz ha sido propuesta para evaluar el impacto al ambiente en diferentes ocasiones para la actividad acuícola.

*Tabla 44. Componentes ambientales identificados para este proyecto, con base en la metodología propuesta en CONAMA (1994).*

SUBSISTEMA	FACTOR	COMPONENTE
Abiótico	Aire	Calidad
		Olores
		Visibilidad
	Ruido	Superficie afectada
		Decibeles alcanzados
	Hidrología Subterránea	Calidad
		Procesos de recarga
		Áreas de recarga
	Suelo	Propiedades físicas
		Propiedades químicas
Residuos sólidos		
Biótico	Flora	Cobertura
		Diversidad
		Especies con estatus

SUBSISTEMA	FACTOR	COMPONENTE
	Fauna	Abundancia
		Distribución
		Corredores
		Especies con estatus
Perceptual	Paisaje	Incidencia visual
		Fragilidad visual
		Calidad estética
Socioeconómico	Economía regional	Sector primario
		Sector secundario
		PEA
		Nivel de ingreso
	Economía local	Nivel de ingreso
		Empleo
	Bienestar	Salud
		Educación
Cultura		

## V.2 Criterios y metodologías de evaluación

Una vez identificados los 31 indicadores (componentes ambientales), se procedió a establecer los criterios y la metodología a utilizar para evaluar el impacto que el proyecto puede tener en el ambiente. A continuación se presenta la descripción de los criterios a utilizar, según lo establecido por Jure y Rodríguez (1997).

### 5.2.1 Criterios

Tabla 45. Criterios establecidos para la evaluación del impacto ambiental

Criterio	Valoración		
	Positivo	Negativo	
<b>Carácter</b>	Significa beneficios ambientales, tales como acciones de saneamiento o recuperación de áreas degradadas.	el impacto o alteración provocada causa un daño o deterioro de componentes o del ambiente global	
<b>Relación Causa – Efecto</b>	<b>Primario o directo</b> Impactos producidos en el medio biofísico que son generados directamente por la ejecución del proyecto	<b>Secundario</b> Efectos que se desprenden del impacto primario, debido a la interdependencia entre los sistemas biológicos, sociales y económicos.	
<b>Periodicidad</b>	<b>Continuo</b> Es el impacto o alteración al medio, que se presenta de forma regular en el ambiente, ya sea	<b>Discontinuo</b> Es el impacto o alteración al ambiente que se presenta de forma irregular, en respuesta a la variación	<b>Periódico</b> Es la alteración que se presenta de forma continua, sin embargo es intermitente y dependiente a una

Criterio	Valoración		
		durante o posterior a la ejecución de las diversas actividades del proyecto	de las actividades a desarrollar como parte del proyecto
<b>Intensidad o grado de afectación</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
	Expresa las alteraciones que ocasionan una destrucción mínima del factor que se considere.	Califica las alteraciones que causan un daño mayor al mínimo, pero menos al alto.	Expresa la destrucción casi total en el factor considerado, de tal forma que dicho factor tenga una muy baja probabilidad de recuperación, ya sea de forma parcial o total.
<b>Extensión</b>	<b>Puntual</b>	<b>Parcial</b>	<b>Extremo</b>
	Califica el impacto cuando la acción produce un efecto localizado	Criterio aplicado a los impactos cuyos efectos suponen una incidencia apreciable en el medio.	Es aquel impacto cuyo efecto se hace presente en casi la totalidad o incluso la totalidad del medio o factor considerado.
<b>Momento</b>	<b>Inmediato</b>	<b>Latente</b>	<b>Crítico</b>
	Se utiliza para aquellos impactos en los que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo	Califica a los impactos que se manifiestan al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que los provocan.	califica a los impactos que se considera que generan el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación
<b>Persistencia</b>	<b>Temporal</b>	<b>Permanente</b>	
	Supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que puede determinarse y que por lo general es corto.	supone una alteración indefinida en el tiempo	
<b>Capacidad de recuperación</b>	<b>Reversible</b>	<b>Irreversible</b>	
	los efectos causados en el medio pueden ser mitigados de forma tal que se restablezcan las condiciones previas a la acción, ya sea de forma parcial o total	impacto que de acuerdo a la naturaleza de la acción no permitirá el restablecimiento de las condiciones originales, ni siquiera de forma parcial.	

### 5.2.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

La metodología propuesta para la evaluación de impactos en el proyecto, se realizó con base en métodos simples de mayor uso a nivel mundial. Las listas de chequeo y las matrices de causa efecto, con valorización con base a los criterios previamente seleccionados y descritos. Este método consiste en un listado

ordenado de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. En particular se utilizará una lista de escala ponderada que incluye, como parte del listado, un sistema de ponderación en el cual los valores asignados son distinguidos entre niveles relativos de importancia del impacto.

Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida (Espinosa, 2001).

Una vez obtenido el listado de impactos potenciales, por medio de la lista ponderada, se procedió a la valoración o cuantificación de los impactos ambientales calculados. Dicha valoración de impactos se realizó por medio de una matriz causa – efecto con base a la aplicación de los criterios de valoración anteriormente descritos, aplicando la formulación presentada en la Tabla 46.

*Tabla 46. Parametrización de criterios*

Criterio	Parametrización		
	Positivo	Negativo	Neutro
Carácter	+1	-1	0
	Secundario	Primario o directo	
Causa - Efecto	1	2	
	Discontinuo	Periódico	Continuo
Periodicidad	1	2	3
	Mínimo	Medio	Alto
Intensidad	1	2	3
	Puntual	Parcial	Extremo
Extensión	1	2	3
	Inmediato	Latente	Crítico
Momento	1	2	3
		Temporal	Permanente
Persistencia		2	3
		Reversible	Irreversible
Recuperación		2	3

Las matrices de causa-efecto (Espinosa, 2001) consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones para establecer interacciones. De tal manera que la aplicación de la matriz nos permitirá la evaluación objetiva y completa de los impactos ambientales potenciales, ya definidos en los pasos anteriores.

## Evaluación de los impactos

En esta sección se presenta la evaluación de los impactos ocasionados por las diferentes etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Diferenciados en cuatro subsistemas ambientales: abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico. En la tabla 47 se presenta la evaluación de los factores ambientales (tabla 31) con base en los criterios establecidos para este proyecto (tabla 47 y 48).

Tabla 47. Evaluación del impacto por factores ambientales y por criterio

Factor	Etapa	Criterio							
		Carácter	Causa - Efecto	Periodicidad	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Recuperación
Aire	Preparación de sitio	-1	2	1	1	1	1	2	1
	Construcción	-1	2	1	1	1	1	2	1
	Operación	-1	2	2	1	1	1	2	1
	Mantenimiento	-1	2	1	1	1	1	2	1
Ruido	Preparación de sitio	-1	2	1	1	1	1	2	1
	Construcción	-1	2	1	1	1	1	2	1
	Operación	-1	2	3	1	1	1	2	1
	Mantenimiento	-1	2	1	1	1	1	2	1
Hidrología subterránea	Preparación de sitio	0	0	0	0	0	0	0	0
	Construcción	-1	2	1	1	1	1	2	1
	Operación	-1	2	3	1	1	1	3	1
	Mantenimiento	-1	2	1	1	1	1	2	3
Suelos	Preparación de sitio	-1	2	3	1	1	1	3	3
	Construcción	-1	2	1	1	1	1	3	3
	Operación	1	2	3	1	1	1	3	3
	Mantenimiento	1	2	1	1	1	1	2	3

Factor	Etapa	Criterio							
		Carácter	Causa - Efecto	Periodicidad	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Recuperación
Flora	Preparación de sitio	-1	2	1	1	1	1	2	3
	Construcción	-1	2	1	1	1	1	2	3
	Operación	-1	2	1	1	1	1	3	3
	Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0
Fauna	Preparación de sitio	-1	2	1	1	1	1	3	3
	Construcción	-1	2	1	1	1	1	2	1
	Operación	-1	1	3	1	1	1	3	1
	Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje	Preparación de sitio	1	2	1	1	1	1	2	1
	Construcción	-1	2	1	1	1	1	2	3
	Operación	1	1	3	1	1	1	2	3
	Mantenimiento	1	2	3	1	1	1	2	3
Economía regional	Preparación de sitio	1	1	1	1	1	1	2	3
	Construcción	1	2	1	1	1	1	2	3
	Operación	1	2	3	1	1	1	3	3
	Mantenimiento	1	2	2	1	1	1	2	3
Economía local	Preparación de sitio	1	2	1	1	1	1	2	3
	Construcción	1	2	1	1	1	1	2	3
	Operación	1	2	3	1	2	1	3	3
	Mantenimiento	1	2	2	1	1	1	2	3
Bienestar	Preparación de sitio	0	0	0	0	0	0	0	0
	Construcción	0	0	0	0	0	0	0	0
	Operación	1	1	3	1	1	1	3	3

Factor	Etapa	Criterio							
		Carácter	Causa - Efecto	Periodicidad	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Recuperación
	Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 48. Valoración del impacto al ambiente por parte del proyecto

Subsistema	Factor	Etapas				Valoración del impacto	
		Preparación de sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Factor	Subsistema
Abiótico	Aire	-9	-9	-10	-9	-9.25	-6.75
	Ruido	-9	-9	-11	-9	-9.50	
	Hidrología subterránea	0	-9	-12	-11	-8.00	
	Suelos	-14	-12	14	11	-0.25	
Biótico	Flora	-11	-11	-12	0	-8.50	-8.25
	Fauna	-12	-9	-11	0	-8.00	
Perceptual	Paisaje	9	-11	12	13	5.75	5.75
Socioeconómico	Economía Regional	10	11	14	12	11.75	12.33
	Económica local	11	11	15	12	12.25	
	Bienestar	0	0	13	0	13.00	
		<b>-2.50</b>	<b>-4.80</b>	<b>1.20</b>	<b>1.90</b>		<b>0.77</b>

Por último se realizó un análisis de los impactos generados por factor desde un punto de vista cualitativo, iniciando con el subsistema abiótico.

Aire, se verá afectado en su calidad debido a las emisiones de gases por parte de la maquinaria utilizada en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. Principalmente en actividades como limpieza, nivelación del terreno y construcción de la infraestructura. La dispersión de las partículas en el aire como el polvo se evitara con barreras naturales que en el predio existen. Los olores en las primeras dos etapas son propiciados por la maquinaria, estos son temporales, una vez concluidas se eliminaran los olores por la combustión de los motores diésel. Por otra parte en la operación no se tendrán olores originados por el crecimiento de la tilapia. La visibilidad no se vera afectada por ninguna de las etapas del proyecto.

Ruido, de manera temporal, en las primeras dos etapas del proyecto se generará un ruido por parte de la maquinaria y herramienta utilizada por las personas involucradas en la construcción de la infraestructura. Se solicitara al arrendador de la maquinaria, cumpla con la norma oficial que indica que el ruido debe ser menor a 100Db. De manera permanente en la operación se tendrá equipo eléctrico que causa un ruido leve que será mitigado por la infraestructura donde se colocará. De esta forma no afectara al personal que labora en el proyecto, ni a la fauna que se encuentre en las colindancias de la infraestructura.

Hidrología subterránea, este recurso no se verá afectado en la preparación del sitio. En cuanto a la construcción, el agua se utilizará directamente para la preparación del material como el concreto y para el uso de los sanitarios. Cabe señalar que se tendrá una fosa séptica para depurar el agua proveniente del baño. El principal impacto se genera en la operación del proyecto. Los sistemas de producción utilizados utilizan muy poco agua, sin embargo esta, aunque poca, se debe de obtener mediante bombeo. Cada semana se elimina mediante purgas un volumen mínimo que se conduce a un humedal que depura el agua antes de ser reinsertada al manto mediante áreas de absorción. El agua tendrá que cumplir con lo dispuesto en la norma oficial correspondiente para descargas de agua.

Suelos, se verán afectados de manera permanente desde la preparación del sitio y la construcción. La nivelación impactará en el microrelieve del sitio, así también producirá residuos sólidos de la vegetación secundaria que se encuentra en la zona perturbada anteriormente. Estos residuos se destinarán al composteo para mejorar los suelos y evitar un impacto mayor por la preparación del sitio y la construcción de la infraestructura. Aún cuando el impacto al suelo es irreversible en la operación del proyecto no se afectará más a este factor, aún más, se separarán los residuos sólidos que servirán de materia prima para compostas que permitirán en mejoramiento del suelo aledaño a la infraestructura, lo que permitirá la recuperación pronta de la vegetación del predio.

En el subsistema biótico se tienen dos grandes ejes, la flora y la fauna. En el caso de la primer eje la cobertura vegetal se verá afectada en las etapas de preparación y construcción. Es importante señalar que el predio fue utilizado previamente para pastoreo de ganado y solamente esta superficie afectada se utilizará para el proyecto. El cuidado del predio una vez operando el proyecto ayudará a que la vegetación, que no se afecte por el mismo, evitando el consumo de leña por parte de los pobladores cercanos al sitio.

La diversidad de este factor no se verá comprometida. La zona donde se construirá el proyecto ha sido utilizada previamente (solo representa 10 % del predio) por lo que corresponde a una vegetación secundaria con diferentes etapas derivadas de una selva mediana subcaducifolia. En la zona destinada al proyecto no se encontraron especies con algún estatus reportado en la NOM-SEMARNAT-059-2010.

La Fauna, se verá afectada principalmente en las primeras etapas del proyecto, el ruido y las actividades humanas en el sitio desplazarán a los organismos hacia las zonas del predio donde el impacto no sea evidente para la fauna. Dado que la superficie donde se pretende trabajar ya se encuentra perturbada, no se considera gran impacto en este factor. De la misma manera la distribución de la fauna se encuentra en las zonas del predio donde no se ha perturbado el ambiente, por lo que no se verá afectada su distribución. Por otro lado se ha encontrado que las unidades de producción acuícola son comúnmente utilizadas como hábitat por diversos grupos de animales como reptiles y aves.

En el estudio que se realizó a la fauna del predio se encontraron tres especies de reptiles reportadas en la NOM-SEMARNAT-059-2010. La infraestructura productiva solo ocupará como máximo 10 % del predio, de tal forma que las especies de reptiles pueden encontrar en la zona del predio que no se utilizara un lugar para colonizar.

El paisaje, presenta una incidencia visual mínima, lo cual se logra mediante una barrera natural que no permite que se perciban las actividades realizadas en el sitio desde el exterior. La fragilidad visual se ve poco comprometida, en la zona se encuentran actividades humanas que van desde la extracción de material, ganadería, hasta poblaciones de más de 3,000 habitantes. Estéticamente se verá afectado el paisaje en la construcción de la infraestructura, no obstante, la vigilancia constante (una vez que se empiece la operación del proyecto) ayudará a evitar la extracción de leña y animales por parte de los vecinos. Por otro lado la basura que actualmente es un problema, las personas que transitan la carretera que divide el predio tiran basura que se acumula en el predio. Una vez operando la basura se recogerá y dispondrá con base a los lineamientos municipales y estatales.

Por último, el subsistema socioeconómico, reconoce un impacto positivo del proyecto hacia la sociedad. Los empleos generados impactarán directamente en la población económicamente activa ocupada (25.3 %), de la misma manera el ingreso por la actividad realizada se incrementará significativamente, pasando

de 4,000 pesos en promedio a 8,000 pesos en promedio por cada empleo generado. Se impactará directamente al sector primario de la zona con un proyecto del cual no se tiene registros de que esta actividad se lleve a cabo en otros predios del municipio. Este proyecto impulsará, una vez operando el bienestar social con campañas de salud y educación para los residentes de las poblaciones aledañas al sitio.

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación por componente ambiental**

Las medidas de mitigación se describirán por componente ambiental evaluado y que presente un impacto negativo hacia el ambiente, iniciando por el componente abiótico. En este se describen las acciones a realizar con base en el aire, ruido, agua (hidrología subterránea) y suelo.

Como se mencionó en la sección anterior el impacto en el aire se debe al uso de maquinaria pesada en la preparación del predio y construcción de la infraestructura. Para minimizar este impacto solo se trabajará con arrendadores de maquinaria que cumplan con las normas respectivas y cuenten con bitácora de funcionamiento de su maquinaria. Se vigilará que la maquinaria cuente con las medidas preventivas como silenciadores para disminuir significativamente el ruido. Se trabajara exclusivamente de día con el propósito de no perturbar a las especies de vida nocturna.

En cuanto al ruido en la operación del proyecto, este proviene del equipo eléctrico que se usa en la producción de tilapia. Para mitigar su impacto en la infraestructura se contemplan cuartos de maquinaria con amortiguamiento de ruido. A todos los motores eléctricos o de combustible se les instalará un sistema de silenciador para disminuir los decibeles producidos por su funcionamiento.

El agua es el recurso más importante en la acuicultura, el de más uso y uno de los más vulnerables a la contaminación orgánica. La estrategia que el proyecto ha tomado para evitar el impacto negativo a este recurso es el uso de sistemas sustentables para la producción de tilapia. Primero el uso del agua es reducido a solo el 2 % de su volumen diario, comparado con sistemas tradicionales que se ocupa entre el 20 al 30 % del volumen de la estanquería diario. El agua que ingresa al sistema se pasa a través de un tren de tratamiento para eliminar los nutrientes y materia orgánica generada por los peces. Aquella que es purgada para eliminar los sólidos suspendidos en el agua se depura a través de filtros biológicos (humedales). Una vez que el agua cumple con las normas oficiales vigentes para la descarga a cuerpos de agua federales, esta se conduce a áreas de absorción para que se reintegre al manto.

La carga orgánica en el agua tiene su origen en dos elementos: las heces fecales y el alimento no consumido. En el proyecto se tendrá un programa de alimentación que minimice la cantidad de heces fecales generadas por los

peces mediante una dieta balanceada óptima, en el mismo programa se proyectará la cantidad de alimento para disminuir las concentraciones de nutrientes en el agua.

El impacto ocasionado en el suelo es irreversible en las zonas donde se levantará la infraestructura, se utilizará el área mínima necesaria para la producción y procesamiento de la tilapia. No obstante, en el proyecto se adopta la estrategia en la cual todo residuo sólido orgánico generado en la preparación y construcción se destinará al composteo para el mejoramiento de suelos. Para evitar cambios en la química del suelo se tendrán botes para basura en toda el área del proyecto con el fin de que no sea arrojada al medio. Así también se tendrá un programa de limpieza para recoger toda la basura en el perímetro del área de producción y procesado.

Para el componente biótico, la estrategia de mitigación es utilizar el área perturbada del predio. Es decir la infraestructura solo se construirá en la zona que previamente fue impactada por actividades humanas. De esta forma poco se afecta a la flora del predio. Se afectará 10 % del total de la superficie del predio que es la cantidad aproximada de hectáreas que fueron perturbadas previamente. En el sitio del proyecto no se tienen especies en algún grado de protección registrado en la NOM-SEMARNAT-059-2010, sin embargo, se ayudará a la vegetación del predio mediante las áreas de absorción del agua, estas estarán siempre húmedas y propiciarán el crecimiento de la flora.

La fauna, será afectada al momento de la preparación del sitio y la construcción de la infraestructura. Se desplazará a zonas del predio donde el impacto de las actividades propias del proyecto no se perciba, el cual es 90 % del total de la superficie. Por otro lado en la operación del proyecto se tendrá vigilancia las 24 horas del día por lo que actividades que actualmente son úsales como la extracción de madera y la cacería se prohibirán en el predio, con esto se pretende que la fauna tenga un libre paso o se establezca entre la superficie del predio no utilizada y sus colindancias. Se tomará especial atención al grupo de reptiles donde se tienen tres especies en algún grado de protección registrado en la NOM-SEMARNAT-059-2010, los organismos que lleguen a encontrarse en la zona de producción se reubicarán en el área del terreno con aptitudes para que estas especies se puedan establecer sin ponerse en peligro.

El paisaje se verá afectado en la etapa de construcción del predio, principalmente por la edificación de infraestructura, se mantendrá una barrera natural entre el proyecto y los linderos del predio, de tal manera que no rompa con la estructura paisajista de la zona vista desde el exterior. En la operación del proyecto, mediante el mejoramiento del suelo se ayudará a la vegetación local para que se reponga y de lugar a reestablecer el paisaje del lugar nuevamente.

## **VI.2 Impactos residuales**

El agua y el suelo son dos recursos en los cuales un sistema de producción acuícola siempre tendrá un impacto residual. Esto es, el agua, aun cuando es

utilizada de manera sustentable, donde solo una pequeña porción es extraída del subsuelo y de que después de limpiarla y asegurarse que cumpla con las normas oficiales mexicanas correspondientes para su descarga a cuerpos de agua naturales, parte de ella es evaporada o consumida en el proceso por lo que aun cuando se haga todo lo posible por mitigar el impacto siempre se tiene un pequeño volumen de agua que no llega de nuevo a los mantos.

El suelo una vez impactado por la construcción de la infraestructura, este es irreversible (tomado en cuenta que no se tiene una etapa de abandono), solo se puede amortiguar su efecto disminuyendo o eliminando cualquier impacto consecuencia de la operación del proyecto.

## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **VII.1 Pronóstico del escenario**

A través del análisis del impacto ambiental, el proyecto de producción de filete de tilapia que consta de las etapas de preparación del sitio (rehabilitando la infraestructura ya existente), construcción, operación y mantenimiento presenta un bajo riesgo al ambiente. Con las acciones de mitigación propuestas en la sección anterior se podrá disminuir los impactos al ambiente previstos, principalmente en los componentes abióticos y bióticos encontrados en el predio.

Es importante recalcar que el proyecto se ha diseñado para que se realice en la zona afectada años atrás por actividades primarias (ganadería) por lo que solamente se ve afectada la vegetación secundaria, además se propone la rehabilitación y modificación de la infraestructura existente, de tal forma que se aprovechen todos los recursos disponibles de manera óptima y se disminuya significativamente el impacto hacia los componentes ambientales que se encuentran en el sitio.

Las etapas de preparación del sitio y de construcción son las que más afectan a los componentes ambientales, adoptar las medidas de mitigación permite al ecosistema recuperarse en la medida que el promovente realice dichas acciones en pro del ambiente. En particular se debe tener mucho cuidado con el recurso agua, este debe ser cuidado tanto en su incorporación a los sistemas de producción como en la reincorporación al manto una vez que se eliminaron los nutrientes y materia orgánica disuelta en ella. La política del proyecto es ser una actividad sustentable, que aprovecha los recursos respetando al ecosistema en el que está inmerso, así se recalca que las medidas de mitigación son una gran responsabilidad del promovente y es su obligación aplicarlas para que el ambiente no se vea afectado irremediablemente.

En el caso de presentarse algún impacto no previsto, como accidentes en las acciones de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento; este se corregirá mediante el cambio, ajuste o adición de las medidas de mitigación que sean necesarias para reducir los impactos presentados, además de ayudarse de los protocolos de mantenimiento determinados.

## **VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental**

Para certificar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, el promovente deberá observar y cumplir lo siguiente:

Designar a un responsable ambiental, el cual vigilará todas las acciones de prevención y mitigación que sean requeridas.

Asegurar el cumplimiento de las condicionantes que se desprendan del resultado de este estudio.

La maquinaria contratada para la obra, deberá contar con las verificaciones correspondientes con fin de prevenir la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera y el ruido generado. Verificar que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones para realizar su trabajo y no presente fugas de combustibles o aceites.

La vegetación removida en la etapa de preparación del sitio será trozados para facilitar su manejo y se llevará a una zona de composteo para su incorporación en el mejoramiento de suelos.

En la bodega temporal de la obra solo se almacenarán materiales inertes que no presenten un peligro para el ambiente o para los trabajadores.

Concientizar a los trabajadores para que utilicen los baños conectados a la fosa séptica. Con el fin de evitar que defequen al aire libre.

Cumplir lo señalado en las normas y leyes que rigen todos los aspectos ambientales del proyecto de construcción y operación de una unidad de producción acuícola.

Vigilar en la operación del proyecto los protocolos de mantenimiento, especialmente en los cuartos de máquinas para evitar impactos en el aire y por ruido. En esta misma etapa, cumplir con las medidas de mitigación hacia la flora y fauna dentro del predio.

El programa de vigilancia ambiental estará a cargo de la persona que nombre el promovente como responsable ambiental, quien realizará las verificaciones pertinentes de las medidas de mitigación planteadas en este documento. Como evidencia de dicha labor se llevará un registro fotográfico y una bitácora ambiental donde se registren las actividades llevadas a cabo, impactos no previstos originalmente, medidas preventivas, correctivas y de mitigación correspondientes.

En la etapa de preparación del sitio la persona responsable en conjunto con un supervisor ambiental realizarán recorridos al inicio, de manera intermedia y al final para corroborar el cumplimiento de las medidas de mitigación tanto preventivas como correctivas, más las que la autoridad responsable pudiese asignar en su resolutive, de ser autorizado de manera condicionada.

En la etapa de construcción se realizarán recorridos de evaluación al inicio y al finalizar las obras de construcción, con el objeto de verificar el cumplimiento de las recomendaciones emitidas.

En la operación será responsabilidad del promovente y de quien asigne como responsable del ambiente dentro de la estructura de la unidad de producción acuícola para que cumplan en el largo plazo con las medidas de prevención y mitigación propuestas.

### **VII.3 Conclusiones**

Establecer una UPA para la producción de filete de tilapia en el municipio de Uayma, Yucatán, genera impactos de bajo riesgo al ambiente de manera general que son fácilmente mitigados o reducidos a su mínima expresión. En particular los factores abióticos (aire, agua y suelo) y los factores bióticos (flora y fauna) se ven afectados negativamente en las etapas de preparación del sitio y en la construcción, sin embargo con las acciones de mitigación se ven disminuidos significativamente.

Un valor agregado de este proyecto es el uso de áreas previamente utilizadas en actividades pecuarias, la rehabilitación y modificación de infraestructura existente en el predio. Por otra parte el predio donde se pretende ubicar el proyecto pertenece a la UGA 1.2E del POETY, es decir, la actividad humana está regulada desde un punto de vista ecológico, lo que lleva a una planificación en la interacción del proyecto con otras actividades en el entorno.

El proyecto, por otra parte, tiene impactos positivos en los componentes socioeconómicos generando desde el principio empleos en un municipio con una alta marginación y donde la mayoría de los habitantes se encuentran en un nivel de pobreza. Impactará significativamente en el aumento de la población económicamente activa ocupada. Apoyará en un mediano plazo al bienestar social con programas de educación y salud. Iniciará un crecimiento económico indirecto importante, ya que un proyecto de estas dimensiones genera la creación en las zonas pobladas de empresas de servicios para el proyecto y para las personas que laboran en este.

En conclusión del manifiesto de impacto ambiental presente, el proyecto de producción de filete de tilapia en el municipio de Uayma, Yucatán presenta impactos negativos poco significativos en el ambiente, los cuales son mitigados o compensados a través de acciones descritas en el documento. Propiciará un desarrollo importante en una zona donde los potenciales futuros son negativos para sus habitantes. De tal forma que aumentará su calidad de vida y podrán generar un patrimonio importante para ellos y sus descendientes.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

### Bibliografía

A. Reid Fiona. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast México*. Oxford University Press. New York

Aranda J. M. 1981. *Rastros de los mamíferos silvestres de México*. INIREB. Xalapa, Veracruz, México.

Arellano R. J. A., Flores J. S., Tun G. J. y Cruz B. M. M. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* 20: 1-815

Bautista, F., G. Palacio-Aponte, M. Ortiz-Pérez, E. Batlliori-Sampedro y M. Castillo- González, 2005. El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán, p. 21-32. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. . Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.

Bautista., D. Palma-López, W. Hunich-Malta, 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán, p. 105-122. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. . Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.

Campbell, J. A. 1998. *Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize*. Oklahoma University Press, Norman.

Castillo A., S y Moreno-Casasola, P. 1998. Análisis de la flora de dunas del litoral atlántico. *Acta Botánica Mexicana* 45: 55-88

Castillo, Campos Luis F, 2000. La historia genética e hibridación de la tilapia roja". Castillo Ed. Imp. IDEAL. Colombia 235 pp.

Collazos-Lasso L., & Arias-Castellanos J. 2015. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión. *Orinoquia*. 19(1):77-86

Crab R., Defoirdt T., Bossier P., & Verstraete W. 2012. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*. 356-357:351-356.

Chan Vermont, C., Rico-Gray, V. y Flores J. S. 2002. Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* 19: 1-133

Duch, J., 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo. Centro regional de la Península de Yucatán.

Escamilla Bencomo, J.A., F. Quintal Tun. F. Medina Lara, A. Guzmán, E. Pérez y L.M. Calvo Iribián, 2005. Relaciones suelo-planta en ecosistemas naturales de la Península de Yucatán: comunidades dominadas por palmas, p. 159-172. En: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.

Espejel, I. 1984. La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán. *Biotica* 9 (2): 183-201

Flores J. S. y I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. 3:1-135

Flores-Villela, Canseco-Márquez 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México.

Gallego-Alarcón I. (2010) Modelación matemática de biofiltro inserto en el STAR de una granja trufícola alimentada por cosecha pluvial. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Hepher Bolfour, 1998. Cultivo de peces comerciales, Limusa Noriega editores 1998, 94-105 pp.

Howell S., Webb S. 1995. *A Guide to Birds of México and Northern Central América*. Oxford University Press.

Jiménez, B.M.L., Nepita M.R., 2000. Espectro trófico de la tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes, Cichlidae) en la presa Infiernillo,

Michoacán-Guerrero, México. *Revista Internacional de Biología Tropical y Conservación* 48(2/3): 487-494. Costa Rica.

Konikoff M. 1975. Toxicity of nitrite to channel catfish. *The progressive fish culturist*. (37): 96 – 98.

Lee, 1996. *Amphibians and Reptiles of the Península de Yucatán*. Department of Biology, The University of Miami. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Coral Gables, Florida.

Ley de Aguas Nacionales.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

May-Acosta, C. y F. Bautista, 2005. Colección de monolitos de suelos de la Península de Yucatán, p. 87-103. En F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, Forestales y ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 282 p.

Medellín R. A, Arita H. T., Sánchez O. 1997. *Identificación de murciélagos de México, clave de campo*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C, Publicaciones Especiales Núm. 2. México.

Morales A. D., 1991. "La tilapia en México. Biología, cultivo y pesquería". AGT editor México, D.F 190 pp.

National Geographic. 2002. *Field guide of the birds of Northern America*. NatGeo. Fourth Edition. Washington, D.C.

Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-001-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en las aguas y bienes nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-003-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-059-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o

cambio-lista de especies en riesgo; publicada en el D.O.F, de fecha 30 de Diciembre de 2010.

Norma Oficial Mexicana NOM-SSA-027-1993. Bienes y servicios. productos de la pesca. pescados frescos-refrigerados y congelados. especificaciones sanitarias.

Okabe S, & Watanabe Y. (2000). Structure and function of growth culture evaluation of *Daphnia magna* feed with *Saccharomyces cereviseae* enrichment with oat soy nitrifying biofilms as determined by in situ hybridization and the presence of microelectrodes. *Water Sci Technol.* 42:21-32.

Phillips P. L., Wolcott R.D., Fletcher J. y Schultz G. S. (2010) Biofilms made easy Volumen 1, Edición 3, Mayo de 2010. En línea: [www.woundsinternational.com](http://www.woundsinternational.com).

Ray A.J., Seaborn G., Wilde S.B., Leffer J.W., Lawson A. & Brodwdy C.L. 2010. Characterization of microbial communities in minimal – exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. *Aquaculture.* 301:130-138.

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Timmons M. B., J. M. Ebeling, F. W. Wheaton, S. T. Sumerfelt y B. J. Vinci. 2002. *Recirculating Aquaculture Systems*. 2a Edición. Cornell University's Freshwater Institute. USA. 769pp.

## **VIII.1 Formatos de presentación**

### VIII.1.1 Planos de localización

Ver anexos.

### VIII.1.2 Fotografías



*Foto 1. Zona del predio perturbada por actividades pecuarias*



*Foto 2. Zona del predio perturbada por actividades pecuarias*



*Foto 3. Zona del predio perturbada por actividades pecuarias*

### VIII.1.3 Videos

No se hicieron videos del predio

### **VIII.2 Otros anexos**

Anexo 1.

CARACTERIZACIÓN DE VEGETACIÓN EXISTENTE EN UNA SUPERFICIE DE 8-00 HECTÁREAS DEL PREDIO RÚSTICO "Chucib No. 2", UBICADO EN LA LOCALIDAD DE UAYMA MUNICIPIO DE UAYMA, ESTADO DE YUCATÁN.

Anexo 2.

Plano de conjunto del proyecto

Anexo 3.

Plano de planta del proyecto.