

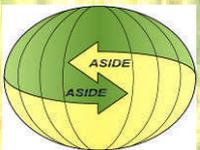


Gobiernu del Principáu d'Asturies
Consejería de Bienestar Social y Vivienda



PROGRAMA PARA LA REGENERACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL LAGO DE YOJOA

INFORME FINAL HONDURAS 2009-2010



ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 PRESENTACIÓN	4
1.2 AGRADECIMIENTOS	7
1.3 ANTECEDENTES	8
1.4 OBJETIVO	8
1.5 SITUACIÓN GEOGRÁFICA	9
1.6 GEOMORFOLOGÍA	12
1.7 GEOLOGÍA	14
1.8 CLIMATOLOGÍA	24
1.9 HIDROLOGÍA	27
1.10 BALANCE HÍDRICO	28
1.11 LIMNOLOGÍA	29
1.12 SUELOS	32
1.13 FLORA Y FAUNA	33
1.14 POBLACIÓN	34
1.15 USOS DE LA TIERRA	34
1.16 TURISMO	36
1.17 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	37
2. FOCOS DE CONTAMINACIÓN	39
3. PROYECTOS DE LETRINIZACION	46
4. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS MEDIOAMBIENTALES	50
5. CENTRO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS	59
5.1 ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO	60
5.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO	61
5.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL CUALITATIVO	62
6. ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO YOJOA	63
7. SENSIBILIZACIÓN	66
7.1 CAPACITACIONES	66
7.2 DOCUMENTAL MEDIOAMBIENTAL	69
8. CONCLUSIONES	71
9. BIBLIOGRAFÍA	72
10. ANEXOS	
I Focos de Contaminación	73
II Mapas de Basureros.....	107
III Proyecto de letrinización.....	124
IV Estudio de Viabilidad del centro de tratamiento.....	149
V Estudio Geotécnico.....	250
VI Diagnóstico Ambiental Cualitativo.....	EN EL DVD.
VII Estudio de Calidad de las Aguas del Lago Yojoa.....	EN EL DVD.
VIII Informes del Promotor Social.....	EN EL DVD

Debido a la gran extensión de los anexos VI-VII y VIII, éstos se presentan en el DVD que acompaña a la memoria, así como una selección de fotos del proyecto.

1.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “**Programa para la regeneración medioambiental del lago de Yojoa**” ha sido ejecutado por Geólogos del Mundo Asturias y cofinanciado por la **Agencia Asturiana de Cooperación al Desarrollo del Principado de Asturias** junto con **ASIDE** (Asociación de investigación para el desarrollo Ecológico y Socioeconómico), **AMUPROLAGO** (Asociación de Municipios del Lago de Yoga y su Área de Influencia) y **ESNACIFOR** (Escuela Nacional de Ciencias Forestales)

Dio comienzo en Septiembre de 2009 y finalizó en junio de 2010 y en el intervinieron por parte de Geólogos del Mundo un equipo compuesto por Astrid González Menéndez (Técnica Geóloga), Gabriel Pérez Martínez (Voluntario Geólogo), Nerea Díez Vázquez (Voluntaria Geóloga) y Graciela Cuevas (Voluntaria Geóloga). Además de este equipo, ha habido muchas más personas involucradas en el proyecto y que han ayudado al buen desarrollo del mismo y que se les menciona en el apartado de agradecimientos.

Este proyecto nace de la necesidad de proteger el único lago natural de agua dulce existente en Honduras, el cual se encuentra sometido a infinidad de presiones de carácter antrópico, que lo ponen en una situación de riesgo para su propia existencia.

En un primer momento se evaluó la opción de llevar a cabo una planta de tratamiento para aguas residuales. No obstante, una vez in situ, se observa la necesidad de ejecutar un sistema de tratamiento de basuras, dada la precariedad de los municipios en este aspecto. Además, cabe destacar la existencia de una planta de tratamiento en el Municipio de Taulabé, aunque ésta no se encuentra en funcionamiento debido a la falta de fondos de los organismos que elaboraron el proyecto de construcción. No obstante, se espera que en un plazo corto de tiempo, se pueda finalizar dicha planta y con ello eliminar las aguas residuales generadas por los restaurantes cercanos al lago Yojoa.

Las actividades principales del proyecto han sido muchas, debido a la gran cantidad de problemas que se encuentran asociados a la actividad humana en las proximidades del lago. A continuación se describen algunas de ellos:

- Examinar la calidad de las aguas del lago Yojoa.
- Apoyar a las comunidades más pobres en la construcción de letrinas.
- Generar una conciencia ambiental en la población mediante socializaciones y capacitaciones.
- Determinar los posibles focos de contaminación que se sitúan en las cercanías del lago Yojoa.
- Implantar un sistema de gestión de residuos sólidos para el municipio de Santa Cruz de Yojoa.

A la hora de desarrollar el proyecto se observa que los problemas se repiten, por lo general, en todos los Municipios que rodean el lago Yojoa, de modo que se opta por centrarnos en un Municipio en concreto, como es el caso de Santa Cruz de Yojoa, para poder abarcar el área de trabajo y obtener mejores resultados. Además, este municipio es el que abarca una mayor área de la cuenca del lago y es donde se observó que se concentraban la mayor parte de los basureros ilegales de la región.

1.1 PRESENTACIÓN:

EI PROYECTO HA SIDO REALIZADO POR:

➤ **El equipo de Geólogos del Mundo:**



ASTRID GONZÁLEZ



GABRIEL PÉREZ



NEREA DÍEZ



GRACIELA CUEVAS

➤ **El equipo de AMUPROLAGO:**

➤ **Asociación de Municipios del Lago de Yojoa y su Área de Influencia**



De izquierda a Derecha en la fila trasera: Alexis Oliva (Director Ejecutivo), Pedro, Koritza, Juan Carlos, Catalino, Dina, Merary y Alexis Rodríguez. De izquierda a derecha en la fila de abajo: Leonel, Víctor y Jorge.

➤ **La Junta Directiva de AMUPROLAGO:**



Alcaldes de los ocho municipios integrados en AMUPROLAGO

➤ **El equipo de ASIDE:**

➤ **Asociación de Investigación para el desarrollo Ecológico y Socioeconómico**



FREDDY GARMENDIA
Director



JUAN FRANCISCO VAZQUEZ
Subdirector Técnico



PILAR REYES
Subdirectora

➤ **Otros colaboradores:**



RAMÓN PINEDA
Presidente de la
CANATHUR-LY



ROLANDO MEZA
Profesor de ESNACIFOR



OSCAR MARTÍNEZ
Promotor Social GM



GUILLERMO ANDERSON
Cantante Hondureño



JUAN HERNANDEZ
Profesor del Curla



ANGEL BUSH
Dueño hotel
Agua Azul

1.2 AGRADECIMIENTOS:

- Queremos agradecer a la Agencia Asturiana de Cooperación al Desarrollo del Principado de Asturias por la confianza depositada en nuestra organización al cofinanciar este proyecto y de esta forma apoyar al pueblo hondureño que vive en el área del Lago Yojoa a disponer de los medios necesarios para poder proteger su entorno y mejorar su calidad de vida.
- Se quedan cortas las palabras para expresar nuestro enorme agradecimiento a la Asociación de Municipios del Lago de Yojoa y su radio de influencia (AMUPROLAGO) y con ello, a todo su personal, por el gran apoyo que han brindado al equipo de Geólogos del Mundo para poder desarrollar su trabajo, así como por sus constantes muestras de cariño y amistad.
- Nuestro más sincero agradecimiento a la organización ASIDE por llevar tantos años ayudando a nuestra ONG a ejecutar todos los proyectos que se han llevado a cabo de forma conjunta y que han favorecido a gran cantidad de comunidades y municipios.
- Muchas gracias a la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR) y en especial al Ingeniero Rolando Meza Palma por su apoyo en la parte investigativa de todos nuestros proyectos.
- Cabe destacar nuestro gran agradecimiento al Ingeniero Ramón Humberto Pineda, presidente de la Cámara de Turismo del Lago Yojoa (CANATURH –LY) por su incondicional apoyo al proyecto, por su amistad y por su visión siempre positiva, que nos animó en los momentos más difíciles.
- Gracias a todas las municipalidades que conforman AMUPROLAGO y en especial a la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa, por hacer el gran esfuerzo de comprar el terreno necesario para llevar a cabo el proyecto y ayudarnos a socializar el proyecto y darlo a conocer a toda la población.
- Queremos agradecer también a Oscar Antonio Martínez, nuestro promotor social y amigo, por su implicación en el proyecto y excelente labor a la hora de transmitir nuestro mensaje a las comunidades.
- Han sido infinidad de personas las que han participado con nosotros en la ejecución del proyecto, para los que no se encuentren reflejados en las primeras líneas, ellos saben que también han sido fundamentales para llevar a buen término esta labor, así que a todos, muchas gracias.

1.3 ANTECEDENTES:

El lago de Yojoa ha sido objeto de gran cantidad de estudios a lo largo de los años, el problema es que la mayor parte de ellos se han quedado simplemente en esa etapa, sin llegar más allá y sin llevar a cabo medidas necesarias para la protección del lago.

Éste lago, fue declarado como área protegida en el año 1971 y como Humedal de Importancia internacional por la Convención Ramsar sobre Humedales.

En 1994 nace la Asociación de Municipios del Lago de Yojoa y su radio de influencia (AMUPROLAGO), con el objetivo de: "Conservar el Lago de Yojoa y su Cuenca Tributaria y fortalecer a los municipios miembros en la dinamización económica y social, en el Ordenamiento territorial, mejora ambiental y la capacidad de representatividad institucional, mediante la transferencia de tecnologías en el marco de un desarrollo sostenible y equilibrado".

Ha habido muchos cambios desde la fundación de esta mancomunidad y hoy en día la conforman **8 municipios** socios:

- Por el departamento de Comayagua: Siguatepeque y San José de Comayagua.
- Por el departamento de Cortés: Santa Cruz de Yojoa y San Francisco de Yojoa.
- Por el departamento de Santa Bárbara: Las Vegas, Gualala, Ilama y San Pedro de Zacapa.

1.4 OBJETIVOS:

Generales:

Promover el desarrollo sostenible de la región a través de un esfuerzo mancomunado de los municipios asociados, contribuyendo a la protección y conservación de los ecosistemas existentes en la cuenca del lago de Yojoa y su área de influencia y de los recursos naturales en general, así como el estudio de la calidad de las aguas del Lago Yojoa, junto con la determinación de sus posibles focos de contaminación y la elaboración de medidas para disminuir el impacto negativo que el aumento de las actividades antrópicas, en el área más próxima al lago, está poniendo en riesgo el futuro de éste ecosistema único en el país.

Específicos:

- 1.- Fortalecer los municipios, en la dinamización económica y social del territorio, en su ordenamiento territorial y en su representatividad institucional.
- 2.-Proteger, conservar, revalorizar y potenciar los valores naturales, culturales y turísticos del Lago de Yojoa y su área de influencia.
- 3.-Estimular la participación comunitaria en el proceso de protección, conservación y uso adecuado de la riqueza, recursos y valores medioambientales, culturales e históricos.

1.5 SITUACIÓN GEOGRÁFICA:



La República de Honduras, se sitúa en la Región Centroamericana, en la parte central del istmo de América Central, que se extiende desde el istmo de Tehuantepec, en México, hasta el río Atrato de la república de Panamá. En función de las coordenadas geográficas se localiza:

- Latitud Norte: 12° 58' (tomando como extremo la desembocadura del río Negro, en el Golfo de Fonseca) y 16° 2' (tomando como extremo Punta Castilla)
- Longitud Occidental: 83° 10' (extremo oriental de Gracias a Dios) y 89° 92' (Cerro Montecristo)

El país cuenta con una parte continental y otra Insular. En esta última, su parte más septentrional alcanza los 18° 56' de latitud Norte, y los 78° de longitud Oeste.

.

.

El área de estudio comprende el área protegida y la zona de amortiguamiento del Área Natural del Lago Yojoa.

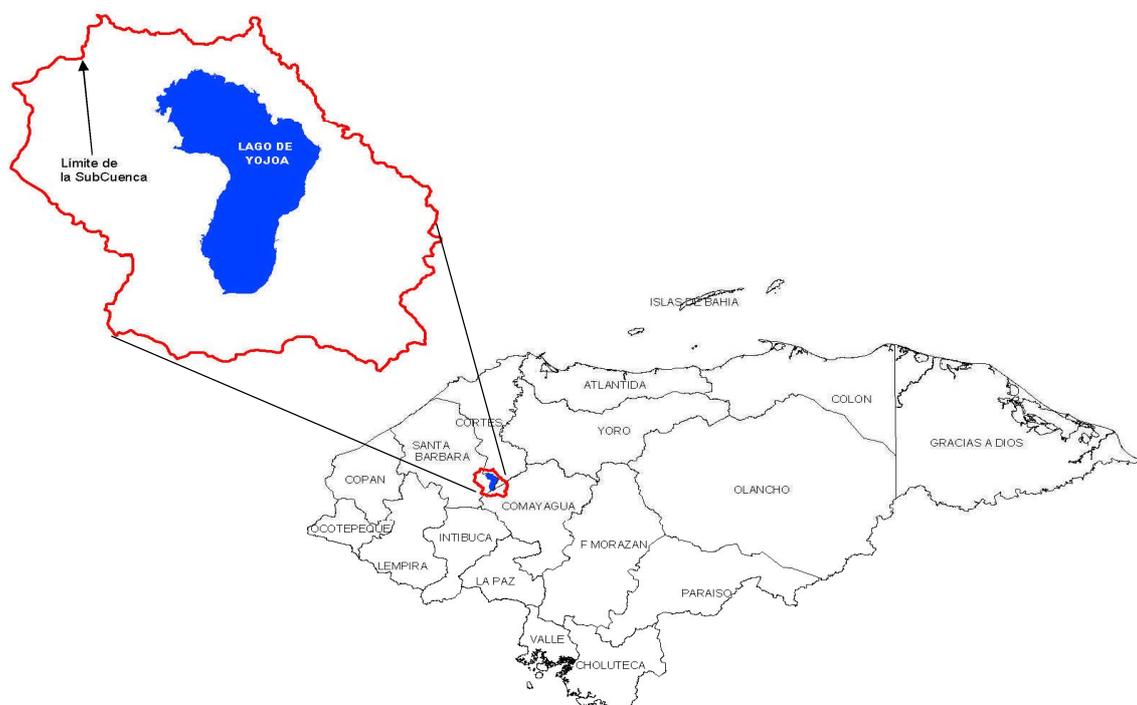
El Lago Yojoa es el espejo mas grande de agua dulce del Honduras y se encuentra aproximadamente a una cuota de 635 m snm en el centro occidental de Honduras a 140 km de la capital Tegucigalpa y 75 km de San Pedro Sula. Esta bordeado al Oeste por las montañas de Santa Bárbara y al Este por la zona de Reserva Azul-Meambar.

El lago tiene una longitud de 16.2 km, una anchura promedio de 6.2 km ocupando un área aproximada de 83.5 km² (CATIE 2003; SAG-MARENA, 2006).

Su nombre deriva de Yoco-ha que en lengua Lenca significa “agua acumulada sobre la tierra” (Amuprolago 2007).

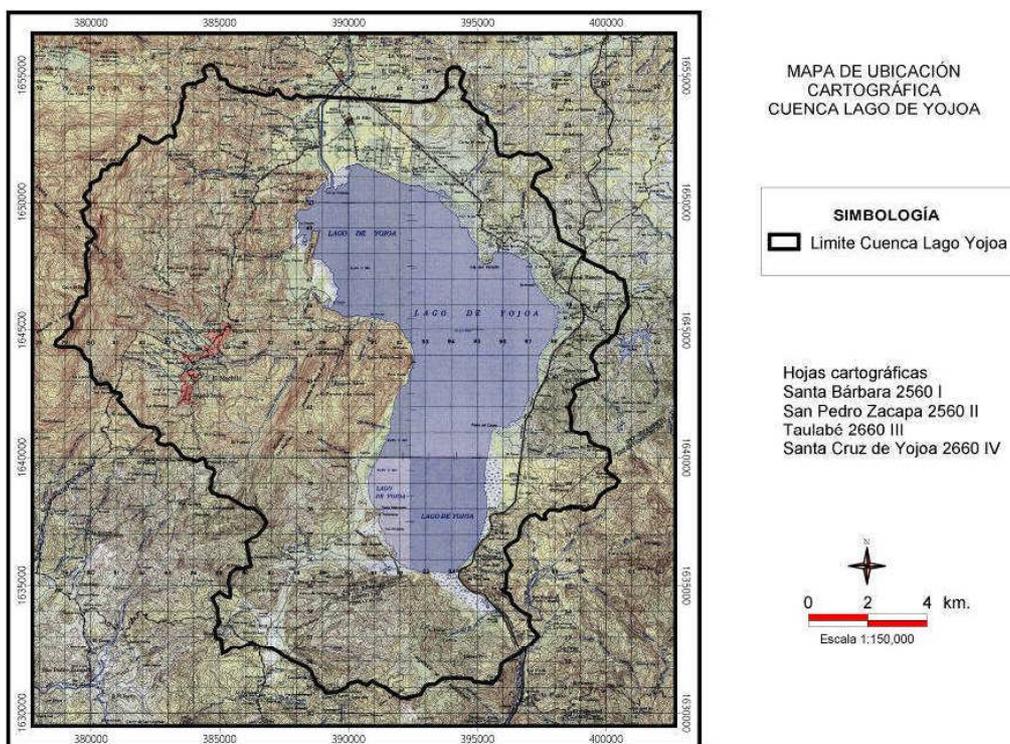
La subcuenca de pertenencia del lago se define Subcuenca del Lago de Yojoa y forma parte de la Cuenca del Río Ulua.

Geográficamente el lago se localiza entre los 14°45'00" y 14°57'00" Latitud Norte y entre los 87°53'00" y 88°07'00" Longitud Oeste en la Región Forestal de Comayagua y parcialmente a la Región Forestal de Santa Bárbara.



MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL LAGO YOJOA EN HONDURAS (AMUPROLAGO 2006)

Administrativamente la subcuenca pertenece a los municipios de Concepción del Sur, Las Vegas, Meambar, San José de Comayagua, San Pedro Zacapa, Santa Bárbara, Santa Cruz de Yojoa, Siguatepeque, Taulabé, los cuales forman parte de los departamentos de Comayagua, Cortés y Santa Bárbara.

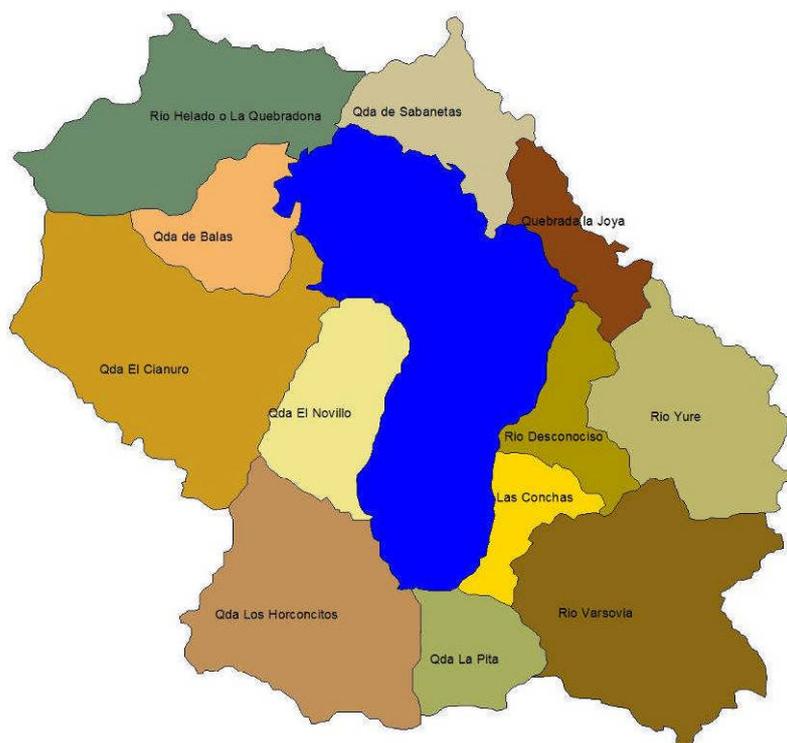


La Cuenca Tributaria y el Lago de Yojoa se hallan clasificados como una Reserva de Uso Múltiple cuyo objetivo consiste en conservar el equilibrio de sus ambientes, mediante el uso regulado de sus recursos naturales, respetuoso de sus características, estado ecológico, particularidades de la vida silvestre y potencialidades de sus fuentes productivas.

Está integrada por un área central categorizada como “Zona Recreativa Natural”, la cual se halla flanqueada por áreas circundantes establecidas bajo la categoría de “Zona de Usos Múltiples”.

Esta área fue la quinta área protegida declarada en Honduras bajo la categoría de manejo de – Zona de Uso Múltiple – en 1971, abarcando originalmente un área de 337 km². La zona se enmarca en dos zonas de vida principales: el bosque muy húmedo subtropical (bmh-S) y el bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS).

La subcuenca del Lago de Yojoa se ha subdividido en 12 microcuencas. Inicialmente se dividió en 10, pero se incluyeron las zonas de drenaje de la parte alta de los ríos Yure y Varsovia, ya que de aquí se le incorpora agua al lago a través de canales artificiales.



MAPA DE LAS MICROCUENCAS QUE FORMAN LA CUENCA DEL LAGO YOJOA (CATIE 2003)

1.6 GEOMORFOLOGÍA:

PARÁMETRO	MEDIDA
Superficie	89 km ²
Ancho máximo	6.2 km
Largo máximo	16.2 km
Perímetro	54 km
Volumen (x 10 ⁶ m ³) (elevación 635 m)	793 m ³
Profundidad máxima	28.29 m
Profundidad promedio	16 m
Elevación máxima	638 m.s.n.m.
Área de Cuenca Tributaria	337 km ²

Características morfológicas Lago Yojoa (Fuente: Vevey et al. 1990)

La profundidad máxima es de 28.29 m siendo notable que esta zona se encuentre ubicada en la parte norte del Lago. Durante un año típico, el nivel del lago varía entre 2 y 3 m, los niveles más bajos ocurriendo en los meses de mayo y junio. El nivel máximo (controlado por la represa La Pita) es de 638 m.s.n.m., y el nivel mínimo, compatible con la generación de electricidad, es de 632 m.s.n.m. Los años que registran los niveles más bajos son 1971, 1972 y 1984 con un nivel a 633 m.s.n.m. (Vaux et al. 1993).

El Lago de Yojoa debe su origen a la actividad volcánica de Cuaternario, que cerró la salida normal del antiguo valle del lago por el extremo norte (Cruz 1980), formando un valle profundo a los 637 m.s.n.m. Casi el 30% del terreno de la Cuenca total tiene pendientes mayores de 50% Solo al norte y al sur del lago, y en la zona cerca de la oriental del espejo de agua, existen áreas apreciables de terrenos con pendientes suaves.

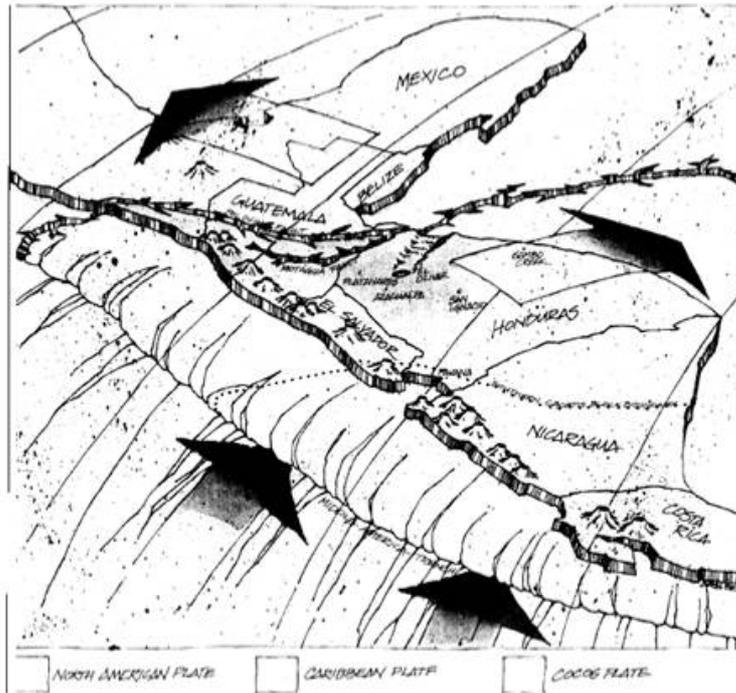
La topografía de la cuenca varía según la localización en las mismas áreas de lago. Las orillas del sector norte, el terreno es plano y poco ondulado. Al noreste, entre el Cerro El Hoyo y La Guama, el terreno es ondulado, como lo es igualmente en las regiones contiguas a Varsovia y al Oeste donde se encuentra El Mochito. En las zonas alejadas de las orillas del lago en dirección Este, Oeste y Sur, la topografía varía de ondulada a montañosa, eventualmente al Este y Oeste cambia a acantilada. La región se encuentra rodeada de una topografía elevada al Oeste por el Cerro Santa Bárbara (2744 m.s.n.m.) y al Este el Cerro Azul Meámbar (2047 m.s.n.m.) Lo anterior permite variaciones de pendientes en toda la cuenca del Lago, siendo las más suaves las de la región Norte.



Mapa de las pendientes de la cuenca del Lago de Yojoa (CATIE 2003)

1.7 GEOLOGÍA :

La geología de Centro América es muy compleja, debido al choque en acto entre tres placas tectónicas: la placa Norte Americana, la placa del Caribe y la placa de Cocos.

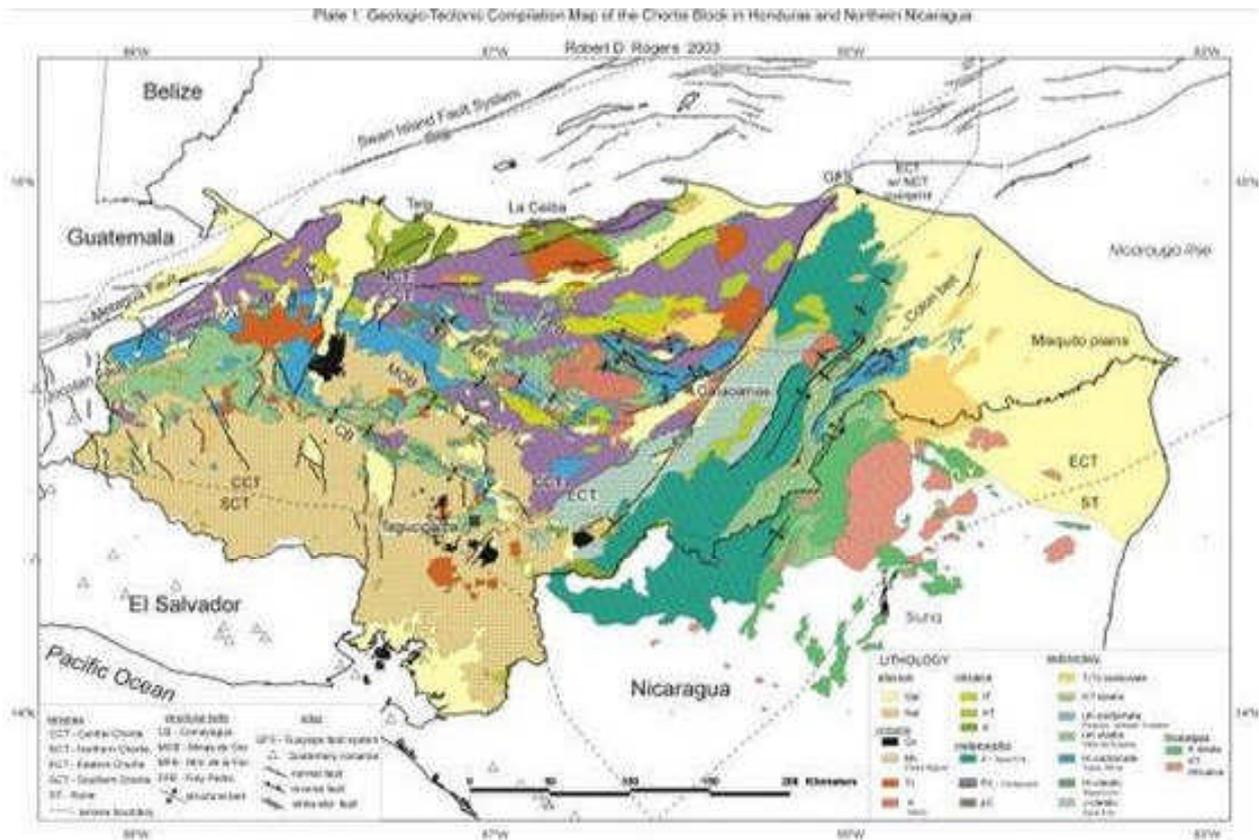


Esquema simplificado de la geodinámica de Centro América (Eppler D.B, 1986)

Honduras se encuentra ubicada en una porción de la placa del Caribe denominada bloque de Chortís.

Este bloque está formado en su mayor parte, por rocas de origen continental y es delimitado al Norte por las fallas transformantes de Matagua-Polochic y Chamelecon que constituyen el límite Norte de la placa Caribeña con la placa Norte Americana. Hacia el Sur, las rocas de Ambiente Continental del Bloque de Chortis, pasan a rocas más recientes de naturaleza oceánica.

El límite Oeste del Bloque de Chortis está caracterizado por la cadena volcánica Centro Americana y la Fosa Medio Americana. La fosa representa la zona de subducción entre la placa de Cocos y la placa del Caribe, donde la primera se hunde abajo la segunda (Eppler 1986). En el límite Este, se encuentra el sistema de fallas transformantes Guayape, caracterizadas por una dirección de tipo izquierdo.

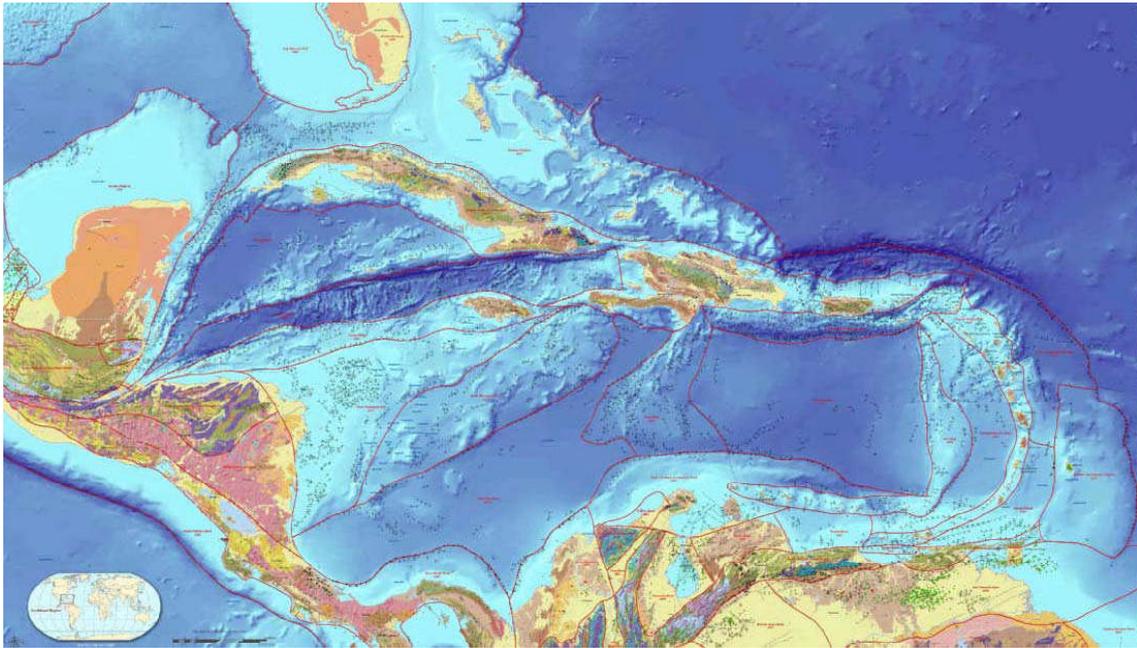


Mapa geológico-estructural de Honduras (De: Rogers R.D. 2003)

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Honduras posee una extensión de 112492 km². La morfología predominante es montañosa, muy quebrada, con elevadas pendientes y multiplicidad de cerros y colinas conformando multitud de microcuencas que, junto con la gran variedad de materiales sedimentarios, ígneos y metamórficos, limitan el potencial acuífero.

El país está situado en la esquina noroeste de la placa tectónica del Caribe, justo al sur de la zona de contacto entre esta última y la placa de Norte América. Por otro lado, el contacto entre la placa tectónica de Cocos (oceánica) y la del Caribe (continental) conforman un margen tectónico activo, en el cual se está produciendo una subducción de la primera bajo la segunda (proceso derivado de la diferencia de densidad entre ambas placas, la más densa, corteza oceánica, se hunde bajo la placa continental)



Mapa de la placa tectónica del Caribe, mostrando sus principales estructuras

La subducción de la placa de Cocos bajo las de Norte América y del Caribe produce la formación de la Fosa Mesoamericana, el actual arco volcánico de Centro América, y terremotos a lo largo de la interfase de placas. El límite entre la placa tectónica de Norte América y la del Caribe está formado por los sistemas de falla de Motagua y Polochic (sur de Guatemala) en su parte terrestre, y por la continuación marina de este sistema, la fosa de las Caimán, limitada por la falla de Swan Island, todo el sistema de fallas tipo cizalla con desplazamiento siniestro. Este margen de placa es un escenario tectónico que produce una deformación intraplaca.

Desde un punto de vista geológico, la República de Honduras se sitúa sobre lo que se ha denominado “Bloque Chortís”, utilizado como un termino geográfico para describir el estilo tectónico del Neógeno al sur de la falla de Motagua en Guatemala (Buchanan, 1997), diferenciándolo de las regiones del norte de la falla, y del sur de Centroamérica (Sur de Nicaragua, Costa Rica y Panamá). Su límite sur ha sido definido en la latitud 12° 30’, debido a la falta de una característica geológica visible que sirva como limite entre los dos tipos de corteza terrestre (continental al norte y oceánica al sur).

Los materiales del “Bloque Chortís” corresponden a Formaciones de edad Mesozoica y Cenozoica, las cuales se sitúan de manera discordante sobre un zócalo paleozoico de rocas metamórficas (se desconocen datos más precisos sobre su edad exacta). Las rocas del zócalo son principalmente rocas metasedimentarias de bajo grado. Se han datado intrusiones de edad Paleozoica que, a su vez, han sido metamorfizadas. La corteza del Bloque Chortis es de tipo continental

TECTÓNICA REGIONAL Y LOCAL

Tectónicamente, el “Bloque Chortís” se puede considerar como una gran región de deformación relacionada con el movimiento sobre el límite de placas. Dicha deformación esta provocada por la rotación alrededor del sistema arqueado de fallas de Motagua-Polochic.

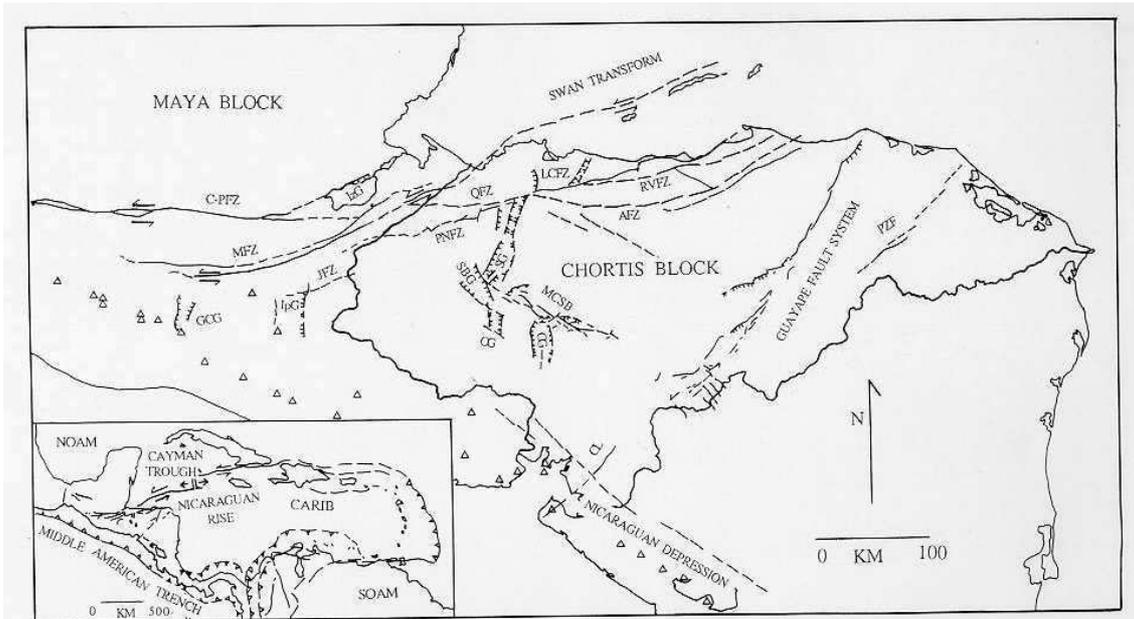


Fig. Mapa Tectónico de Honduras y regiones limítrofes (modificado de Rogers, R.D., 1992). Fallas: AFZ (Aguán), C-PFZ (Chixoy-Polochic), JFC (Jococotan), LCFZ (La Ceiba), PZF (Patuca), PNFZ (Pueblo Nuevo); QZF (Quimistán), RVZF (Río Viejo). Grabens de la depresión de Honduras: CG (Comayagua), OG (Otoro), SBG (Santa Bárbara), SG (Sula).

Las principales estructuras tectónicas son:



d) *Fallas de desgarre interrumpidas*. Al sur de la falla de Motagua y al oeste de la depresión de Honduras, se encuentran algunas fallas de desgarre inactivas, mostrando evidencias de estar afectadas por las más recientes fallas normales. Los registros sísmicos muestran que la característica tectónicamente activa es la de las fallas normales.

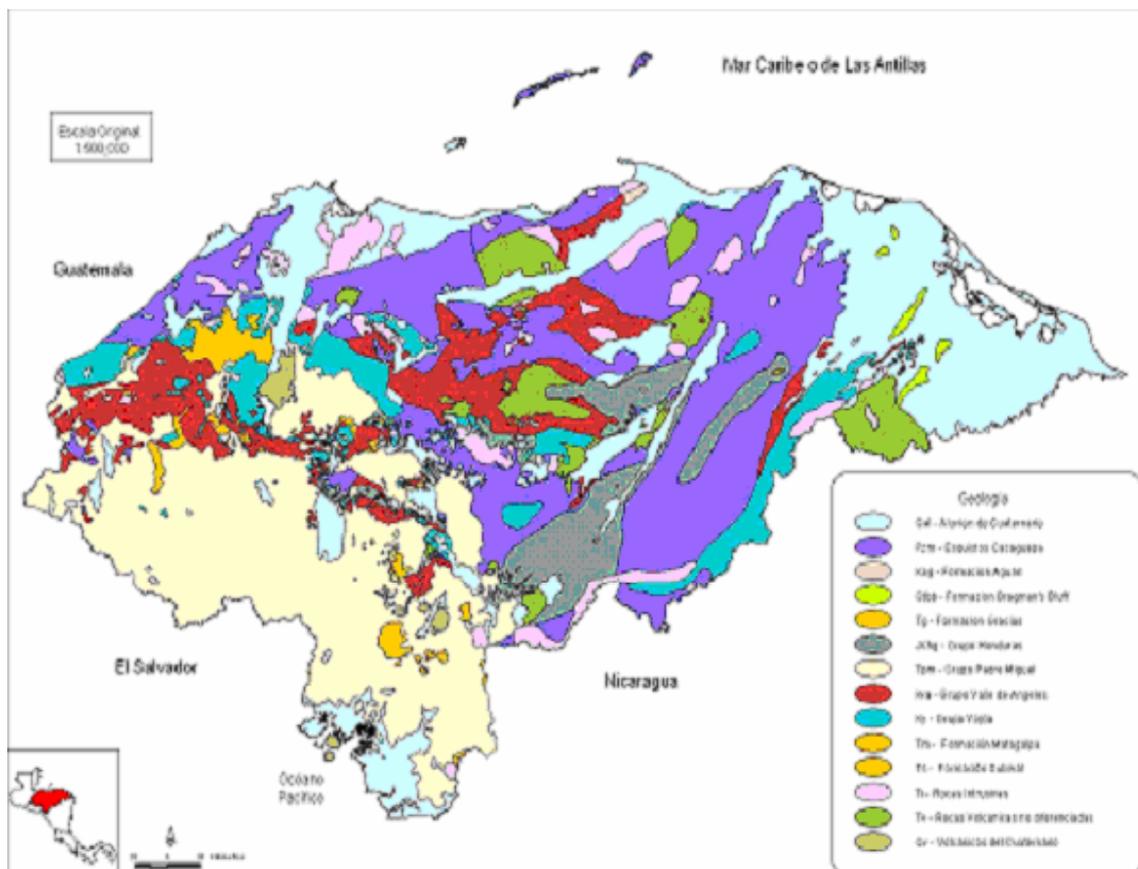
ESTRATIGRAFÍA REGIONAL Y LOCAL

Estratigrafía regional

Como ya se ha comentado, el zócalo del “Bloque Chortís” está formado por rocas metamórficas, principalmente rocas sedimentarias con un metamorfismo de grado bajo. Los tipos de roca dominante son filitas y esquistos graníticos, si bien pueden aparecer rocas con metamorfismo variable, desde gneises y migmatitas hasta cuarcitas y mármoles.

A todo este conjunto de materiales se le conoce como Esquistos de Cacaguapa, o **Grupo Cacaguapa**, y cuya edad es pre-mesozoica, **Paleozoico**.

Sobre el zócalo paleozoico se sitúan discordantemente unas formaciones sedimentarias, de edad mesozoica (Jurásico y Cretácico Inferior), depositadas bajo condiciones continentales o marinas someras. Estos materiales reciben el nombre de **Grupo Honduras** y se subdividen en la **Formación Agua Fría** y un **conjunto Superior Siliciclástico**.

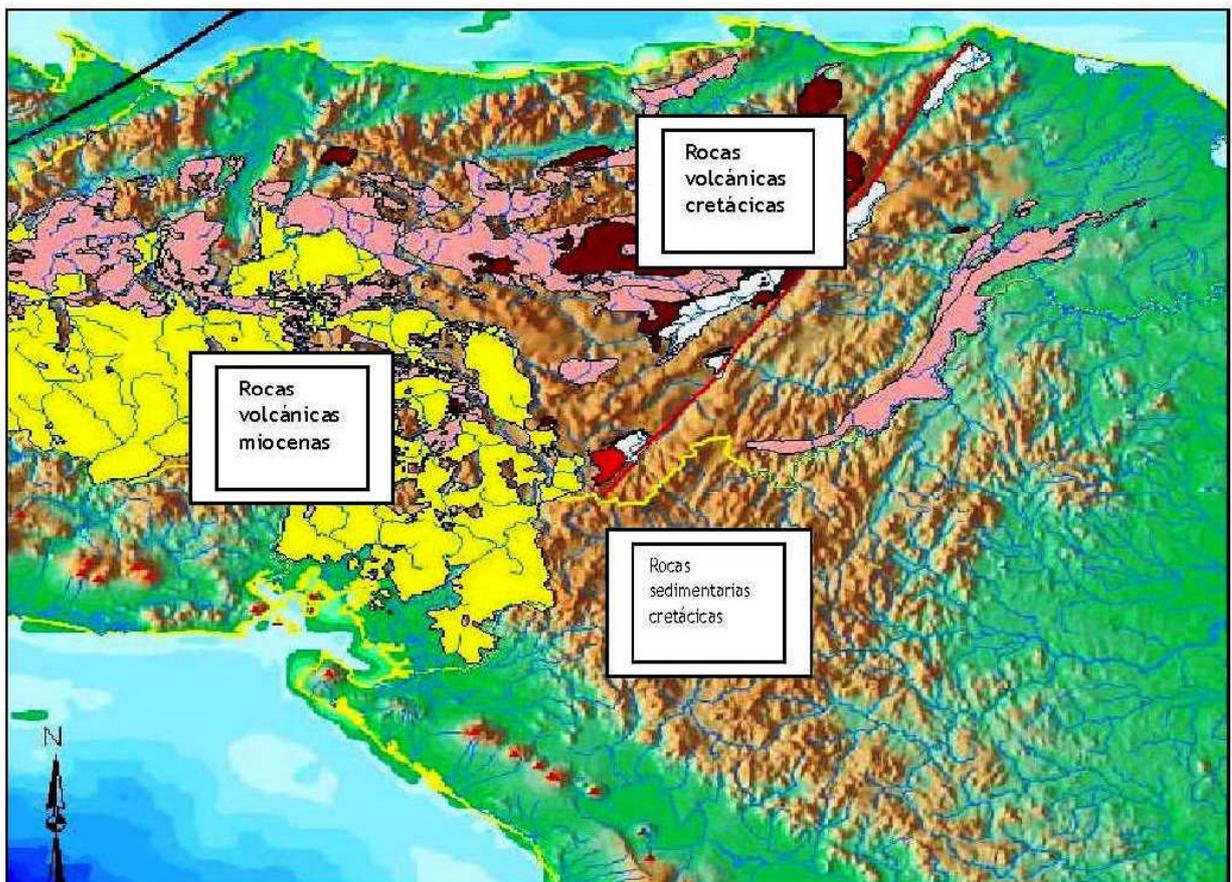


Mapa geológico de Honduras, 1991 (SINIA; Sistema Nacional de Información Ambiental)

En el **Cretácico Superior** se depositó una potente serie de rocas carbonatadas, seguidas de unas rocas detríticas, tipo molasa de color rojo morado bien marcado. Las calizas han sido llamadas **Grupo Yojoa**, y están distribuidas por una amplia zona de Honduras, Noroeste de El Salvador y Suroeste de Guatemala. Corresponden a calizas arrecifales de aguas poco profundas. En cuanto a las rocas detríticas forman el llamado **Grupo Valle de Ángeles**, compuesto por conglomerados, areniscas, margas y calizas. Está dividido en Capas Rojas Superiores y Capas Rojas Inferiores, separadas por formaciones de calizas (Jaitique, Esquías, etc.).

Durante el **Terciario** se producen emisiones volcánicas comenzando por la **Formación Matagalpa**, una unidad volcánica pre-ignimbrítica de composición mayoritariamente básica, con predominio de coladas de andesitas, basaltos y sedimentos piroclásticos, descansando discordantemente sobre las rocas cretácicas.

Por encima de esta formación aparece el **Grupo Padre Miguel**, extendido al conjunto de los depósitos volcánicos ácidos de Centro América del Oligoceno y Mioceno, con erupciones entre 20 y 9 millones de años (Harwood,R., 1993). Este episodio probablemente estuvo relacionado con la fusión parcial de la corteza continental bajo la zona (Rogers, R.B., et al, 2002). Consiste en un grupo de ignimbritas, tobas riolíticas, y tobas andesíticas. En la siguiente figura se muestra la extensión de los materiales mesozoicos y terciarios.



Mapa de los depósitos mesozoicos y terciarios. (Modificado por University of Texas-Institute of Geophysics (2001)).

Numerosos cuerpos intrusivos cortan a todas las rocas descritas, encontrándose granitos, granodioritas y dioritas incluso en la Formación Matagalpa, así como cuerpos subvolcánicos (SERNA, GEOMINH-BRGM, 1987-1992).

A finales del **Terciario** se produce un levantamiento global del “Bloque Chortis”, que provoca la erosión de los materiales descritos. Los productos de esta erosión fueron transportados y sedimentados en cuencas interiores, principalmente en las zonas de graben, o en las costas. Las unidades estratigráficas correspondientes son: la **Formación Mosquitia**, de tipo deltaico; la **Formación Gracias**, de arenas y lutitas; y la **Formación Humuya** (goben de Comayagua).

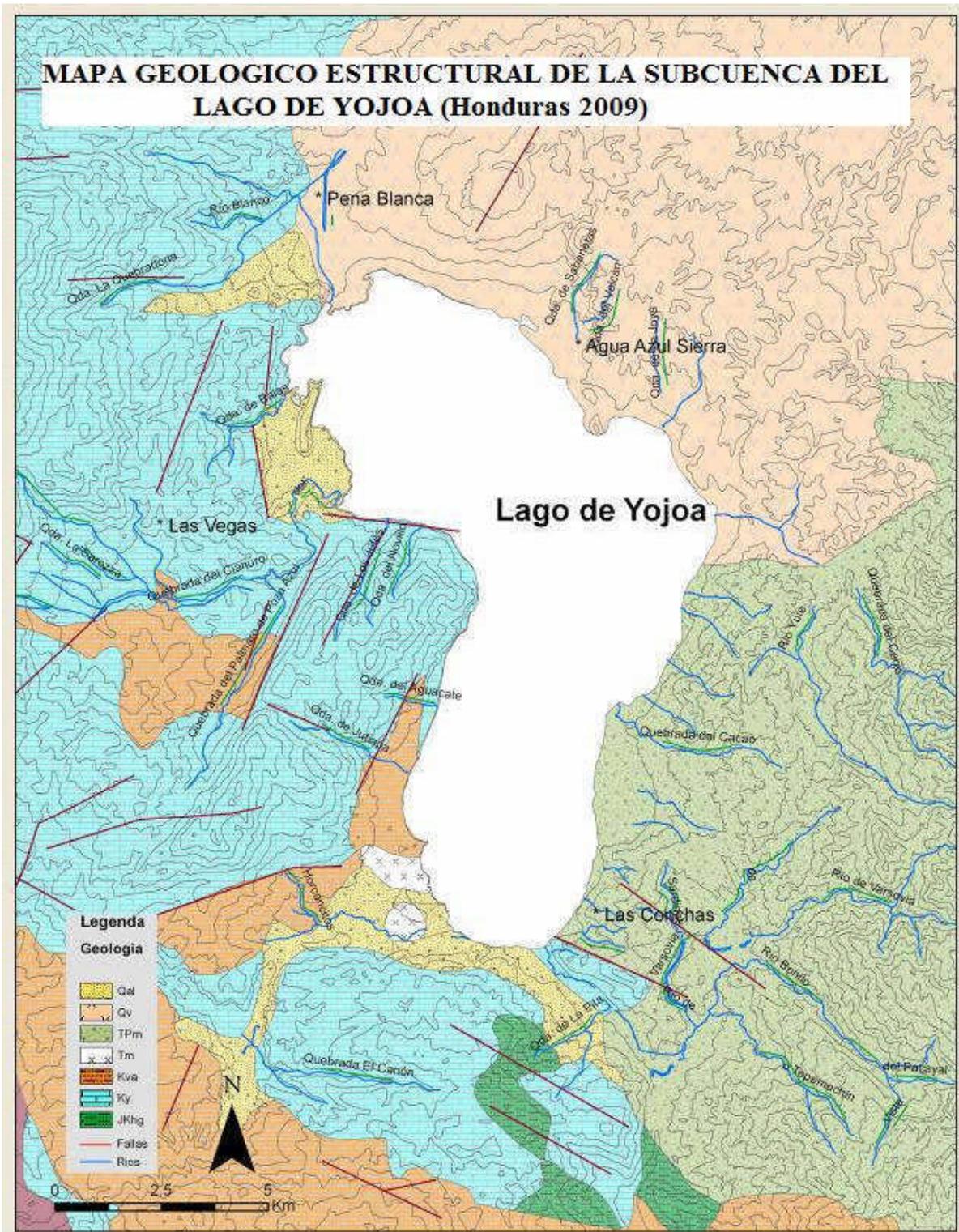
Durante el **Cuaternario** se producen emisiones basálticas en varios puntos del país, particularmente en la región al norte del lago de Yojoa. Los materiales más recientes serían los aluviales, deltaicos y coluviales actuales.

ÉPOCA		FORMACIÓN	EVENTOS	
CUATERNARIO	Holoceno	ALUVIAL	Levantamiento de Honduras (erosion).	
	Pleistoceno	Basalto		
TERCIARIO	Plioceno	Fm. Gracias	Subduccion Placa Cocos. Constitucion de prisma de acreccion en borde de subduccion de la placa cocos.	
	Mioceno	Grupo Padre Miguel		
	Oligoceno			
	Eoceno	Fm. Matagalpa		
	Paleoceno			
CRETÁCICO SUPERIOR	Maastrichtiense	Grupo Valle de Ángeles	Fase Tectonica. Plegamientos Intrusivos. Sedimentos detriticos de cuenca(lagunas) en contexto continental.	
	Campaniense			
	Santonense			
	Coniaciense			
	Turonense			
	Cenomaniense			
CRETÁCICO INFERIOR	Albiense	Grupo Yojoa	Fase tectonica, plegamiento, metamorfismo, intrusivos.	
	Aptiense			
	Barremiense			
	Hauteriviense	Grupo Honduras		
	Valangiense			unidad siliciclastica sin nombre
	Berriasiense			
JURASICO	Superior			
	Medio	Fm. Aguafria		
	Inferior			
TRIASICO			Emersion continental.	
PALEOZOICO		Esquistos Cacaguapa	Orogenesis mayor del fin del Paleozoico.	

Distension grabens

Migracion del bloque chorotis hacia el Este

Columna estratigráfica de Honduras (Modificado de Rogers, R.D., 1992 y SERNA, GEOMINH-BRGM, 1987-1992).



Mapa geológico estructural de la cuenca del Lago de Yojoa (Modificado de CATIE, 2003).

En el área del Lago de Yojoa se refleja muy claramente la estructura regional, encontrándose una secuencia de cuencas tectónicas con rumbo Norte Sur, limitada por fallas en su mayoría normales y transformantes con rumbo NNE-SSO. Las demás fallas y fracturas relacionadas a estas estructuras tienen un rumbo perpendicular ONO-ESE.

La cuenca del Lago de Yojoa se define en termino estructural, como la parte meridional del 'graben' (termino alemán que indica una cuenca estructural delimitada por fallas normales) del Valle de Sula. Otro graben de dimensiones menores es lo del Mochito que se encuentra posicionado al Oeste del lago.

Desde el punto de vista geológico, en la cuenca del Lago de Yojoa se pueden distinguir tres litozonas dominantes:

1) La zona Oeste (Montaña Poza Azul y del Cerro Santa Bárbara) se encuentran depósitos de roca caliza y la morfología es caracterizada por fenómenos kársticos con varias depresiones de drenaje subterráneo. En los alrededores del Mochito y en Sur, se encuentran afloramientos del Grupo Valle de Ángeles (Kva), consistente en una secuencia geológica sedimentaria (lutitas, estratos rojos). En la zona meridional afloran las areniscas verdes y grises de la Formación Todos Santos (JKhg) que representan la litología más antigua del área de estudio. Los contactos litológicos con las distintas formaciones pueden ser sedimentarios o tectónicos.

2) En el sector oriental las litologías que dominan son la que pertenecen a las formaciones volcánicas provenientes del terciario (rocas andesitas, ignimbritas y piroclastos: (Tpm). Estas rocas forman el Cerro Azul Meámbar. Los contactos con las rocas sedimentarias cretácicas en la mayoría son de origen tectónicos, mientras que las vulcanitas Cuaternarias son estratigráficas.

3) En el sector Norte - Noreste se encuentran las formaciones volcánicas más recientes del Cuaternario que se originaron de los volcanes ubicados en el Norte del Lago (Qv). Entre estas estructuras volcánicas esta el Cerro Babilonia, que tiene 1,093 m s.n.m y que fue el que emitió la mayoría de los flujos lávicos del área. Principalmente, coladas de lavas basálticas que bajan hacia el Valle de Amapa, llegando un poco al Norte de los pueblos de Río Lindo y Yojoa. Los contactos de estos depósitos con las demás formaciones geológicas son de carácter estratigráfico.

En toda el área se encuentran depósitos recientes del Cuaternario, compuestos de sedimentos aluviales, lacustres y de laderas que fueron depositados en las orillas del lago y en las desembocaduras de los ríos (Qal).

1.8 CLIMATOLOGÍA:

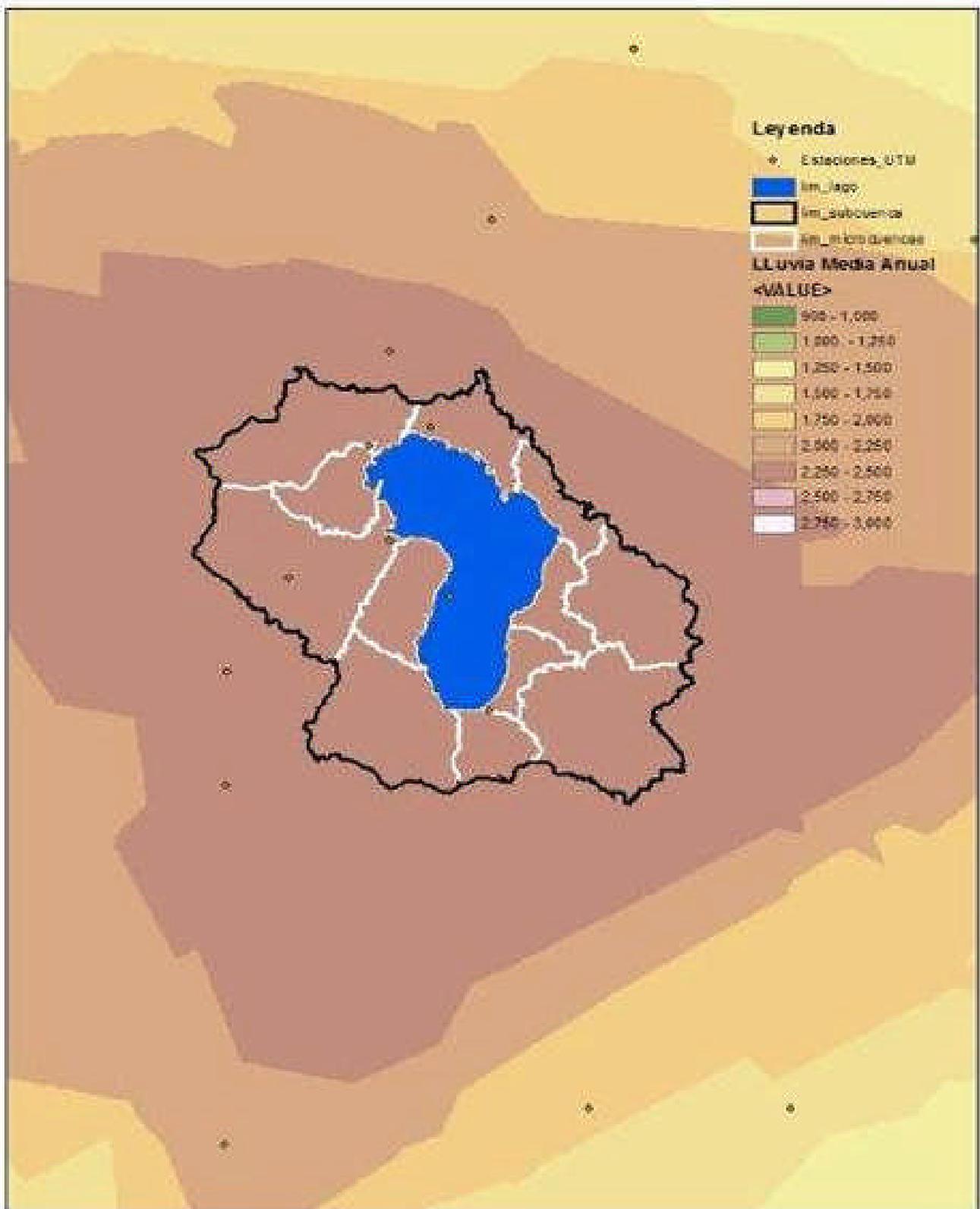
El clima local se caracteriza por tener un Clima Tropical Monzón (Monroe 1968), el cual manifiesta una época seca (Enero a Junio) y una lluviosa (Junio a Diciembre), con etapas de transición en los meses intermedios a los puntos críticos. El Lago de Yojoa es el lugar dentro del territorio hondureño, con mayor precipitación pluvial del país (Zúñiga-Andrade 1990), con 2300 mm en la orilla sur y 3200 en la orilla norte. Tales cantidades son afectadas directamente por masa de aire, la orografía de la zona y la temperatura ambiental promedio que es de 24 °C.

Yojoa tiene el dato de precipitación promedio anual más alto de Honduras, este es de 3,235 mm de precipitación (Zuniga 1990). Convirtiendo esta zona en una de las más húmedas del país. Desde la parte norte hasta el sur de la cuenca la precipitación baja más de 1000 mm.; la parte mas seca de la región del Lago se ubica en San Pedro Zacapa que solo recibe 1,600 mm., como promedio anual.

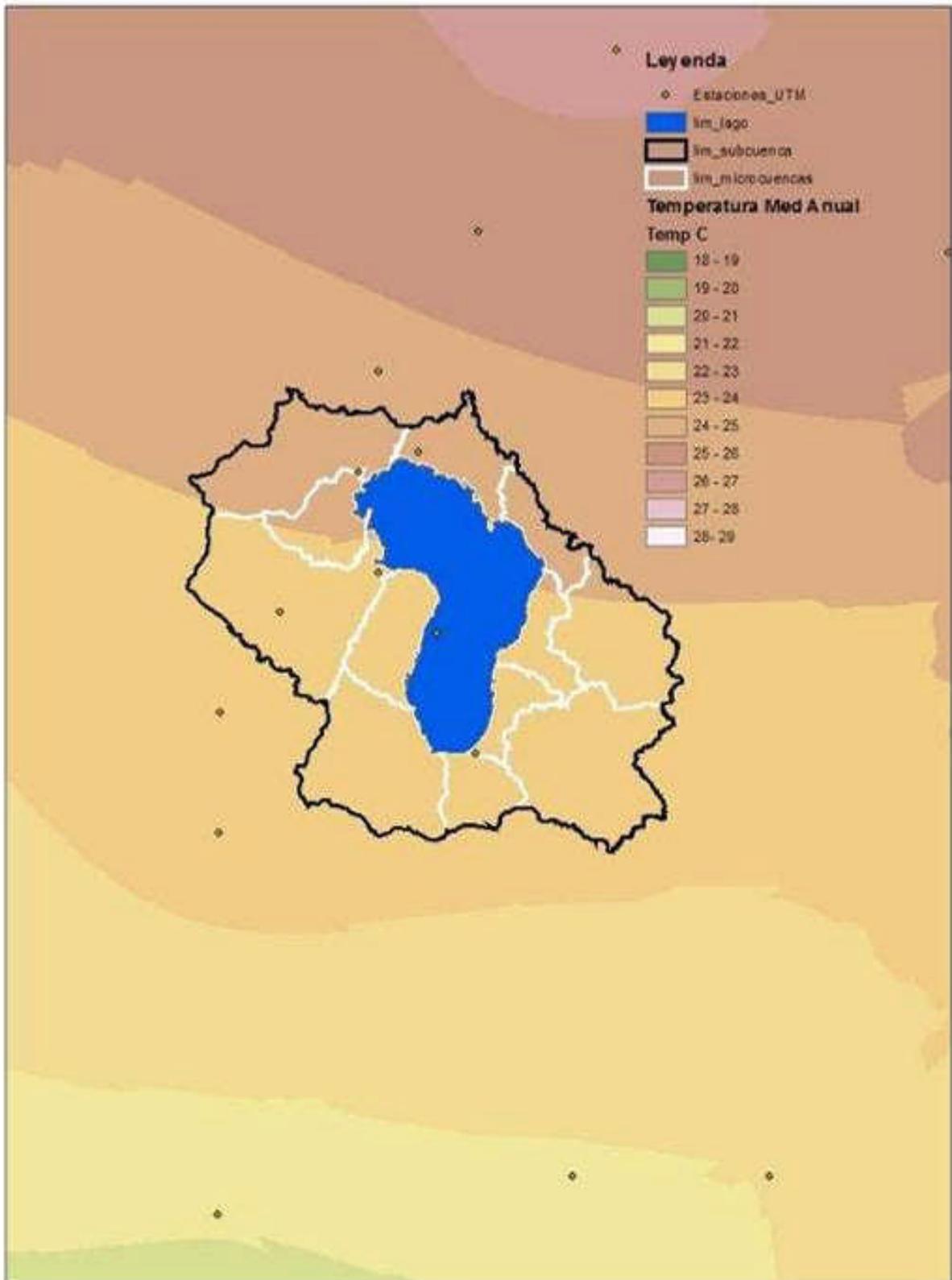
En general, la precipitación excede la evapotranspiración potencial, excepto en febrero, marzo y abril cuando hay un déficit de precipitación. Los Vientos Alisios soplan de norte a sur, haciendo un ciclo que aumenta por las tardes y disminuye por la mañana. La acción de estos vientos es importante y permite una mezcla del lago durante la temporada de lluvia (Vevey et al. 1990).

En la clasificación de climas de Honduras elaborada por Zúñiga (1990) el clima del Lago de Yojoa tiene dos modalidades principales, en el norte, Muy Lluviosa de barlovento (Ek), y Muy Lluviosa de Transición (Ck,Vk), y en el sur un clima lluvioso de altura (Vx). El clima Muy Lluviosa de Barlovento Ek es un tipo de clima solo encontrado en el lago de Yojoa y en el este de Olancho cerca del Río Patuca. El clima Muy Lluvioso de Transición, Ck, solo se encuentra en Honduras alrededor de la Montaña de Azul Meambar.

Variantes de los climas Muy lluviosos de Transición son ampliamente distribuidos por la costa norte, y los Lluviosos de Altura muy común en el centro del país, haciendo del Lago de Yojoa una zona de transición entre estos dos climas. Las diferencias principales entre las dos clases de climas es que en los climas Muy lluviosos la canícula (pequeña estación seca) no se siente. En los climas lluviosos de altura la canícula se siente en Julio. Los diferentes climas y cambios importantes en la precipitación alrededor del lago son un factor importante en la diversidad ecológica y biológica en la zona.



Precipitación media anual durante el periodo 1966-1978 (mm/año)



Temperatura media anual durante el periodo 1966-1978 (°C)

1.9 HIDROLOGÍA

Existe una serie de publicaciones importantes específicamente sobre La Hidrología y Limnología del Lago de Yojoa, como Castañeda 1983, Goldman & Vaux 1984, Vargas & Vaux 1988. Vaux & Hodge S/A, y Vevey et al, 1990.

La cuenca del lago de Yojoa (337 km²) es pequeña siendo solo un poco más de 4 veces el tamaño del Lago (79 km²). Su tamaño significa que su manejo efectivo es crítico sobretodo para mantener su volumen y prevenir la contaminación.

La cuenca fue dividido en 7 subcuencas por Betancourt & Dulin (1978):

- 1.- Montaña Poza Azul
- 2.- El Mochito
- 3.- La Quebradona,
- 4.- El Jaral.
- 5.- La Guama que se encuentra alrededor del Lago mismo.
- 6.- Yure
- 7.- Varsovia,

Yure y Varsovia no son tributarios naturales del Lago, siendo ríos desviados por la Empresa Nacional de Energía (ENEE) en 1978, con propósito de lograr una máxima explotación hidroeléctrica.

Este trabajo involucró la construcción de tres represas: La represa de la Pita, ubicada al extremo sur este del Lago y que fue construida para interrumpir el flujo natural de drenaje del lago hacia el Río Tepemachin y así permitir al almacenamiento de mas agua en el sistema (el nivel de agua en el Lago subió 1 m).

Esto también dio vuelta al flujo natural del Lago, cerrando su salida en el sur dejando como única salida el canal en el Norte, por Río Lindo. Las otras dos represas fueron construidas para desviar los ríos Yure y Varsovia hacia al Lago. Por este medio, el área de la cuenca fue aumentada en un 27%. La represa Varsovia es relativamente pequeña, ya que no se necesita una cabeza grande de agua para desviar al lago de Yojoa. La represa de Yure tiene 50 metros de alto y embalsa un lago artificial de 50 Has, desde el embalse de Yure el agua pasa por un canal para desembocar en el Lago de Yojoa cerca de la aldea de La Guama.

El manejo de los niveles del Lago por la ENEE, de acuerdo a su necesidad para producción hidroeléctrica, ha sustituido los cambios estacionales en los niveles de agua del Lago. No existen datos sobre los niveles del lago previo a la construcción del canal en el norte del lago en 1964, sin embargo dado que el canal esta construido a 632 msnm., este es ahora el nivel más bajo. Antes de las construcciones de las represa en la sur el lago de Yojoa tenia un nivel promedio de 634.27m. en el mes de Mayo subiendo a un promedio de 636.20 m. en Octubre. Con la construcción de las represas el nivel máximo se elevó a 637.5 msnm. Cuando el lago de Yojoa esta trabajando a su capacidad maxima, la variación del nivel entre la estación seca y estación lluviosa llega a 5.5 m, más que el doble del promedio entre 1964 y 1978. (Betancourt y Dulin 1978).

El lago de Yojoa es considerado un lago cálido y monomítico (que solo mezcla las aguas un vez por año). Las aguas del lago se mezclan por algunas semanas en Diciembre y Enero. Durante el resto del año existe una estratificación térmica, con una termoclina ubicada a una profundidad que varía entre aproximadamente 12 y 16 m. La temperatura promedio del agua es 24,9 °C en la superficie y 23,0 °C en el fondo respectivamente. El Hipolimnium (la parte por debajo de la termoclina) tiene poco oxígeno, hay evidencia que durante el periodo natural de estratificación, grandes o fuertes lluvias pueden causar mezclas irregulares de agua (Goldman y Vaux 1984). Los impactos de esto pueden producir bajas en el oxígeno en las capas superiores.

En el periodo 1979- 82 el agua del lago tenía una transparencia bastante alta, con valores de Sechi de 6 a 10 metros. Los datos de Sechi tomados en 1992 sugieren una tendencia hacia la disminución en la transparencia del agua, con registros de 3 a 6 metros, una indicación quizá, del proceso de eutrofización cultural (Vaux et al, 1993).

***Termoclina:** Gradiente vertical brusco de temperatura que se produce por la mezcla de aguas frías y calientes

1.10 BALANCE HÍDRICO:

El almacenamiento de agua del lago es positivo cuando los aportes son mayores a las descargas y hay un déficit cuando los aportes de agua son menores a la cantidad descargada, en este caso la cantidad de líquido faltante es tomada del embalse del lago. El balance hídrico muestra que actualmente existe déficit en el mes de abril. Siendo más pronunciado en las micro cuencas de Horconcitos, la Pita, Sabanetas, El Helado y Varsovia. Durante los meses de marzo y abril la evaporación del espejo de agua es mayor que los aportes de la precipitación directa y la contribución de las microcuencas. El lago de Yojoa en la actualidad no descarga naturalmente el agua, ya que estas descargas son controladas para la generación de energía, controlando los niveles del lago de acuerdo a la necesidad de generación de energía que se tiene y teniendo siempre presente los niveles que se requieren ambientalmente. La descarga mensual del lago oscila entre 53.56 m³/seg - 51.84 m³/seg El mes de mayo es cuando el lago se encuentra en su nivel 3 mínimo, con un déficit de 44.37 M /seg, mientras que en el mes de junio ya se obtiene un saldo positivo. El déficit se muestra en verano ya que los volúmenes de líquido extraído del lago, exceden el aporte obtenido de las microcuencas, provocando un déficit en los volúmenes del lago. Como resultado se obtiene una alteración en el equilibrio ecológico del espejo del lago, contribuyendo negativamente en la resistencia de los ecosistemas.

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Aporte de la Subcuenca	9,2	101	127,3	129	137,8	105,6	48,6	24,3	24,4	6,6	-3,3	-3,7
Descargas Controladas	53,56	51,84	53,56	51,84	53,56	51,8	53,6	53,6	51,8	48,4	53,6	51,8
Diferencias Mensuales	-44,36	49,16	73,74	77,16	84,24	53,8	-5,0	-29,3	-27,4	-41,8	-56,9	-55,5
Diferencias acumuladas	-44,36	4,8	78,54	155,7	239,9	293,7	288,7	259,5	232,0	190,3	133,4	77,9

Cuadro de Demanda de Producción (Mm³)

1.11 LIMNOLOGÍA DEL LAGO YOJOA:

Este sistema natural no permanece en su estado original en lo que respecta a drenaje.

El manejo del la ENEE (empresa nacional de electricidad) del agua como recurso para generación de energía ha producido cambios drásticos en los aportes tributarios y en consecuencia en el volumen y nivel del agua. Para citar un ejemplo, la construcción de la represa de la Pita y la desviación de los Ríos Yure y Varsovia, aumentaron la cuenca tributaria de Yojoa en aproximadamente un 27%. Estos cambios sin duda han causado cambios permanentes en las propiedades hidrológicas.

Información limnológica del Lago de Yojoa aún permanece escasa aunque ya existen algunos estudios formales realizados a partir de la década de los 80. Anteriormente, pocos trabajos fueron realizados al respecto como ser un estudio de Telefotometría Infrarroja en sobrevuelo del Lago de Yojoa realizado por la Dirección General de Minas e Hidrocarburos, el Instituto Nacional Geográfico (IGN) y el Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina en el año 1972. Este demostró una pluma de desechos minerales en la zona noroccidental del lago.

En 1976 el Dr. Manuel Figueroa Sarmiento efectuó un análisis de laboratorio para determinar las probables causas de muerte de peces. Se concluyó que la causa de intoxicación se debió a la presencia de metales pesados en alta concentración, especialmente el plomo.

Ya en la década de los 80, e efectuó un estudio sobre distribución de metales pesados en el ecosistema acuático del Lago de Yojoa por Catherine de Castañeda con el apoyo de Recursos Naturales Renovables (RENARE). Este reveló altas concentraciones de metales en sedimentos, agua, plantas sumergidas, caracoles, fitoplancton y zooplancton y la carne comestible de peces que fueron tomadas.

Otro estudio similar de mayor profundidad y calidad científica fue el de Vevey et al. (1990) sobre contaminación del Lago de Yojoa por metales pesados, cuyos resultados muestran la distribución específica de metales pesados en el Lago de Yojoa y sus concentraciones en peces.

Entre 1979 y 1982, la limnología del lago fue estudiada por científicos de la ENEE y consultores norteamericanos (Goldman y Vaux 1984; Vargas y Vaux 1988). La discusión que sigue es un breve resumen de algunos aspectos de este estudio y sirve para dar una idea general del comportamiento del lago.

Basado en el monitoreo del lago para los años antes mencionados, se puede decir que el lago es un lago cálido y monomítico (Vaux et al. 1993; House y Tróchez 2002). La columna de agua se mezcla hasta el fondo por un período de algunas semanas durante los meses de diciembre y enero. Durante la mayor parte del resto del año, existe una estratificación térmica, con una termoclina ubicada a una profundidad que varía entre aproximadamente 12 y 16 m. La temperatura promedio del agua es de 24°C y 23°C para la superficie y el fondo, respectivamente. Cuando el lago está estratificado, el hipolimnio (la zona debajo de la termoclina) contiene muy poco o cero oxígeno disuelto. Aunque se puede decir se puede decir que el lago es básicamente monomítico (con un sólo período de mezcla total), hay evidencia indirecta que algunas tormentas grandes durante la estación lluviosa pueden causar mezclas irregulares y de corta duración durante el período normal de estratificación (Goldman y Vaux 1984).

Los impactos de este tipo de mezcla son múltiples e incluyen una reducción de las concentraciones de oxígeno en las capas superficiales del lago, causada por la introducción de aguas anóxicas desde el hipolimnio.

Durante el período 1979-1982, el agua del lago tenía una transparencia bastante alta, con valores de la profundidad de Secchi generalmente entre 6-10 m. Datos de Secchi tomados en 1992 por Vaux et al. (1993), sugieren una posible tendencia hacia una disminución en la transparencia del agua, una indicación, tal vez, del proceso de eutrofización cultural. Basado en la transparencia del agua y las concentraciones de los nutrientes principales (nitrógeno y fósforo), se puede clasificar el lago como oligo-mesotrófico.

Para 1991 personal del Laboratorio de Limnología (OEA/UNAH) de la Universidad Autónoma de Honduras (UNAH) inició un estudio limnológico del lago, sin embargo, la falta de equipo y material de laboratorio redujeron los esfuerzos al mínimo. Esta investigación se reactivó hace algunos años por el personal del mismo laboratorio. Es evidente que además de metales pesados, existen otros contaminantes que afectan la calidad de agua de este sistema tales como los desechos orgánicos provenientes de la población en toda la cuenca, el escurrimiento superficial con alto contenido de sedimentos, infiltración por escurrimientos de las aguas de drenaje conteniendo fertilizantes y plaguicidas introducidos por viveros industriales y actividad agrícola, desechos sólidos generados por actividades turísticas y en menor grado químicos utilizados por vehículos de transporte acuático como terrestre.

Todos estos supuestos fueron aclarados en la actualidad ya que el trabajo del Dr. Sandoval de la ENEE, denominado “ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA DEL LAGO DE YOJOA” en un muestreo de dos años (2001 y 2002), revela nueva información. El encontró que la profundidad de Secchi en efecto presenta una reducción cumpliendo con las predicciones de Vaux y colaboradores en años anteriores, en este trabajo se registran datos de hasta 3.5 metro de transparencia en algunas de las 12 estaciones de muestreo y un promedio que no supera los 6 metros de profundidad de Secchi.

Se determinó también que la presencia de metales pesados y agroquímicos en la fase líquida del lago no es significativa ni alcanza los límites permisibles como consumo humano, en cuerpos de agua de este tipo. Cabe resaltar que esta información aun se encuentra sujeta a modificaciones ya que en la comparación con los límites permisibles que se utilizaron en este estudio son datos promedios de zonas con condiciones similares a las que encontramos en nuestra región y esto se debió a la falta de información continua sobre el monitoreo de la calidad de agua del Lago.

Un aspecto muestreado que merece especial atención es las concentraciones de coniformes fecales y totales que vuelven a el agua del Lago como no apta para el consumo humano.

Datos limnológicos del Lago de Yojoa.

PARÁMETRO	PROMEDIO	RANGO	N
Temperatura superficial (C)	24.9	20.2-27.5	39
Temperatura de fondo(C)	23	18.7-26.3	39
Conductividad superficial (mho/cm)	168	152-244	41
Profundidad de secchi (m)	7.1	3.4-12.6	29
Coefficiente de extinción de luz (m ⁻¹)	0.33	0.223-0.52	35
% de la columna de agua donde el oxígeno disuelto < 0.5 mg/L	15	0-30	21
Fósforo total (mg/L)	10	<1-24	43
Ortofosfato-P (mg/L)	3	<1-15	40
Nitrato-N (mg/L)	32	<1-115	39
Amonio-N (mg/L)	20	<1-148	41
Sílice (mg/L)	4.8	2.0-14.2	43
Hierro total (mg/L)	0.02	0-0.05	43
Magnesio (mg/L)	1.7	1.3-2.1	25
Calcio (mg/L)	29.2	22.3-38.4	25
Sodio (mg/L)	2.1	1.9-2.6	25
Potasio (mg/L)	1.2	1.0-1.4	25
Productividad primaria fitoplanctónica (mgC/m ² /día)	906 (1981)	252-2141	12
	1194 (1982)	589-2321	10

Fuente: Goldman y Vaux 1984

1.12 SUELOS:

La evolución de los suelos depende de varios factores entre los principales son: el material geológico madre, la pendiente local, el clima y el tiempo. No existe un estudio específico de los suelos de la región del lago de Yojoa. Pero los estudios nacionales de suelos hecho por Simmons, cubren la zona y se muestran a continuación el la siguiente tabla:

NOMBRE	SUELO	PROFUNDIDAD	DRENAJE	PH	PENDIENTE
CHANDALA	Rendzina	Delgado	Bien		> 50%
CHIMBO	Lithosol	Delgado	Bien	6	40%
CHIMIZALES	yell-red Podzol	Profundo	Bien	6	>50%
COCONA	Lithosol	Delgado	Bien	5-5.5	30-60%
MILILE	Andosols	< 30cm	Bien	6	30%
NARANJITO	red-yell podzols	Profundo	Bien	6	> 50%
OJOJONA	Lithosol	Delgado	Bien	6.3	30-50%
SUELOS DE LOS VALLES		Profundo	Mod. Bien		< 30%
SULACO	Rendzina	Delgado	Bien	7	> 60%
URUPAS	Volcanic lavas		Mod. Bien	6	< 30%
YOJOA	Andosols	50cm	Bien	5	< 20%

Suelos de la Región del Lago de Yojoa

Los suelos más extensos de la región del lago de Yojoa son los de Sulaco, el material madre de estos suelos son las rocas calizas del oeste y sur del lago. La profundidad de estos suelos depende de la pendiente local, pero normalmente son delgados, de textura arcillosa y tienen buena retención del agua. En zonas de elevada pendiente estos suelos son aptos para cultivo de Café.

Existen áreas extensas de suelos tipo Chimizales entre el Lago y la montaña de Azul Meámbur. Estos suelos tienen una buena profundidad pero las pendientes en esta zona son muy elevadas. Los suelos del norte del lago de Yojoa se han desarrollado sobre cenizas volcánicas y lava; el suelo tipo Yojoa se encuentra en esta área y es un suelo profundo con drenaje moderado, con buena a regular capacidad de retención de agua y textura franco-limosa. Estos suelos son los más fértiles de la región, con una amplia gama de usos potenciales. Un factor importante en el desarrollo de los suelos de esta cuenca es el clima Tropical Húmedo, las temperaturas altas y lluvias abundantes aceleran el proceso de descomposición de materia orgánica y la filtración de los nutrientes del suelo (Lixiviación). Por esta razón, los suelos de la región son muy frágiles, y la cobertura vegetal es un factor importante en su conservación.

1.13 FLORA Y FAUNA:

La región del Lago de Yojoa tiene un gran número de bosques latifoliados distintos y una alta biodiversidad debido a la precipitación (la más alta de Honduras), el número de pisos altitudinales (4 de los 5 pisos encontrados en Honduras) y la diversidad geológica (4 de los 5 grupos geológicos en el País).

El piso altitudinal más diverso en el lago es fácilmente el submontano que corre desde 500 y 1000 msnm., y que corresponde al área del Lago mismo. Mientras es indudable que las zonas bajas están mejor inventariadas que las zonas altas, los bosques húmedos submontanos son un ecosistema muy diverso y probablemente siempre guardan la mayor biodiversidad de la zona.

A continuación un resumen de su amplia biodiversidad:

- ✓ Bosques latifoliados
- ✓ 407 especies de aves, 55 % de las aves de Honduras.
- ✓ 802 especies de plantas
- ✓ Hábitat de 15 especies endémicas de plantas
- ✓ 169 especies de helechos
- ✓ 46 especies de Orquídeas
- ✓ 71 especies de plantas acuáticas y emergentes
- ✓ 66 especies de aves acuáticas
- ✓ Hábitat de las tres especies de pato residentes de Honduras y 7 especies de patos migratorios.
- ✓ 54 especies de mamíferos
- ✓ 31 especies de anfibios
- ✓ 72 especies de reptiles
- ✓ 29 especies de peces

1.14 POBLACIÓN:

Los datos del censo de 1988 resumidos por Vaux (1993) muestran que había 36,421 personas viviendo en la cuenca del Lago de Yojoa en alrededor de 200 comunidades (un área ligeramente más grande que la zona de Uso múltiple. Según los datos de Betancourt y Dulin (1978) la cuenca tenía una población de 21,656 personas en 1974, pero ya para el año 2002 AMUPROLAGO a través de un proceso de consulta y análisis de la situación ambiental, socioeconómica y de infraestructura denominado Análisis Ambiental Estratégico (AAE), registró una población en 53 comunidades en la cuenca del Lago de Yojoa de 74,624 habitantes de los cuales 52 % son mujeres y el resto hombres. La población de la cuenca creció en un 68%, o sea unos 14,800 habitantes en 5 años. La población total de Honduras creció 65% durante este mismo periodo, pero en para la cuenca en los últimos 9 años se registró un aumento de la población de más del 100 %.

Las Vegas-Mochito es el único centro urbano en la cuenca con una población en 1988 de 10,995 personas, equivalente al 30% de la población total de la cuenca; la población de El Mochito (Centro Minero) en 1974 era 11,672, este centro urbano disminuyó 6% en su población entre 1974 y 1988; ya para el 2002 se registró una disminución aún mayor porque el AAE reportó una población en el Mochito de apenas 2,020 habitantes, en cambio la población de las vegas para este mismo año es de 24,377 habitantes. Al comparar la población rural de la cuenca podemos ver que esta experimentó un incremento de más del 100 % durante el mismo período. Esta dinámica se puede explicar por la reducción de operación minera durante este periodo, al mismo tiempo la expansión del programa de la Reforma Agraria, estos datos tienen mucho que ver con la problemática ambiental actual de la cuenca.

1.15 USOS DE LA TIERRA:

El estudio base del uso de la tierra en la cuenca del lago de Yojoa fue hecho por Betancourt y Dulin (1978), basado en fotos aéreas tomadas en 1975. Su descripción de la situación en la cuenca sigue siendo vigente. Usos no apropiados de la tierra representan uno de los mayores problemas en la cuenca. La deforestación es el resultado más obvio de este problema. Otros resultados vinculados a la pérdida de los bosques, no son tan obvios o tan fáciles de cuantificar. Sin embargo, es claro que la expansión de la población en la cuenca y por consecuencia, el incremento severo en la presión sobre la tierra, es un fenómeno que ya esta destruyendo mucho del carácter único de la región.

Usos de la Tierra en la Cuenca del Lago de Yojoa 1975

Usos	Area (Ha.)	%
Agricultura/Matorral	17406	42
Agua	7885	19
Bosque Latifoliado	13527	33
Bosque de pino	455	1
Misceláneos	2292	5
Total	41565	100

(Fuente: Betancourt y Dulin)

La tabla anterior muestra los resultados del estudio del uso de la tierra hecho por Betancourt y Dulin (1978). En 1975, los bosques latifoliados cubrían 33% de la cuenca tributaria. Tierras bajo agricultura activa y áreas de descanso (guamiles), cubrían 42% de la cuenca. Comparado con el estudio de las imágenes de satélite del año 2000, se encuentra que solo 11% de la cuenca tributaria ahora es cubierta por bosque latifoliado. Esta reducción de bosque a un tercio del total de 1975, tuvo lugar principalmente en la área de Punta Gorda. El bosque latifoliado de Punta Gorda hoy en día es probablemente no más de 500 Ha, en 1975 existía más de 5,000 Ha. Esta cifra de pérdida de bosque en 25 años, quizá no se considere extraordinaria para el país, pero que eso sucediera dentro de los límites de un área protegida causa una preocupación muy seria.

El aumento en el tamaño del bosque de pino en este periodo es el resultado de la inclusión del Pino del sur del lago en el estudio de imágenes de satélite del 2000, que parece no se incluyó en el estudio de fotos áreas de 1975. El 1 % de pino en el estudio de Betancourt y Dulin eran situado al norte del lago cerca del el Hotel Agua Azul, un área que todavía existe pero ahora representa menos de 1 %.

Usos de la Tierra en la Cuenca de Yojoa 2000

Usos	Area (Ha.)	%
Agricultura/Matorral	25913	60
Agua	8203	18
Bosque Latifoliado	4810	11
Bosque de pino	4802	11
Total	43728	100

El análisis de imágenes de satélite de 2000 muestra que solo existen áreas extensas de pasto o cultivos al norte del lago, entre El Jaral y el Hotel Agua Azul. El área agrícola está, en su mayoría a baja escala, con el cultivo de granos básicos, áreas dedicadas a producción de café y áreas de guamiles o matorrales en descanso, mezclados en un mosaico Agroecológico. Espaciado en estos agroecosistemas se encuentran fragmentos de bosque latifoliado. La biodiversidad total de estas áreas agroecológicas puede ser relativamente alta comparada con áreas similares en diferentes zonas de país, dominadas por pino.

Usos de la Tierra en el Area Total del Estudio 2000

Usos	Area (Ha.)	%
Agricultura	61616	31
Agua	8549	4
Bosque latifoliado	15981	8
Matorral/Café	65521	32
Bosque de Pino	51081	25
Total	202748	100

La tabla anterior presenta los resultados de un análisis de las imágenes de satélite del año 2000, para toda la zona del estudio: la zona del lago de Yojoa y los Parques Nacionales de Cerro Azul Meambar y Montaña de Santa Barbara. En esta área el bosque latifoliado es solo 8 % de total. Mientras los bosque de pino son un respetable 25 %. Las áreas de explotación agrícola son en total de 63 %. El resultado obvio de esta situación es que las áreas de bosque latifoliado apenas forman parches aislados rodeados de parcelas agrícolas

1.16 TURISMO:

El plan de uso múltiple del Lago de Yojoa (Betancourt & Dulin 78), presenta un resumen del Plan de Desarrollo Turístico y Recreativo del mismo (1977). El plan separaba el potencial del turismo internacional, de altos ingresos, alrededor de la pesca deportiva del Black Bass, de las actividades del turismo Nacional, de medianos y bajos ingresos, concentrados en la venta de comida en las márgenes del lago y otros atractivos turísticos, no identificados en el plan, los cuales están aun por desarrollar. El plan identificó áreas para conservación principalmente en el sector de Punta Gorda, sin detallar su papel en el desarrollo turístico.

La posibilidad de un desarrollo Ecoturístico del lago fue presentado por Vaux et. al (1993), en su informe ellos mencionan Punta Gorda y la Isla del Venado como "mini" destinos para el ecoturista; las cercanías del lago y las Montañas de Santa Barbara y Azul Meambar como destinos para la Eco-aventura (ver mapa No.14). Vaux, menciona razones para el lento desarrollo del turismo en la zona, como la calidad de los hoteles, pero hace mayor énfasis en la falta de información sobre los atractivos del Lago y la falta de actividades organizadas para explorar estos atractivos existentes.

La creación del Parque Arqueológico y Ecoturístico Los Naranjos, ha sido un paso importante en el desarrollo de futuras actividades turísticas en el Lago de Yojoa. La apertura de este parque al público, en el año 2002, hará de este sitio el destino turístico principal del lago de Yojoa. El parque consiste de alrededor de 200 Ha, divididas entre una pequeña zona arqueológica y una área ecológica que consta de una sección importante de humedal, bosques de Gualiqueme y bosques latifoliados secundarios, más algunas plantaciones de especies exóticas. La diversidad de ecosistemas la abundancia de especies de aves, la zona arqueológica y las espléndidas vistas panorámicas del lago, hace del lugar una muy buena atracción turística.

1.17 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS:

Si tomamos los datos obtenidos por AMUPROLAGO en el 2002 encontramos que existen unos 3,788 productores agrícolas, utilizando un área aproximada de 4,740 hectáreas, en diversos rubros como ser: productores de maíz, frijón, café, caña, yuca, piña plátano, banano y camote; además de los pescadores y ganaderos que juntos suman unos 640 en la cuenca.

La pesca del Lago de Yojoa esta basada en especies exóticas, un patrón común en muchos Lagos de Centroamérica y México. El Black bass, *Micropterus salmoides* fue introducido en 1954 y la Tilapia *Sarotherodon niloticus* en 1964. Antes de estas introducciones, la pesca del Lago (probablemente no muy importante en términos económicos) se basaba en las especies nativas como Guapotés *Cichlassoma motaguense* y bagres *Rhamdia* spp.

Vaux (1990) utilizó dos métodos para hacer una estimación de cosecha anual; primero utilizó una estimación del número total de pescadores y su cosecha promedio diaria, segundo utilizó información proveniente de las casetas de venta del pescado, basados en la información sobre los pescadores, la cosecha anual era alrededor de 277 toneladas; basados en la información sobre las casetas de venta, la cosecha anual era 380 toneladas. Vaux (1990) opinó que una razón para la diferencia entre las dos estimaciones era que el valor usado para el número de pescadores era demasiado bajo porque no incluyó a los pescadores operando ilegalmente.

El valor económico de la pesca para los pescadores fue calculado por Vaux et al (1993) asumiendo que estos vendían su cosecha a 2.00 Lps/libra, usando las dos estimaciones de cosecha anual, los beneficios son entre 0,83 millones y 1.53 millones de Lempiras por año. Asumiendo que se vendía en las casetas el pescado frito por 5.00 Lps la libra, el beneficio neto para las comerciantes es entre 1.24 millones y 2.29 millones de Lempiras/año.

Una cosecha total de 227 toneladas por año es equivalente a 31 Kg/Ha. y 380 toneladas por año sería equivalente a 40 kg/Ha. Basados en observaciones en Yojoa y otros Lagos tropicales Vaux (1993) opina que esperaríamos una cosecha sostenible de al menos 50-60 Kg/Ha en un Lago del tamaño de Yojoa o aproximadamente 50% mayor que la cosecha anual estimada.

La tendencia de la última década que prevalece en la actualidad, es el incremento de la pesca de Tilapia de origen léntico como acuícola en la Cuenca. El Bass tuvo un repunte al final de la década para bajar hacia el año 2000. La producción del resto de las especies ha declinado paulatinamente con el tiempo. Se espera que la producción de Tilapia para consumo interno como para la exportación repunte de manera importante.

Los pobladores utilizan el lago como una fuente de ingresos; en esta zona existe una gran cantidad de pescadores que hacen de esta actividad su medio de subsistencia. Otras personas se dedican a la venta de orquídeas, negocio que actualmente se encuentra en apogeo y es de gran utilidad.

La caza de especies de fauna silvestre en la cuenca es a menor escala, ya que en su mayoría estas especies han desaparecido.

Los habitantes de la zona utilizan madera para la cocción de alimentos, construcción de viviendas y construcción en general.

Los artesanos de las comunidades aledañas al parque nacional Montaña santa Bárbara y que se encuentran dentro de la cuenca obtienen palma de junco para la elaboración de sombreros y otros productos.

Las plantas más utilizadas en esta zona son: Drago. Yanten, Altamira, calaguala, indio Desnudo, madreado, jengibre, quina, canela, entre otras.

2. FOCOS DE CONTAMINACIÓN:

Uno de los principales problemas del Lago Yojoa es la gran cantidad de focos de contaminación existentes en toda la cuenca como consecuencia de las actividades humanas desarrolladas en la misma.

Por ello, se planteó llevar a cabo un reconocimiento sobre el terreno, a lo largo de toda la cuenca, para referenciar los posibles puntos que supondrían un riesgo para la calidad del agua del lago.

Para llevar a cabo esta actividad, nos desplazamos junto con el personal de AMUPROLAGO, para reconocer toda la cuenca y ubicar las áreas donde se realizaran actividades que pudieran producir una contaminación en el lago Yojoa.

El trabajo de campo duró aproximadamente 2 meses, durante los cuales se georeferenciaron todos los posibles focos de contaminación que se encontraron. Una vez reunida toda la información de campo se llevó a cabo un tratamiento de la misma para, mediante el GIS (Sistema de Información Geográfica), elaborar mapas donde se plasmasen estos datos y observar la ubicación y concentración de los mismos para que en un futuro se puedan tomar decisiones sobre la adecuada situación de estos puntos en la cuenca y plantear tal vez la redistribución de éstos. Para esta actividad, contamos con la ayuda del equipo de GIS de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales.

Toda la información recopilada sobre los focos de contaminación, se encuentra adjunta en el **Anexo I** de este mismo informe. Además, se realizó un informe más exhaustivo sobre los basureros existentes en la cuenca del lago, el cual se refleja en el **Anexo II**.

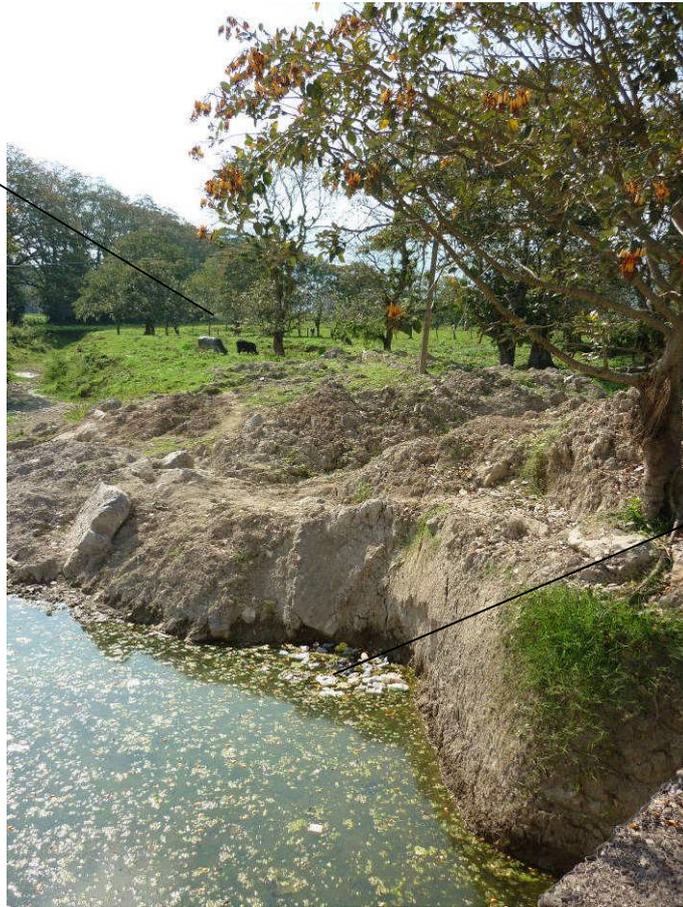
El mayor problema que se encuentra, no es tanto la situación de éstos con respecto al lago, sino que la mayor parte de estas actividades se realizan sin llevar a cabo ningún tipo de precaución para afectar en menor medida al lago Yojoa.

A continuación se muestran imágenes de algunos de los posibles focos de contaminación reconocidos a lo largo de la cuenca:



Restaurantes a la orilla del lago Yojoa

Ganado



Basureros

Contaminación en el interior de lago y en las orillas



Lago Yojoa

Basureros ilegales a las orillas del lago



Quema de basuras



Falta de letrinas en las comunidades



Proliferación de algas en el lago Yojoa



Ganado dentro del lago



Ganaderías a las orillas de las quebradas que desembocan en el lago



Cultivos tratados con productos químicos dentro de toda la cuenca



Tratamiento de los productos derivados del cultivo



Empresas avícolas



Piscifactorías en el interior del lago Yojoa.



Llanteras y Car wash a orillas del lago.

3. PROYECTOS DE LETRINIZACIÓN:

Dada la falta de infraestructura sanitaria en las comunidades y que hemos observado que esto afecta al lago, dado que todas las aguas negras van a desembocar al lago mediante las quebradas, se decidió apoyar a diversas comunidades en la construcción de letrinas para mejorar sus condiciones de vida e higiene y también ayudar a mitigar el efecto que éste problema produce en el lago Yojoa.

Para ello, en primer lugar se llevó a cabo una encuesta entre las comunidades seleccionadas para ver la necesidad existente y a partir de ahí aportarles los materiales necesarios y asesoramiento técnico para la construcción de las letrinas. Además, se organizaron reuniones con la comunidad para explicar la finalidad del proyecto y el aporte correspondiente a la comunidad, que sería la mano de obra.



Oscar Antonio Martínez (Promotor social de GM) realizando las encuestas en la comunidad de Monteverde.



Oscar Antonio Martínez (Promotor Social de GM) durante la reunión con la comunidad de Monteverde

Las comunidades seleccionadas para el proyecto de letrinización fueron:

- Monteverde.
- Las Brisas.
- El Ocote.
- Puente Gringo.
- Vista Hermosa

A continuación se hizo un listado de los materiales necesarios para cada comunidad y se realizó una cotización a las ferreterías de la zona. Una vez elegida la ferretería que nos suministraría los materiales, se encargaron y se organizó el reparto de los mismos.



Gabriel Pérez y Oscar Antonio Martínez cotizando los materiales en la Ferretería Peña Blanca.

Durante el reparto de materiales, cada beneficiario nos firmó un acta de compromiso, en el que se responsabilizaba de los materiales suministrados y a llevar a cabo la obra en un plazo no superior a los 15 días desde la entrega del material.



Equipo de GM y AMUPROLAGO, entregando el material a la comunidad de Vista Hermosa

Para controlar la evolución de las obras, el equipo de Geólogos del Mundo, junto con el personal de AMUPROLAGO, realizaron visitas aleatorias a las comunidades para controlar que se cumplía el compromiso de la población.



Fotos de la evolución de las obras en las diferentes comunidades beneficiarias.

Una vez finalizado el proyecto de letrinización en estas comunidades, se encargó la elaboración de un rótulo, donde se reflejan las instituciones que han participado en el proyecto, así como las comunidades que han sido beneficiarias del mismo. Una vez que dispusimos del rótulo, se instaló en las proximidades de la escuela de una de las comunidades en las que se trabajó.



Instalación del rótulo del proyecto de letrinización.



Fotografías de parte de la población beneficiaria junto con el rótulo del proyecto

El informe de esta actividad, junto con las encuestas realizadas en las diferentes comunidades, se adjunta en el **Anexo III** de este mismo informe.

4. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS MEDIOAMBIENTALES:

Con el fin de transmitir nuestro mensaje de protección del lago Yojoa a la mayor población posible y gracias a la estratégica situación del mismo dentro de la red de comunicaciones del país, se planteó la necesidad de llevar a cabo una obra que tuviera un gran impacto sobre las personas que diariamente se desplazan en los autobuses que recorren toda la cuenca. Para ello, visitamos los puntos con más afluencia de gente que espera a los autobuses y de ahí se seleccionó el lugar con mejor ubicación y que resultó ser el desvío de Santa Bárbara.

En este punto, se congregan cientos de personas al cabo del día esperando al autobús y haciendo trasbordos de unos a otros. Por ello, se decidió hacer aquí una parada de autobús, donde se colocaría el mensaje medioambiental que queríamos transmitir a la población. Además cabe destacar que en este punto no existía una estructura donde las personas pudieran resguardarse ni del sol ni de la lluvia.

Los criterios que se utilizaron para elegir este punto fueron:

- Gran cantidad de población se desplaza por este desvío.
- Presencia policial 24 horas al día, lo cual protegerá la estructura.
- Posibilidad de instalar agua y luz.
- Existencia de un terreno municipal donde ubicar la estructura.

Además de la parada del autobús, debido a que el lugar donde se eligió hacer ésta estructura, se encuentra justamente sobre el humedal del lago Yojoa, se decidió construir junto con ésta, un sanitario, una pila y una papelera.

Estas otras estructuras se han pensado para que las personas que esperan al autobús puedan hacer sus necesidades en el sanitario y no a orillas del lago, además se podrán asear en la pila y tendrán una papelera con separadores de reciclaje, para que puedan depositar sus residuos en ella y así mantener limpia el área del humedal.



Ubicación de las estructuras medioambientales que se realizarán

Para comenzar con las obras, en primer lugar nos reunimos con el Alcalde de San Pedro de Zacapa, el cual nos ofrece al albañil de la municipalidad para que nos lleve a cabo la obra. Una vez reunidos en el lugar donde se ejecutará la construcción, tomamos medidas de área del que disponemos y así distribuimos las diferentes construcciones que queremos realizar, así como las medidas de las mismas.

Tras esta reunión y una vez que el albañil nos ha hecho la lista de los materiales que necesitará para construir las estructuras, nos disponemos a ir a la ferretería y encargar los materiales.

Se comienzan las obras la primera semana de Enero y para conseguir la mano de obra no cualificada, recibimos el apoyo del Cuerpo de Policía, la Municipalidad de San José de Comayagua, la Municipalidad de Taulabé, la Cámara de turismo del Lago Yojoa, así como AMUPROLAGO.

A continuación se describen los pasos realizados durante la construcción de las estructuras:

En primer lugar se delimita con unas estacas y una cuerda, el perímetro donde se llevará a cabo cada una de las construcciones. El área de construcción de la caseta, que será por donde se comience la obra, será de 3 m x 5 m.



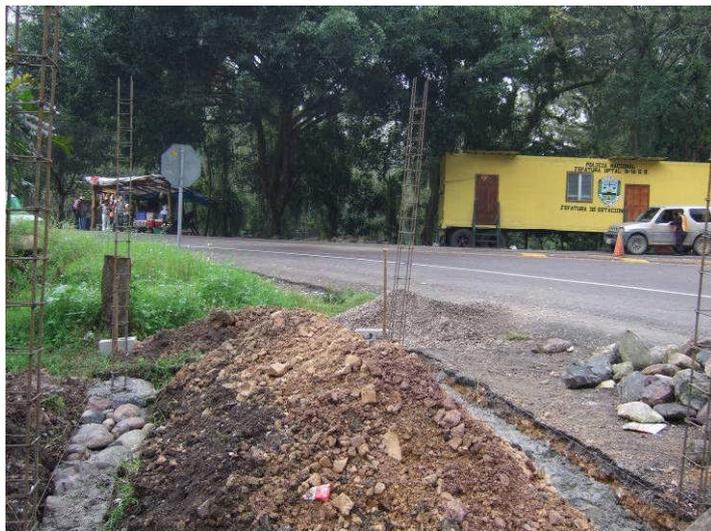
Delimitación del área donde se construirá la caseta de autobús

A continuación se procede a la excavación del terreno, de unos 60 cm de profundidad para colocar la cimentación de la caseta.



Excavación del terreno para la cimentación de la caseta

Una vez finalizada la excavación, se continúa con la cimentación, de modo que se lleva a cabo una fundición del relleno de mampostería con piedra de río, arena y grava de $\frac{3}{4}$ triturada. Acto seguido, se funden las cuatro columnas de 20 cm x 20 cm y 3 m de alto. Estas columnas se compondrán de un armado de 4 varillas de $\frac{1}{2}$ con anillos de $\frac{1}{4}$ cada 15 cm de separación.



Colocación de la cimentación y fundido de las columnas

Tras la colocación de la cimentación, se rellena con material selecto para nivelar la estructura. A continuación se comienza a pegar el bloque de 6x20x40 cm.



Pegado del bloque y levantamiento de la estructura.

A continuación se funde la losa que formará el techo, con un espesor de 3 pulgadas y unas dimensiones de 4m x 6m. Se fundió una vida de 20x20 con varilla de $\frac{1}{2}$ y anillos de $\frac{1}{4}$.

Se colocaron unos bancos en el interior de la caseta de 40 cm de ancho y 40 cm de alto, además se hizo una acera por delante de la caseta para evitar la entrada del agua por escorrentía cuando se produzcan las lluvias.



Finalización de la construcción de la caseta de autobús.

Una vez finalizada la construcción, se llevó a cabo el repellido y pulido de las paredes para la posterior aplicación de la pintura.



Comienzo de la decoración de la caseta



Colocación de los logotipos de las instituciones que colaboraron en su construcción



Finalización de la caseta

En el interior de la caseta se eligió un dibujo que salió ganador en un concurso de pintura que celebró AMUPROLAGO y en el que se observa el lago dentro de un ojo que se encuentra llorando.



Mensaje dibujado en el interior de la caseta de autobús

Una vez finalizada la construcción de la caseta, así como su decoración con el mensaje medioambiental, se comenzaron las obras del sanitario y la pila.

Para la ejecución del sanitario, se aprovechó una excavación ya existente para utilizarla como fosa séptica. Por tanto, el primer paso fue el aseo de este pozo y la fundición de los laterales. A continuación se excavó una zanja de 1 pie y $\frac{1}{2}$ se instalaron cuatro columnas de 2 pies de profundidad.

Las dimensiones del sanitario serán de 1,30m x 1,30 m, mientras que las de la pila serán 1,20m x 1,30 m.



Saneamiento del pozo y fundición de los laterales



Excavación de la zanja para la cimentación de la pila



Elaboración de las columnas

A continuación, se fundió la plancha y se dejó la salida del tubo de 3 pulgadas para la expulsión de los gases generados dentro de la fosa séptica y se colocó el tubo de 4 pulgadas para conectar al sanitario.



Colocación de las columnas y de las tuberías

Una vez finalizados estos pasos, se comienza con el pegado del bloque, colocando unas 10 filas de bloques de 5 pulgadas. Una vez colocados todos los bloques y fundida la losa, se repellan para su posterior aplicación de la pintura.

Para acabar con la construcción, se instala en la pila un techo de Zinc para evitar la caída del agua en la pila con las lluvias y se coloca un rotoplás en el techo del sanitario que va conectado, junto con la pila a la toma de agua y de esta forma se recargará la cisterna.



Pegado del bloque



Fundición de la losa



Instalación del techo de zinc en la pila



Instalación del Rotoplas en el sanitario



Pegado de ladrillos de la papelera



Pulido de la papelera

5. CENTRO DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS:

Uno de los mayores problemas que hemos observado en la cuenca y en concreto en el Municipio de Santa Cruz de Yojoa, ha sido la necesidad de una gestión adecuada de los desechos sólidos producidos por la población.

Por ello se llevó a cabo un estudio de los residuos generados en las comunidades que no disponen de ningún medio de recogida de basura y según los datos calculados de volúmenes de basura, se producen **2,149.57 toneladas por año** entre los restaurantes y los habitantes de Peña Blanca, Santa Elena, Agua Azul Rancho, El Jaral, Agua Azul Sierra, El Bambú, Monte Verde, La Guama, El Campanario, El Edén y Los Naranjos.

Los beneficiarios para el sistema de recolección y tratamiento se estima a 17,861 habitantes dentro del municipio de Santa Cruz de Yojoa, por tanto se trata de un proyecto piloto de grandes objetivos y pionero en el país.

Este proyecto, surge de la necesidad de una adecuada gestión de los residuos, pero sin perjudicar al Lago Yojoa, de modo que no es viable la opción de llevar a cabo un relleno sanitario, dado que en mayor o menor medida, tendría repercusiones sobre la cuenca. Por tanto, la opción más adecuada sería implantar el reciclaje en la región, para aprovechar los desechos y de este modo no generar un nuevo foco de contaminación.

Para ello, nos disponemos a buscar un terreno que se encuentre en un lugar más o menos próximo a todas las comunidades a las que se quiere beneficiar con este proyecto, que no presente viviendas cerca, que drene al lado contrario del lago y que no muestre en sus proximidades fuentes de agua.

Tras una larga búsqueda, de aproximadamente dos meses de duración, encontramos un terreno adecuado para instalar el centro de tratamiento y se informa a la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa para que comience con las gestiones necesarias para la compra de dicho terreno.

Una vez firmado un contrato de compra-venta del terreno, nos disponemos a realizar diversos estudios con el fin de recabar toda la información sobre la parcela y su entorno para presentar a la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras (SERNA) y obtener así un permiso ambiental con el que podremos comenzar las obras de construcción del centro de tratamiento.



Fotografías panorámicas del terreno donde se construirá el centro de tratamiento.

5.1 ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO:

En primer lugar se contrataron los servicios de la empresa GTTA Servicios y Consultoría para la elaboración de un estudio de viabilidad del proyecto. El Ingeniero Forestal Erik Fernando Guillén fue quien realizó dicho estudio, junto con la colaboración del equipo de Geólogos del Mundo y AMUPROLAGO.

Para ello, nos desplazamos junto con el ingeniero al terreno, para que tome datos de pendientes, coordenadas GPS, accesos...

A continuación se le entrega toda la información necesaria para la elaboración del estudio de la que dispone AMUPROLAGO y además se contrata a un topógrafo para realizar el levantamiento topográfico y el mapa de pendientes del terreno, para así poder diseñar el centro de tratamiento.

A partir de ahí y con las constantes reuniones entre el ingeniero, el equipo de Geólogos del Mundo, ASIDE, ESNACIFOR y el personal de AMUPROLAGO, vamos acordando las características que debe presentar el proyecto hasta tener el informe completo.

El estudio realizado por el Ingeniero Erik Fernando Guillén para el Centro de Tratamiento de residuos sólidos del municipio de Santa Cruz de Yojoa, se adjunta en el **Anexo IV** de este mismo informe.



Erik Guillén durante una de sus visitas al terreno

Levantamiento topográfico del terreno



5.2 . ESTUDIO GEOTÉCNICO:

Con el objetivo de conocer mejor el solar en el que queremos construir el centro de tratamiento y obtener las permeabilidades del terreno, así como saber que materiales son los que lo componen, contratamos los servicios de la empresa GEOTEC S de R.L. para llevar a cabo un estudio geotécnico en el que se realizarán varias perforaciones y de este modo conseguir los parámetros necesarios para caracterizar nuestro terreno.

Durante los trabajos de campo se llevaron a cabo dos perforaciones en donde se realizaron ensayos de permeabilidad a 3 y 6 m en cada uno de los pozos. De las muestras tomadas durante la perforación se realizaron ensayos para caracterizar los materiales existentes en nuestro solar. Una vez finalizadas las perforaciones y las permeabilidades, se procede a entubar los pozos y cerrarlos para posteriormente medir los niveles piezométricos existentes.

A la vez que se realizaban las perforaciones, se excavaron con la ayuda de una retroexcavadora, varias calicatas para comprobar la homogeneidad del terreno. Durante la ejecución de las calicatas se observó que el terreno era homogéneo en todos los puntos de ensayo.

Este estudio nos mostró que los materiales que forman el subsuelo de nuestro solar corresponden en su mayor parte a arenas limosas de baja plasticidad y también baja permeabilidad, lo cual son condiciones favorables para el proyecto que tratamos de desarrollar.

Además, una vez terminados los trabajos de campo y habiendo dejado reposar los pozos, nos disponemos a tomar medidas de los niveles piezométricos. Durante estas medidas, no hemos encontrado agua en ninguno de los dos pozos perforados, lo cual nos indica que en nivel freático no se encuentra próximo a la superficie y por tanto no será un inconveniente a la hora de construir las infraestructuras.

El informe correspondiente a este estudio geotécnico se encuentra adjunto en el Anexo V.



Trabajos de campo realizados: A la izquierda, una calicata y a la derecha una perforación.

5.3 . DIAGNÓSTICO AMBIENTAL CUALITATIVO:

Una vez completados los estudios descritos en los apartados anteriores, nos disponemos a realizar un Diagnóstico Ambiental Cualitativo (DAC), para el cual contratamos los servicios del Ingeniero Agrónomo Juan Hernández y junto con el cual, comenzamos un proceso de socialización con las comunidades más cercanas al terreno donde se emplazará en centro de tratamiento. Cabe destacar que para obtener el permiso ambiental que nos dejaría construir el centro de tratamiento, la población debe estar de acuerdo con el proyecto y apoyarlo. Por ello es de gran importancia transmitirles la necesidad del proyecto y los beneficios que generará en las comunidades de la cuenca.

Para estas socializaciones, reunimos a todos los líderes de las comunidades y por nuestra parte, juntamos a todos los representantes de las instituciones implicadas en el proyecto que se va a ejecutar para resolver cualquier duda que se pueda plantear por parte de la población.

Las comunidades que participaron en la socialización del proyecto fueron:

- La Guama.
- El Bambú.
- Santa Elena.

Una vez realizadas las reuniones con las comunidades y con una gran acogida por parte de sus habitantes hacia el proyecto que les presentábamos, el Ingeniero Juan Hernández elaboró un informe con toda la información existente sobre el proyecto para así presentar la propuesta a la Secretaría de Recursos Naturales (SERNA) y tramitar el permiso ambiental. Este informe se encuentra en el **Anexo VI**.



Fotografías de las socializaciones realizadas

6. ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO YOJOA:

Durante nuestra estancia en el lago Yojoa, hemos llevado a cabo muestreos periódicos para determinar la calidad de las aguas y tratar de relacionar los focos de contaminación existentes en la cuenca con dichos resultados.

Estos muestreos se han llevado a cabo de diversas formas. En ocasiones hemos utilizado únicamente una sonda multiparamétrica para evaluar las diferentes medidas registradas. En otras giras hemos realizado, además del registro con la sonda, una toma de muestras para realizar unos análisis más completos en el laboratorio de la FHIA en la Lima.

Cabe destacar que se han realizado comparaciones entre los datos registrados por la sonda y los resultados obtenidos en el laboratorio y existen ligeras diferencias. No obstante, por lo general, estas variaciones entran dentro de un rango de tolerancia para la validez de estos resultados. En algunas ocasiones, se han observado resultados erróneos por parte de la sonda, que pueden ser debidos a la poca profundidad donde se tomaron algunas de las muestras o a la existencia de gran cantidad de algas, las cuales podrían disminuir la precisión de medida de la sonda.

Además de tomar muestras en el lago, en diversos muestreos hemos ampliado la zona de estudio, incluyendo también las quebradas que van a desembocar en el lago Yojoa por su parte oriental.

También se han llevado a cabo investigaciones, junto con la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), sobre las algas existentes en el lago debido a su gran proliferación en determinadas épocas del año. Una vez finalizado nuestro proyecto, ESNACIFOR continúa con los estudios sobre este aspecto y para la segunda etapa de este mismo proyecto, ya tendremos los informes correspondientes.

Así mismo, hemos colaborado con ESNACIFOR en la realización de batimetrías, con el fin de comprobar la tasa de sedimentación que está sufriendo el lago, dado que por los datos que se tienen de estudios anteriores, la profundidad del lago ha disminuido considerablemente en los últimos años. No obstante, estamos pendientes del tratamiento de los datos recopilados durante las giras de campo, para obtener las correspondientes conclusiones, que será en la segunda etapa del proyecto.

Durante los muestreos, se ha observado que en general, los valores obtenidos entran dentro de los parámetros mínimos de calidad del agua, excepto en el caso de los análisis microbiológicos, donde existe una clara contaminación por bacterias. Esto puede deberse a la ausencia o mala calidad de las instalaciones sanitarias en las comunidades, así como en los hoteles y restaurantes de la zona. También puede causarse por la presencia de ganaderías en las orillas del lago, lo cual afectaría a estos parámetros si no existe una buena gestión de los residuos generados por los animales.

Cabe destacar, que en los muestreos realizados en las quebradas que van a desembocar al lago, el nivel de bacterias es superior al encontrado posteriormente en el lago. Esto podría deberse a que durante su trayecto a través del río, van concentradas, por el aporte de las comunidades y las actividades realizadas en sus orillas y una vez en el lago, se produce una difusión de esta contaminación y se rebajarían sus valores.

Se puede observar en los gráficos que se presentan en la parte final de este mismo informe, que en las desembocaduras de las quebradas al lago, es donde se encuentran por lo general, los valores más altos de este parámetro de contaminación microbiológica, por lo que podemos concluir que todas las actividades que se realizan a las orillas del lago, tienen un gran impacto en la calidad de las aguas del lago Yojoa.

La temperatura media del lago a lo largo de los muestreos realizados se estima en unos 26° C y su pH se encuentra en 7,7 de modo que se trata un medio moderadamente básico, lo cual implica presencia de Carbonato cálcico, que puede deberse a la existencia de formaciones compuestas de materiales carbonatados (Calizas), muy frecuentes en la zona.

Se han detectado amplias variaciones en los valores de Oxígeno disuelto, lo cual puede deberse a la proliferación de las algas que se han detectado en determinadas épocas durante los ensayos. No obstante, los valores de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) los cuales nos indican la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos, no son muy altos, lo cual implica que no se agota rápidamente el oxígeno por competitividad entre los organismos existentes en el lago.

Los valores registrados de Nitratos y Fosfatos, los cuales corresponden a los nutrientes que más influyen en la eutrofización de las aguas, ha sido bajos, de modo que parece no ser un problema actualmente en la calidad del agua. De todos modos, cabe destacar que los vertidos humanos aceleran en gran medida este proceso de eutrofización y por tanto es muy importante controlar todas las actividades que desencadenen este tipo de contaminación, como sería el caso de las ganaderías, actividades agrícolas, los vertidos urbanos y la cría de peces dentro del lago.

Además de estos valores registrados por el equipo de Geólogos del Mundo, se está colaborando con ESNACIFOR para realizar un estudio más exhaustivo de los nutrientes presentes en el lago, del cual tendremos resultados en la segunda etapa del proyecto.

A continuación se muestran algunas imágenes de los muestreos realizados:



Muestreo de Quebradas



Recogida de Lechugas

Estudio de la eutrofización del lago Yojoa.



Toma de muestras en el Lago Yojoa



Batimetría del lago Yojoa.



7. SENSIBILIZACIÓN

7.1 CAPACITACIONES:

Durante la ejecución del proyecto se ha dado mucha importancia tanto a la socialización de las actividades realizadas en el mismo, como a las capacitaciones en temas medioambientales.

Las capacitaciones las ha llevado a cabo Oscar Martínez, nuestro promotor social, el cual preparaba diferentes talleres sobre temas muy importantes para la conservación del medioambiente, como son:

- Reciclaje.
- Tipos de contaminación y Contaminación de aguas.
- Cambio Climático.

Estos talleres, han sido impartidos a gran parte de la población aledaña al lago Yojoa, incluyendo a todas las comunidades posibles que conforman la cuenca, así como a las escuelas y a los hosteleros de la zona.

En general, la acogida de estas capacitaciones ha sido muy buena por parte de la población y durante todo el proceso, las propias comunidades nos han ido aportando ideas de temas en los que creen que necesitan formarse, así como nuevos lugares donde proseguir con esta labor.

Se ha observado un gran compromiso por parte de la población con respecto a la protección del lago y a tomar medidas para luchar contra el deterioro que está sufriendo a causa de las actividades humanas.

A pesar de que la presencia del Equipo de Geólogos del Mundo ha sido hasta Mayo, el promotor social, ha seguido con esta labor hasta Julio, dado que existe una gran necesidad en este aspecto y es una gran cantidad de población la que se debe capacitar.

En el **Anexo VIII** se encuentran los informes de nuestro promotor social Oscar Martínez, sobre estos talleres y capacitaciones.

A continuación se muestran algunas imágenes de estas capacitaciones:



Imágenes de diversas capacitaciones que se han impartido en la cuenca



Imágenes de diversas capacitaciones que se han impartido en la cuenca

7.2 DOCUMENTAL MEDIAMBIENTAL:

Con el fin de concienciar a nivel Nacional a la población Hondureña sobre la necesidad de salvar en único lago de agua dulce existente en el país, se decidió por parte de todos los implicados en el proyecto (Geólogos del Mundo, AMUPROLAGO, ESNACIFOR; ASIDE y la Cámara de Comercio) realizar un documental sobre el lago Yojoa, donde se resaltara su belleza y los lugares más emblemáticos de la zona. Para ello, se contó con la colaboración del cantautor hondureño Guillermo Anderson, el cual durante toda su carrera ha mostrado una gran sensibilidad hacia la conservación del medio ambiente.

Para aumentar la socialización de esta actividad, se organizó una rueda de prensa, en la que se invitó a todos los medios de comunicación posible, para que toda la población conociera el proyecto en ejecución.



Rueda de prensa para la presentación del documental

Comenzamos con la filmación, junto al equipo de la productora Música del Sol, grabando los lugares más representativos de la cuenca para luego elaborar el documental con las mejores imágenes captadas durante estas giras de campo.



Filmación en el lago con Guillermo Anderson



Fotografías de algunos de los lugares donde se tomaron las imágenes para el documental

Guillermo Anderson compuso una canción sobre el lago (**Lago de Yojoa, corazón de Honduras**) para incluirla en el documental y de esta forma, captar más la atención del público sobre el mensaje que queremos transmitir.

El documental, aún se encuentra en la etapa de producción, dada la cantidad de material que se recogió durante las giras de campo. No obstante, ya está casi finalizado, de modo que en la segunda etapa del proyecto se llevará a cabo una presentación en la que se invitará de nuevo a la prensa, para dar a conocer el trabajo finalizado y repartir los DVDs con el documental para que se pueda reproducir libremente y todo el mundo pueda conocer lo que ofrece el lago de Yojoa para las personas que lo quieran visitar, sin olvidarnos del mensaje de turismo sostenible con el medio ambiente.

8. CONCLUSIONES:

De los estudios llevados a cabo en la cuenca y en el lago Yojoa, se ha llegado a la conclusión de que se está sometiendo a una gran presión de naturaleza antrópica a este medio natural. No obstante, las consecuencias actuales no son muy graves, pero esto no implica que no exista la necesidad de protegerlo, dado que si continúan las acciones que repercuten hoy en día de forma negativa en el lago y si no se aplica alguna medida para controlar esta presión, se pondrá en peligro todo el ecosistema, con los correspondientes impactos que se generarán en las comunidades, dado que la mayor parte de la población de la cuenca, depende económicamente de sus actividades relacionadas con el lago como son la pesca, el turismo, la hostelería, la cría de Tilapia...

Son abundantes los basureros ilegales que se encuentran a lo largo de la cuenca, lo cual constituye un claro foco de contaminación para el lago. Además los basureros legales, en su mayor parte, no cumplen con las medidas de seguridad mínimas para asegurar que no se encuentran afectando negativamente a la calidad de las aguas tanto del lago Yojoa, como de los acuíferos existentes en la zona.

Es importante resaltar, que existen estudios pendientes sobre el lago Yojoa, que se están desarrollando y que una vez finalizada la segunda etapa de este mismo proyecto, se tendrá una mayor cantidad de información para concretar más las conclusiones.

Se espera que con la ejecución de este proyecto “ Programa para la regeneración Medioambiental del lago de Yojoa” se ayude a disminuir la presión a la que se está sometiendo al lago, dado que para ello se está trabajando en la instalación de un centro de tratamiento de residuos sólidos basado en el reciclaje que hará que desaparezcan los basureros ilegales y que exista una adecuada gestión de los residuos, lo cual disminuirá los focos de proliferación de animales transmisores de enfermedades y de este modo, mejorará la calidad de vida de la población.

Por medio de los resultados de los muestreos, se ha detectado una alta contaminación por bacterias, siendo ésta más alta por lo general, en las desembocaduras de las quebradas, lo cual indica que esta contaminación se produce por las actividades humanas realizadas en las orillas de los ríos y por una mala gestión de las aguas negras. Por ello, se apoyó con este proyecto a diversas comunidades en la construcción de letrinas y en los últimos análisis de las aguas se ha visto un descenso en la cantidad de contaminación por bacterias, lo cual nos confirma esta teoría.

Existe un gran desconocimiento por parte de la población de la cuenca del lago, sobre el estado real del mismo, así como de las actividades que repercuten negativamente en su estado natural y lo que es más importante, que medidas puede tomar la población para evitarlo. Por ello, es fundamental continuar con el proceso de capacitación y concienciación medioambiental para que la gente pueda tomar decisiones adecuadas a la hora de gestionar sus propios recursos.

Es muy importante que la población de la cuenca del lago Yojoa tenga claro que ellos son los máximos responsables de la salud del lago y que aún están a tiempo de tomar medidas para protegerlo de sus propias acciones.

9. BIBLIOGRAFÍA:

AMHON-PRODEMON, Diagnóstico Biofísico Y Socioeconómico De La Zona Centro Prodemhon, Cooperación Española, Estudios, Proyectos y Planificación, S.A. 2002.

AMUPROLAGO, Plan de manejo Cuenca del Lago de Yojoa 2003-2008. Carla Riveras, ESA consultores, ed. Ing. René Aldubín Gálvez Rodríguez, Ing. Raquel Rodas Programa el Cajón, 2003.

COPECO, SAG-MARENA. Sistema de Alerta Temprana e Identificación de Obras para la Mitigación de Desastres ante la amenaza de Deslizamientos en la Subcuenca Yojoa” realizado por GATESA, pp 199, 2006.

Bautista Marvin, 2007, Principales actividades ambientales, presentación Jornada Limnológica Aguas Limpias Aguas Productivas 2007.

Home G. S., Clarke G.S., Pushkar P., Pre-Cretaceous rocks of northwestern Honduras: Basement terrane in sierra de Omoa. The America Association of Petroleum Geologists Bulletin 60: 566-583

Leopold, L.B.; Clarke, F.S.; Hanshaw, B. Et Al. A Procedure For Evaluating Environmental Impact. Washington: U. S. Geological Survey 13p. (Circular 645). 1971.

McBirney A.R., Williams H. Volcanic History of Honduras, University of California Publications in Geological Sciences, Vol. 55. Berkeley: University of California Press.

Mills, R. A., Hugh, K. E., Feray, D. E., and Swolfs, H. Mesozoic stratigraphy of Honduras: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 51, p. 1711-1786. 1967.

Rogers, R. D., 2003, Jurassic-Recent tectonic and stratigraphic history of the Chortis block of Honduras and Nicaragua (northern Central America), The University of Texas at Austin, Ph. D. dissertation, 289 p.

SAG-MARENA, Plan De Manejo Integrado De Los Recursos Hídricos De La Subcuenca Del Lago De Yojoa, ESA, 2006 (PMI RRHH LY).

CATIE, Análisis del Contexto Territorial y plan de gestión fr los recursos naturales de La Subcuenca del Lago de Yojoa, SAG MARENA, Tegucigalpa, Honduras, 2003.

Vaux P.D., Baepler D.H., Jennings R.D., Soden D.I., Galvez E., Discua J., USAID, Una evaluación ambiental del Lago de Yojoa y su cuenca tributaria, p 124, 1993.

Dr Paul R. House, Diagnóstico Ambiental del lago Yojoa, Honduras, 2002.

Koritzza Gómez, Inventario de atractivos turísticos del lago Yojoa, AMUPROLAGO 2006

Geólogos sin Fronteras, Estudio Hidrogeológico y Ambiental de la cuenca del lago Yojoa, Honduras, 2007.