

**MEMORIAS 2008  
CONGRESO NACIONAL  
DE ADMINISTRACIÓN Y  
TECNOLOGÍA PARA LA  
ARQUITECTURA, INGENIERÍA  
Y DISEÑO**

**7**

**LA ARQUITECTURA COMO  
VALOR SOCIAL.  
ESTUDIO DE CASO PARA UN  
DISEÑO SUSTENTABLE EN LA  
REGIÓN DE LOS TUXTLAS**

**Arq. Tomás Enrique Sosa Pedroza**



## LA ARQUITECTURA COMO VALOR SOCIAL. ESTUDIO DE CASO PARA UN DISEÑO SUSTENTABLE EN LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS

Arq. Tomás Enrique Sosa Pedroza

tesp@correo.azc.uam.mx

U. A. M.-Azc.

### INTRODUCCIÓN

El caso de estudio por presentar es consecuencia de un trabajo de investigación desarrollado durante dos años y que tiene fuertes implicaciones en el entorno social donde se encuentra ubicado. La región de los Tuxtlas en el Estado de Veracruz es el sitio donde se localiza nuestro caso de estudio, la cual posee condiciones normativas sumamente estrictas por estar ubicada dentro de una reserva protegida por el gobierno federal, generando que las condiciones en la generación de las fuentes de ingreso de los grupos sociales que la habitan, estén igualmente acotadas.

Nuestro trabajo de investigación intitulado “La Arquitectura como valor social. Estudio de caso para un diseño sustentable en la región de los Tuxtlas” es producto de un esfuerzo multidisciplinar que ha involucrado a actores con diferentes formaciones profesionales, todos ellos miembros de la comunidad U. A. M.

- Programa interdisciplinario para un desarrollo sustentable en los Tuxtlas e Ixhuacan (PIDESTI)
- Grupo de investigación administración para el diseño
- Alumnos del curso regular de la unidad de enseñanza y aprendizaje taller de diseño i de la carrera de arquitectura
- Alumnos de servicio social de diferentes carreras
- Mtro. Rubén Vilchis Salazar
- Mtro. Luís Rocha Chiu

Las ya mencionadas condiciones sociales, económicas y normativas de la región y los trabajos de exploración previa realizados, nos condujeron a establecer objetivos para nuestra investigación estrictamente acotados hacia un producto arquitectónico con tendencias sustentables:

*“Desarrollar una propuesta específica de diseño arquitectónico, destinada a la construcción de un hotel-albergue ubicada en la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas, que sea integral, ecológica, adaptable a las circunstancias de uso y climáticas existentes en la zona y con condiciones de costo mas adecuadas, y a su vez, alentar la gestión ambiental de las comunidades de la Reserva a través de la participación activa de los jóvenes estudiantes de Arquitectura, mediante propuestas que sean viables de ser construidas”*

El proyecto de hotel ecológico propuesto en este ejercicio de investigación tiene igualmente variadas metas por lograr, tanto sociales, académicas, económicas, de vinculación, etc.

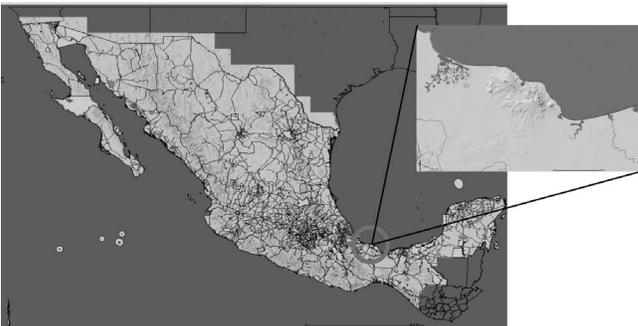
- La necesidad urgente de crear conciencia en el futuro usuario sobre el tema de la conservación de los recursos naturales existentes en nuestro país.
- La necesidad de generar productos arquitectónicos con tendencia sustentable
- La necesidad de proponer sistemas constructivos vernáculos, en base a materiales locales no industrializados.
- La necesidad de proponer eco-tecnias de confort.
- La necesidad de proponer eco-tecnias de ahorro, aprovechamiento y reciclamiento de los recursos naturales.
- Impulsar al ecoturismo como una alternativa orientada hacia el desarrollo integral de las comunidades a través de un enfoque multidisciplinario.
- Desarrollar una propuesta de diseño arquitectónico integral, que contemple el diseño de proyectos arquitectónicos ecológicos mediante el uso de técnicas bioclimáticas y de eco-tecnias alternativas, derivadas de los recursos materiales aprovechables del sitio, con edificaciones adaptables a las circunstancias climáticas de la zona, en condiciones de costo más adecuadas.
- Proveer a los habitantes de las Comunidades de Montepío y los Órganos de una opción de desarrollo económico apoyadas en la actividad turística.

Para efectos de nuestras propuestas arquitectónicas, para el estudio de caso, tomamos al concepto de desarrollo sustentable propuesto en el informe de la “Cumbre de la Tierra las Naciones Unidas en Río de Janeiro, Brasil”, llamado Informe Bruntland.

*“Aquel **desarrollo** que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”.*

## CONTEXTO DE SITIO

La Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas, que es el nombre con el que se oficializó la expropiación de la zona, es una zona protegida por el gobierno federal y administrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP por sus siglas, se encuentra ubicada en la parte sur del Estado de Veracruz entre las coordenadas 17° 30´ 00´ y 29° 30´ 00´´ y abarca los municipios de Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Montepío, Catemaco, Sontecomapan, Mecayapan, Tayalhuacan de Juárez y Pajapan, en una extensión total de 155,122 has en sus tres zonas, núcleo, amortiguamiento y de impacto.



Los antecedentes de la región como área protegida se inician en el año de 1937 cuando es publicado el decreto en donde se establece a la región como Zona Protectora Forestal, Veda de la Cuenca Hidrográfica del Lago de Catemaco. A partir de este año se sucedieron una serie de eventos legales que incidieron en la Zona:

- En el año de 1967 la UNAM establece en la reserva la Estación Biológica Tropical “Los Tuxtlas” con el objetivo de realizar trabajos de investigación y de protección de la selva. Actualmente posee 640 Has. para este objeto.
- A principios del año de 1979 se establece por decreto presidencial la Zona Protectora Forestal y refugio de la fauna de la región conocida como Volcán de San Martín, con el objetivo de detener los procesos de deforestación que eran acelerados hasta antes de esa fecha.
- En el año de 1980 se anexa a este esquema normativo la región conocida como la Sierra de Santa Marta, conformada por 83 000 Has.
- Los parques ecológicos, de propiedad particular, Nanciyaga y La Jungla son abiertas al público con fines educativos y recreativos a través de las tendencias ecológicas.
- La Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas se establece formalmente en el año de 1998.

La reserva es normada, como todas las demás áreas protegidas por el gobierno federal a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, fundamentalmente, la cual somete a la región a regímenes especiales de protección, restauración y conservación, otorgándole una especial atención para su investigación y conservación de sus ecosistemas, por su gran biodiversidad existente. Está localizada a una altura sobre el nivel del mar de 17000 mts., tiene categoría de selva tropical y es considerada como la zona selvática ubicada más al norte del hemisferio.

Algunos datos propios de la Reserva:<sup>1</sup>

**Superficie:** 155 122 Ha.

**Municipios integrantes:** 7

**Se divide en 2 zonas:** Zona núcleo y Zona de amortiguamiento

**Eco-región:** Bosque de pino-encino, bosques húmedos de Tehuantepec, bosque mesófilo.

**Características:** notable diversidad de especies animales. Representa el límite boreal extremo de la selva tropical en el continente americano.

**Vegetación:** Hasta 15 tipos, es uno de los últimos reductos de selvas húmedas en el país.

La Reserva proporciona una serie de servicios ambientales, sustento de una buena parte de las actividades productivas y de la población de la región, entre ellos:

- Mantiene el balance hidrológico alrededor de la reserva, a nivel regional y del sur de Veracruz.
- Regula el clima, al mantener temperaturas estables propicia condiciones favorables para una alta precipitación pluvial durante todo el año.
- Captura el carbono, al ser la superficie forestal de mayor tamaño ubicada frente a las costas del Golfo de México y cercana a ciudades industriales como Minatitlán, Coatzacoalcos y Veracruz.

---

1. INFORME ANUAL DE PIDEСТИ UAM-Azc 2008

- Conjuga culturas, tradiciones y costumbres indígenas y criollas para el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales (CONANP, 2006:10). Es una zona importante desde la perspectiva arqueológica, histórica y cultural.
- Genera ingresos económicos a través del valor de su paisaje natural.
- Genera ingresos por el uso de la zona de la industria fílmica nacional y extranjera, debido al paisaje natural.

### AVANCES DEL PROYECTO

Bajo estas condiciones existentes en la Zona de la Reserva, tanto físicas como de normatividad, fue necesario aplicar en el programa arquitectónico del caso de estudio, una serie de consideraciones de diseño con el fin de satisfacer puntualmente las leyes y normas incidentes, principalmente Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Reglamento emanado de la misma.

De esta manera, nuestras propuestas para el planteamiento inicial de diseño, fueron enfocadas hacia la tendencia de sustentabilidad incluyéndose, tanto materiales como a sistemas constructivos, mismas que son resultado de exploraciones realizadas sobre arquitectura vernácula de la zona así como de trabajos varios de investigaciones y experiencias sobre arquitectura sostenible.

Así en el proyecto de la alumna Tanhya Hernández, que fue el ganador del concurso de diseño, fueron incluidas variadas eco-tecnias que permitirán resolver satisfactoriamente la problemática de normatividad sustentable. Tales propuestas son:

### BAÑOS SECOS

El sistema sustentable llamado baño seco cumple un doble propósito ecológico, el de ahorrar agua en los muebles sanitarios utilizados para esta fundamental necesidad humana y a la vez el darle un re-uso al los productos excrementes, y su incorporación al proyecto arquitectónico responde adecuadamente al Artículo 88 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

*Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios...*

Y en específico el inciso IV

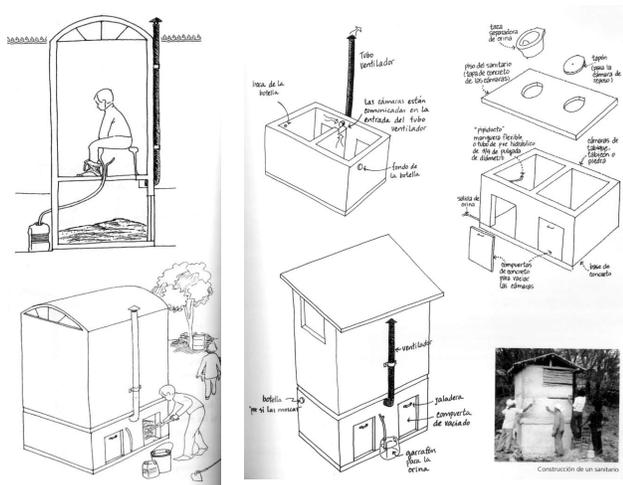
*La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.*

Los baños secos son una alternativa que consideramos absolutamente viable para la operación del hotel ecológico y que cumple a cabalidad con los objetivos planteados desde un principio en la realización de nuestro proyecto. Los sanitarios desecados, como mueble arquitectónico, es un procedimiento de transformación natural de los desechos orgánicos humanos en productos útiles

para otros usos, como pueden ser los sólidos convertidos en composta para abono vegetal, y a los líquidos desechados transformarlos en fluidos apropiados para el re-uso, como para el riego de los elementos vegetales, a través de humedales artificiales.

El sistema de baño ecológico, también conocido como letrina vietnamita, tiene antecedentes históricos originados en este país Asiático, porque los primeros esfuerzos de investigación fueron llevados a cabo por el Dr. Nguyen Duc que logró una primera aproximación en el año de 1958. El objetivo del Dr. Duc era el de buscar un procedimiento para el tratamiento ecológico y de re-uso de las excretas humanas en ambientes rurales y evitar enfermedades relacionadas con ellas mismas.

Consiste en la construcción, bajo el mueble sanitario, de cámaras de aislamiento en donde se separan los desechos sólidos de los líquidos. Las cámaras funcionan como deshidratadores de la excreta sólida y que mediante la captación solar y ventilación adecuada mantienen temperaturas adecuadas para evitar la generación de huevos de helmintos y el desarrollo de larvas de mosca. El almacenamiento del desecho sólido en las cámaras durante tres meses garantiza la desactivación natural de los elementos patógenos.



La recolección de desechos líquidos se hace en envases separados de los sólidos y se canalizan mediante mangueras conectadas al mueble sanitario, el desecho se canaliza por gravedad al envase porque se encuentra en la parte baja del mueble.

Actualmente el mueble sanitario es producido industrialmente y la separación de los desechos sólidos y líquidos se da a través del diseño ergonómico.

### HUMEDALES DE TRANSFORMACIÓN

Los llamados humedales de transformación es otra técnica sustentable que permite el re-uso del agua producto de las excretas líquidas humanas y los líquidos de desecho de las regaderas y la cocina. Esta eco-tecnia aplicada en el proyecto arquitectónico cumple con la imposición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que en el artículo 92 dice:

*Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su re-uso.*

El humedal de transformación de nuestro proyecto se encuentra localizado en el conjunto general en las partes bajas para aprovechar mediante tuberías, la canalización por gravedad de las aguas de desecho desde las áreas construidas que tienen estos servicios, como son las cabañas, la cocina, el restaurante y el área del albergue.

El vaso contenedor del humedal será construido con la técnica constructiva de ferro cemento, que consiste en unificar el trabajo estructural de una mezcla de cemento-arena con bajo contenido de agua y tela de gallinero. El vaso deberá de tener una profundidad mínima de 40 cms. y será rellenado con arenas de río y playa, gravas y rocas de tamaños variados.

El uso de los materiales pétreos cumple con la función de filtro natural para limpiar el agua de desechos y transformarse así en agua reutilizable en el riego y sembrado de árboles y plantas.

### **PANELES SOLARES Y COLECTORES SOLARES**

La implementación de dispositivos de aprovechamiento de la energía solar en el proyecto arquitectónico tiene dos motivos, su aprovechamiento como fuente de energía eléctrica y su aprovechamiento para generar agua caliente para uso de las zonas de regaderas, tanto en las cabañas como en el albergue. Ambas tecnologías se encuentran a disposición en el mercado local mediante equipos industrializados, los cuales pueden ser utilizados para dar mayor confortabilidad al usuario del hotel.

Los paneles para la transformación de la energía solar en energía eléctrica son de uso común en la zona de la Reserva, y pueden ser contemplados tanto en las manchas urbanas como en los ambientes rurales. Los sistemas llamados fotovoltaicos son sistemas experimentados desde hace 50 años y su aplicación práctica a través de equipos industrializados se inició en otros países en los años 80's del siglo pasado. Actualmente en México la tecnología se encuentra perfectamente asimilada encontrándose en el mercado nacional diferentes empresas que ofrecen equipos perfectamente confiables.

Un panel voltaico consiste en:

*Los Sistemas fotovoltaicos convierten directamente parte de la energía de la luz solar en electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente con silicio, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, el mismo material semiconductor usado en las computadoras. Cuando el silicio se contamina o dopa con otros materiales de ciertas características, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar. Los electrones son excitados por la luz y se mueven a través del silicio; este es conocido como el efecto fotovoltaico y produce una corriente eléctrica directa. Las celdas fotovoltaicas no tienen partes móviles, son virtualmente libres de mantenimiento y tienen una vida útil de entre 20 y 30 años.<sup>2</sup>*

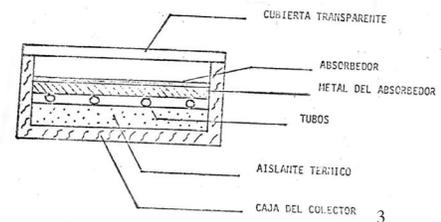
---

2. [www.conae.gob.mx/CONAE/CONA-606-fotovoltaica](http://www.conae.gob.mx/CONAE/CONA-606-fotovoltaica)

Los colectores solares son los otros equipos propuestos en el proyecto que tienen por objetivo el de transformar la energía solar en energía calorífica para el calentamiento de agua. Los colectores propuestos para las cabañas y el albergue son equipos que pueden ser fabricados en obra porque en la Reserva se disponen de los recursos necesarios, tanto materiales como de mano de obra.



Los colectores propuestos son los del tipo plano, que consisten en cajas metálicas con cubierta transparente y que en su interior se alojan tuberías de cobre a manera de serpentín por donde circula el agua, colocados sobre una capa de aislante térmico como puede ser fibra de vidrio o placas de poliestireno. El diseño específico es variable en dimensiones según sea el caso de ubicación en las cabañas o en el albergue.



### ESTUFA ECOLÓGICA AHORRADORA DE LEÑA

En la cocina del restaurante se propone, dentro del proyecto arquitectónico la construcción de una estufa construida con materiales naturales del sitio, que trabaje con la leña para aprovechar la abundancia de recursos de madera producto de la recolección de ramas y árboles caídos naturalmente, de la zona.



De trabajos de investigación de este tipo de estufas, se tienen dos tipos de estufas ahorradoras de leña oficializadas por la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), las llamadas LORENAS (lodo y arena) y PATSARI (lo que guarda) de las cuales se tomó como base la LORENA por ser mas dinámica en su diseño.

Actualmente un alumno de diseño industrial José Maya se encuentra desarrollando una estufa ahorradora para el proyecto del restaurante, que podrá ser construida con materiales propios de la zona.

Al igual que en el proyecto ejecutivo se propusieron sistemas constructivos con enfoque sustentable, se plantea para la construcción de la obra la aplicación de materiales y elementos de construcción

3 IMAGEN. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA Y ENERGÍA SOLAR 3.DPTO. DE MEDIO AMBIENTE. UAM-AZC.

4 IMAGEN. Maqueta de estufa.

igualmente sustentables, pero además que puedan ser obtenidos o fabricados en el mismo sitio de la misma obra. Así en las especificaciones del proyecto se han planteado los siguientes materiales vernáculos:

### **ROCA VOLCÁNICA**

El terreno de la edificación tiene una gran cantidad de roca producto de las diversas erupciones que históricamente se dieron en la zona debida al Volcán de San Martín, que como se recordará es el centro geográfico de la zona de la Reserva. La abundancia de este material en el terreno nos permite disponer de él en las cantidades necesarias para construir las cimentaciones de los edificios y algunos elementos estructurales en muros, según diseño.

Debido a que las cargas por compresión de las edificaciones no son altas, según diseño, estamos dando como un hecho que la roca tiene la suficiente capacidad de resistencia a la compresión como para soportar tales cargas del edificio, por lo tanto no es necesario realizar pruebas de laboratorio al material.

### **ADOBE**

El uso de material suelo mezclado con otros ingredientes naturales como arena, pasto, etc. para conformarlo en piezas resistentes para la construcción, se le llama adobe. Este material fue el escogido para la construcción de la obra del hotel ecológico, debido a sus características de resistencia, térmicas y de apariencia, además de ser mas económico en su fabricación que los tradicionales materiales llamados ladrillos (tabique de barro rojo recocido, block de concreto vibro comprimido, tabicón, etc.) y por su fácil elaboración en el sitio de la obra.

Al mismo tiempo que se elaboraba el proyecto arquitectónico, a la par se fueron realizando los trabajos de análisis del material arcilloso existente en la zona con el fin de comprobar la posibilidad de su uso como ingrediente principal del adobe para muros estructurales para las construcciones del hotel. Las pruebas mecánicas y de clasificación fueron realizadas en el laboratorio de materiales de la División de Ciencias Sociales de nuestra Universidad con la colaboración del alumno de la carrera de Ingeniería Civil, prestador de servicio social en PIDEСТИ, Juan Manuel Juárez Cruz. Para la realización de las pruebas se tomaron como referencia algunos documentos como <http://www.epsea.org/esp/index.html> o <http://www.uaq.mx/fcps/tribuna/325> que nos permitieron proceder paso a paso en estos muestreos.



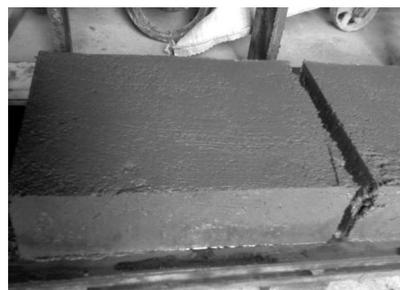
Preparación de los moldes



Vaciado en los moldes



Descimbrado de moldes



Hechura de probetas con agregados



Probetas listas para pruebas



Muro de adobe para probar

Los resultados finales de las pruebas mecánicas de los productos de adobe, nos indicaron que el material suelo, substraído del terreno del hotel ecológico es clasificado como limo orgánico lo cual quiere decir que la mezcla enriquecida con cemento no aumentará mucho mas las propiedades de las piezas de adobe.

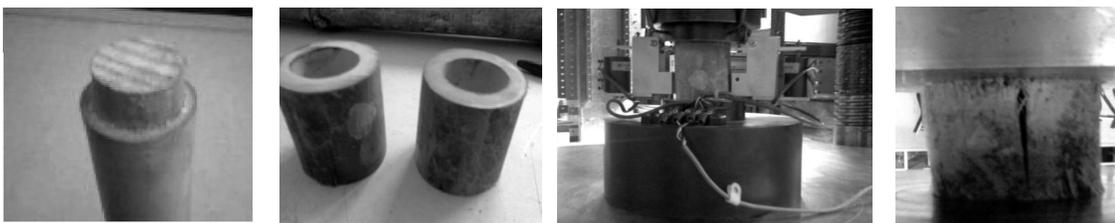
Con estos resultados nos dimos cuenta que la aplicación de las piezas de adobe para la construcción de los muros del hotel es perfectamente viable, faltando todavía realizar pruebas de verificación del adobe en sus características de confortabilidad.

**BAMBU**

La utilización de la planta llamada bambú como elemento estructural, para las construcciones del hotel ecológico, es otro material especificado al que se le están realizando pruebas en el laboratorio de estructuras de la Universidad. Tomando en consideración que el bambú como material de construcción tiene una tradición ancestral en otros países y otras culturas del mundo, sus cualidades técnicas como material de construcción, y considerando que esta planta es cultivada y explotada comercialmente en la zona de la Reserva, decidimos que era una buena posibilidad de material sustentable de construcción para nuestra propuesta arquitectónica.

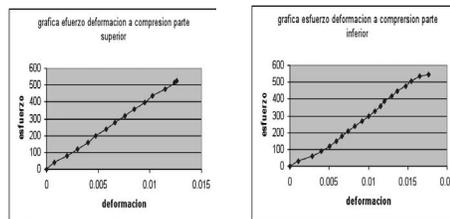
La planta bambú se clasifica como perteneciente a la familia de las gramíneas y a la subfamilia de las bambusoideas, que tiene características muy convenientes para nuestros propósitos como son; rápido crecimiento, ligereza, altamente resistente a la tensión y compresión, facilidad de manejo y calidez visual. De esta manera se decidió traer muestras del material cultivado en la zona para realizarle las pruebas pertinentes y tomar los resultados como punto de partida para el diseño estructural y arquitectónico.

Se utilizaron como base para sus estudios las normas ISO/TC N 165/313 de clasificación estructural y la norma ISO/TC165N314 para la determinación de las características físicas y mecánicas.



Probetas de bambú para pruebas de tensión y compresión

Pruebas de compresión



Gráficas de esfuerzo-deformación



Fallas de la probeta

Estos tres materiales analizados en el laboratorio de la Universidad, según los resultados obtenidos en cuanto a; resistencia, apariencia, elasticidad, etc., cumplen plenamente con las expectativas planteadas en el proyecto inicial.



## CONCLUSIÓN

A la fecha nuestro esfuerzo de investigación llamado “La arquitectura como valor social. Estudio de caso para un diseño sustentable en la región de los Tuxtlas” ha tenido los resultados antes expuestos, los cuales nos han permitido confirmar las hipótesis iniciales planteadas en el proyecto de investigación. El uso de materiales regionales y el acopio de las técnicas constructivas, vernáculas de la región de la Reserva, nos darán, en el resultado final de la construcción, valores muy altos de confort, costo y apariencia arquitectónica.

A partir de aquí, los siguientes pasos a proceder consistirán en ejecutar lo planteado teóricamente en el proyecto ejecutivo para construir un prototipo de edificación, (en base a los sistemas trazados) que pueda ser utilizado por los habitantes de la zona de la Reserva, cuyos resultados serán notificados en los siguientes esfuerzos que el grupo de Investigación realizará a futuro. Muchas gracias.

