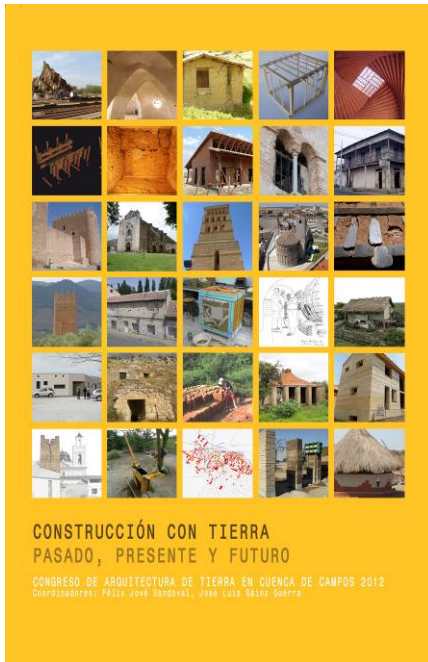




Construcción con Tierra Pasado, presente y futuro

Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2012.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra.

ISBN: 978-84-616-3485-9

D.L.: VA 257-2013

Impreso en España

Abril de 2013

Publicación online.

Para citar este artículo:

Alarcón, J; Carballo, J; Bravo, N; "PROYECTO ACADÉMICO "UAM XOCHIMILCO- LAS ÁNIMAS" ARQUITECTURA DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL: TIERRA ESTABILIZADA" En: *Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2012*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 317-328. Disponible en internet: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2013/31in-alarcon.pdf>

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

PROYECTO ACADÉMICO “UAM XOCHIMILCO- LAS ÁNIMAS” ARQUITECTURA DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL: TIERRA ESTABILIZADA

IX Congreso de Tierra en Cuenca de Campos, Valladolid, 2012

Autor: Arq. Juan Ricardo Alarcón Martínez
juanricardoam@yahoo.com.mx

Autor: Mtro. Juan Manuel Everardo Carballo Cruz
carballo@correo.xoc.uam.mx

Autora: Arq. Noemi Bravo Reyna
pancoupe@hotmail.com

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco UAM X

PALABRAS CLAVE: construcción con tierra, docencia, impacto

Resumen

Desprendiéndose del Plan Institucional Hacia una Universidad Sustentable de la Universidad Autónoma Metropolitana UAM, en el campus Xochimilco se desarrolla el Plan Ambiental hacia una UAM-X Sustentable, que tiene como objetivo hacer que la cultura sustentable se convierta en un cimiento para la operación, investigación, enseñanza y difusión de la cultura en la Unidad, a través de la generación de una cultura de respeto, rescate y cuidado del entorno. Actualmente se desarrolla el Plan Rector del Proyecto Académico “UAM X- Las Ánimas Tulyehualco” con la pretensión de integrar estos conceptos.

El objetivo institucional del Proyecto es, que las tres divisiones académicas de la Unidad, trabajen en respuesta a necesidades reales de las comunidades circundantes, transmitiendo el conocimiento sustentable.

En el caso de la División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD) corresponde de inicio el desarrollo del Plan Rector, considerando como base la aplicación de tecnologías de bajo impacto ambiental y sistemas pasivos de climatización con la finalidad de reducir la huella ecológica de las instalaciones a construir, el uso de energías renovables y sistemas de aprovechamiento de agua. Los objetivos académicos en el Proyecto son: experimentar en

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

el desarrollo y perfeccionamiento de tecnologías aplicadas a sistemas de construcción con tierra estabilizada, evaluar sistemas constructivos manufacturados actuales así como proponer y experimentar sistemas alternos, además, monitorear los prototipos fabricados con los sistemas en mención para evaluar la factibilidad de su uso y aplicación en elementos verticales, experimentando con bloques de tierra comprimida de forma regular, bloques de tierra comprimida machihembrados, tapias de sección regular y sección variable, así como en elementos horizontales como sistemas de entepiso: bóvedas en sus diferentes variantes y superficies regladas; así también el desarrollo de instrumentos didácticos para la enseñanza y reproducción de estas tecnologías constructivas con el fin de promover proyectos sostenibles, en un futuro mediano educar y capacitar a la comunidad en general en su aplicación.

En este momento las instalaciones para el CyAD y las complementarias de las otras divisiones se encuentran en la fase de planeación, aunque se proporciona servicios a la comunidad de manera paralela. El primer ejercicio de investigación no fue en respuesta directa a una demanda social, respondió a un compromiso adquirido por el Dr. Francisco Javier Soria López y el Dr. Luis Fernando Guerrero Baca al convenio de colaboración entre la Asociación Nacional de Fabricantes de cal (ANFACAL) y la UAM X que tiene como fin el desarrollo de materiales constructivos de tierra aplicados al diseño de estructuras contemporáneas como para la intervención de edificios patrimoniales, acción que se desarrolló en 2010.

La segunda experiencia en este espacio la llevamos a cabo atendiendo la demanda de una agrupación de comunidades rurales conformada por huicholes del estado de Jalisco y de mazahuas del estado de México en la zona occidente y centro del país respectivamente. La solicitud consistió en un taller de “capacitación para la ejecución de cubiertas monolíticas autoportantes que puedan autoconstruirse utilizando tierra y un mínimo de material estabilizante y acero de refuerzo”.

Se utilizó la estructura construida por los académicos anteriormente mencionados quienes siguiendo la primera propuesta del Plan Rector iniciaron la construcción de un módulo experimental, desplantado en una superficie rectan-

gular de 50.00m² (10.00 m x 5.00 m), construida con bloques de tierra comprimida (BTC) hechos en sitio para muros manufacturados; después de hacer algunas inspecciones oculares y evaluar el estado de la estructura, se decidió aprovechar la cimentación y parte de los muros que presentan condiciones de estabilidad para soportar la cubierta; el resto de los muros necesarios se construyó a base de suelo-cemento con un cerramiento rectangular de concreto reforzado para el desplante de la cubierta.

Ponencia

Antecedentes

El Plan Ambiental hacia una UAM X Sustentable En respuesta al compromiso de promover y construir una cultura universitaria sustentable por la UAM ante la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) a nivel general se inicia el Plan Institucional hacia la Sustentabilidad (PIHASU) de la UAM, dentro del cual se abre una convocatoria para estructurar el Plan por una Unidad Xochimilco Sustentable, que se desarrolla bajo la premisa de que una universidad sustentable es aquella que genera conocimientos humanistas, científicos, tecnológicos y artísticos que incluyan, desarrollo de tecnologías ecológicamente sanas, económicamente rentables y socialmente aceptables entre otros; con el propósito de convertir el modelo de la sustentabilidad en un cimiento para la operación, investigación, enseñanza y extensión de la cultura del campus Xochimilco, al interior de la unidad; con estas bases conceptuales se ha establecido 44 convenios relativos al medio ambiente y desarrollo sustentable, 40 de carácter nacional y 4 de índole internacional; dentro de los cuales está el proyecto académico Las Ánimas Tulyehualco que tenía como objetivo principal ofrecer asesoría y capacitación a los productores agropecuarios del sur del Distrito Federal, posteriormente se amplió el espectro de atención y se ofrecen consultas médicas humanas y veterinarias a especies menores por parte de la división de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS), de atención y apoyo psicológico por parte de la división de Ciencias Sociales y Humanidades (CSH). Actualmente y en consecuencia al primer Plan de Desarrollo Institucional 2011-2024 (PDI) se da la posibilidad de que la división de CyAD pueda ofrecer servicios comunitarios con una visión sustentable a través de la licenciatura en arquitectura.

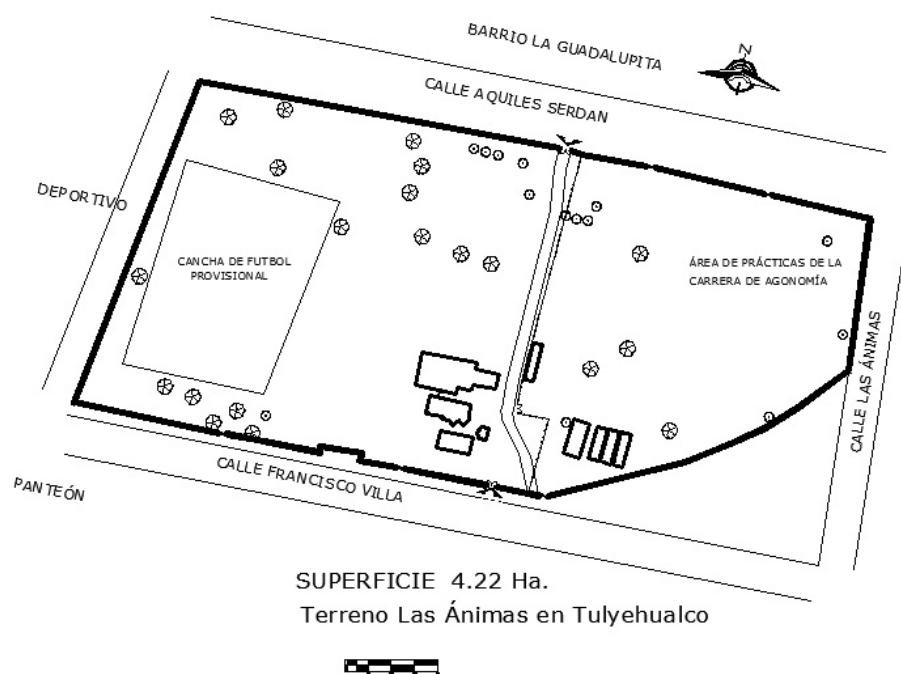


Fig. 1.- Plano de conjunto estado actual de "Las Ánimas-Tulyehualco"

El Proyecto UAM X – LAS ÁNIMAS

El proyecto Las Ánimas es una extensión de la unidad Xochimilco donada por el gobierno federal en el año 1984 con el propósito de utilizarlo en la construcción de instalaciones que presten servicios de atención médica a la población del lugar, así como la creación de viveros que preserven el equilibrio ecológico de la zona y en la construcción de áreas deportivas, a través de las funciones sustantivas universitarias (investigación, docencia, preservación y difusión de la cultura y servicio). Se localiza en las calles de Aquiles Serdán y Francisco I. Madero pueblo de Santiago Tulyehualco Delegación Xochimilco al sur del Distrito Federal con una superficie original de 4.86 ha y actual de 4.22 ha. (fig. 1)

La infraestructura en uso consta de una policlínica veterinaria, esta da asesoría zootécnica para pequeñas especies y con la ampliación de infraestructura se busca atender

a especies mayores, el control y observación de animales enfermos infectocontagiosos, haciendo mención que se presenta la tendencia a la atención de mascotas; se cuenta con una estación meteorológica y áreas de experimentación e investigación agronómica con siembra directa y a cubierto para lo cual se tienen tres invernaderos; la licenciatura en Psicología brinda atención de apoyo psicológico y terapia a sectores de población vulnerable.

Corresponde a la división de CyAD desarrollar el Plan Rector de Las Ánimas Tulyehualco, donde además de diseñar los espacios requeridos por las otras divisiones ya proyectó y construyó el primer ejercicio académico, un aula prototipo hecha con tierra estabilizada, esta se encuentra en fase de evaluación ambiental, para posteriormente hacer mejores propuestas para la edificación del CCID, con el objetivo de optimizar recursos económicos y naturales que aminoren la huella ecológica y que sirvan para desarrollar tecnologías de

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

materiales, procedimientos y sistemas constructivos, así como aplicación de sistemas pasivos de climatización, manejo y aprovechamiento de agua.

El Centro de Capacitación, Investigación y Docencia del CyAD (CCID)

En concordancia con las propuestas de las otras dos divisiones, CyAD plantea participar en el Proyecto Las Ánimas Tulyehualco con actividades de servicio que en primera instancia atiendan al problema de vivienda social autoconstruida nueva o modificada que requiera la comunidad, siendo un problema tan complejo debe atenderse de manera interdisciplinaria, no pretendemos resolver solos por lo que en un primer momento únicamente nos centraremos en la instrumentación de acciones de asesoría y capacitación tecnológica constructiva que permitan aprovechar al máximo los eventuales recursos económicos y potenciarlos utilizando su fuerza de trabajo, ¿la razón? a nivel nacional el 63% de las viviendas son autoproducidas ...y tienen plazos de diez años volviéndose ineficientes financieramente, ya que se paga cada día en función del excedente del gasto básico y sin aprovechar economías de escala para la compra de insumos según expone Ariel Cano Cuevas director del Consejo Nacional de Vivienda (Conavi).

Por nuestra parte consideramos que al dar posibilidad de acrecentar experiencias en el CCID, el conocimiento de nuestros académicos en tecnologías aplicables a una arquitectura que responda a las necesidades económicas y ambientales que vive el país, permitirá dar respuesta a la demanda de formas alternas o nuevas de construcción de vivienda proponiendo soluciones viables económica y ambientalmente que brinden condiciones de habitabilidad.

Una forma de hacerlo será ofreciendo servicios a la población que se empaten con investigaciones que permitan desarrollo, transferencia o innovación tecnológica, con la firme intención de disminuir la demanda de los insumos básicos que tienen un mayor costo económico y ambiental (cemento Portland, acero de refuerzo, entre otros), en consecuencia medir las mejoras realizables y realizadas aún con el esquema de autoconstrucción promoviendo la asistencia técnica o profesional.

Dadas las características del tipo de vivienda y nivel socioeconómico de bajos recursos del grueso de la población circundante, únicamente se experimentará con procedimientos constructivos utilizables en la fase de obra negra (que es la fase en que resultará más evidente la baja demanda de acero de refuerzo y cemento Portland) dejando para el futuro la exploración en materiales y sistemas constructivos tentativos para dar acabado a la obra.

Referencia histórica sobre el uso de la tierra en américa del norte

En los países en vías de desarrollo en donde existe una importante proporción de hábitat rural, el uso de la tierra como material de construcción sigue siendo una alternativa por su bajo costo, su fácil factura y sus innumerable beneficios, la producción de hábitat con este material (barro crudo, adobe, tapial, tierra apisonada, bajareque, etc.) se caracteriza por realizarse con mano de obra y materiales locales lo que explica su bajo costo, países desarrollados están tomado muy en serio la "Arquitectura de Tierra" como una alternativa que va más allá de lo folklórico, pues gracias a las características económicamente viables también desde el punto de vista ecológico, la tierra comprimida es ambientalmente limpia, los efectos intemperantes a lo largo del tiempo la puede destruir completamente y se puede reusar tantas veces como sea posible sin que deje huellas ecológicas indelebles.

Los ejemplos más representativos de la arquitectura de tierra se dieron en los estados suroccidentales de Arizona y Nuevo México de los Estados Unidos de América y en los estados del norte de México, Sonora y Chihuahua; esta amplia zona geográfica se caracteriza por su clima desértico que en verano alcanza temperaturas de más de 45° C a la sombra, en estas condiciones se desarrollaron varias culturas indias famosas por su ingeniosa adaptación a las duras condiciones climáticas del desierto como los Yumanes, Papagos, Yaquis, Pimas, Gurijíos, Cucapás, Ópatas, Seris, Cahítas, Tepehuáños etc.

Descripción del Proyecto

La investigación como una de las funciones sustantivas se liga al servicio que debe otorgar la universidad pública en México a problemas o necesidades socialmente relevantes,

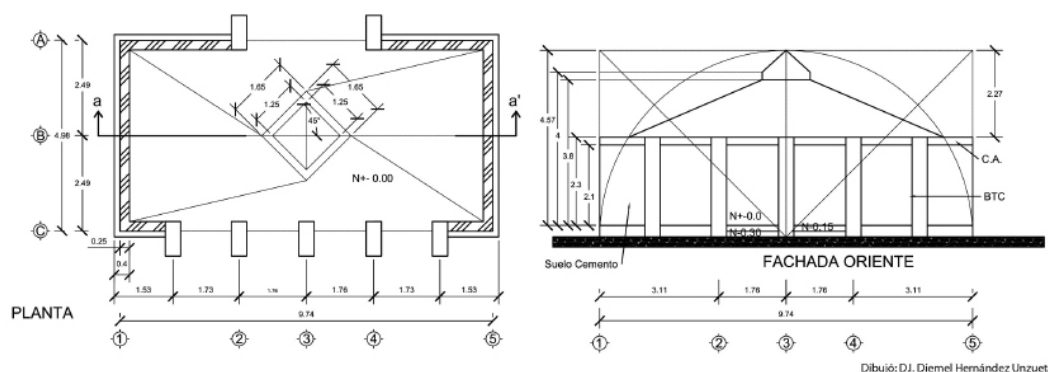


Fig. 2.- planta y alzado del prototipo hecho con tierra.

ambas funciones se conjugan en este ejercicio que inicialmente responde al compromiso institucional por impactar en el desarrollo de tecnologías de materiales constructivos que sean viables económica y ambientalmente y responder a la demanda de una agrupación de comunidades indígenas rurales (huicholes y mazahuas), cuya solicitud fue la "capacitación en construcción de cubiertas hechas con tierra estabilizada, auto portantes y realizables por autoconstrucción".

En este momento la superestructura del prototipo consta únicamente de un local, que tiene forma rectangular en una proporción de 2 a 1 (orientación este-oeste), muros ciegos en los lados cortos (norte-sur), con mochetas en el sentido largo dando como resultado dos grapas, y un gran vano (fachada oriente) subdividido en 4 por 5 elementos perpendiculares que en su momento contarán con puertas y que otorgarán la posibilidad de ampliar el espacio; en el otro lado largo (fachada poniente) el vano es de la mitad del largo que la opuesta e igualmente tiene elementos perpendiculares que enmarcarán la puerta que tiene la misma intención que las otras y que además estructuralmente rigidizan considerablemente las estructura. Los muros con forma de grapas se ejecutaron en dos etapas y con dos tipos de aglutinante o estabilizador (cal y cemento), la primera grapa se ejecuto con BTC de 10x15x30, en la segunda grapa se utilizo suelo cemento y para confinar los elementos verticales se dispuso una trabe de base an-

cha como cerramiento que además tiene la función de anillo de compresión y elemento de apoyo para el desplante de la cubierta.(fig. 2).

Formalmente la cubierta es el producto de la intersección en el eje vertical de una pirámide rectangular y un prisma rectangular cuadrado de menor dimensión, que al girarlo 45° sobre el eje longitudinal desarrolla cuatro superficies regladas continuas; el desplante se hace sobre la trabe rectangular de base amplia que confina los muros, de los vértices en planta siguiendo los ángulos diedros se tienden cuatro armados metálicos compuesta de 3 Ø # 4 y estribos Ø # 2 a cada 10 cm, que en un primer momento funcionan como cimbra, necesarias para mantener la forma en el tendido del metal desplegado y más adelante necesarias cuando se embarra la mezcla de tierra estabilizada en estado plástico, de manera definitiva estos elementos quedan embebidas como cimbra perdida; en la parte superior de la pirámide truncada de forma perimetral se desplanta una segunda trabe de concreto reforzado, menor en tamaño que funciona como anillo de compresión en la parte superior de la cubierta. La proporción de acero y cemento se procuro disminuirla al máximo y el desarrollo de la propuesta se hizo bajo lineamientos y experiencias previas del Arq. Mario Larrondo Shiels quien ha desarrollado cubiertas en condiciones y formas similares. Se decidió utilizar tierra estabilizada con cemento como material base, reforzada con acero corrugado Ø # 2 a cada 30 cm y metal desplegado o llamada

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

también malla plafonera y como material de recubrimiento se utilizó el ladrillo asentado en forma de petatillo.

La abertura que resulta al girar 45° el rectángulo al centro de la cubierta resultó de la intersección entre los dos volúmenes mencionados anteriormente; obtenemos la misma forma que tiene el “ojo de Dios” en la cultura huichol y funciona además como una ventana, razón por lo cual a la agrupación de huicholes les resultó tan atractiva la propuesta de capacitación para construir cubiertas, encontrando elementos formales que coinciden parcialmente con su cosmovisión (sincrética), que aunque simples en forma, desarrollo constructivo y sin ornamentación responden a sus mitos y creencias; desarrollados únicamente en un local de forma rectangular (cuadrángulo cósmico) con una envolvente de muros de tierra y cubierta de madera y paja, cuentan con cinco ventanas, una por cada punto cardinal de su cosmogonía, dejando una puerta al oriente que sirve como entrada del sol desde que inicia el día. La organización de trabajo comunal y familiar que perdura en su sociedad y que algunos la consideran incólume, puede verse como una analogía a la autoconstrucción planteada en la ejecución de este tipo de trabajos, rasgo cultural que permitirá mantener su identidad por lo que ellos en un futuro podrán reproducir y perdurar a través de la arquitectura rasgos culturales y religiosos probablemente como elementos artísticos tradicionales de sus espacios permitiéndoles mantener su idiosincrasia. (fig. 3).

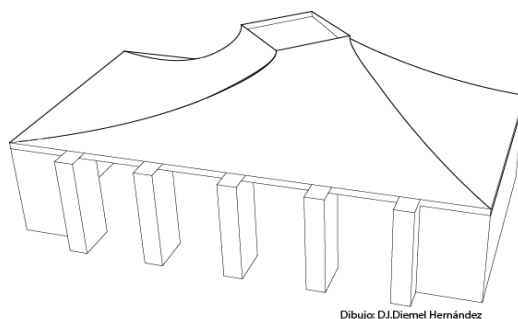
La etnia Huichol, habita en los municipios de Mezquitic, Bolaños Jalisco, así como en La Yesca y el Nayar en el estado de Nayarit, y algunos grupos minoritarios en los estados de Zacatecas y Durango, México. La vivienda: está construida principalmente con adobe, otras con piedra recubierta con lodo y sus techos son de paja. Consta de una sola habitación que sirve de dormitorio y cocina, sin embargo existen casas que constan de varias habitaciones, adicionalmente cuentan con pequeñas construcciones también de adobe que llaman ririki (casa de Dios), templos dedicados a ancestros y deidades y otros para almacenamiento de granos.

Su actividad productiva, está centrada en la agricultura de temporal, así mismo se alquilan como peones en otras comunidades. Un aspecto importante es la producción de

artesanías en donde expresan su cosmogonía, resulta ser muy apreciada por su artística expresión; está elaborada con chaquiras, madera, estambre, o ropa de manta bordada con cálidos colores; la que ellos usan expresa vivencias personales pero también producen con fines comerciales.

Su cosmogonía y religión es a partir de su propia historia y origen, es su memoria colectiva “cósmica verdadera” que preservan en todas sus manifestaciones artísticas a través de mitos que dan sentido a su cosmovisión; los principales elementos de su religión son: el maíz, el venado y el peyote, por lo que siempre están presentes en sus rituales y fiestas. El maíz y el venado representan el sustento, mientras que el peyote es el vehículo para entrar al mundo de los dioses, los antepasados y los parientes muertos, así se establece un lazo con lo sagrado.

El “Ojo de Dios” es la figura religiosa más conocida de la cultura huichol. Representa los cinco puntos cardinales y en él se reivindica al oriente, donde surge “abuelo fuego”, punto geográfico más importante del universo. Un “ojo de Dios” equivale a un año de vida de un niño y cada año, después de su iniciación en la “Fiesta del tambor” apenas recién nacido, su padre debe elaborar uno hasta que cumpla cinco años de edad, para que siempre esté protegido. Estos amuletos integran un “árbol cósmico” que se tira al mar en un lugar sagrado que los huicholes tienen en San Blas, Nayarit.



Dibujó: D.J. Diemel Hernández

Fig. 3.- volumen del prototipo de construcción con tierra.

Metodología

Para la elaboración de componentes de tierra utilizados en la materialización del Proyecto, en el Laboratorio de Investigación Tecnológica (LITEC) de la UAM X se llevo a cabo la investigación experimental para la clasificación de tierra mediante pruebas sensoriales (perceptivas) y pruebas dimensionales elaboradas por el Arq. Alejandro Díaz Tenorio, a fin de identificar la factibilidad de uso para su estabilización con cal y/o cemento, condiciones mecánicas y de resistencia al intemperismo, particularmente a la humedad.

Pruebas sensoriales (perceptivas).

Las pruebas sensoriales aunque no pruebas exactas ayudan a la caracterización de los suelos y consiste en la observación de los siguientes factores: el color, olor, textura, sedimentación y contracción, a fin de identificar el tipo de suelo apto para la estabilización ya sea con cal o con cemento o ambos.

Prueba por identificación de color: determina las características de los suelos por medio de la vista, se coloca una porción de los diferentes tipos de suelo en charolas metálicas para llevar a cabo la prueba.

Prueba por identificación de olor: se toma una muestra de cada suelo en la mano para determinar el olor que desprende cada uno de ellos, por ejemplo si despiden miasmas de sustancias químicas, materia orgánica entre otros.

Prueba por identificación de tacto: tiene como objetivo tipificar los suelos teniendo como referencia el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) a través del contenido de arcillas, arenas, limos, su nivel cohesión y tamaño granulométrico.

Prueba de sedimentación: determina el porcentaje aproximado de los elementos de los que están compuestos los suelos, colocando la muestra ($\frac{3}{4}$ aprox. de tamaño del recipiente) en un recipiente transparente, agregando agua y tomando el tiempo que tarda la sedimentación de los compuestos esta prueba puede durar de un par de horas hasta algunos días según.

Prueba de contracción: identifica los cambios que resultan de la saturación y secado de

agua de la muestra colocada en una caja de Petri por aproximadamente 2 semanas, clasificando las fisuras, contracciones, cambio de color entre otros aspectos.

Pruebas dimensionales

Prueba de granulometría: determina cuantitativamente la distribución de partículas de suelo de acuerdo a su tamaño, la distribución de las partículas con tamaño superior a 0.075 mm se determina mediante el método cuarteo y columna de tamices, con mallas normalizadas por el American Society of Testin and Materials (ASTM), para partículas menores a 0.075 mm se determina observando la velocidad de sedimentación de las partículas en una suspensión de densidad y viscosidades conocidas.

Prueba de humedad del suelo: determina el contenido de humedad de una masa de suelo formado por la suma de sus aguas libre, capilar e higroscópica a través del secado al horno donde la humedad del un suelo es la relación expresada en el porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa de suelo y peso de las partículas sólidas.

Prueba limite de contracción: determina el contenido de agua con el que el suelo ya no disminuye su volumen al seguirse secando.

Prueba de límite líquido: determina el porcentaje de agua que separa el estado semilíquido del estado plástico.

Prueba de límite plástico: determina la cantidad de agua que separa el estado plástico del estado solido en retracción.

SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos): determina el tipo de suelo de acuerdo a su textura y tamaño de partículas de la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras:

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

Tabla 1.- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Símbolo	Definición	Letra	Definición
G	grava	P	pobremente gradado (tamaño de partícula uniforme)
S	arena	W	bien gradado (tamaño de partículas diversos)
M	limo	H	alta plasticidad
C	arcilla	L	baja plasticidad
O	orgánico		

Resultados de pruebas de laboratorio.

Para determinar el tipo de tierra que se requiere para la fabricación de elementos verticales y horizontales de este material se analizaron suelos de cinco zonas cercanos al sitio de construcción del prototipo incluyendo el suelo del predio, a fin de verificar su factibilidad:

- Muestra I - zona Ixtapaluca
- Muestra II - zona Chalco
- Muestra III - zona Las Ánimas Tulyehualco
- Muestra IV - zona Cuernavaca

Tabla 2-. Resultados de pruebas sensoriales

Suelo	Muestra	Color	Olor	Composición	Sedimentación	Contracción a las 2 semanas de secado
Ixtapaluca	I	Café oscuro	Sin materia orgánica	Arcilla areno-limosa c/ cohesión	20% arcillas 80% limo-arenas	Concéntrica y perimetral
Chalco	II		Sin materia orgánica	Limo areno-arcillosos % de cohesión	10% arcillas 90% limo-arenas	Concéntrica y perimetral
Tulyehualco "Las Ánimas"	III	Gris	Materia orgánica sustancias químicas	Arena-arcilla sin cohesión	7% arcillas 93% limo-arenas	Concéntrica y perimetral
Cuernavaca	IV	Ocre	Sin materia orgánica	Arcilla areno-limosa c/ cohesión	13% arcillas 87% limo-arenas	Concéntrica y perimetral
Xochimilco	V	Negro	Materia orgánica en	Limo areno-arcillosos % de cohesión	10% arcillas 90% limo-arenas	Perimetral



Figuras 4 y 5 - imágenes del proceso de obra del prototipo hecho con tierra ® LITEC UAM X

Tabla 3-. Resultados de pruebas demostrativas

Suelo	Mues.	G	A.G.	A.F.	Contracción lineal	Límite líquido %	Límite plástico %	SUCS
Ixtapaluca	I	6.9	76.97	11.72				CL
Chalco	II	0.38	28.29	62.39	7.2	60.3	35.7	MH
Tulyehualco "Las Ánimas"	III	20.2	68.38	8.01	0.0	26.1	14.4	SC
Cuernavaca	IV	20.2	68.41	8.01				CL
Xochimilco	V	14.4	50.95	19.3	6.0	42.1	23.4	CL

Análisis de Resultados

Las actividades de investigación y experimentación que se realizaron en el LITEC de la UAM X, han tenido como objetivo el proponer tecnologías alternativas para la construcción con tierra a partir del estudio y clasificación de 5 tipos de tierra como primera fase en la etapa de ensayos en laboratorio que fueron tomados cerca de la zona y del sitio de construcción con la finalidad de encontrar alguna que cumpliera con los rangos de proporción para la materialización arquitectónica, a pesar de que las pruebas sensoriales no son exactas como las pruebas dimensionales, es posible describir características físicas importantes con las se tiene una aproximación que para el caso de la autoconstrucción resultaría interesante aplicar de manera sencilla.

En este caso se concluyo que los tipos de suelo 3 y 5 (tabla 2) no son aptos ya que contienen materia orgánica además de baja cohesión debido al alto contenido de limos, los suelos 1, 2 y 4 (tabla 2) pueden manifestar resultados muy buenos, principalmente el suelo 1 ya que se determinó que contienen un porcentaje de arcilla adecuado para ser estabilizado ya sea con cal o cemento (que son las pruebas de la segunda fase de experimentación) y provocar las reacciones que se pretende obtener para conseguir los resultados esperados.

Con los resultados obtenidos con la pruebas demostrativos se utilizo el suelo 2 (tabla 3) el cual presenta características favorables para la estabilización en la fabricación de los elementos constructivos del prototipo para posteriormente evaluar mediante pruebas de laboratorio el comportamiento estructural de la tierra estabilizada con cal, cemento y fibras de polipropileno.

Conclusiones

Las expectativas planteadas en el ejercicio de servicio universitario de capacitación técnica al grupo de huicholes y mazahuas con mínima experiencia en construcción, en un tiempo relativamente corto quedan cubiertas satisfactoriamente, dejan ver las posibilidades que a futuro podemos experimentar.

En relación a los procedimientos practicados afirmamos que la realización artesanal no per-

mite llevar a cabo controles estrictos de las propiedades de la tierra, las proporciones utilizadas y la calidad de las revolturas y mezclas, sin embargo la tecnología practicada tiene la virtud de ser económica y ecológicamente viables y los materiales se pueden reutilizar un número considerable de veces, razón por lo cual es una posibilidad para la producción arquitectónica no solo de "vivienda social".

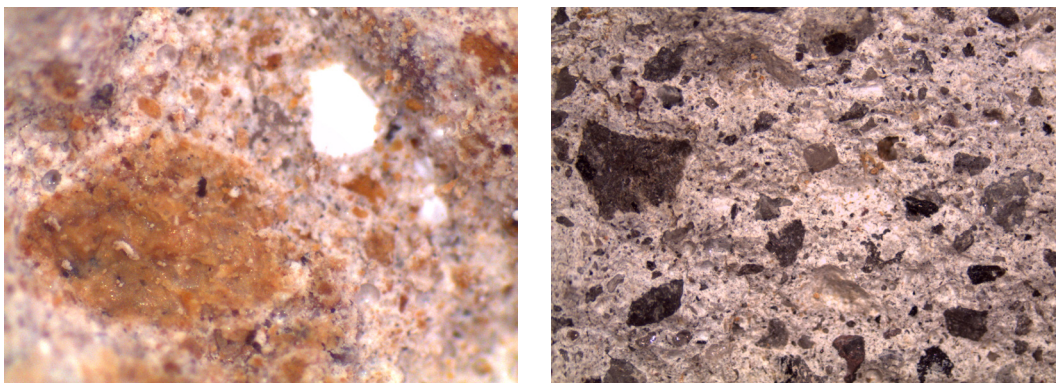
De manera simultánea resulta evidente que para la elaboración de mezclas aplicadas a la construcción de muros en este caso particular de cubiertas, necesariamente se debe utilizar un molino para obtener una granulometría que permita obtener resistencias a la compresión más elevadas y una mejor cohesión de la mezcla.

En el caso de los muros aparecieron un número considerable de grietas que pueden tener varias causas:

Alta cantidad de arcillas contenidas en la tierra
Producto de la falta de un proceso de curado.

El agrietamiento en la cubierta obedece al elevado número de juntas frías producidas por la manera artesanal en que se aplica la mezcla de suelo-cemento sobre el metal desplegado.

Resultando evidente que para los muros la resistencia a la compresión se verá disminuida por la alta cantidad de partículas de tierra de más de 2mm (fotografía 3), que evita el mezclado óptimo y reduce la adhesión del aglutinante o material estabilizante con el material inerte, en comparación a la morfología adoptada en un elemento de concreto simple, donde las partículas de tamaño similar son los materiales pétreos inertes, necesariamente de una resistencia mayor a la prevista o esperada de la mezcla en estado sólido (fotografía 4), en el caso de la cubierta es necesario desarrollar más ensayos para determinar cuáles son los factores que permitan una rápida colocación de mezcla y una disminución de grietas en la superficie.



Figuras 6 y 7 - Imágenes tomadas con microscopio estereoscópico ©Leica EZ4 para observar la estructuración adoptada con las proporciones empleadas para la fabricación del suelo-cemento del prototipo.© Laboratorio de Investigación Tecnología UAM-X.

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

Bibliografía

- 1.- BARDOU Patrick, et. al. *Arquitecturas de adobe*, colección *Tecnología y Arquitectura*. Ed. Gustavo Gilli, 1ra. ed. en español Barcelona, 1979 págs. 165
- 2.- DE LA FUENTE Eduardo. *Suelo cemento sus usos, propiedades y aplicaciones*. IMCYC, 1995.
- 3.- GARCIA Izaguirre Víctor Manuel, et.al. *Anuario de Investigación del Diseño Sustentable Diseñar para... Reducir, Reusar y Reciclar*, Ed. Planea México 2009, 1ra. edición, págs.. 226.
- 4.- GARCIA Valcarde, et. al. *manual de edificación: mecánica de los terrenos y cimientos*. Ed. CIE Inversiones Editoriales DOSSAT 2000. ed. 2003, España, págs. 703
- 5.- GENDROP PAUL, DORIS HEYDEN. *“Arquitectura Mesoamericana”*, Madrid, 1975. *Diccionario de la Real Academia Española vigésima edición 2001*
- 6.- MARQUINA, IGNACIO. *“Arquitectura Prehispánica”*, México, 1964.
- 7.- *Plan Ambiental hacia una UAM X Sustentable*
- 8.- SAHOPE. *“Vivienda campesina en México”*, México, 1987.