

Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar

Secretario Académico de la División

Ciencias y Artes para el Diseño

UAM Xochimilco

Informe final de Servicio Social

División de Ciencias y Artes Para el Diseño

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Periodo: 7 de junio de 2021 al 7 de diciembre de 2021

Proyecto interno de investigación: Desarrollo de Materiales y Técnicas de Construcción de Bajo Impacto Ambiental para el Diseño Arquitectónico y la Conservación del Patrimonio Edificado. Cal

Clave: XCAD000349

Responsable del proyecto: Dr. Francisco Javier Soria López

Pedro Julian Ayala Ponce

Licenciatura: Arquitectura

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Cel: 595 109 7353

e-mail: pedroayala_05@outlook.com

Introducción.

El presente informe de servicio social trata sobre las actividades realizadas y avances en el proyecto interno de investigación que lleva por nombre “Desarrollo de Materiales y Técnicas de Construcción de Bajo Impacto Ambiental para el Diseño Arquitectónico y la Conservación del Patrimonio Edificado”. En él, tuve la oportunidad de participar bajo la dirección del Dr. Francisco Javier Soria López, quien amablemente me introdujo en el mundo de la construcción con bambú, material del cual yo conocía poco. El objetivo del proyecto es generar avances en la búsqueda de sistemas constructivos alternativos con los cuales hacer arquitectura, que resulten más amigables con el medio ambiente en comparación a los más usados en la actualidad.

El concepto de bajo impacto ambiental en la construcción, deriva en la aparición del bambú como material útil en la arquitectura y el diseño. Con distintas especies, propiedades, transformaciones y sistemas, este material ha sido aprovechado por el hombre en distintas regiones del mundo desde hace mucho tiempo. Por ejemplo, para la construcción de vivienda en México, el bambú se aprovechó desde la época prehispánica por las culturas Totonaca, Huasteca, Azteca y Teotihuacana. En países como China y Colombia su utilización ha sido más diversa, manifestándose en la fabricación de muebles, artículos, fibras, pisos, etc. Recientemente el uso de esta planta como material de transformación y estudio se ha popularizado y algo que me parece interesante sobre el bambú, es la reflexión en torno a su viabilidad como una opción de material menos contaminante y competitiva frente a otros materiales más populares y estandarizados como son la madera o el concreto.

A pesar de que el tema principal de este trabajo es el bambú en la construcción, también explicaré su interacción con un sistema de construcción cotidiano y cómo se complementa con el bahareque, con un ejemplo de integración de estos para desarrollar un proyecto arquitectónico que forma parte de las labores de vinculación social de la UAM Xochimilco.

El bambú en México, especies destacadas y usos.

El bambú crece de la misma manera que el pasto y se beneficia especialmente cuando el agua es abundante debido a que es una gramínea, por lo que en términos prácticos es un pasto gigante. Por lo tanto, posee la cualidad de ser altamente renovable.

Existen más de 1500 especies de bambú alrededor del mundo. Una de las especies más utilizadas para la fabricación de muebles es el *Phyllostachys bambusoides*, también conocido como *Madake*, un bambú originario de China y después altamente cultivado en Japón. En el caso de nuestro país, de las más de 40 especies presentes en México, 36 de ellas son bambúes del tipo leñoso y nativo. A su vez, 30 de estos son endémicos. Y dentro de este grupo encontramos algunas especies interesantes para la construcción por sus propiedades físicas, las cuales pertenecen al género de las *Guaduas*. Con alturas de hasta 25 metros, diámetros entre 10 y 20 centímetros y paredes con hasta 2 centímetros de espesor,

5 especies de *Guadua* habitan en México. Adicional a ellas, en México también se cultiva una de las Guaduas más ampliamente utilizadas en América y que resulta ser de las especies reconocidas como más adecuadas para la construcción; la *Guadua Angustifolia*. Introducida a México en 1995, principalmente se encuentra en el centro de distribución “Bambuerver” ubicado en Huatusco, Veracruz.

Construcción con bambú.

Como anteriormente mencionamos, el bambú, al tener la cualidad de ser altamente renovable, si lo comparamos frente a los árboles maderables, resulta ser una alternativa bastante atractiva para su uso en la construcción sumando que tiene una buena respuesta a la tensión siendo un material flexible y por lo tanto favorable para su ocupación en construcciones que se ubiquen en regiones con actividad sísmica. En la actualidad existen varios sistemas para construir con bambú, algunos recuperan las formas tradicionales de construcción mediante amarres o ensamblajes y otros integran materiales como el concreto o el acero para dar otro tipo de soluciones estructurales en las obras.

Para la ocupación de este material en la construcción es necesario un previo tratamiento con una mezcla de bórax y ácido bórico, esto evita que los insectos invadan los culmos y prevenga su putrefacción. Uno de los aspectos destacables sobre el bambú, es el bajo costo que representa para ser aprovechado, desde su cultivo hasta el procesamiento para poder ser utilizado en la construcción. Se menciona que con alrededor de 80 plántulas cultivadas en 1300 m², en alrededor de 5 años, se consigue el material suficiente para construir una vivienda de 60 m².

El bambú no solo ofrece ventajas económicas y ambientales al momento de contemplarlo como una alternativa en la fabricación de cosas y casas, sino que también, gracias a sus colores, variedades, formas y tamaños, es que brinda la oportunidad de otorgar un valor agregado en la arquitectura y el diseño al tener un aspecto interesante. Es gracias a esta oportunidad que alrededor del mundo han surgido obras donde el lenguaje contemporáneo del diseño se ve beneficiado al usar de manera creativa e innovadora al bambú, incluso al grado de diversificar su uso en todo tipo de espacios y para todo tipo de propósitos.

Bambú ensamblado y bahareque.

En la búsqueda de sistemas y soluciones constructivas que resulten más amigables con el medio ambiente suponiendo un menor impacto ambiental que las alternativas que más se usan en la actualidad; el trabajo que han desarrollado los académicos e investigadores Francisco Javier Soria López y Luis Fernando Guerrero Baca, en mi opinión destaca por dos principales razones. Una de ellas es el hecho de que implementan 2 técnicas constructivas tradicionales que se han ocupado por el ser humano en la construcción desde hace mucho tiempo, y de las cuales se les han comprobado varios aspectos positivos. Para mí, esto supone un enfoque interesante, al ofrecer una posible solución a un problema actual, desde

técnicas que se basan originalmente de conocimiento empírico usado en técnicas de construcción tradicionales de algunas regiones. La otra razón, es por el uso alternativo propuesto para uno de los sistemas, que es la construcción con bambú ensamblado, ya que, por sus virtudes, mejora la facilidad de adaptar el uso de este material con ese sistema a un rango más amplio de tipos de espacios y necesidades.

Como en toda construcción, el propósito del sistema de bambú ensamblado también es lograr generar espacios durables y estables. Adicional a esto, se enfoca en que la mano de obra necesaria sea poco especializada para llevarse a cabo y que solo se requieran de herramientas básicas. Otro punto importante y fundamental de este sistema es que exista la capacidad de crear elementos estructurales modulares con dimensiones y pesos que faciliten el montaje, fabricación y manejo, además de aprovechar lo mejor posible el material evitando generar mucho desperdicio. Es posible llevar a cabo la modulación de dichos elementos gracias a que este sistema parte de un elemento básico inicial, del cual se generan todas las demás piezas necesarias para conseguir una estructura completa. Consiste en dos medias cañas obtenidas al cortar de manera longitudinal por la mitad un culmo de bambú y ensamblarse mediante espaciadores y tornillos al encontrarlas por el centro de sus caras curvas, se refuerza por cada una de las ahora resultantes 4 caras con límites rectos, lo cual es una cualidad esencial para conseguir que a partir de este llamado “polín de bambú ensamblado” se generen todo tipo de paneles y armaduras, pudiéndose ensamblar y alinear de una manera más fácil que si fuera con la sección circular del bambú naturalmente. Esto también se integra con la idea de poder recubrir los paneles o elementos con bajareque, al tener una mejor adherencia en las caras cóncavas internas de los bambús facilitando y mejorando el sistema. Se recomienda consultar las referencias correspondientes para conocer más a detalle sobre sistema.

Como resultado obtenemos una estructura ligera, modular, poco especializada, económicamente competitiva y de bajo impacto ambiental, que satisface la necesidad de construcciones durables y resistentes. Algo ideal para considerarse como un sistema que puede ayudar a generar espacios habitables.

Proyecto Tulyehualco.

El predio de “Las Animas” se encuentra al sur de la Ciudad de México en el pueblo de Santiago Tulyehualco dentro de la Alcaldía Xochimilco, este poblado está estrechamente relacionado con la agricultura al ser uno de los 9 poblados chinamperos, por lo tanto, también está vinculado con la actividad económica que gira en torno a la comercialización de distintos tipos de productos agrícolas. Estos aspectos lo convierten también en un poblado con valor histórico y cultural, aunado a su origen prehispánico.

Este predio permite a la universidad tener una extensión de esta en dicha comunidad y cumplir también con el compromiso de vinculación social que se practica en la unidad, aplicando y generando conocimiento mediante la investigación, docencia y difusión de la

cultura. Esto es posible a través de distintas actividades que se realizan dentro de Las Animas, así como algunos servicios que también se ofrecen a la comunidad. Principalmente se llevan a cabo prácticas de agronomía al contar con espacio suficiente, herramientas, equipamiento y personal dedicado al cultivo, aprovechando los sistemas de riego e invernaderos con los que se cuentan. En el predio también hay consultorios que se utilizan para ofrecer el servicio de una policlínica veterinaria y consultas de atención psicológica.

La principal actividad del predio está dedicado a la actividad agrícola, y se ha convertido en el eje principal del proyecto Tulyehualco. Sin olvidar las otras características del contexto en que se encuentra el predio y los otros servicios que se ofrecen ahí, es que se consideró como objeto de estudio y diagnóstico para intervenir a través de un plan maestro de mejoramiento. En este plan comprendemos las necesidades que tiene el proyecto Tulyehualco para proponer una solución a través de un anteproyecto arquitectónico que fortalezca los valores principales de él.

Objetivo general.

Diseñar y construir un aula de capacitación en el predio de Las Animas, mediante el sistema de polín de bambú ensamblado y otros materiales de bajo impacto ambiental, atendiendo a las necesidades y cualidades del proyecto Tulyehualco.

Objetivos particulares.

- Conocer y poner en práctica sistemas constructivos de bajo impacto ambiental.
- Desarrollo de la propuesta de plan maestro proyecto Tulyehualco y del proyecto ejecutivo de un aula de capacitación.
- Analizar el proceso de la puesta en práctica de una construcción desarrollada bajo el sistema de polín de bambú ensamblado y otros materiales de bajo impacto ambiental, frente a los sistemas de construcción convencionales.

Actividades realizadas.

Investigación bibliográfica: Fue necesario documentarme sobre los trabajos previos en torno a este proyecto de investigación, así como el sistema de polín de bambú ensamblado y el proyecto Tulyehualco, parte de su historia y funciones.

Levantamientos arquitectónicos: Colaboré para realizar mediciones en sitio y comparar planos existentes, aplicando correcciones que permitieran proyectar nuevos espacios en el territorio. Se tuvo en consideración ubicar correctamente las estructuras existentes, así como la vegetación y los árboles relevantes.

Levantamientos topográficos: Fue necesario ubicar en los planos, las elevaciones en el terreno, ya que tiene una pendiente considerable y varios niveles que serían importantes tener en cuenta para definir el proyecto.

Programa de necesidades: Además de la investigación documental sobre el proyecto Tulyehualco, tuvimos un acercamiento con el encargado del proyecto y algunos colaboradores para conocer más a detalle las necesidades de este, y recabar a través de testimonios información que nos ayudara a definir las necesidades y poder proponer soluciones.

Programa arquitectónico: Una vez definidas las necesidades, presenté la propuesta de un programa arquitectónico que incluyese datos generales sobre el proyecto, descripción de espacios existentes y propuestos, áreas, usuarios, requerimientos, equipamiento, superficies e instalaciones especiales que pudieran llegar a requerir los espacios que conformaran el proyecto.

Anteproyecto arquitectónico: Teniendo claro los espacios que tendría la propuesta comencé a dibujar un plano donde se configuró la propuesta de mejoramiento al proyecto Tulyehualco, incluyendo en la propuesta un estacionamiento, aulas, auditorio, baños y área deportiva. La idea general del diseño la esbozó el responsable del proyecto y yo colaboré al trasladar los bocetos a un plano con escala dibujado mediante un software de tipo CAD.

Proyecto Ejecutivo: Una vez revisado y aprobado en lo general las propuestas de mejoramiento del predio de Las Animas, la prioridad del proyecto se centró en llevar a cabo la construcción de una de 2 aulas de capacitación incluidas en el programa, por lo que fue necesario realizar el proyecto ejecutivo de una de las aulas tipo. Generé planos arquitectónicos, de instalaciones y estructurales, con el fin de tener los planos suficientes para que se realizara la construcción. Esta aula se desarrolló con base en el sistema de polín de bambú ensamblado por lo que también se hicieron planos de detalles sobre la fabricación de los módulos que serían necesarios y algunos tipos de anclaje.

Fabricación de bambú ensamblado: Con los planos y la propuesta del aula completos, fue posible iniciar los trabajos de trazo y cimentación por parte del contratista con su grupo de trabajadores de la construcción, mientras el grupo de trabajo del proyecto inició la fabricación de las primeras piezas modulares de bambú ensamblado, con el objetivo de tener listas las muestras de cada tipo para que los carpinteros que después se incorporarían aprendieran más fácilmente el trabajo que realizarían. Se fabricó una armadura completa y varios postes y módulos de pared. Con esas piezas fue posible después capacitar a los carpinteros, ayudándoles, explicándoles y mostrándoles el proceso de fabricación, consejos y técnicas de corte, atornillado y ensamblado de las piezas. Fue positivo el proceso de capacitación, ya que debido a su oficio no les fue muy complicado aprender a manipular el bambú como un material de construcción totalmente nuevo para ellos. Por último, después de la capacitación y el montaje del taller de fabricación de las piezas de polín ensamblado, las últimas labores en las que participé fue el montaje del primer marco estructural conformado por postes y armadura sobre su lugar encima de la cimentación, además de comenzar con los trabajos de preparación del lodo para bajareque.

Metas alcanzadas

En mi opinión, la principal meta alcanzada, es haber participado y aportado en la construcción de un aula de polín de bambú ensamblado y bajareque que forma parte del proyecto Tulyehualco, ya que eso me permitió a su vez, aprender y poner en práctica el sistema de polín de bambú ensamblado y en general un proyecto con el concepto de construcción de bajo impacto ambiental junto con los objetivos que el proyecto de servicio social tiene.

Otra meta alcanzada que me parece importante y relevante es que durante mi servicio social también se haya generado una propuesta de mejoramiento al proyecto Tulyehualco, que, si bien se comenzó a llevar a cabo, el proyecto se estipuló para construirse en etapas e ir adaptándose según fuera posible. Esto es importante ya que, aunque no sea realizado todo inmediatamente o no se realice completamente, queda un antecedente útil para tomar en cuenta para proyectos en el futuro, ya que se contempló de manera seria y adecuada las necesidades que observamos en Las Animas.

Como una consecuencia de las anteriores metas mencionadas, me parece que también es importante mencionar el beneficio que se logró en general para el predio de las Animas, ya que al iniciar los trabajos en ese lugar y tener un plan de construcción para el corto plazo, se dio a conocer más sobre la existencia de ese proyecto y las funciones que tiene para la universidad y la población, difundiendo su importancia. Eso generó interés en la comunidad universitaria sobre el proyecto Tulyehualco y motivó la participación en él.

Resultados y conclusiones

En definitiva, fue una gran experiencia trabajar en este proyecto de servicio social. Haber colaborado en el anteproyecto de ampliación de Las Animas Tulyehualco fue un ejercicio de diseño muy enriquecedor para mí, ya que me pareció muy didáctico poder trabajar en conjunto con el responsable del proyecto y aprender directamente en el ejercicio del diseño de un docente con experiencia en esta labor. A la vez fue muy gratificante que me permitieran aportar ideas y elementos útiles en el diseño y definición del anteproyecto. Llegué a apropiarme del proyecto en general y comprometerme realmente con hacer lo mejor posible por obtener un buen diseño que cumpliera con lo esperado. También destaco el haber tenido la oportunidad de interactuar con trabajadores durante la fabricación de los módulos de polín de bambú ensamblado. Pude aprender nuevas técnicas y me parece algo relevante para mi experiencia personal y profesional.

En general me da mucho gusto haber participado en este proyecto, principalmente por el aprendizaje que obtuve y también porque me sentí productivo y convencido de que mi labor tuvo un impacto positivo en el avance del proyecto, así como en la UAM. Es un orgullo poder mencionar que formo parte de los avances que se tienen en una pequeña parte de la infraestructura de la universidad, al haber participado en las aulas de las Animas.

Nunca perdí de la vista el principal objetivo del proyecto, el desarrollo de sistemas de construcción de bajo impacto ambiental para la conservación de patrimonio edificado. Aunque me parece que en este corto periodo de tiempo en el que participe en el proyecto, hubo bastantes avances, me parece adecuado continuar estudiando este tema, intentar poner más en práctica las alternativas ya existentes, mejorar los sistemas ya explorados, así como definir mejor los aspectos físicos y de resistencia de los sistemas. Otra propuesta puede ser la creación de guías o manuales de construcción para el sistema de polín de bambú ensamblado e intentar aumentar su difusión, ya que desde mi perspectiva tiene un gran potencial de aprovechamiento.

Recomendaciones

Una recomendación sería el de mejorar la difusión del proyecto, para incentivar a la participación en el por parte de alumnos interesados en el tema o con una formación encaminada al tema de construcción de bajo impacto ambiental y conservación de patrimonio edificado. También me gustaría escribir una recomendación dirigida a los interesados en participar en este proyecto como prestadores de servicio social. Quiero mencionar que involucrarse en los proyectos internos de investigación de la UAM es una gran idea, ya que te permite como alumno o como recién egresado, colaborar con los trabajos académicos de investigación es una buena oportunidad para seguir en contacto con la actividad académica mientras aprendes y adquieres experiencia ya sea en la investigación, construcción diseño, etc.

Bibliografía y referencias electrónicas

- Arqhys Construcción. (2012). El bambú como material de construcción. *Portal de arquitectura Arqhys*. Recuperado el 2022, de <https://www.arqhys.com/construccion/construccion-conbambu.html>
- Cedeño Valdiviezo, A. (2011). El bambú en México. *Revista arq.urb*(6). Recuperado el 2022, de <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/317>
- Fernández, R. (1994). Los mil y un usos del milenar bambú. *envío DIGITAL*(152). Recuperado el 2022, de <https://www.envio.org.ni/articulo/884>
- Gutiérrez Senties, J. (s.f.). El bambú hacia un mundo sustentable. *Enlaces xochimilco*. Recuperado el 2022, de https://enlacesx.xoc.uam.mx/numerosanteriores/3/espacios/archivos/jose_luis_gutierrez_senties.pdf
- Proyecto Académico Tulyehualco. (s.f.). *Enlaces Xochimilco*. Recuperado el 2022, de https://enlacesx.xoc.uam.mx/numerosanteriores/5/espaciosuam/archivos/las_animas.pdf
- Romo Rodríguez, J. C. (2006). El bambú como material de construcción. *Conciencia Tecnológica*(31). Recuperado el 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/944/94403115.pdf>
- Soria López, F. (2019). Polín de bambú ensamblado: Diseño alternativo para la construcción de estructuras ligeras. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*. Recuperado el 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/4779/477958274015/477958274015.pdf>
- Urueña Alvarez, M. (2002). Plantemos Bambú-Guadua Para Cosechar Casas. *ECOPORTAL*. Recuperado el 2022, de https://www.ecoport.net/temas-especiales/habitat-urbano/plantemos_bambu-guadua_para_cosechar_casas/