

Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar
Director de la División
Ciencias y Artes para el Diseño
UAM Xochimilco

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía,
"Manuel del Castillo Negrete"

Laboratorio de tecnologías tradicionales y sostenibles para
la conservación

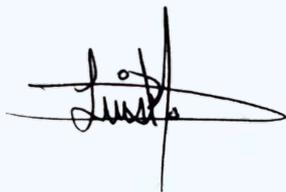
Periodo: 04 de septiembre de 2023 al 11 de abril de 2024

Proyecto: Apoyo a las actividades de investigación,
conservación y restauración del patrimonio cultural

Clave: XCAD000147

Responsable del Proyecto: Dra. Lilian García-Alonso Alba

Asesor Interno: Mtro. Luis Roberto Cruz Pérez



Ángel Eros Rodríguez Aguilera Matrícula: 2192039377
Licenciatura: Diseño Industrial
División de Ciencias y Artes para el Diseño



Tel: 5556758047
Cel.: 83161916

Correo electrónico: angelerosrodriguez@gmail.com

Introducción

El presente reporte documenta las experiencias, aprendizajes y contribuciones realizadas durante el servicio social en el Laboratorio de Tecnologías Tradicionales y Sostenibilidad para la Conservación del Patrimonio Cultural. Durante este período, se llevaron a cabo proyectos que incluyeron la elaboración de un diseño para apoyar las actividades del laboratorio, así como la investigación de distintos materiales para encontrar soluciones en los procesos productivos de los proyectos a elaborar.

Objetivo general

Elaboración de un proyecto integral para el apoyo del laboratorio de tecnologías tradicionales y sostenibilidad para la conservación del patrimonio cultural (TECTRAD), a partir de un estudio de necesidades de dicho laboratorio, aplicando en situaciones y contextos reales los conocimientos teóricos adquiridos en el aula; lo cual demuestra el aporte del conocimiento que un egresado de la carrera de diseño industrial ofrece. Asimismo, esto me permitió adquirir un conocimiento nuevo relacionado a la institución que brinda esta oportunidad, el cual está enfocado en la restauración y conservación, tanto en el uso de tecnologías tradicionales, como en temas de sostenibilidad.

Actividades realizadas

Ilustración 1

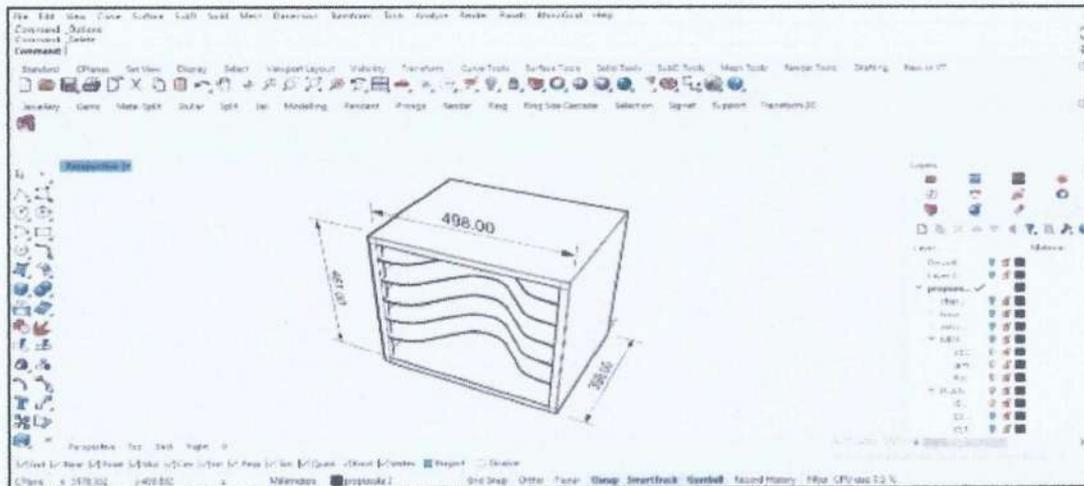
Fotografía del laboratorio TECTRAD



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 31 de Octubre del 2023.

Después de conocer el TECTRAD, se observó que una de sus labores es el uso de ciertos materiales, como distintos tipos de tierra para descubrir su comportamiento ante diversas pruebas de comprensión, su compatibilidad con diversos aglutinantes, así como su adherencia a otros materiales y, por supuesto, su resistencia. En función de esto, los estudiantes requieren más espacio del que tienen; por ello, se plateó un dispositivo diseñado para facilitar el orden y una mayor distribución de charolas o bandejas en dicho espacio.

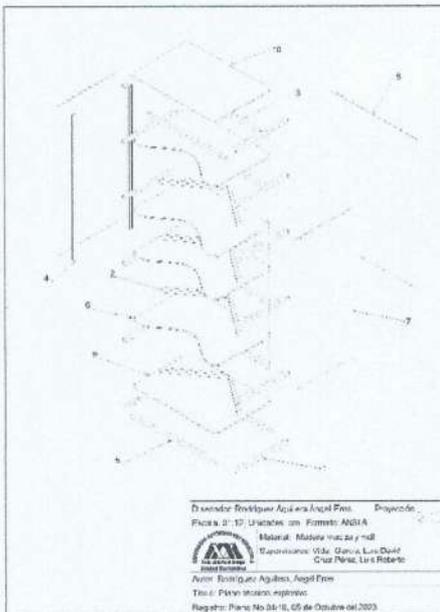
Ilustración 2
Primer diseño de una repisa porta-charolas



Captura de pantalla, diseño de Ángel E.R. Aguilera en Rhinoceros 7, 19 de Septiembre 2023

Una vez presentada la propuesta a la responsable del proyecto, Dra Lilian García-Alonso Alba, se realizaron unas modificaciones de dimensión al primer diseño. Además, me solicitaron unos planos para que el encargado del laboratorio de maderas pudiera realizar los cortes y el ensamble del producto.

Ilustración 3
Plano del diseño final de las repisas porta-charolas



Plano explosivo de Ángel E.R. Aguilera en Autocad 2019 el 5 de

Ilustración 4
Diseño final de las repisas porta-charolas (render)



Render de Ángel E.R. Aguilera en Matrix 9 el 5 de Octubre 2023

Después de unos meses, el laboratorio de carpintería tuvo que adaptar el diseño al material disponible para sacar el máximo provecho. Lo que dio como resultado dos dispositivos de almacenamiento con varias repisas para las charolas antes mencionadas.

Ilustración 5
Repisas porta-charolas



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 2 de Febrero del 2024.

Una vez terminado este proyecto, procedimos a determinar un nuevo diseño que fuera funcional para el TECTRAD. Luego de un minucioso análisis, escogí enfocarme en la elaboración de moldes para realizar macetas, puesto que abundan las plantas de muy diversos tipos en el laboratorio. El requerimiento básico era que estuvieran elaboradas de un material biodegradable, para que de esta forma las plantas que resguardan puedan trasplantarse con todo y maceta.

Ilustración 6
Fotos laboratorio TECTRAD



Fotografías tomada por Ángel E.R. Aguilera el 5 de Octubre del 2024.

A partir de esto, realicé moldes de yeso de dos macetas con diseños diferentes, procurando que ambas fueran de dimensiones pequeñas, de entre cinco y siete cm, para que al realizar las pruebas no se gastara mucho material.

Después de tener los moldes se realizaron sus respectivas pruebas. La primera fue la estándar: realizar muestras principalmente con tierra proporcionada por el laboratorio y un aglutinante que, en este caso, fue el mucílago. Se seleccionó este aglutinante debido a que el mucílago:

gracias a [su] capacidad higroscópica [...], su empleo en elementos constructivos de tierra puede reducir la cantidad de agua que se requiere para el mezclado y, sobre todo, propicia un secado más lento y estable, condición que incrementa su resistencia final a los agentes medioambientales (Cárdenas, Jové & Sáinz, 2018: 64).

Ilustración 1
Fotografía del primer molde de yeso



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 31 de Octubre del 2023.

Ilustración 2
Fotografía de las muestras de mucílago con tierra



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 14 de Diciembre del 2023.

Además, dicho material es utilizado en ocasiones como adhesivo natural, pues “el mucílago de nopal de algunas especies, es tan pegajoso, que las personas que viven en comunidades rurales lo emplean como pegamento.” (Aguilar, Arciga & Sánchez, 2017:5-6). Estas muestras no tuvieron una gran resistencia, debido a que se despedazaban fácilmente.

Tabla 1
Composición de las muestras de mucílago con tierra

Muestra T1		Muestra T2		Muestra T3		Muestra T4	
Tierra amarilla	52%	Tierra amarilla	44%	Tierra amarilla	50%	Tierra negra	50%
Paja	1%	Papel	22%	Papel	13%	Papel	13%
Mucílago	12%	Mucílago	12%	Mucílago	12%	Mucílago	12%
Agua	35%	Agua	22%	Agua	25%	Agua	25%

Tabla elaborada por Ángel E.R. Aguilera.

Posteriormente, se realizaron muestras de macetas con barro sin quemar, agregando papel (B1). A una de las macetas en particular se le agregó también paja (B2). Asimismo, se realizó una muestra de barro con silicato (B3), la cual se despedazó al desmoldarla.

Ilustración 3

Fotografía de las pruebas de maceta con barro, muestra B1 a la derecha y muestra B2 a la izquierda.



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 25 de Enero del 2024.

Ilustración 3

Fotografía de la muestra B3



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 02 de Enero del 2024.

Tabla 2

Composición de las muestras de materiales con barro "Zacatecas"

Muestra B1		Muestra B2		Muestra B3	
Barro Zacatecas	50%	Barro Zacatecas	39%	Barro Zacatecas	58%
Paja	1%	Papel	19%	Silicato	14%
Mucílago	16%	Mucílago	19%	Agua	28%
Agua	33%	Agua	23%		

Tabla elaborada por Ángel E.R. Aguilera.

Finalmente, a pesar de la calidad del material, se prefirió realizar las macetas con otro material que fuera avalado por el laboratorio, debido a que no se tenía la certeza de los elementos que componían el barro, así que las siguientes muestras fueron de tierra con diferentes porcentajes de cal.

La cal es un "cementante que se produce a partir de la calcinación y apagado de un material rico en carbonato de calcio (roca caliza, coral, conchas, etcétera)." (Barba & Villaseñor, 2013: 286).

Ilustración 3

Fotografía de las pruebas de tierra con cal



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 08 de Febrero del 2024.

Este material ha sido utilizado a través de la historia como material de construcción en la preparación de morteros, estucos y acabados, debido a la dureza que presenta al secar, además el uso de la cal y la tierra es una mezcla noble, incluso en la construcción con tierra es menester el uso de la cal debido a que “mejora las características de la tierra al contacto con el agua” (Cárdenas *et al*, 2018: 67).

Tabla 3
Composición de las muestras de materiales con tierra y cal

Muestra C1		Muestra C2		Muestra C3	
Tierra amarilla	47%	Tierra amarilla	34%	Tierra amarilla	22%
Cal	17%	Cal	23%	Cal	22%
Paja	3%	Papel	10%	Papel	22%
Agua	33%	Agua	33%	Agua	33%

Tabla elaborada por Ángel E.R. Aguilera.

La mezcla C1 dio como resultado un material acorde al esperado, con una textura más natural. Adicionalmente, se percibió que la paja ayuda a que no se quiebre la pieza, por lo que a las siguientes muestras se le agregó paja y se disminuyó el porcentaje de cal en favor de la tierra.

Ilustración 3
Fotografía de las pruebas de tierra con cal D1 y D2, respectivamente.



Foto tomada por Ángel E.R. Aguilera el 21 de Febrero del 2024.

Tabla 4
Composición de las muestras de materiales con tierra y cal

Muestra D1		Muestra D2	
Tierra amarilla	56%	Tierra amarilla	40%
Cal	16%	Cal	16%
Papel	6%	Papel	22%
Paja	2%	Paja	2%
Agua	20%	Agua	20%

Tabla elaborada por Ángel E.R. Aguilera.

Una de las diferencias entre las mezclas fue la cantidad de papel agregado para saber si había una diferencia relevante, considerando que sería una mayor cantidad de fibra; sin embargo, esto no sucedió. Durante este tiempo, se tomó una clase de cal con la Licenciada en restauración de bienes muebles, Marlene Samano Chong, que derivó en una asesoría personalizada sobre las necesidades

específicas del proyecto, en donde recomendó utilizar menos de un 10% de cal para que el resultado fuera más natural. Siguiendo su consejo, se realizaron más pruebas de esta mezcla con las siguientes proporciones: una mezcla básica con la reducción de cal al 10% (F1) y una segunda con la misma reducción, pero sumándole el

mucílago (F2); esto porque la unión de cal y mucílago en las construcciones con tierra presenta una buena sinergia: “el mucílago retiene más tiempo la humedad, pero con la presencia de [la] cal se mejora su comportamiento, acelerando ligeramente la liberación de agua y, a su vez, generando una mezcla muy estable” (Cárdenas *et al*, 2018: 69).

Para la muestra número tres, se quería replicar una especie de barro para no desechar del todo la idea de las primeras muestras, así que se realizó una investigación sobre los materiales que lo componen. Según David Zimbrón (2009), la mezcla más común de arcillas contiene:

Tabla 6
Origen y formación de las arcillas:

CAOLINITA	50.0 %
FELDESPATO	15.0 %
SÍLICE	29.0 %
ÓXIDO DE HIERRO	1.0 %
CRETA (CaCO ₃)	5.0 %

Redibujo de la tabla “Origen y formación de las arcillas” (Zimbrón, 2009: 65).

De los anteriores materiales se pudieron conseguir gran parte o algunos materiales afines: caolín, sílice, óxido de hierro y cal. A estos materiales se le agregó tierra en las proporciones que se muestran en la tabla 7. El producto demostró tener una textura y plasticidad semejante al barro, aunque sugiero disminuir la cantidad de óxido de hierro, para obtener un matiz menos saturado.

Tabla 5
Composición de las muestras finales F1 y F2

Muestra F1		Muestra F2	
Tierra amarilla	68%	Tierra amarilla	67%
Cal	10%	Cal	10%
Paja	2%	Paja	1%
Agua	20 %	Mucflago	15%
		Agua	7%

Tabla elaborada por Ángel E.R. Aguilera.

Tabla 7
Composición de la muestra final 3

Muestra F3	
Tierra amarilla	35%
Caolín	14%
Sílice	10%
Cal	7%
Óxido de hierro	3 %
Paja	1%
Agua	29%

Tabla elaborada por Ángel E.R. Aguilera.

Para las últimas pruebas se pensó en otro aditivo, pero esta vez de polímeros, es decir, “grandes moléculas que están formadas por la unión de muchas unidades repetitivas [pues] involucran uniones covalentes entre los átomos (generalmente) de carbono que constituyen la columna vertebral de la cadena polimérica” (López, 2015: 2). Esta composición hace que sean los más utilizados, en especial los polímeros sintéticos como el polietileno, el policloruro de vinilo, el polipropileno, el poliestireno, el polietilentereftalato, el poliuretano, etc., con los que se pueden manejar varios procesos productivos, tales como la inyección, el termoformado, la extrusión y el rotomoldeo, por poner un par de ejemplos.

Las formas que estos materiales pueden adoptar son de una exactitud prolija, sin contar su gran resistencia a la corrosión y una vida útil extendida; sin embargo, esto último es un problema para el objetivo del proyecto, pues se buscan productos desechables. No obstante, otros materiales comparten una estructura semejante que además cuentan con el beneficio de ser biodegradables, como los polímeros naturales; dentro de los cuales, encontramos el biopolímero del almidón:

El almidón es un polímero de glucosas unidas unas a otras a través del oxígeno del C1 con el O del C4. [A] esta unión se le conoce como enlace glucosídico. Al final de la cadena se encuentra un grupo aldehído que forma el extremo reductor. En el almidón se encuentran presentes dos tipos de polímeros de glucosa: la amilosa y la amilopectina (Bolaños, 2023: 20).

En consecuencia, se realizaron pruebas con el engrudo, el cual “es una solución o pasta viscosa obtenida cuando una suspensión de almidón en agua es calentada a una temperatura a la cual sus gránulos absorben agua y se hinchan.” (Bonilla, 2008:147). Estos ingredientes, harina de trigo (o maíz) y agua, se encuentran fácilmente, son económicos y biodegradables, y constituyen una opción respetuosa con el medio ambiente.

Tabla 8
Composición de las muestras finales

Muestra F4		Muestra F5		Muestra F6	
Papel Craft	90%	Tierra amarilla	63%	Tierra amarilla	53%
Engrudo	10%	Paja	5%	Papel	28%
		Engrudo	32%	Aserrín	13%
				Engrudo	6%

Tabla elaborada por Ángel E.R. Aguilera.

Tras la evaluación de las últimas muestras, se optó por utilizar la composición de la muestra F5 (Tierra amarilla 63%, Paja 5%, Engrudo 32%) para la fabricación de las macetas biodegradables. Esta elección se basó en el grosor del material, ya que dicha mezcla demostró ser más delgada en comparación con otras muestras, como la F1, F3 y F6. Estas últimas requerían un espesor considerable para mantener su integridad sin comprometer su resistencia. Así, sólo restaba explorar moldes con diferentes diseños, para ofrecer una variedad a la vista.

Ilustración 3
Fotografías de las macetas finales



Fotos tomadas por Ángel E.R. Aguilera el 10 de Abril del 2024.

Metas alcanzadas

Se logró la identificación de necesidades y la subsecuente realización de proyectos que ayuden activamente al laboratorio TECTRAD; asimismo, aportamos las herramientas del Diseño industrial, que generaron dos productos diferentes y funcionales para las necesidades del laboratorio previamente identificadas: las repisas porta-charolas y las macetas biodegradables.

Resultados y conclusiones

Se diseñó un equipo de distribución de materiales, diseñado para facilitar la instalación y distribución de bandejas en espacios reducidos, lo cual optimiza el uso del espacio del laboratorio y aumenta la eficiencia en el manejo de materiales. La maquetación final, por parte del laboratorio de maderas, arrojó dos productos que cumplen con dicha función y ahora forman parte del laboratorio TECTRAD.

Asimismo, se consiguió una serie de macetas biodegradables. Estas últimas fueron el resultado de un proyecto “integral”, pues la necesidad específica de maceteros trasplantables, integró mis conocimientos de diseño industrial con los conocimientos específicos del laboratorio.

Respecto a mi área, se profundizó en la comprensión de los elementos constitutivos de las arcillas lo que dio como resultado una arcilla con una plasticidad idónea; en este proceso, destaco la aplicación práctica de conceptos productivos como los ángulos de salida en la fabricación de moldes, los cuales fueron todo un tema.

Por ejemplo, a diferencia de las piezas de arcilla cerámica que manejamos en la carrera, las macetas biodegradables de almidón, que fueron requeridas durante mi servicio, no experimentan una reducción considerable de tamaño a la hora del secado, lo cual exige un modelo de al menos dos piezas para garantizar un desmolde exitoso.

Finalmente, los conocimientos de laboratorio aunados a una investigación me permitieron aprender sobre la importancia ecológica e histórica de algunos materiales como el mucílago de nopal, la cal, los polímeros, el engrudo, etc.

Recomendaciones

Los principios del laboratorio TECTRAD, me parecen estupendos, por lo que no me queda más que alentarlos a que continúe colaborando estrechamente con estudiantes y profesionales en el

campo de la conservación del patrimonio cultural, con el fin de mantenerse actualizado sobre las últimas innovaciones y prácticas en este campo en constante evolución.

Asimismo, me gustaría rescatar mis hallazgos sobre la combinación para obtener barro y el uso de engrudo como aditivo para la mezcla de tierra y paja; con la intención de que se aproveche mi trabajo en el futuro.

Referencias

Aguilar Ruiz, O., Arciga Rojas, H., & Sánchez Solano, P. (2017). *Pegamento a base de mucilago de nopal*. Universidad del Valle de México: Estado de México.

Barba Pingarron, L., & Villaseñor Alonso, I. (2013). *La cal: Historia, propiedades y usos*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas.

Bolaños Núñez, S. (2023). *Interacciones entre bacterias lácticas durante la fermentación del almidón*. Tesis de Doctorado en Ciencias Bioquímicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Cárdenas Gutiérrez, J. A., Jové, F., & Sáinz Guerra, J. L. (Eds.). (2018). *Construcción con tierra: Permanencia del pasado y tecnología actual*. Actas XV CIATTI 2018. Colombia, Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación

Díaz Herrera, R. (2024). *Aislamiento y caracterización fisicoquímica de almidón nativo de amaranto*. Tesis de Ingeniero en Alimentos, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

López Serrano Ramos, F., Mendizábal Mijares, E., & Ortega Gudiño, P. (Compilador) (2015). *Introducción a la ciencia de los polímeros* (Primera edición). Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías.

Zimbrón Ortiz, David.(2009). *El laboratorio de Materiales Cerámicos. Manual teórico-práctico para el conocimiento y manejo de los minerales cerámicos*. México: Instituto Nacional de Bellas Artes.

