



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias y Artes para el Diseño



**ESCUELA NACIONAL
DE CONSERVACIÓN,
RESTAURACIÓN Y
MUSEOGRAFÍA**
"MANUEL DEL CASTILLO NEGRETÉ"

MTRO. ROBERTO ANTONIO PADILLA SOBRADO
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN
CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
UAM XOCHIMILCO

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

PROYECTO: APOYO EN LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN,
CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

16 DE JUNIO DEL 2025 – 30 DE ENERO DEL 2026

CLAVE: XCAD000147

RESPONSABLE DEL PROYECTO: ARQ. CARLOS MADRIGAL BUENO

ASESOR INTERNO: GUILLERMO RUIZ MOLINA

ALUMNO: JUAN LUIS HUICOCHEA RAZO
MATRICULA: 2222037785
LICENCIATURA: ARQUITECTURA
DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

CEL: 5618076997
CORRECO ELECTRÓNICO: juanluishuicochearazo@gmail.com

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO PRINCIPAL	3
OBJETIVOS PARTICULARES	4
INFORME.....	4
METAS ALCANZADAS	6
RESULTADOS.....	7
CONCLUSIONES	7
ANEXOS FOTOGRÁFICOS Y DOCUMENTALES.....	8

INTRODUCCIÓN

El presente informe reúne las actividades realizadas durante el desarrollo del servicio social enfocado en la restauración y mejoramiento del orquideario perteneciente a la ENCRyM (Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete" del INAH). El trabajo se desarrolló bajo la orientación de la profesora Marlene Sámano Chong, quien cuenta con una maestría en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Inmuebles, cuyos conocimientos y acompañamiento fueron fundamentales para el desarrollo de las actividades realizadas durante el proyecto. La intervención surgió a partir de la necesidad de atender una estructura que presentaba deterioros ocasionados por la humedad, desgaste de materiales y deficiencias en algunos elementos constructivos, factores que comprometían tanto la integridad constructiva como su conservación a largo plazo (ver IMAGEN 1).

Las actividades desarrolladas se enfocaron principalmente en el estudio y aplicación de técnicas tradicionales de construcción sustentable, utilizando materiales naturales como tierra, cal, mucílago de nopal, paja y bambú. A través de la investigación y experimentación de estos materiales, fue posible comprender su comportamiento físico, sus propiedades de adherencia y resistencia, así como su utilidad dentro de procesos de restauración arquitectónica.

Durante la primera etapa del servicio social se realizaron investigaciones teóricas relacionadas con el mucílago de nopal, el ciclo de la cal y los sistemas tradicionales de elaboración de adobe. Estas actividades permitieron establecer una base de conocimientos necesaria para comprender la función de cada material dentro del proyecto.

Posteriormente, el trabajo se orientó hacia la experimentación y aplicación práctica mediante pruebas de resistencia de tierras, preparación de mezclas, revisión de la estructura de bambú y elaboración de recubrimientos tradicionales. De manera paralela, también se desarrollaron actividades de difusión y enseñanza dirigidas a la comunidad académica, con el propósito de compartir conocimientos relacionados con técnicas ecológicas de construcción.

A lo largo del servicio social, las actividades permitieron fortalecer habilidades técnicas, mejorar la comprensión de los procesos constructivos tradicionales y reconocer la importancia de integrar materiales naturales y soluciones sustentables dentro de proyectos de restauración arquitectónica.

OBJETIVO PRINCIPAL

Contribuir a la restauración y mejoramiento físico del orquideario de la ENCRyM mediante la investigación, experimentación y aplicación de técnicas tradicionales de construcción sustentable, integrando materiales naturales como adobe, cal, mucílago de nopal y bambú, con el propósito de fortalecer la estabilidad estructural, mejorar las condiciones de conservación del espacio y recuperar conocimientos constructivos tradicionales.

OBJETIVOS PARTICULARES

Investigar las propiedades físico-químicas del mucílago de nopal y de la cal, así como sus aplicaciones dentro de procesos tradicionales de construcción y restauración arquitectónica

- Analizar técnicas tradicionales de fabricación de adobe y métodos de construcción sustentable para comprender su comportamiento estructural y su viabilidad dentro del proyecto.
- Realizar pruebas de resistencia y plasticidad de tierras mediante distintos ensayos experimentales para determinar las proporciones adecuadas de las mezclas.
- Elaborar mezclas de adobe y pintura ecológica utilizando materiales naturales y procesos manuales tradicionales.
- Revisar y reforzar la estructura de bambú existente para garantizar la estabilidad y adherencia de los futuros recubrimientos.
- Diseñar propuestas visuales y bocetos para el acabado final de los muros del orquideario.
- Organizar e impartir un curso-taller enfocado en la elaboración de pintura ecológica para compartir conocimientos con la comunidad académica.

INFORME

Primer Bimestre

Durante las primeras semanas del servicio social, las actividades se centraron principalmente en la investigación y comprensión de los materiales naturales utilizados dentro de procesos tradicionales de construcción y restauración arquitectónica. La profesora Marlene proporcionó conocimientos teóricos relacionados con el comportamiento físico y químico del mucílago de nopal y la cal, así como sobre su importancia histórica dentro de distintos sistemas constructivos. La primera etapa práctica consistió en la extracción manual del mucílago de nopal (ver IMAGEN 2). Para ello, se realizaron cortes horizontales sobre las pencas con el objetivo de exponer el interior del nopal (ver IMAGEN 3) y extraer la sustancia viscosa de manera controlada (ver IMAGEN 4). Posteriormente, el mucílago fue almacenado en frascos de vidrio etiquetados y refrigerados para conservar adecuadamente sus propiedades físicas (ver IMAGEN 5).

De manera paralela, se trabajó en el procesamiento de la cal mediante técnicas manuales de filtrado utilizando coladores, buscando obtener una pasta homogénea y libre de grumos que pudiera utilizarse posteriormente en la elaboración de mezclas y pinturas naturales. Asimismo, se estudiaron los procesos químicos relacionados con el ciclo de la cal y su relevancia histórica como material aglutinante utilizado por distintas civilizaciones. Como resultado de esta etapa de investigación y experimentación, se desarrolló una pintura ecológica elaborada a base de cal, mucílago de nopal, agua y alumbre (ver IMAGEN 6). Antes de su aplicación definitiva, se realizaron pruebas preliminares sobre distintos

materiales para evaluar su adherencia, textura y comportamiento superficial (ver *IMAGEN 7* e *IMAGEN 8*). Finalmente, se organizó e impartió un curso-taller dirigido a estudiantes e interesados de la comunidad académica de la ENCRyM. Durante esta actividad se expusieron los procesos de extracción del mucilago, preparación de materiales y elaboración de pintura ecológica, permitiendo que los participantes desarrollaran de manera práctica cada una de las actividades.

Segundo Bimestre

Durante el segundo periodo del servicio social, las actividades se enfocaron principalmente en el estudio y preparación del adobe como material de recubrimiento y reforzamiento para el orquideario. Inicialmente, se realizó una capacitación relacionada con el comportamiento del adobe durante sus procesos de secado y consolidación estructural. Posteriormente, se llevaron a cabo distintas pruebas de resistencia y plasticidad de tierras, conocidas como "pruebas del churro" (ver *IMAGEN 9*), con el propósito de identificar las proporciones adecuadas entre tierra y agua que garantizaran cohesión, plasticidad y resistencia mecánica. Las pruebas se realizaron utilizando distintos tipos de tierra, algunas con agregados de cal y otras sin estabilizantes, con el objetivo de comparar su comportamiento frente a la humedad y la intemperie. Estos ensayos permitieron determinar cuáles mezclas resultaban más viables para la intervención del orquideario. Una vez definidos los parámetros adecuados, se procedió a la elaboración masiva de adobe utilizando tierra, paja, mucilago y agua (ver *IMAGEN 10* e *IMAGEN 11*). La mezcla fue preparada mediante el método tradicional de pisado manual dentro de una tina de gran capacidad, utilizando herramientas manuales (ver *IMAGEN 12*) y trabajo colaborativo entre los integrantes del equipo (ver *IMAGEN 13*). Después de su preparación, el adobe fue almacenado en huacales para conservar la humedad necesaria antes de su aplicación (ver *IMAGEN 14*). Paralelamente, se realizaron revisiones estructurales sobre el sistema de bambú existente, reforzando amarres y nudos que presentaban debilidades estructurales o que podían afectar la adherencia futura de los recubrimientos (ver *IMAGEN 15*). Asimismo, durante esta etapa se desarrollaron distintos bocetos manuales y digitales para visualizar posibles acabados y soluciones estéticas para los muros del orquideario, integrando criterios funcionales y visuales dentro del diseño final.

Tercer Bimestre

La etapa final consistió en la ejecución de la obra y la comprobación científica de los materiales. Para salvaguardar la integridad de la colección botánica durante la intervención, se construyó un orquideario provisional utilizando andamios y lonas, reubicando cuidadosamente todas las especies bajo señalización de seguridad. Despejada el área, se procedió a la aplicación directa del adobe sobre el esqueleto de bambú, siguiendo los bocetos previamente diseñados (ver *IMAGEN 16*). Durante el perfilado de los muros, el propio peso de la mezcla en fresco evidenció zonas de la estructura que requerían mayor soporte, las cuales fueron reforzadas integrando tensores de alambre y segmentos adicionales de bambú, logrando así una estabilización en tiempo real.

Para garantizar un rigor técnico, se implementó un control de calidad: de cada huacal de adobe utilizado se extrajo una muestra compactada en forma de cubo. Tras el periodo de secado de los muros y las muestras, la última sesión se dedicó a someter estos cubos a pruebas de esfuerzo mecánico utilizando una máquina compresora; los datos arrojados permitieron calcular el nivel de resistencia a la compresión de nuestras mezclas. El proyecto cerró de manera profundamente emotiva: mediante una videollamada, la profesora Marlene nos contactó con la fundadora original del orquideario. Ella nos narró su extensa travesía por todo el país para recolectar, una a una, las especies del recinto, y expresó su profunda gratitud al ver que el espacio que creía olvidado estaba siendo rescatado y dignificado.

METAS ALCANZADAS

La intervención en el orquideario trascendió el cumplimiento de un requisito académico para convertirse en un proceso integral de formación profesional. Durante el proyecto, se asimilaron los sistemas constructivos tradicionales no como simples métodos empíricos, sino como tecnologías complejas y altamente eficientes, profundamente vinculadas al contexto biocultural. La manipulación directa de materiales como la tierra, el ciclo de la cal y bioestabilizantes (mucilago de nopal y paja) comprobó en la práctica la viabilidad de la arquitectura vernácula como una respuesta técnica y sustentable frente a los desafíos constructivos actuales.

El rigor investigativo funcionó como el cimiento de la intervención, dotando de fundamento técnico a cada etapa de extracción, dosificación y aplicación. Al analizar las propiedades químicas del mucilago de nopal y su interacción con la cal, se demostró que el aprovechamiento de recursos locales optimiza radicalmente el desempeño de los recubrimientos arquitectónicos. Se logró un incremento notable en la plasticidad y vida útil de las mezclas, confirmando que la integración de estos aditivos naturales reduce significativamente la huella ecológica y los costos de obra, reivindicando su vigencia en la restauración moderna.

En el ámbito de la divulgación, la planificación y ejecución del taller de pintura ecológica se consolidó como uno de los máximos aciertos del servicio social. Esta actividad permitió socializar los hallazgos técnicos con la comunidad académica y el público general, subrayando que la transferencia de saberes es un paso indispensable para democratizar la bioconstrucción y promover una praxis arquitectónica más consciente, accesible y en armonía con el medio ambiente.

Finalmente, la inmersión en la obra física a través de la técnica de bajareque permitió materializar la teoría en resultados tangibles. La ejecución sistemática de ensayos de resistencia mecánica, sumada a la formulación tradicional de mezclas y su colocación estratégica sobre los muros, no solo garantizó la estabilización estructural del orquideario, sino que arrojó datos empíricos de alto valor que servirán como antecedente técnico para futuras intervenciones patrimoniales en la institución.

RESULTADOS

La intervención detuvo el proceso de degradación del inmueble. Desde el punto de vista técnico, los datos obtenidos en la compresora validaron que la adición de mucílago de nopal y el reposo de la cal aumentaron exponencialmente la cohesión de las partículas de tierra, logrando una resistencia mecánica óptima para soportar las condiciones de intemperie. Estructuralmente, el soporte de bambú dejó de presentar flexiones gracias a las correcciones con tensores de alambre, logrando un anclaje monolítico con el adobe. Las superficies quedaron preparadas, perfiladas y estabilizadas para recibir las etapas posteriores de acabado fino. Se comprobó físicamente que la bioconstrucción responde con alta eficiencia técnica frente a los retos de la restauración contemporánea.

CONCLUSIONES

El servicio social demostró que la restauración arquitectónica es un ejercicio interdisciplinario donde la ciencia de los materiales, la técnica constructiva y la sensibilidad convergen. Las pruebas de compresión y plasticidad confirmaron empíricamente que los sistemas tradicionales, lejos de ser obsoletos, ofrecen soluciones tecnológicas precisas y altamente sustentables frente a las patologías de los edificios. Sin embargo, el aprendizaje más profundo trascendió el aspecto físico de los materiales.

Escuchar la historia de la fundadora del orquideario evidenció que los espacios no son solo metros cuadrados o muros de tierra, sino contenedores de historias, esfuerzo y memoria colectiva. Como profesionales encargados de intervenir el espacio, nuestra responsabilidad no radica únicamente en evitar que una estructura colapse, sino en dignificar el propósito para el cual fue creada. El diseño, la arquitectura y la restauración cobran su verdadero valor cuando actúan como herramientas para no olvidar, preservar este espacio significó honrar el recorrido histórico que le dio vida, demostrando que construir con tierra es también una forma de arraigar la memoria.

ANEXOS FOTOGRÁFICOS Y DOCUMENTALES

Primer Bimestre (Diagnóstico, extracción y formulación de pintura natural)



IMAGEN 1 – Estado inicial del interior del orquideario. Vista de las condiciones previas a la intervención donde se aprecian los factores de vulnerabilidad en el espacio.



IMAGEN 2 – Identificación de materia prima. Pencas de nopal seleccionadas en campo para la obtención de mucilago.



IMAGEN 3 – Preparación del nopal. Corte longitudinal de la penca para exponer el tejido interior y facilitar el desprendimiento de la savia.



IMAGEN 4 – Extracción manual de mucilago. Proceso de recolección de la sustancia viscosa para su aprovechamiento como aglutinante biológico.

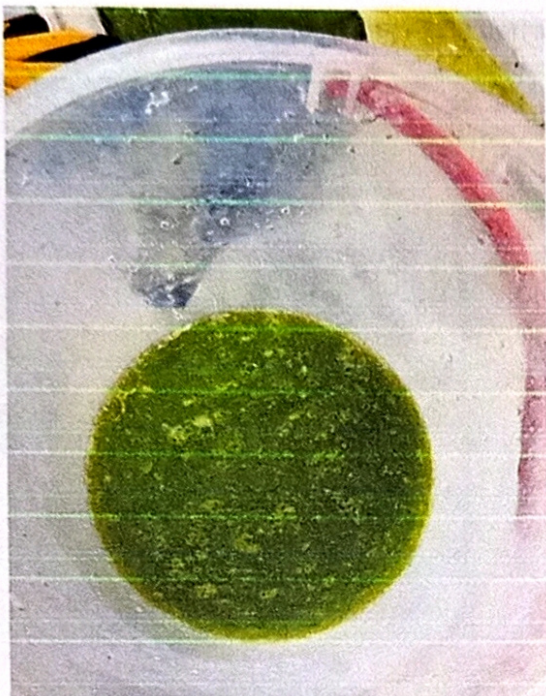


IMAGEN 5 – Almacenamiento de mucilago. Sustancia extraída y refrigerada en recipientes de vidrio para evitar su degradación y conservar sus propiedades físico-químicas.

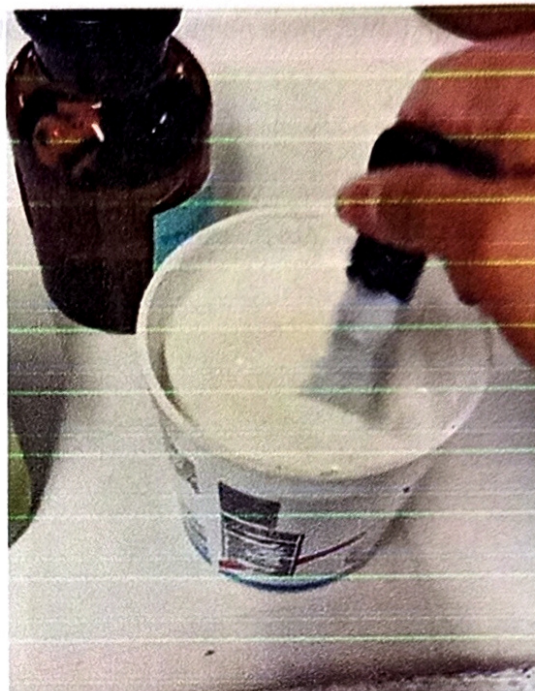


IMAGEN 6 – Formulación de pintura ecológica. Mezcla estabilizada en proceso de preparación, compuesta por cal, mucilago de nopal, agua y alumbre.



IMAGEN 7 – Prueba preliminar de pintura sobre azulejo. Evaluación inicial de la textura, consistencia y adherencia del material sobre una superficie de baja porosidad.

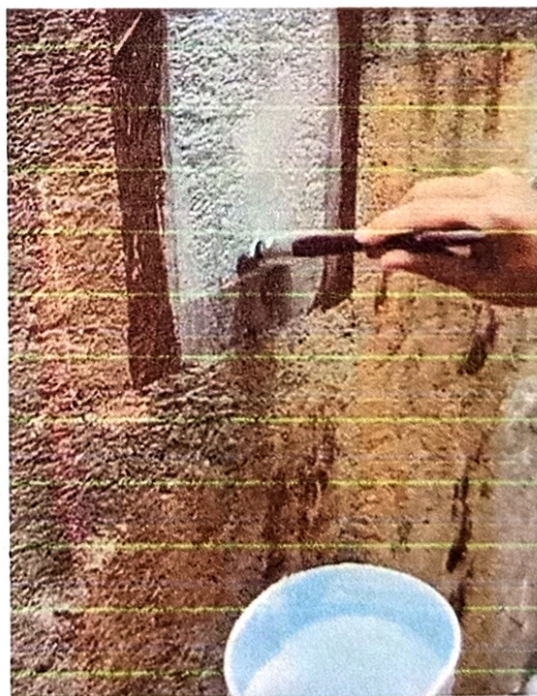


IMAGEN 8 – Ensayo de pintura sobre muro. Comprobación del comportamiento, acabado y fijación de la pintura natural en una superficie vertical real.

Segundo Bimestre (Ensayos de tierra, producción de adobe y estabilización estructural)



IMAGEN 9 – Prueba de plasticidad "del churro". Ensayo cualitativo de campo para determinar la cohesión y proporción óptima de humedad en las muestras de tierra.



IMAGEN 10 – Dosificación de agregados finos. Incorporación de arenas a la mezcla base para equilibrar la granulometría de la tierra y evitar fallas estructurales.

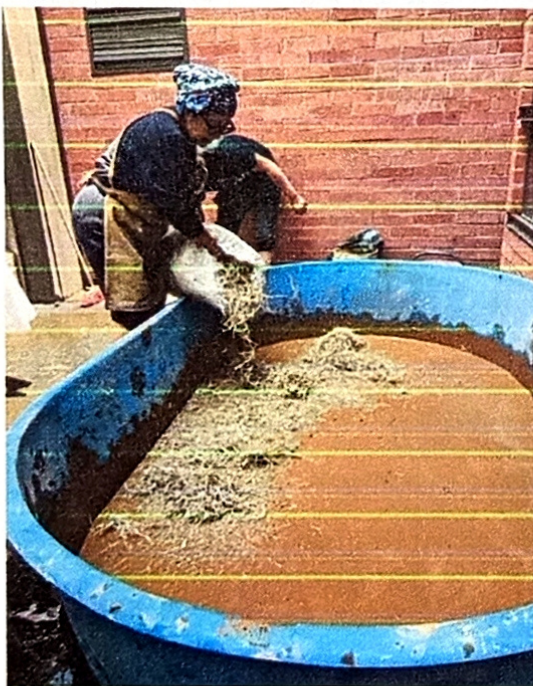


IMAGEN 11 – Incorporación de fibras naturales. Añadido de paja y agua a las arenas para dotar a la mezcla de resistencia a la tracción y prevenir fisuras por contracción.



IMAGEN 12 – Mezclado inicial con herramienta. Primer batido de la mezcla de adobe utilizando pala para homogeneizar los componentes de manera preliminar.

Tercer Bimestre (Aplicación de bajareque y consolidación volumétrica)



IMAGEN 13 – Estabilización de la mezcla. Integración de cal al adobe para incrementar su resistencia mecánica y su comportamiento frente a la humedad.

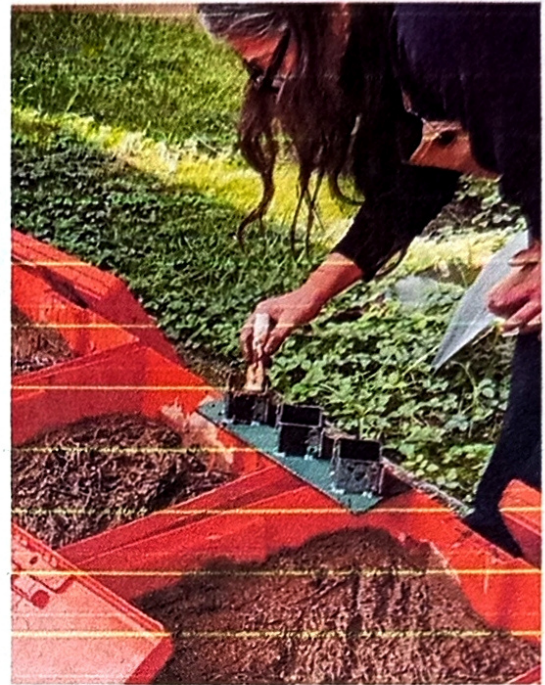


IMAGEN 14 – Moldeado de muestras y acopio. Vaciado de la mezcla estabilizada en recipientes para su maduración y posterior ensayo de resistencia a la compresión.



IMAGEN 15 – Reforzamiento de nodos estructurales. Colocación de tensores de alambre en las uniones de bambú para rigidizar el sistema portante antes de recibir cargas.



IMAGEN 16 – Consolidación de los muros del orquideario. Avance general en la aplicación de los recubrimientos volumétricos, evidenciando la integración del adobe con la estructura portante.