

# La conservación de los restos de elasmobranquios en el recinto sagrado de Tenochtitlan. Una revisión general

Go to English version

DOI: 10.30763/Intervencion.273.v2n26.52.2022 · AÑO 13, NÚMERO 26: 156-178

Postulado: 23.07.2021 · Aceptado: 20.05.2022 · Publicado: 18.09.2023

## Adriana Sanromán Peyron

Museo del Templo Mayor-Proyecto Templo Mayor (MTM-PTM),  
Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México  
asanromanp@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8573-4075>

## María Barajas Rocha

Museo del Templo Mayor-Proyecto Templo Mayor (MTM-PTM),  
Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México  
mariabarajas35@yahoo.com.mx  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3555-6167>

Corrección de estilo por Alejandro Olmedo

## RESUMEN

Las excavaciones arqueológicas en el recinto sagrado de Tenochtitlan han revelado numerosos restos de animales, entre los que destacan notablemente los procedentes de peces con esqueleto cartilaginoso, cuyas características específicas representan un reto para su recuperación, intervención y exposición. En las siguientes páginas presentamos una general de las características de estos materiales óseos, y discutiremos los diferentes contextos en los que fueron encontrados estos materiales óseos, y proporcionaremos una breve revisión histórica de la gama de procedimientos aplicados, junto con algunas reflexiones para trabajos futuros.

## PALABRAS CLAVE

condictios, elasmobranquios, Templo Mayor, Tenochtitlan, mexicas

## INTRODUCCIÓN

**T**ras 40 años de exploraciones arqueológicas en el recinto sagrado de Tenochtitlan, se sabe que el hallazgo de fauna alóctona a la Cuenca de México en los depósitos rituales es

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

constante y corresponde con las representaciones que se hacían de las diversas especies animales en la simbología de los mexicas (López, 1993, p. 143).

La ictiofauna, o conjunto de especies de peces, que ha sido estudiada ampliamente por diversos especialistas, ha traído a la luz interesantes datos sobre los restos de peces encontrados en las ofrendas; entre ellos podemos destacar que son comunes las especies de colores llamativos, venenosos otros y, por último, algunos que presentan morfologías semejantes a monstruos mitológicos (Díaz-Pardo, 1982; Díaz-Pardo y Teniente, 1991; Guzmán y Polaco, 2000, p. 153; Robles *et al.*, 2018, pp. 21-22). En las colecciones del sitio arqueológico del Templo Mayor existen, entre esa diversidad de animales acuáticos, dos tipos de peces de acuerdo con su esqueleto: óseo y cartilaginoso (condrichtios).

Desde la perspectiva disciplinar de la conservación-restauración, son pocos los documentos que describen la manera en la que los conservadores arqueológicos han abordado la complejidad en torno de la recuperación y tratamiento de los restos de condrichtios, no sólo en el recinto sagrado de Tenochtitlan, sino a escala nacional.

En este texto se presentan las condiciones de hallazgo de esos elementos en el centro ceremonial mexica, una breve reflexión en cuanto a su estado de conservación, las diferentes maneras en las que se ha llevado a cabo su recuperación de la matriz arqueológica y los diversos aspectos que giran en torno a su conservación a largo plazo, que incluyen el análisis, el almacenaje, la exhibición y las acciones de difusión y divulgación.

### EL RECINTO SAGRADO DE TENOCHTITLAN

Ubicado en el primer cuadro de la Ciudad de México, bajo numerosas capas depositadas por la actividad humana durante siglos, el recinto sagrado de Tenochtitlan se edificó durante el Posclásico Tardío (1200-1521 d.C.) en una pequeña isla al centro de la cuenca lacustre. El terreno de la isla se fue expandiendo, ganando espacio al agua mediante el acarreo de materiales tanto del fondo del lago como de las áreas circundantes (rocas) y la construcción mediante el sistema de pilotes (Mazari *et al.*, 1989, pp. 149-155).

El suelo, de características limoarcillosas y poco permeables (López y Tentle, 2012, pp. 43-46), ha permitido que en el subsuelo de algunas zonas de lo que fue el centro hegemónico mexica se mantengan constantes las condiciones de humedad relativa y temperatura, permitiendo así el hallazgo de materiales de naturaleza orgánica e inorgánica.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Sin embargo, el mantenimiento y las constantes remodelaciones del recinto ceremonial, en conjunto con las construcciones tanto de la época colonial como de las épocas moderna y contemporánea, han generado enormes presiones al subsuelo que, a su vez, en combinación con el desecamiento de los cuerpos de agua, han causado hundimientos diferenciales del suelo y dado lugar a contextos con condiciones de baja, nula o con variaciones constantes de humedad relativa (HR) (López, 1989, p. 148).

Estas condiciones hacen que, durante la excavación, se tengan que tomar previsiones distintas tras el hallazgo de materiales específicos.

### LOS PECES CARTILAGINOSOS O CONDRICHTIOS

Esta clase de peces está caracterizada por tener un esqueleto cartilaginoso y comprende a los elasmobranquios (tiburones y rayas) y los holocéfalos (quimeras) (Compagno *et al.*, 2005, p. 5; Moyle y Cech, 2003 pp. 226-230, 255-273; Helfman *et al.*, 2009, pp. 197-229).

En las ofrendas del recinto sagrado de Tenochtitlan se ha registrado gran número de restos de elasmobranquios que, por sus características biológicas, representa un reto tanto para su excavación como para su conservación.

Biológicamente, el esqueleto de esos peces está conformado por una fase orgánica predominante, compuesta mayoritariamente por colágeno, y una mineral, en menor proporción, constituida por fosfato de calcio en su forma de hidroxiapatita. Este sistema estructural cartilaginoso muestra, de forma general, dos modos distintos de calcificación; el primero corresponde a las vértebras, que tienen forma bicónica y son segmentos sumamente calcificados, y el segundo, conformado mediante una especie de mosaico que recubre un núcleo sin cristalizar y en donde cada una de las teselas refleja calcificación del centro hacia los márgenes externos (Dean y Summers, 2006, pp. 165-166). El proceso de calcificación se da a lo largo de la vida de los individuos, por lo que los especímenes juveniles presentan menor mineralización que los ejemplares adultos (Seidel *et al.*, 2017, pp. 2-4). Este “mosaico” tiene acomodos y densidades específicas según la sección anatómica del animal, lo que responde a las necesidades estructurales de cada parte del cuerpo.

Los dientes, espinas caudales y dentículos dérmicos<sup>1</sup> —que conforman la piel— están compuestos por dentina y vitrodentina, ambos constituidos por cristales de fluorapatita y una muy baja cantidad de colágeno (Enach, 2012, pp. 290-299; Moyle y Cech, 2009, pp. 15-17; Helfman *et al.*, 2009, pp. 36-40).

## LOS ELASMOBRANQUIOS EN EL RECINTO SAGRADO DE TENOCHTITLAN

A lo largo de cuatro decenios de exploraciones en el área que ocupaba el centro ceremonial mexica se ha logrado identificar más de una centena de restos de individuos de ese tipo de ictiofauna, que ha aparecido en muchas ofrendas y que corresponde al hallazgo de tiburones y rayas, el cual incluye a los peces sierra.

De acuerdo con la bibliografía (López, 2005, pp. 191-192; Guzmán y Polaco, 2000; Robles, 2017, pp. 21-56; Robles *et al.*, 2018), la presencia de estos peces está ligada con la representación del monstruo terrestre conocido en náhuatl como *cipactli*,<sup>2</sup> que simbolizaba la Tierra y su producción abundante.

Los restos de esqueleto cartilaginoso se identifican por la peculiar morfología del mosaico de cartílago teselado, por sus vértebras bicónicas, o por el hallazgo de segmentos anatómicos distintivos, como los cartílagos rostrales de los peces sierra, los dientes bucales de tiburón, las espinas caudales de raya, así como los dentículos dérmicos (Figura 1).

FIGURA 1. Arriba: cartílago rostral de pez sierra (Ofrenda 141). Abajo, de izquierda a derecha: espina caudal de mantarraya (Ofrenda 120) y dientes bucales de tiburón (Ofrenda 141) (Fotografía: Mirsa Islas y Érika Lucero Robles, 2016; cortesía: Proyecto Templo Mayor [PTM], México).



<sup>1</sup> Los dentículos dérmicos son pequeñas estructuras dermales que recubren el cuerpo de los condrictios, son características de cada especie y permiten su identificación taxonómica. Su morfología es semejante a la de un diente. Tienen un tamaño determinado que se mantiene a lo largo del tiempo. A medida que el individuo crece se desarrollan más dentículos.

<sup>2</sup> Criatura mitológica zoomorfa que representaba lo primigenio, el tiempo y la tierra, conformada por partes de distintos animales entre los que comúnmente destacan la cabeza de cocodrilo con un hocico alargado mediante el cartílago rostral de pez sierra y lengua de serpiente y el cuerpo, representado mediante el de un cocodrilo o un pez con cola de tiburón (Robles, 2022, pp.49-50).

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

De acuerdo con la información de la arqueóloga Érika Lucero Robles (comunicación personal, 10 de marzo, 2021), la cuantificación, considerando que este análisis se encuentra siempre en revisión y que mediante el estudio de materiales asociados día a día se generan nuevos hallazgos y otros de los que anteriormente había sido imposible realizar su identificación, corresponde a la recuperación de alrededor de 31 tiburones, 27 rayas y 85 peces sierra.

En cuanto a los tipos de contenedores, se han dado hallazgos en los tres tipos de ofrenda presentes en el sitio: depositadas directamente en el relleno; colocadas dentro de cajas de piedra de dos piezas, y, finalmente, las más comunes: aquellas construidas con sillares de tezontle y lajas a manera de piso y cubierta (López, 2005, pp. 124-131). A su vez, se han encontrado en contextos que van desde los completamente secos hasta los anegados, lo que confirma la gran resistencia de estos materiales no obstante su fragilidad al momento del hallazgo.

### Consideraciones sobre el estado de conservación

Gracias a la variabilidad en las condiciones de los contextos específicos que se han excavado, se sabe que el estado de conservación de esos restos faunísticos depende tanto de su morfología como de su interacción con el medio.

Por un lado, las vértebras siempre presentan mayor estabilidad, debido a su forma compacta, y mayor grado de calcificación, sin importar las condiciones de humedad del contexto. Esto sucede también con las espinas caudales de las rayas, los dentículos derrmáticos y los dientes, tanto los rostrales —cuya composición química les otorga mayor resistencia al medio— como los de las mandíbulas inferior y superior.

Por otra parte, los segmentos compuestos por cartílago tesselado son mucho más inestables, y su permanencia en la matriz depende de la pérdida o conservación del núcleo cartilaginoso sin mineralizar, o de su sustitución por sedimentos del contexto, y de la estabilidad de las condiciones específicas del depósito ritual.

Los elementos encontrados en contextos totalmente llenos con sedimento y secos se presentan con buenas condiciones de conservación y son resistentes como unidad. Las secciones anatómicas que en el hallazgo están en condiciones constantes de anegamiento o muy alta humedad relativa sin relleno por lo general son las más degradadas, como sucede con las depositadas en contextos con condiciones fluctuantes, ya que tanto la presión de los elementos colocados sobre los tejidos cartilaginosos como

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

FIGURA 2. Ofrenda 171 (Fotografía: Mirsa Islas, 2016; cortesía: Proyecto Templo Mayor [PTM], México).

la presencia y el flujo del agua favorecen la hidrólisis de la proteína y el arrastre de las secciones mineralizadas. Finalmente, las secciones en condiciones de alta humedad, pero con relleno, se encuentran sumamente frágiles y con deformaciones y fracturas considerables (Figura 2).



Asimismo, existen casos en los que, gracias a las condiciones estables del contexto, es posible recuperar secciones de la piel de estos animales marinos. Aunque es difícil advertir su presencia *in situ*, el ojo entrenado verá una capa delgada y brillante sobre el cartílago teselado. Bajo el microscopio, estos restos se reconocen por la observación de dentículos dérmicos, los cuales si bien se desprenden con facilidad en condiciones fluctuantes, pueden recuperarse al analizar los sedimentos del depósito (Barajas *et al.*, 2015, pp. 39-50; Barajas *et al.*, 2016, pp. 63-67, 159-162 y anexo 2; Barajas y San Román, 2017, pp. 172-178, 188-194, 204-205 y 211-213; Barajas y San Román, 2018, pp. 173-178, 200-201 y 221-235; Barajas y San Román, 2019, pp. 222-240; Robles *et al.*, 2018, p. 24; Bolaño *et al.*, 2022) (Figura 3).

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

FIGURA 3.  
Ofrenda126  
(Fotografía: Leonardo  
López Luján, 2008;  
cortesía: Proyecto  
Templo Mayor [PTM],  
México).



### INTERVENCIÓN

Las acciones de conservación que se llevan a cabo en el Proyecto Templo Mayor (PTM) están enfocadas en dar estabilidad estructural a los materiales recuperados para asegurar tanto su conservación a largo plazo como la preservación del “dato arqueológico”, es decir, de la información relevante para los diversos análisis científicos que llevan a cabo los investigadores del equipo. En ese sentido, la toma de decisiones se basa en los criterios de mínima intervención y retratabilidad. Los tratamientos que aquí se describen son gene-

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

rales para este tipo de elementos y generan una suerte de guía de acción para hallazgos futuros.

### Medidas preventivas en el contexto

Al momento de descubrir este tipo de restos dentro de los depósitos rituales, es esencial la participación del conservador de campo, pues se deben tomar decisiones inmediatas que aseguren la permanencia y estabilidad de los esqueletos cartilaginosos durante los procesos de excavación y registro.

En primer lugar, es crucial mantener en todo momento las condiciones del contexto, estudiando los datos de humedad y temperatura que se recabaron con la ayuda de termohigrómetros digitales, para después colocar, en caso de ser necesario, contenedores con agua, cubiertas plásticas o humidificadores con el fin de mantener los parámetros, en la medida de lo posible, estables y en los niveles en los que se encontraron los restos. Además, es importante contar con una cubierta sobre el área de excavación, con el objeto de minimizar las alteraciones por insolación; dependiendo de las características del contexto, puede ser temporal, utilizando lonas y láminas, o permanente, cuando se construyen espacios cerrados para proteger la zona de investigación.

### Excavación y registro

La excavación de las ofrendas se lleva a cabo siguiendo niveles arbitrarios en los que la capa superficial de objetos visibles se libera y define de manera sumamente minuciosa y controlada, lo que favorece el registro detallado de las piezas y su posterior análisis. El trabajo en torno a estos restos faunísticos se realiza con herramientas delicadas y suaves, entre ellas, hisopos de bambú, pinceles, espátulas y estíquies de madera o de hueso, y pinceles, para evitar generar marcas en la superficie del tejido cartilaginoso, lo que podría crear confusión al realizar análisis tafonómicos.

Paralelamente a la excavación, se llevan a cabo los registros gráfico y fotográfico, empleando una metodología que fue diseñada e implementada en 2010 por el equipo del Proyecto Templo Mayor (PTM) en la que, a partir de fotografías cenitales de los depósitos, escaladas e impresas en proporción 1:1, se hacen calcas de los elementos que conforman un nivel y, además, sirven como guía para el dibujo digital en AutoCAD®; también se llevan a cabo el análisis osteoarqueológico de campo (Chávez *et al.*, 2011) y el registro de conservación, que consta de la elaboración de materiales que abo-

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

nan a lo hecho por el equipo de arqueología, para evitar la pérdida de información y asegurar una buena intervención *a posteriori*. Este último incluye la consignación escrita de las condiciones de hallazgo y los tratamientos preventivos, dibujos y fotografías de detalle de los elementos e incluso calcas en Mylar® o en acetato, que facilitarán los procesos de intervención en el laboratorio de campo.

De la misma manera, se lleva también un registro por escrito, en el que, mediante una base de datos desarrollada en FileMaker®, el equipo de arqueólogos llena las fichas para artefactos y materiales orgánicos, y el de los restauradores, las de conservación.

### Intervención *in situ*

A la par de las acciones de conservación preventiva y de registro, en ocasiones es necesario llevar a cabo procesos de intervención directa cuando los restos de fauna aún se encuentran *in situ*. El tipo de procedimientos que se efectúan depende de las características de la matriz de enterramiento, el estado de conservación del material cartilaginoso y la planeación de la excavación.

La limpieza superficial de estos restos se realiza, utilizando herramientas finas, de manera generalizada sobre ellos, ya que es necesario delimitar las formas para llevar a cabo un registro adecuado; en contextos húmedos se hace utilizando pinceles suaves y agua por goteo, y en los secos, con pinceles o brochuelos suaves; ocasionalmente se realizan acciones puntuales con hisopo rodado humedecido ligeramente con agua. El sedimento recuperado de estos procesos es registrado como muestra para su análisis en el laboratorio, donde es posible recuperar dentículos dérmicos para su posterior identificación.

Otro de los procesos más comunes es la colocación de velados de papel japonés, o *non-woven*, para ayudar a mantener las condiciones de humedad del segmento anatómico, o bien, asegurar su unidad y evitar su disgregación. Los primeros se aseguran a la superficie de los materiales utilizando agua potable aplicada con pincel y, cuando se observa desecación considerable, rociando con un aspersor. Para los segundos, a lo largo de los años se han utilizado diferentes adhesivos, como copolímeros EMA (copolímeros de etileno y metacrilato, Paraloid B72® en diferentes concentraciones con disolventes tanto polares como no polares) y derivados de la celulosa (hidroxipropil celulosa, hidroxipropil metil celulosa, carboximetil celulosa de sodio), teniendo en cada caso ventajas y desventajas para los procesos de conservación y los análisis *a posteriori*. Este velado, por lo general, se planea también como

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

parte del proceso de extracción, que, de la misma manera, ha variado a lo largo de los años.

Otro proceso —para aquellos restos compuestos por mosaico de cartílago teselado— que se ha llevado a cabo *in situ* de manera casi generalizada es la consolidación. Esto se realiza, principalmente, en aquellos casos donde el estado de conservación del elemento es muy malo y presenta fragilidad, fisuras, fracturas, deformaciones y pérdida de cohesión en general. Para ello se han utilizado resinas EMA y PVB (polivinil butiral PVB, Mowital B60H®) en distintas concentraciones y en disolución o emulsión (EMA, Primal AC 33®), cuya aplicación ha sido por goteo, cuidando no contaminar el resto del contexto con los materiales empleados (Hasbach, 2000, pp. 135-136; Sanromán, 2009, pp. 8-12; Escalante y Soto, 2012, pp. 113-114; Barajas *et al.*, 2015, pp. 132-143; Barajas *et al.*, 2016, pp. 63-67, 159-162 y anexo 2; Barajas y Sanromán, 2017, pp. 172-178, 188-194, 204-205 y 211-213; Barajas y Sanromán, 2018, pp. 173-178, 200-201 y 221-235; Barajas y Sanromán, 2019, pp. 222-240).

Una vez secos los velados y los consolidantes, el equipo inicia las acciones para recuperar los restos ictiológicos del contexto.

### Extracción

Este proceso se realiza de formas distintas, dependiendo de la sección anatómica que se haya encontrado en el depósito y de su estado de conservación, así como de las características específicas de cada ofrenda.

Por un lado, las secciones que corresponden a vértebras, dientes y espinas caudales se recuperan, de forma manual o con herramientas finas, como pinzas, ya que presentan una mejor conservación gracias a sus características morfológicas y de calcificación o mineralización. Los dentículos dérmicos se recuperan de la misma manera pero bajo el microscopio estereoscópico dadas sus dimensiones.

Por otro lado, las secciones anatómicas conformadas por cartílago teselado presentan una complejidad mayor, de acuerdo con sus condiciones de conservación. La forma más común de levantar estos elementos es mediante la elaboración de bloques y el uso de soportes de diversos tipos para asegurar que, durante el movimiento, los restos de fauna mantengan su coherencia y no sufran nuevos deterioros.

Para la elaboración de los bloques se ha utilizado una gran variedad de materiales, dependiendo de su disponibilidad, su temporalidad y las experiencias previas con restos óseos y otros materiales arqueológicos.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

La creación de esos bloques incluye, como parte esencial, el velado, que funge como la primera capa aislante entre el resto que se ha de extraer y el material de relleno del bloque. Aislar no sólo el elemento por extraer, sino también el resto del contexto, es crucial para la correcta extracción en bloque y, primordialmente, para evitar que se contamine la ofrenda. Para este fin se han utilizado, además de los velados, capas de plástico (por lo general, PE polietíleno), plásticos autoadheribles, papel aluminio y capas de tela con adhesivos diversos, principalmente resinas acrílicas. Sobre estas capas se colocarán los materiales que darán sostén al bloque.

Dependiendo de las características específicas de cada caso, para realizar los bloques se utilizan vendas de yeso o se construyen cajas —de madera o de cartón— que dan contención a los materiales de relleno, entre los que se encuentran: yeso, yeso con perlas de poliestireno (PS), perlas de poliestireno con adhesivos sintéticos, resina de poliuretano (PU) expansiva y resinas epóxicas (EP) de baja densidad (Araldit® o Ren Paste®). En casi todos los casos, estos bloques han servido como soportes auxiliares de trabajo en el laboratorio, y en muchas otras ocasiones forman también una base museográfica permanente para su exhibición dentro de las salas del Museo del Templo Mayor (MTM) (Figura 4).



FIGURA 4. Ofrenda 165, extracción con vendas de yeso (Fotografía: Néstor Santiago, 2015; cortesía: Proyecto Templo Mayor [PTM], México).

Es importante destacar que recientemente se han dejado de realizar bloques de este tipo, y se ha preferido colocar varias capas de velado, lo que, durante el proceso de extracción, permite tener un mejor control visual tanto del elemento que se ha de extraer como de la acción que se realiza sobre los demás objetos depositados en el contexto.

Para el levantamiento de los bloques se utiliza una gran variedad de soportes auxiliares que se van insertando poco a poco entre el elemento y las capas inferiores del contexto, asegurando no sólo brindar el sostén suficiente al resto óseo sino también separarlo de manera definitiva del sedimento y de los demás materiales de la ofrenda. Con

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

FIGURA 5. Ofrenda 174, colocación de velado (Fotografía: Mirsa Islas, 2017; cortesía: Proyecto Templo Mayor [PTM], México).

ese fin se tiene registrado el uso de placas de madera con filos metálicos, láminas de metal y láminas y laminillas de polietileno y otros plásticos tanto rígidos como flexibles (Figura 5).



El levantamiento del bloque requiere por lo menos dos o tres personas para asegurar una acción simultánea y homogénea en todo el elemento.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Se debe considerar que, una vez levantado el bloque, la mayoría de las veces se le da vuelta para velar, aislar y rellenar por el lado inferior y asegurar que los objetos no se dañen durante el traslado.

En fechas más recientes, tras la extracción los elementos cartilaginosos se colocan sobre una almohada de perlas de poliestireno, aisladas con plástico autoadherible y Tyvek®, que sirve como soporte de trabajo y puede modificarse según sea necesario durante la intervención (Figura 6).

FIGURA 6. Ofrenda 171, soporte de perlas de poliestireno (Fotografía: Mirsa Islas, 2016; cortesía: Proyecto Templo Mayor [PTM], México).



## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Al realizar una extracción en bloque se debe tomar en cuenta una serie de consideraciones, entre las que se incluyen: su tamaño final, el peso del objeto con el material de relleno, la forma en que el bloque será transportado al laboratorio de campo o laboratorio formal, así como cuánto tiempo transcurrirá antes de que se inicie la intervención directa.

En nuestra experiencia particular, los bloques se trasladan una distancia muy corta: el laboratorio de campo está a unos metros; sin embargo, es necesario asegurar que todo el equipo esté consciente del paso de materiales delicados, con lo que se evitan accidentes durante el trayecto. Asimismo, la intervención inicia casi de inmediato, y cualquier contrariedad se resuelve al momento, por ejemplo, la colocación de soportes o cubiertas adicionales.

### Intervención en el laboratorio

Las acciones que se llevan a cabo en el laboratorio, en un ambiente más controlado, dan continuidad a los procesos que se desarrollaron en campo.

Para las espinas caudales, dientes y vértebras, la intervención directa inicia afinando la limpieza superficial; comúnmente, este procedimiento se lleva a cabo con pinceles y agua corriente, aunque en algunos casos se prefiere el empleo de hisopo rodado y etanol o agua para controlar la humedad aplicada al material.

En todos los casos, después de los procesos acuosos se hace un secado controlado con el fin de evitar cambios abruptos que causen nuevas alteraciones.

Para el mosaico de cartílago teselado y algunas vértebras —principalmente las de individuos jóvenes—, lo conducente es un proceso de consolidación, en el que se aplican resinas acrílicas en dispersión a muy bajas concentraciones (entre 2 y 5% en etanol; anteriormente se utilizaban en disolventes menos polares y en concentraciones mayores), mediante goteo o, en el caso de las vértebras, por inmersión. Al ser éste un proceso irreversible, un muestreo sistemático facilita análisis posteriores.

La toma de muestras se realiza en conjunto con los arqueozoólogos y consiste en retirar segmentos, normalmente ya desprendidos y otros con diferentes características de conformación del mosaico cartilaginoso, además de separar los dientes y las vértebras que se dejarán sin tratar. Esto es lo procedente también en los especímenes que se intervinieron *in situ*, para lo cual se seleccionan aquellos segmentos menos impregnados o que sean elementos diagnósticos.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Al finalizar el proceso de consolidación se lleva a cabo, dependiendo de la sección anatómica que se esté trabajando, la unión de fragmentos con resinas a base de polivinilbutíral (PVB), aplicadas con pincel y dejando secar al aire. Posteriormente, para reforzar las uniones, en caso de ser necesario, se aplican resanes con pasta cerámica (caolín y PVB) o con el producto comercialmente conocido como Modostuc®. En elementos en que grandes faltantes comprometan la estructura y estabilidad de la sección anatómica, se colocan reposiciones utilizando pasta de costilla (caolín, PVB, fibra de vidrio), evitando falsear la información arqueológica; estos procedimientos son comunes en los cartílagos rostrales de pez sierra (Hasbach, 2000, pp. 135-136; Escalante y Soto, 2012, pp. 113-114; Malváez, 2011 pp. 20-39; Soto, 2013, pp. 110-114; Barajas *et al.*, 2015, pp. 132-133; Barajas *et al.*, 2016, pp. 159-162; Barajas y Sanromán, 2017, pp. 172-178, 188-194, 204-205 y 211-213; Barajas y Sanromán, 2018, pp. 173-178, 200-201 y 221-235; Barajas y Sanromán, 2019, pp. 222-240) (Figura 7).

FIGURA 7. Procesos en el laboratorio de campo (Fotografías: María Barajas, Néstor Santiago y Adriana Sanromán; 2016, 2010 y 2017; cortesía: Proyecto Templo Mayor [PTM], México).



Finalmente, para dar unidad visual a las secciones resanadas o con reposiciones, se lleva a cabo la reintegración cromática con pinturas al barniz o acuarelas.

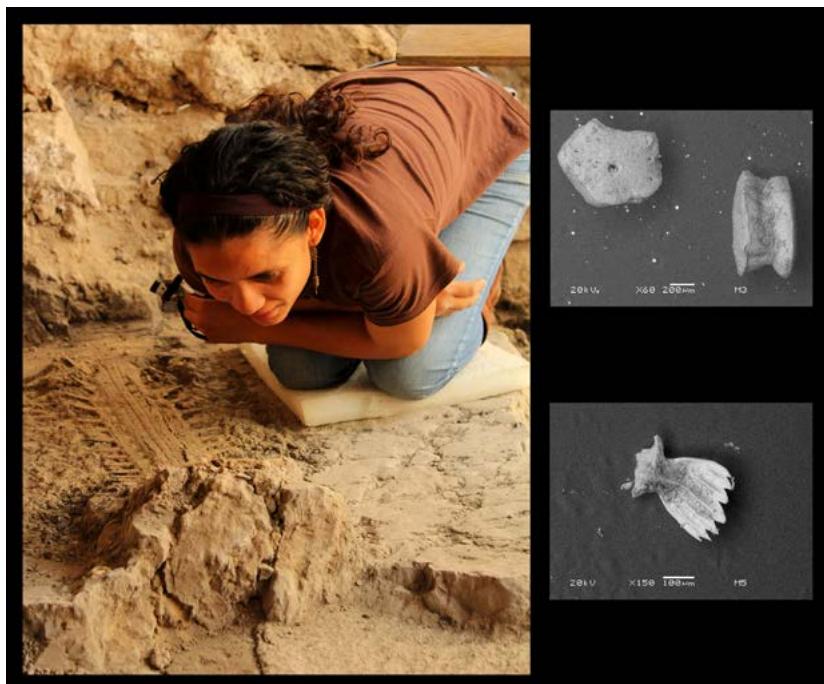
## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

## ANÁLISIS

Desde sus inicios, el PTM se conformó en un equipo multidisciplinario, lo que ha facilitado la identificación taxonómica más o menos precisa desde el momento de la excavación (López, 1993, pp. 32-33). Sin embargo, los restos de ictiofauna, una vez recuperados e intervenidos, deben ser estudiados por especialistas que, además de determinar su especie, nos ayudan a comprender su hábitat y procedencia así como el perfil biológico, la talla, la edad y algunas anomalías o deformaciones, por mencionar algunos datos relevantes. También, desde la década de 1970, se ha tenido una estrecha colaboración con el personal especializado del Laboratorio de Arqueozoología Ticul Álvarez Solórzano de la Subdirección de Laboratorios de Apoyo Académico del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), en donde los biólogos Óscar Polaco y Ana Fabiola Guzmán han efectuado el análisis e identificación del grueso de los ejemplares de condrictios que conforman nuestra colección. Actualmente, contamos también con el apoyo de los biólogos Nataly Bolaño y Uriel Mendoza del Instituto de Biología (IB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), especialistas en el estudio de este tipo de ictiofauna (Figura 8).

FIGURA 8. Análisis con especialistas y observación de dentículos dérmicos bajo el microscopio electrónico de barrido (Fotografías: Mirsa Islas, 2016; microfotografías: Ing. Mario Monroy [Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido, SLAA-INAH], 2017; cortesía: Proyecto Templo Mayor [PTM], México).



Entre los análisis, se lleva a cabo asimismo la interpretación arqueológica, cuya finalidad es comprender la asociación de estos restos faunísticos con los demás materiales presentes en el depósito, lo que nos permite conocer su simbolismo, procesos de

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

preparación para el depósito, datación relativa, etc., como se describió al inicio de este texto.

### Almacenaje, exposición, difusión y divulgación

Finalizada la intervención de conservación, y de forma paralela con los análisis, se preparan embalajes de conservación que asegurarán la permanencia de las colecciones en condiciones óptimas. Éstos constan de cajas de polipropileno (PP) negro, fabricadas a la medida, que albergan placas de espuma de polietileno (PE, Ethafoam<sup>®</sup>) excavadas a la forma de los restos más susceptibles —como los cartílagos rostrales de pez sierra o las secciones de mosaico teselado—, evitando alteraciones por movimiento o vibraciones. Estas áreas talladas se cubren después con textil no tejido de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE, Tyvek<sup>®</sup>) para evitar la abrasión en las superficies de los restos de fauna. Las vértebras, espinas caudales y dientes se colocan de manera individual en bolsas de polietileno herméticas y se acomodan en secciones específicas dentro de las placas de Ethafoam<sup>®</sup>. Es importante subrayar que los datos de la excavación acompañan siempre cada elemento, evitando confusión y pérdida de información (Sanromán y Barajas, 2022) (Figura 9).

FIGURA 9.  
Embalajes de  
diferentes secciones  
anatómicas  
(Fotografías: Adriana  
Sanromán, 2017;  
cortesía: Proyecto  
Templo Mayor [PTM],  
México).



## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Las condiciones de almacenaje de los materiales recuperados por el PTM son estables una vez que se trasladan a la Bodega de Resguardo de Bienes Arqueológicos del MTM, en donde, además, se mantiene un monitoreo continuo de las variables ambientales. Esto impide que los objetos sin intervenciones, como también aquéllos ya restaurados, sufran alteraciones generadas por cambios súbitos de humedad relativa o temperatura.

En cuanto a la exposición de estos restos óseos, al igual que otros materiales, se colocan en soportes especiales a la medida, diseñados de acuerdo con el discurso curatorial. No obstante, algunas secciones anatómicas que corresponden a cartílagos rostrales de pez sierra se montaron en bloque, dado su estado de conservación, para mantener su unidad. Como parte de su integración a la exhibición permanente del museo, se buscó que los bloques luzcan como la matriz de enterramiento.

A lo largo de las últimas dos temporadas de trabajo del PTM se han realizado diversos estudios en torno de la identificación, el simbolismo y la conservación de este tipo de restos óseos, que se han traducido en artículos científicos y de difusión que, a su vez, han permitido profundizar en el conocimiento de estos animales y de su relevancia para los mexicas. Destacan: un texto de divulgación (Robles *et al.*, 2018, pp. 20-27) así como textos científicos que ahondan en los aspectos biológicos (Mendoza y Bolaño, 2022, pp. 423-438; Bolaño *et al.*, 2022, pp. 439-457) y en los que se abordan los tratamientos de conservación (Sanromán y Barajas, 2022, pp. 537-551).

### REFLEXIONES FINALES

La información que se presenta a lo largo de estas páginas es fruto del análisis de las diversas formas de resolver la problemática en torno a la conservación de los restos óseos de condictios. Esto nos ha permitido intervenir los hallazgos más recientes con mayor pericia y con mejores herramientas, para asegurar la preservación tanto de su materialidad como de los datos que ésta puede arrojar en el futuro.

Las experiencias de las temporadas de trabajo anteriores así como el desarrollo y la accesibilidad a nuevos y mejores materiales, han fomentado que se modifiquen las prácticas y los procedimientos para la intervención de estos objetos. No obstante, lo que se presenta aquí no es una metodología estática, y en el futuro se continuarán evaluando nuevas alternativas para la intervención directa así como para su montaje museográfico.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Sin duda alguna, el trabajo interdisciplinario que se lleva a cabo día a día ha sido crucial para identificar tanto *in situ* como en el laboratorio las estructuras que caracterizan a estos peces, y ha permitido llegar a información más precisa en cuanto a la distribución, el uso y el simbolismo de éstos en el rito mexica, pero también ha contribuido, al facilitar la identificación oportuna de estructuras que antes no habrían sido detectadas, a la mejora en cuanto a los métodos de excavación, recuperación y muestreo.

### REFERENCIAS

- Barajas, M., Sanromán, A., Hernández, K. V. y Soto, M. A. (2015). *Informe de las actividades de conservación y restauración de la octava temporada del Proyecto Templo Mayor* [enero 2014 a octubre de 2015, manuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.
- Barajas, M., Sanromán, A. y Hernández, K. V. (2016). *Informe de las actividades de conservación y restauración de la octava temporada del Proyecto Templo Mayor* [noviembre de 2015 a agosto de 2016, manuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.
- Barajas, M. y Sanromán, A. (2017). *Informe de las actividades de conservación y restauración de la octava temporada del Proyecto Templo Mayor* [agosto de 2016 a septiembre de 2017, manuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.
- Barajas, M. y Sanromán, A. (2018). *Informe anual de conservación de la octava temporada del Proyecto Templo Mayor* [septiembre 2017 a septiembre 2018, manuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.
- Barajas, M. y Sanromán, A. (2019). *Informe anual de conservación del Proyecto Templo Mayor* [octubre 2018 a septiembre 2019, manuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.
- Bolaño-Martínez, N., Mendoza-Vargas, O. U., Salinas-Amézquita, S. y Robles, E. L. (2022). Dentículos dérmicos, una herramienta en la identificación de tiburones y rayas. En L. López Luján y E. Matos Moctezuma (Coords.), *Los animales en el recinto sagrado de Tenochtitlan* (pp. 439-457). México: El Colegio Nacional.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Chávez, X., González, A., Valentín, N. y García, J. M. (2011). Osteoarqueología de campo aplicada al análisis del uso ritual de la fauna: el caso de la Ofrenda 126 del Templo Mayor de Tenochtitlan. *Estudios de Antropología Biológica* 15(1), 117-137. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/view/42770>

Compagno, L. J. V., Didier, D. A. y Burgess, G. H. (2005). Classification of Chondrichthyan Fish. En S. L. Fowler *et al.* (Comps. y Eds.), *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes* (pp. 4-10). The World Conservation Union Shark Specialist Group. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2005-029.pdf>

Dean, M. N. y Summers, A. P. (mayo, 2006). Mineralized cartilage in the skeleton of chondrichthyan fishes. *Zoology*, Volume 109(2), 164-168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.zool.2006.03.002>

Díaz-Pardo, E. (1982). Restos de peces procedentes de la ofrenda 7. En E. Matos Moctezuma (Coord.), *El Templo Mayor: excavaciones y estudios* (pp. 151-160). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/libro%3A561>

Díaz-Pardo, E. y Teniente-Nivón, E. (1991). Aspectos biológicos y ecológicos de la ictiofauna rescatada en el Templo Mayor, México. En O. J. Polaco (Coord.). *La fauna en el Templo Mayor* (pp. 33-104). México: Asociación de Amigos del Templo Mayor-Instituto Nacional de Antropología e Historia/García y Valadés.

Enach, J., Prymak, O., Raabe, D. y Epple, M. (junio, 2012). Structure, composition and mechanical properties of shark teeth. *Journal of Structural Biology*, 178(3), 290-299. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2012.03.012>

Escalante, M. F. y Soto, M. (2012). *Informe de las actividades de conservación y restauración de la séptima temporada del Proyecto Templo Mayor* [mecanuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.

Guzmán, A. F. y Polaco, O. J. (2000). *Los peces arqueológicos de la ofrenda 23 del Templo Mayor de Tenochtitlan*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Hasbach, B. (2000). Pectoral circular con mosaico de turquesas de la Ofrenda 48 y cartílago rostral de pez sierra de la Ofrenda 58. En M. E. Martín (Coord.). *Casos de conservación y restauración en el Museo del Templo Mayor* (pp. 125-140). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Halfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E. y Bowen, B. W. (2009). *The Diversity of Fishes*, 2<sup>a</sup> ed. Wiley-Blackwell. [http://www.sisal.unam.mx/labe/LAB\\_ECOLOGIA/Ecología\\_de\\_peces\\_files/The%20Diversity%20of%20Fishes%20Biology,%20Evolution,%20and%20Ecology%20-%20Halfman,%20Collette,%20Fracey%20%26amp%3B%20Bowen,%202009.pdf](http://www.sisal.unam.mx/labe/LAB_ECOLOGIA/Ecología_de_peces_files/The%20Diversity%20of%20Fishes%20Biology,%20Evolution,%20and%20Ecology%20-%20Halfman,%20Collette,%20Fracey%20%26amp%3B%20Bowen,%202009.pdf)

López, R. y Tentle, M. A. (2012). *Análisis de los desplazamientos horizontales observados con GPS en el occidente de la Cuenca de México* (Tesis de licenciatura en Ingeniería Geofísica, inédita). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

López, L. (1989). La Cuenca de México durante la época mexica. En L. Manzanilla y L. López (Eds.). *Atlas histórico de Mesoamérica* (pp. 148-152). México: Larousse.

López, L. (1993). *Las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

López, L. (2005). *The Offerings of the Templo Mayor of Tenochtitlan*. Bernard R. O. de Montellano y Thelma O. de Montellano (Trads.). University of New Mexico Press.

Mazari, M., Marsal, R. J. y Alberro, J. (Octubre, 1989). Los asentamientos del Templo Mayor analizados por la mecánica de suelos. *Estudios de Cultura Náhuatl*, 19, 145-182. <https://nahuatl.historicas.unam.mx/index.php/ecn/article/view/78324>

Malváez, C. I. (2011). *Informe de actividades de conservación y restauración de la colección de bienes arqueológicos del Proyecto Templo Mayor-Séptima Temporada* [enero a diciembre de 2010, manuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.

Mendoza, Ó. U. y Bolaño, N. (2022). Los peces sierra ofrendados al pie del Templo Mayor. En L. López y E. Matos (Coords.). *Los animales y el recinto sagrado del Tenochtitlan* (pp. 423-438). México: El Colegio Nacional.

Moyle, P. y Cech Jr., J. (2003). *Fishes: an Introduction to Ichthyology*, 5<sup>a</sup> edición. Pearson.

## Intervención

JULIO-DICIEMBRE 2022  
JULY-DECEMBER 2022

Robles, É. L. (2017). *Los monstruos terrestres de las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan. El cocodrilo, una metáfora telúrica del cosmos mexica* (pp. 21-56) (Tesis de licenciatura en Arqueología, inédita). Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Robles, É. L. (2022). *Los cocodrilos, símbolos de la tierra en las ofrendas del Templo Mayor* (pp. 49-50). Reportes del Proyecto Templo Mayor, 4. Ancient Cultures Institute / Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Robles, É. L., Sanromán, A., Barajas, M., Hernández, K. V., Bolaño-Martínez, N. y Mendoza, Ó. U. (2018). Un pez marino tierra adentro. Los peces sierra del Templo Mayor de Tenochtitlan. *Arqueología Mexicana XXV*(151), 20-27.

Sanromán, A. (2009). *Evaluación de productos para la consolidación del cartílago rostral de pez sierra de las ofrendas 120 y 126 del Templo Mayor de Tenochtitlan* [mecanuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.

Sanromán, A. y Barajas, M. (2022). La conservación de los cartílagos rostrales de pez sierra en el Templo Mayor de Tenochtitlan. En L. López y E. Matos (Coords.). *Los animales y el recinto sagrado de Tenochtitlán* (pp. 537-551). México. El Colegio Nacional.

Seidel, L., Blumer, M., Pechriggl, E. J., Lyons, K., Hall, B. K., Fratzl, P., Weaver, J. C. y Dean, M. N. (septiembre, 2017). Calcified cartilage or bone? Collagens in the tessellated endoskeletons of cartilaginous fish (sharks and rays). *Journal of Structural Biology* 200(1), 54-71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2017.09.005>

Soto, M. A. (2013). *Informe de las actividades de conservación y restauración de la séptima temporada del Proyecto Templo Mayor* [enero a diciembre de 2013, mecanuscrito]. México: Proyecto Templo Mayor.