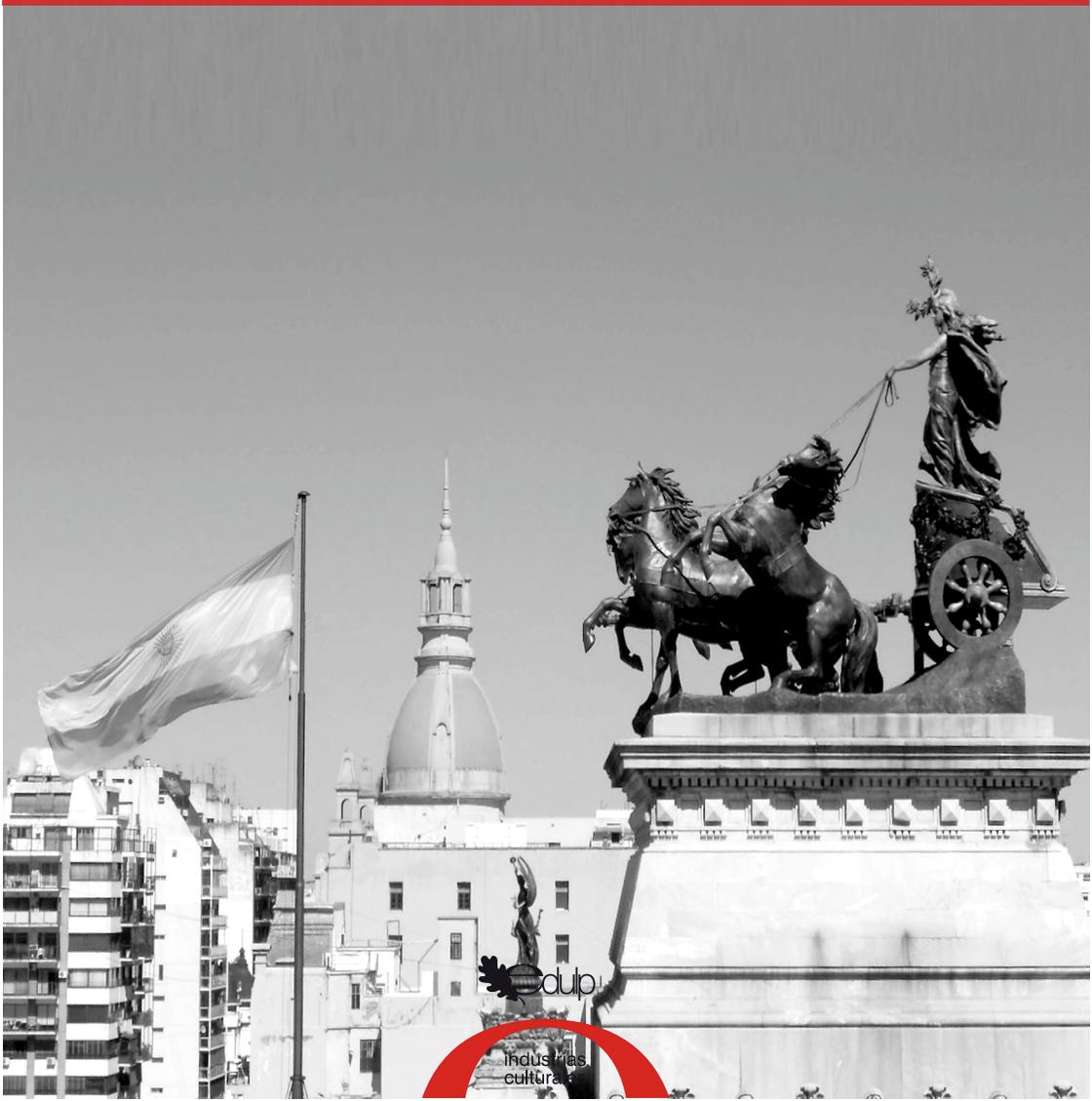


SERGIO JAVIER ARDOHAIN

# La restauración de la República

Ensayo sobre la conservación y restauración de esculturas de bronce



Industrias  
Culturales

Industrias  
Culturales

## **La restauración de la República**



# **La restauración de la República**

Ensayo sobre la conservación y restauración de esculturas  
de bronce a partir del estudio de la puesta en valor de las  
esculturas principales del Palacio  
del Congreso de la Nación Argentina.

**SERGIO JAVIER ARDOHAIN**



Ardohain, Sergio Javier

La restauración de la República : ensayo sobre la conservación y restauración de esculturas de bronce a partir del estudio de la puesta en valor de las esculturas principales del Palacio del Congreso de la Nación Argentina / Sergio Javier Ardohain.

- 1a ed. - La Plata : EDULP, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4127-64-8

1. Conservación del Patrimonio. I. Título.

CDD 731

## La restauración de la República

SERGIO JAVIER ARDOHAIN



EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (EDULP)

47 N.º 380 / La Plata B1900AJP / Buenos Aires, Argentina

+54 221 427 3992 / 427 4898

edulp.editorial@gmail.com

www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales de las Universidades Nacionales (REUN)

Primera edición, 2018

ISBN N.º 978-987-4127-64-8

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11723

© 2018 - Edulp

Impreso en Argentina

*A mi familia, en especial a mi mujer Silvina,  
mi madre Berta, y mis dos hijos mellizos Ian y Nikki.*



## Agradecimientos

Al escultor Eduardo Migo y a Daniel Sánchez por ser el director y codirector de la tesis en la que se inspira este trabajo y guiarme con sus correcciones en la realización del mismo.

A la Honorable Cámara de Diputados de la Nación, en especial a su presidente Julián Domínguez por impulsar el PRIE. El Plan Rector de Intervenciones Edilicias (PRIE), es un plan integral para la recuperación y preservación del patrimonio arquitectónico y cultural del Palacio del Congreso Nacional. “El proyecto comenzó con la firma de la resolución 0877/12, suscripta por el Presidente de la Cámara de Diputados, Julián Domínguez y ratificada por los presidentes de los distintos bloques.”<sup>1</sup>

Al Arquitecto Guillermo García, de la Comisión Nacional de Museos, Monumentos y Lugares Históricos que asesora al PRIE en materia de restauro.

A la Empresa Techos Dörfler, en especial al Arquitecto Cristian Dörfler y al Arquitecto Alejandro Abal representante técnico de dicha empresa, y a sus operarios junto a quienes realizamos gran parte de las tareas operativas de la obra, sobre todo las tareas de desmontaje de las esculturas, operación sumamente peligrosa dadas las condiciones de altura en las que se encuentran los grupos escultóricos

Al excelente grupo de restauradoras a quienes tenía a mí cargo, que intervinieron en las obras: Coral Perero Avedaño, Julieta Del Río y Florencia Villoria quienes participaron en toda la obra, a Tanya Agray, Carla Garófaló, Rocío Pedroza y Esteban Díaz quienes participaron de forma parcial en las tareas.

Agradecer a la química Marcela Cedrola quien realizó los estudios químicos de las muestras.

---

1 Online <http://prie.diputados.gob.ar/institucional/que-es-prie.html>, Visto el 21/5/2015

Al *LEMIT* (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica), donde se realizaron las copias en bronce de las piezas faltantes, sobre todo al Lic. Juan Longoni.

Al CEDIAP (Centro de Documentación e Investigación de la Arquitectura Pública) perteneciente al ministerio de Economía de la Nación, y al AGN (Archivo general de la Nación) por haberse facilitado fotografía y documentos de vital importancia para la realización del presente trabajo.

# Índice

|   |    |
|---|----|
| <b>Introducción</b> .....   | 15 |
| Sección 1- Origen Histórico e iconografía.....                    | 19 |
| A-Origen histórico .....  | 19 |
| B-Iconografía: 1-Cuadriga 2-Victorias Aladas.....                 | 21 |
| <br>  |    |
| Sección 2- Técnica de fundición del bronce .....                  | 29 |
| A-El Bronce. Breve descripción e historia.....                    | 29 |
| B- El bronce y su uso en la estatuaria .....                      | 34 |
| C-Fundición del bronce.....                                       | 35 |
| <br>  |    |
| Sección 3-Estado general de la obra .....                         | 45 |
| A- Introducción. Concepto de pátina .....                         | 45 |
| B- Pátina del tiempo. Concepto y criterio de conservación .....   | 50 |
| C- Composición de la pátina del tiempo .....                      | 52 |
| D-Texturas originales del modelado escultórico.....               | 55 |
| E-Costras sedimentarias. Piezas faltantes, sueltas o flojas ..... | 60 |
| 1-Costras.....  | 60 |
| 2-Marcas, porosidades, huecos, parches y fisuras .....            | 62 |
| 3-Piezas faltantes, sueltas o flojas .....                        | 65 |
| F-Proceso de relevamiento: .....                                  | 68 |
| 1- Relevamientos fotográficos y planimetría gráfica color.....    | 68 |
| 2- Base de datos, informe o inventario dinámico .....             | 72 |
| <br>  |    |
| Sección 4- Estudios particulares químicos y físicos .....         | 75 |
| Introducción.....   | 75 |
| A-Estratigrafías de pátinas .....                                 | 76 |
| B-Análisis químicos de muestras de pátinas .....                  | 80 |
| C-Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X .....                | 82 |
| D-Situación del medio ambiente.....                               | 83 |

|   |     |
|---|-----|
| E-Endoscopia digital.....   | 90  |
| Sección 5- Diagnóstico .....  | 93  |
| Sección 6- Limpieza .....   | 97  |
| Introducción.....   | 97  |
| 1-Sobre la limpieza laser de superficies .....  | 99  |
| 2-La limpieza manual .....  | 101 |
| A-Limpieza seca: .....  | 103 |
| 1-Abrasivos vegetales.....  | 103 |
| 2-Cepillos suaves y de dureza media .....   | 104 |
| 3-Bisturí.....  | 104 |
| 4-Eliminación de masillas, agregados e incrustaciones. ....                                   | 105 |
| B-Limpieza Húmeda: .....  | 106 |
| 1-Agua desmineralizada.....   | 106 |
| 2- Jabón neutro. ....   | 106 |
| 3- EDTA. ....   | 106 |
| 4- Exfoliantes.....   | 107 |
| Sección 7-Piezas faltantes, sellado de juntas,<br>poros, fisuras y otras tareas menores ..... | 111 |
| A- Juntas entre piezas y sellado de poros. ....   | 111 |
| B- Anclaje mecánico (hojas de laurel de los ramos).....                                       | 114 |
| C- Realización de Piezas faltantes. ....  | 115 |
| Cadenas Cuadriga. Realización soporte eje del carro de la Cuadriga.<br>Pátina artificial:     |     |
| 1-Realización soporte eje del carro de la Cuadriga.....                                       | 117 |
| 2-Terminaciones en piezas no originales. ....   | 117 |
| D- Repujado en dentículos en bases de Victorias Aladas. ....                                  | 118 |
| Sección 8- Intervención estructural.....  | 123 |
| Introducción:   |     |
| 1-Corrosión galvánica.....  | 123 |

|  |     |
|--|-----|
| 2-Hipótesis sobre el armado original de las obras escultóricas....   | 124 |
| 3-Hipótesis sobre la corrosión de las piezas estructurales. ....   | 126 |
| A- Victorias aladas:   |     |
| 1-Estructura interna.....  | 127 |
| 2-Despiece. Reemplazo de estructura central. ....  | 128 |
| 3-Pasivación interna en Victorias Aladas. ....   | 131 |
| 4-Consolidación de Clarinetes en Victorias Aladas. ....  | 132 |
| B- Base de la Cuadriga:  |     |
| 1-Situación de los elementos estructurales internos.....   | 135 |
| 2-Limpieza y aplicación de anticorrosivo. Reemplazo de bulones.<br>Cola de caballo. Anclajes dama de carro. Base. .... | 135 |
| <br>Sección 9- Tratamiento final .....   | 137 |
| A-TTA (Tolitriazol):   |     |
| 1- El TTA (Tolitriazol) comparado con el BTA (Benzotriazol)....  | 137 |
| 2-Alteración cromática. ....   | 138 |
| B- Reintegración cromática. Criterio y justificación. ....   | 139 |
| C- Paraloid B72.....   | 141 |
| <br>Sección 10. Conclusiones .....   | 143 |
| Referencias bibliográficas .....   | 149 |
| Glosario .....   | 159 |



## INTRODUCCIÓN

---

En un texto de Martínez Carazo, se cita a Eisenhardt quien define un estudio de caso como “*una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares*”, ya sea que se trate de un caso particular o varios casos, donde se combinen diferentes métodos de recolección de datos cualitativos o cuantitativos y cuya finalidad pueda ser la de generar descripciones del hecho, verificación de hipótesis o incluso generar teoría. (Piedad Cristina Martínez Carazo, 2006: 174).

El objetivo del presente ensayo de investigación es un estudio en profundidad de un caso particular en la práctica de restauración de esculturas de bronce. En este caso la intervención realizada sobre los grupos escultóricos del Congreso Nacional Argentino durante el período 2013-2014<sup>1</sup>

---

1 Las obras fueron ejecutadas por el Arquitecto Sergio Ardohain, Restaurador a cargo de la restauración de los grupos escultóricos de bronce (Cuadriga y seis victorias aladas) exteriores principales del Palacio Congreso Nacional Argentino, bajo contrato y junto a la empresa techos Dörfler S.A adjudicataria de la obra en la que se enmarcaba: Refacción integral de las cubiertas metálicas, cúpula principal, cúpula

El texto pretende llegar a conocer las condiciones, prácticas y actitudes preponderantes en dicha labor a través de la descripción exacta de las actividades, objetos y procesos participantes en la misma en sus particularidades, como así también aportar datos generales sobre los procedimientos implementados. Su fin no se agota simplemente en la recolección y descripción de datos, sino en establecer hipótesis, pronósticos e identificar las distintas correspondencias que coexisten entre dos o más variables en un mismo trabajo. A modo de identificar nuevos tipos de problemáticas o patologías, inadvertidas hasta el momento actual de la ciencia. En este sentido puede señalarse la intervención estructural realizada sobre las esculturas, que condujo al despiece de las seis Victorias Aladas, desmontadas en mitades en la terraza, operación ejecutada a cuarenta metros de altura y que reviste escasos precedentes en nuestro país hasta la fecha.

Los criterios teóricos asumidos, y la colisión de los mismos con conflictos surgidos en la práctica. Las nuevas estrategias implementadas para superarlos. Este estudio de caso particular, permite describir interdependencias substancialmente relevantes entre nuevas variables concretas del objeto de investigación, significativas para la formulación de hipótesis originales. Desde lo procedimental los métodos cualitativos empleados, con sus técnicas o instrumentos en cada etapa de las tareas y el diseño.

Aporta a su vez una visión del estado presente del conocimiento en cada sección de la investigación (Deobold B. van Dalen, 1965).

El presente ensayo, enfocado en un estudio de caso en particular, está orientado a formalizar tanto conceptos generales sobre las esculturas de bronce y su restauración, como los contenidos del trabajo específico realizado en un documento escrito que posea el rigor científico necesario y que quede a disponibilidad del público, para servir de modelo, antecedente y marco teórico para nuevas intervenciones

---

secundaria; restauración de los ornatos de zinc; y restauración de las esculturas en el Palacio del Congreso Nacional Argentino.

y como material de consulta tanto de conocimiento general, como particular a la materia y al monumento específico.



#### A-Origen histórico



*Figura 1. Cuadruga del Congreso Nacional Argentino. Fuente: Archivo General de la Nación. AGN Fotografía Nro. De Inventario: 19270\_A. Archivo General de la Nación Dpto. Doc. Fotográficos. Buenos Aires. Argentina.*

En el año 1886 se llamó a un concurso internacional de proyectos para la ejecución del monumental edificio del Poder Legislativo Argentino, adjudicándose el mismo al arquitecto italiano Víctor Meano<sup>2</sup>. Entre las obras proyectadas para el mismo, estaba la implantación de una escultura que representaría a la República Argentina. La escultora tucumana Lola Mora presentó sus bosquejos. También lo hizo Víctor de Pol<sup>3</sup>. Resultó aceptada la de este último, el artista veneciano, también más ajustada económicamente (Edgardo J. Rocca: 49).

El jurado del concurso se expresó en estos términos: “La *maquette* del señor de Pol, se mantiene en la tradición del género, respondiendo perfectamente a las exigencias, y es llamada a desempeñar su rol sobre el frontispicio del monumento, representando a la mirada de los espectadores, la mayor animación de líneas que la destaca de otros grupos similares a los monumentos de algunas ciudades europeas” (CEDIAP, 1912-1913:11).

Según el libro de Rocca la fundición se realizó en la ciudad alemana de Dusseldorf<sup>4</sup>. En dicha fuente se expresa que la figura de la república pesa 1450 kilos, el carro 1900 kilos y los caballos 4400kg. Sumando un total de 7800kg (en este cálculo se desestima el peso de la base) Mide algo menos de 8 metros de altura, sobre una base cuadrada de 9 metros de lado aproximadamente.

“De Pol tomó modelos y apuntes en las estancias de sus amigos, los hacendados Pacheco Anchorena y Agustín de Elía y la raza equina elegida para realizar los caballos fue la *Hackney*” (Rocca, 1992: 50-51)

Otros autores varían en el tonelaje de la obra, no así en el lugar de su fundición. Según el capítulo de Mabel Álvarez del libro *El Congreso de la Nación Argentina. La cuadriga: la república triunfante* la

---

2 Vittorio Meano o Víctor Meano (1860, Susa, Italia - 1 de junio de 1904, Buenos Aires, Argentina) fue un arquitecto italiano nacido en la ciudad de Susa, a 53 km de Turín, quien desarrolló su actividad profesional en la zona del Río de la Plata.

3 Víctor de Pol fue un escultor de origen italiano, muy activo en Buenos Aires, nacido el año 1865 en Venecia y fallecido el 1925 en Buenos Aires.

4 Dusseldorf (en alemán: Düsseldorf), capital de Renania del Norte-Westfalia. A fines del siglo XIX destacó por la cantidad y calidad de sus talleres de fundición de bronce, entre otros metales.

escultura pesaría 20 toneladas (Álvarez Mabel, 1994: 78) Según un cálculo realizado por el equipo de restauración, la cuadriga tendría un peso aproximado de 18.700kg.

Supuestamente la obra llevó cuatro años de ejecución, fechándose su conclusión en el bronce en el año 1914.

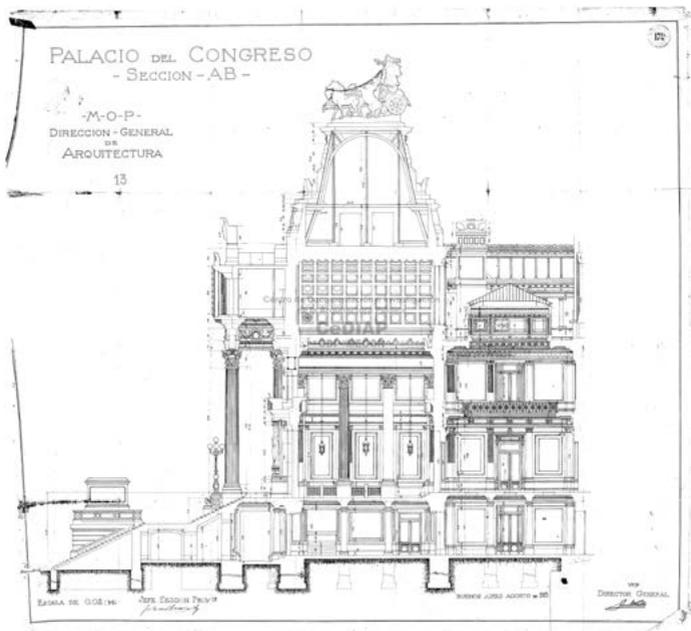
## **B-Iconografía**

### *1-Cuadriga*



*Figura 2. La Cuadriga del Congreso Nacional obra del escultor Víctor de pol. Fuente: Archivo General de la Nación. AGN. Fotografía Nro. de Inventario: 19269\_A. Dpto. Doc. Fotográficos. Buenos Aires. Argentina.*

El triunfo o *triumphus* era la honra mayor que podía recibir un general romano en la época del imperio. El triunfador realizaba el trayecto íntegro ubicado en una cuadriga asistido por un esclavo, que era quien sostenía los laureles de la victoria sobre su cabeza y le recordaba la frase: *Respice post te, hominem te esse memento* (qué significa: mira a tu alrededor, recuerda que solo eres un hombre) Curiosamente la Cuadriga de Víctor de Pol carece de la figura del esclavo y es la misma Victoria (dama que conduce el carro) quien sostiene el ramo de laurel (Mc Cullough, Colleen, 2001:3)



*Figura 2bis. Sección del Palacio del Congreso donde se incluye la Cuadriga. Plano de 1915 del antiguo M.O.P. Actualmente propiedad del CEDIAP Nro. de inventario: 0476-00174-A\_S.*

Según describe Julio Rocca, el carro es de estilo greco-romano y se encuentra decorado por ramas de roble entrelazadas a guirnaldas de laurel. Carro de un solo eje central que nace en la parte anterior de un

sol resplandeciente, simbolizando el porvenir argentino. Rematando el carro se eleva la efigie de la República, representada por una dama con gorro frigio y de cabello suelto: es la República Argentina que avanza. Según el texto de Rocca, La República Argentina que avanza sería en principio el nombre original o alegórico de la escultura que actualmente se conoce como Cuadriga.

Un manto agitado por el viento cubre su espalda, dándole dinamismo a la figura, su brazo derecho eleva un ramo de laurel simbólico y guía con la mano izquierda la marcha de los equinos.



*Figura 3. La Cuadriga del Congreso Nacional obra del escultor Víctor de pol. La figura de la República. Fuente: Archivo General de la Nación. AGN. Fotografía Nro. de Inventario: 19266\_A. Dpto. Doc. Fotográficos. Buenos Aires. Argentina.*

Los corceles han sido magníficamente moldeados, no se asemejan a los clásicos, sino que se los ve reales, llenos de naturalidad. Son cuatro animales enérgicos, de una vitalidad impresionante con ajustada anatomía (Rocca, 1992: 50-51)

Los caballos no se encuentran alineados al frente como en la mayoría de Cuadrigas que se encuentran rematando gran cantidad de edificios y arcos, sobretodo en Europa, como podemos citar la de la puerta de *Branderburgo*, obra del escultor Johann Gottfried Schadow, sino que el autor eleva los dos equinos externos, apoyados en dos patas y la cola, lo que le otorga a la figura en su totalidad un desarrollo mucho más dinámico y espacial, y mayor unidad de conjunto.

## *2-Victorias Aladas* (También llamados “*Grupos Fama y Genio*”)

La intervención incluyó la restauración de seis figuras aladas de bronce, de unos cuatro metro de altura cada una, ubicadas en las esquinas superiores de la terraza del Palacio de Congreso Argentino. A diferencia de la Cuadriga, carecen de la firma de Víctor de Pol, razón por la cual su autoría se encuentra en duda. Inicialmente en su lugar el proyecto original disponía la ejecución de ocho esculturas alegóricas a las provincias que en aquel momento conformaban la Nación Argentina.

La efigie de la Victoria, emisaria alada relacionada al éxito y a la autoridad, es uno de temas más evocados por los artistas de todas las épocas.

En la Antigua Grecia, escritores y artistas forjaron una personificación de la Victoria. Nike (*Νίκη*) fue concebida como una figura femenina, juvenil y alada, que otorga la victoria, tanto en la batalla como una mensajera en la competencia pacífica.

Tratándose de la encarnación de una idea abstracta, no tiene leyenda propia, pero su presencia se advierte, con mayor o menor pro-

tagonismo, en diversos episodios de la mitología griega (María Isabel Rodríguez López, 2013: 1)



*Figuras 4. En esta foto que se encuentra en el Cediap Nro. de inventario 4084\_S(1), foto del antiguo M.O.P. de 1916 puede leerse que las “Victorias aladas” son denominadas como grupos “Fama y Genio”.*

Existen algunas fotografías del antiguo M.O.P.<sup>5</sup>, hoy propiedad del CeDIAP<sup>6</sup> donde las actualmente denominadas “Victorias Aladas” se nombran como “Grupos Fama y Genio”. Las figuras datan del año 1916. Creemos más acertada esta denominación, ya que en la de “Victorias Aladas” no se hace referencia a la figura del niño y carece de argumentos iconológicos.

“El ángel de la Fama simboliza el camino que hay que recorrer para alcanzar la gloria. La Fama suele representarse en figura femenina -una doncella- con alas de águila sobre las nubes o en lo alto de los cielos, tocando una trompeta.

La figura de la Fama es una de las creaciones más originales de Virgilio (*Publius Virgilius Maro*, 70-19 A.C.), concretamente en el Libro IV de La Eneida.” (Alfonso Pozo Ruiz, 2003)

Existen antecedentes escultóricos similares en Europa como la Representación escultórica de La Fama, de Cayetano da Costa (1755), en la portada principal de la antigua Fábrica de Tabacos de Sevilla, donde hoy funciona la sede del rectorado de la Universidad de Sevilla.<sup>7</sup>

---

5 Antigua Ministerio de Obras Públicas

6 CeDIAP – Centro de documentación e Investigación de la Arquitectura Pública

7 S.a. “Cayetano Acosta, escultor en piedra”; Revista de Arte Sevillano” nº 2, págs. 35-42, Sevilla 1983.



*Figura 5. Otra foto que se encuentra en el Cediap Nro. De inventario 4085\_S (1), foto del antiguo M.O.P. de 1916 puede leerse que las “Victorias aladas” son denominadas como grupos “Fama y Genio”.*



### Técnica de fundición del bronce

#### A-El Bronce. Breve descripción e historia.

El bronce es una aleación de varios metales predominando el cobre y el estaño. Los porcentajes de los mismos varían. Los porcentajes de estaño en esta aleación están tolerados entre el 2 y el 20%. La adición de estaño produce una aleación mucho más sólida y resistente que el cobre puro. El cobre en sí es un metal blando con un índice de dureza de 3 en la escala de *Mohs*<sup>8</sup>. La composición metalográfica del bronce suele ser tan variada que para muchos resulta en una vaguedad seguir usando el término, prefiriendo utilizar para definir los mismos el de “aleación del cobre”. Inclusive por ejemplo la mezcla de cobre-zinc se denomina latón<sup>9</sup>, mientras que la propiamente dicha de cobre-estaño es la que se denomina comúnmente bronce. Sin embargo por lo general los pares de elementos nunca aparecen solos, y es común encontrar cobre-estaño con un porcentaje menor de zinc

---

<sup>8</sup> Es una relación de diez minerales ordenados por su dureza, de menor a mayor.

<sup>9</sup> Aleación de cobre y zinc.

junto a otros metales, o cobre-zinc con un porcentaje menor de estaño y otras combinaciones, y a todas se las define como “bronces”. O sea que la diferencia entre bronce y latón es bastante imprecisa, por lo cual resulta más estricta la denominación de aleaciones de cobre para definir estos metales.

Una aleación promedio de cobre contiene un 89 % de cobre y un 11 % de estaño en el caso de que ambos se encontraran puros. Dependiendo de los porcentajes de estaño, se obtienen bronce de distintas propiedades. Con un bronce que contenga de un 5 a 10% de estaño, se concibe una aleación de gran resistencia, que era usada en tiempos pasados para la producción de espadas y cañones. Por ejemplo, los bronce que se usaban en el medioevo para la fabricación de campanas, poseían una cantidad superior del estaño, entre el 15 y el 20%. Con cantidades superiores de estaño a los 25% se logra una excelente capacidad de pulido del metal, a tal punto que en la antigüedad se confeccionaban espejos con esta aleación. Sin embargo por lo general la suma de ambos nunca llega al 100%, dejando una cifra no inferior al 2% donde hallamos otros metales e impurezas. Las impurezas devienen a partir de los minerales de los que se extrae el metal, pudiendo tener cantidades despreciables de hierro, berilio, manganeso, etc. El berilio<sup>10</sup> por ejemplo, metal raro, es uno de los metales estructurales más ligeros, su densidad es cerca de la tercera parte de la del aluminio. El principal uso del berilio metálico se encuentra en la manufactura de aleaciones berilio-cobre y en el desarrollo de materiales moderadores y reflejantes para reactores nucleares. La adición de un 2% de berilio al cobre forma una aleación no magnética seis veces más fuerte que el cobre (Agustín Romero Marchena y otros, s.f.: 4-8)

Como se señala en el párrafo anterior, estos porcentajes varían pero dentro de ciertos límites. Existen aleaciones que llegan a tener

---

10 “El berilio es un elemento químico de símbolo Be y número atómico 4. Es un elemento Alcalinotérreo bivalente, tóxico, de color gris, duro, ligero y quebradizo. Se emplea principalmente como endurecedor en aleaciones, especialmente de cobre.” Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Berilio>, visto el 25/6/2016.

solo el 60% de cobre, e incluso menos, como la aleación japonesa *Kara Kane*<sup>11</sup> con la que se realizaban y se realizan aún gran cantidad de campanas y diversos utensilios (Louis-Frédéric, 2002: 1102)

El bronce de las esculturas que estamos estudiando puede ser incluido en el grupo de los que se denominan bronce rojos, que son aleaciones de cobre con estaño, plomo y zinc principalmente.

El período histórico donde aparecen utensilios con esta aleación se conoce como la Edad de Bronce. La Edad de Bronce es el segundo período inexcusable en el sistema para concebir las edades del ser humano como Piedra-Bronce-Hierro, como lo propone en los tiempos modernos un historiador danés Christian Jürgensen Thomsen, para la clasificación y el estudio de las sociedades antiguas. Una antigua civilización se define como perteneciente a la Edad del Bronce, ya sea por realizar sus propias fundiciones de cobre y aleación de estaño, o por el hecho de comercio con el bronce desde las áreas de producción hacia otros lugares de distribución. En el texto de Paz Alonso Cantalapiedra puede leerse:

“En Oriente Medio el bronce aparece a finales del IV milenio AC. ayudando de inmediato al surgimiento de civilizaciones y grandes imperios en el contorno oriental del Mediterráneo, en Anatolia, Palestina, Egipto y Mesopotamia. La revolución industrial que ocasiona, sólo mucho más tarde llegará a Europa continental, que sigue sumida un milenio más en el periodo neolítico; sólo a comienzos del año 1800 AC.” (Paz Alonso Cantalapiedra, 2001: 6)

---

11 “El kara-kane («metal chino» en japonés) es un bronce para campanas y orfebrería tradicional de Japón constituido por un 60 % de cobre, 24 % de estaño y 9 % de cinc, con agregados de hierro y plomo. Muchos orfebres suelen agregarle pequeñas cantidades de arsénico y antimonio para endurecer el bronce sin perder fusibilidad, y lograr mayor detalle en la impresión de los moldes. El kara-kane es muy utilizado para artesanía y estatuaria no solo por su bajo punto de fusión, gran fluidez y buenas características de relleno de molde, sino también por su superficie suave que rápidamente desarrolla una fina pátina” En Kara Kane, Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Bronce#Kara\\_kane](https://es.wikipedia.org/wiki/Bronce#Kara_kane) , visto e 25/6/2016

Otros autores extienden la fecha a mediados del tercer milenio. Más allá de la precisión de la fecha, el concepto define el momento en el que el hombre comienza a trabajar los metales partir de la metalurgia: a producir metales a partir de minerales y la aplicación de altas temperaturas a partir del fuego. Ya, varios milenios antes a esta fecha, el hombre trabajaba los metales en frío, pero trabajaban los metales que existían en estado nativo, sobretodo cobre y oro.

No es el objetivo del presente ensayo, determinar con precisión el nacimiento histórico de la metalurgia del bronce, solo precisar algunos conceptos. Debe entenderse que paralelamente otras culturas que no tenían un contacto regular con aquellas del mediterráneo fueron desarrollando la metalurgia, como es el caso de China. Esta gran discusión se encuentra centrada sobre si el patronazgo de los descubrimientos acerca de la metalurgia pertenecen a China o fueron incorporados desde afuera. Históricamente la mayoría de los autores habrían atribuido el desarrollo de esta industria en el imperio chino, como consecuencia de las invasiones de los pueblos bárbaros que poseían relación tanto con los pueblos del mediterráneo como con China.

En un principio se pensaba que las civilizaciones surgidas en Oriente Medio habían influenciado notablemente la cultura metalúrgica china y potenciado su posterior evolución, pero a partir de los años cincuenta se demostró la continuidad del desarrollo de las comunidades autóctonas, al descubrir los restos de distintos asentamientos de la Cultura *Xia* (anterior a 1.750 a. de C.) y de la Dinastía *Shang* (1.751-1.122 a. de C.), destapándose en ellos numerosas fundiciones cerca de la ciudad de Zhengzhou, en la Provincia de Henan. Estas son, en estos momentos, el sustento de las tesis mencionadas (Pedro Martín González, 2013)

Con respecto a América, incluso diacrónicamente se pueden observar descubrimientos y técnicas disímiles de aquellas que históricamente desarrolla occidente, pero que desembocan en el complejo de la ciencia metalúrgica actual. Tal es el caso de las culturas prehispa-

nicas de América, donde encontramos como uno de los aportes más originales y particulares de los habitantes originarios de América del Sur a los procesos de la actividad metalúrgica fue la fabricación de “crisoles o cucharas con un orificio inferior por donde se efectuaba la colada” (Pifferetti Adrián Angel, 2004: 1)

El orificio era obstruido durante el calentamiento del crisol para evitar que el metal fundido se derrame, y se desatascaba durante el vaciado impidiendo que la escoria se derramara en absoluto sobre los moldes. Los crisoles tradicionales vuelcan el metal en estado líquido por las bocas, y por más que se limpie la superficie siempre quedan restos flotando sobre la superficie. Esta técnica fue adoptada por la metalúrgica internacional a partir de principios del siglo XX. Dichos crisoles se han descubierto en hallazgos arqueológicos a ambos lados de los Andes meridionales y datan de los siglos IX y X D.C. (Pifferetti, 2004: 1)

Más allá de las controversias, podemos decir que en el extenso período de tiempo incluido entre el 5.000 y el 2.000 a. de C., advertimos la aparición o el descubrimiento y por ende el comienzo del desarrollo de la metalurgia del cobre y sus aleaciones (González Pedro Martín, 2013)

Una de las primeras aleaciones de cobre de las que se tienen noticia es la de cobre con arsénico ejecutada por los sumerios:

“La aleación más común era la de cobre con arsénico, aunque existían otras como el cobre y el plomo o, más complejas como el cobre con arsénico y estaño, o, también, cobre, arsénico, estaño y plomo, dependiendo su utilización del elemento a elaborar. Generalmente la historia considera el uso de la aleación del cobre y el arsénico evolucionó

hacia el cobre con estaño a finales del III milenio a. de C.”  
(GONZÁLEZ, 2013)

Los primeros moldes de los que se tenga entendimiento eran moldes mono valvas, o sea que se colaba directamente sobre el molde, teniendo esta la forma a imprimir en una de sus caras. Luego aparecen los bivalvos y la técnica a la cera perdida:

“La técnica de la cera perdida (utilizada también en Egipto) aparece a finales del IV milenio. Esta técnica estaba destinada a la realización de objetos más complicados y los ejemplos más antiguos son los amuletos animales de Uruk, correspondientes al IV y III milenio a. de C.”  
(GONZÁLEZ, 2013: 8)

En cuanto al término, la palabra etimológicamente “bronce” proviene del italiano *bronzo* y esta del latín *Brundisium* (actual ciudad de Brindisi), *Brundisium* era una antiquísima ciudad italiana célebre por la excelencia de su bronce. (Pianigiani Ottorino, 1907)

Históricamente el uso del metal compite como material en la estatuaria con el mármol y la piedra de todo tipo, pero cada uno será utilizado para determinado tipo de esculturas según sus prestaciones.

## **B-El bronce y su uso en la estatuaria**

Las particulares características del bronce, como ya dijimos, una aleación de cobre y estaño que supera en dureza al hierro dulce, que goza de cierta plasticidad, y que a la vez posee una mínima dilatación al fundirse a altas temperaturas y también mínima contracción por solidificación al enfriar, lo convierte en un material sustancialmente apropiado para la ejecución de la práctica de la cera perdida, tanto para pequeñas figuras macizas como para grandiosas esculturas como es

el nuestro caso (realizadas en varias piezas de mínimo espesor). A esto se suma como una de sus mayores ventajas sobre el hierro dulce por ejemplo o los aceros (con excepción del acero inoxidable) la cualidad de poseer una mayor resistencia a los fenómenos atmosférico y a gran cantidad de ácidos y sustancias corrosivas. Históricamente el uso del metal compite como material en la estatuaria con el mármol y la piedra de todo tipo, pero cada uno será utilizado para determinado tipo de esculturas según sus prestaciones. Mientras que el mármol y la piedra se usaba por ejemplo en la Grecia antigua para bustos y figuras humanas de cuerpo entero de pie o sentadas, el metal en general y el bronce en particular fueron elegidos para la realización de obras con más desarrollo espacial y que necesitaban mayor resistencia en secciones menores como las figuras ecuestres, por ejemplo.

## **C-Fundición del bronce**

La fundición con la técnica a la cera perdida implica la pérdida de la cera original que poseía la forma a metalizar, de la manera más efectiva que tengamos a nuestro alcance.

El resto son detalles procedimentales al respecto. En su nombre se encuentra su definición, un procedimiento que posee miles de años de historia y tan diverso en sus expresiones que lo hallamos en pueblos distantes con tecnologías que difieren en algunos detalles del procedimiento. A su vez todas encierran correlatividades técnicas similares y todas pretendieran, en sus distintas manifestaciones, realizar el simple hecho de colar metal fundido en un hueco donde yacía antes de su eliminación el modelo de cera. Si durante el proceso de eliminación de la cera y la humedad interior, alguna partícula de humedad hubiese quedado en su interior, el vaciado con del metal caliente formaría una evaporación a una velocidad tan rápida, que la expansión de los gases reventaría el molde, incluso pondría en peligro la integridad del fundidor. También puede suceder que en vez

de encontrar humedad, el metal ígneo encuentre a su paso sea cera, la transformación en estado gaseosa de ésta, al ser un material inflamable, sumaría a la rápida expansión por vaporización, una cuota combustible.

Una de las técnicas más difundidas en la historia pasada reciente es la técnica Italiana o de la chamote<sup>12</sup>, donde se puede decir que el proceso alcanza una cierta madurez. Con esta técnica se logra vaciar con una mayor velocidad y a un bajo costo (Albaladejo Juan Carlos y otros, 2006 pp. 13-28).

Para producir una imagen en bronce primero se debe realizar una obra que sirva como modelo fabricado en cera. Luego a dicha figura se la cubre con material refractario para hacer el molde y se calienta en el horno, operación dirigida a eliminar la cera que queda atrapada en su interior por un lado y lograr la temperatura del molde necesaria para que logre soportar la colada del metal (bronce) fundido en estado líquido (Albaladejo y otros, 2006 pp. 13-28).

Para eliminar la cera del interior de los moldes se utiliza generalmente el calentamiento a 700°C del mismo ya sea con fuego directo o introduciendo el molde en un horno. Los moldes se colocan invertidos, para que la cera evacue por donde ha de ingresar durante la colada el metal en estado líquido (Petrillo, Lucido, 2012).

Una vez que la cera líquida se elimina por completo del molde, se vierte el bronce fundido sobre el molde (que también debe estar caliente), en el espacio intersticial que ha dejado la cera.

La reducción de temperatura del molde con el metal en su interior ya después de la colada también es un proceso que debe ser controlado para evitar un enfriamiento desigual de la pieza, o demasiado abrupto que provoque grietas o incluso el colapso de la pieza. Una vez que el bronce se ha enfriado la envolvente de material refractario que implica el molde se destruye. Por último, también debe limpiarse los restos, desprolijidad de bronce fundido y los canales de ventilación

---

12 Chamote se denomina al arcilla biscochada y luego molida.

que se hayan agregado para evitar la condensación de vapores en el interior del molde, se eliminan. La superficie de la obra se limpia y pule según los deseos del autor.

De esta manera, se realiza una obra a la cera perdida maciza. El resultado final es una obra de bronce fundido sólido.

Sin embargo, las esculturas de bronce fundido sólidas o macizas no pueden ser fabricadas en cualquier tamaño, debido a que el enfriamiento del bronce genera tensiones emergentes que producen el agrietamiento en el bronce según los espesores con los que se trabaje y puede arrastrar a la destrucción de la pieza colada. Además en el caso que fuese posible su ejecución, superando un tamaño determinado el coste de la pieza sería exagerado. Para evitar esto, se divide la pieza en teselas que vendrían a ser pequeños fragmentos de la escultura o bien se realiza la pieza a partir de un núcleo en otro material refractario (por ejemplo una mezcla de arena y arcilla) a la que se cubre de cera en una fina capa. La producción de un molde totalmente hueco se reemplaza por material refractario en la parte interna de la obra también, que junto con la parte externa, generan un espacio intermedio cuyo diámetro varía según la pieza. Por ejemplo en el caso de las esculturas que estamos estudiando el espesor del bronce de las mismas oscila entre los 5 mm y los 15 mm.

En el pasado existen registros de esculturas que se han realizado con dicho espesor de forma completa hueca, como es el caso de la figura del Perseo de Cellini<sup>13</sup>. Dichas obras exigían una gran destreza manual y de oficio, y es más riesgosa que la fundición por partes. En la actualidad las obras escultóricas a fundir, por lo general se dividen en piezas menores que por no superan el metro cúbico de volumen, tamaño que por otro lado es el que suelen tener los hornos donde se calienta los moldes para eliminar la cera.

---

13 Escultura de bronce realizada por Benvenuto Cellini donde la figura humana que representa a Perseo sostiene la cabeza de Medusa con una de sus manos y con la otra la espada.

Este método es más complicado que el por colada maciza. Sin embargo, el riesgo de rotura en la fabricación de esculturas de bronce disminuye notablemente con el mismo y el costo del material puede ser reducido.

En el caso de realizar piezas como por ejemplo las alas de las victorias aladas, se realiza primero un modelado en arcilla, cera u otro material de modelado, sobre un esqueleto o una estructura de hierro interna, previamente diseñada para sostener la forma. Una vez que la forma de las alas está concluida con detalles, se realizan moldes que pueden ser en yeso, y se reproduce un positivo en yeso, escayola u otro material no definitivo sobre el que se corrigen los últimos detalles para llevar la forma de la pieza a su máxima expresión. Sobre este positivo en yeso se realiza un molde flexible, antiguamente se usaba cola de animales, en la actualidad se usan materiales como cauchos de siliconas que soporten la temperatura de la cera. Con este molde flexible se realiza una copia en cera de no más de 2 cm de espesor para piezas grandes. Sobre la copia en cera se dan los últimos detalles en su cara visible, aproximadamente correspondiente al modelo que se espera colar en bronce.

Se añaden conductos de ventilación de cera, por donde una vez realizado el molde se evacuarán los gases para impedir que el mismo se rompa por presiones internas de estos.

Antes de la capa exterior de material refractario se colocan pernos de metal, por lo general de hierro o bronce, para que el molde del núcleo una vez que la cera ha sido retirada del mismo, se mantenga en la posición deseada el núcleo la figura de arcilla refractaria sin desplazamientos.

El modelo de cera se cubre a su vez en material refractario (Albaladejo y otros, 2006: 25), en ambos lados. La cera se elimina nuevamente aplicando calor. A partir de entonces, en lugar del núcleo que suponía la capa de cera queda un vacío.

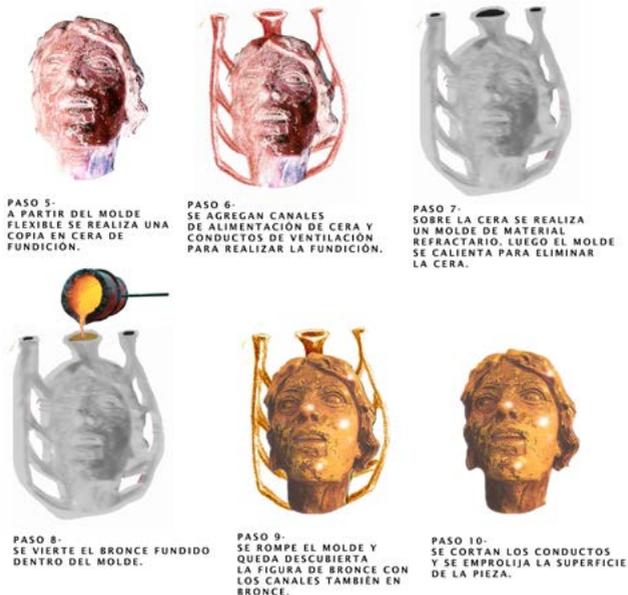


Figura 6- Etapas del proceso de la cera perdida. Elaboración propia.

El modelo de cera, los bebederos de cera y los titulares de cera básicos pendientes quedan encerrados en el molde de arcilla refractaria, arena u otro de los materiales posibles para realizar el molde.

En el caso de las esculturas del Congreso Nacional, se comprobó que el material con el que fueron hechos los moldes para fundir las esculturas era una mezcla de arena y arcilla, a partir de los análisis químicos realizados de muestras obtenidas del interior de las alas de las Victorias Aladas<sup>14</sup>. Incluso algunas de dichas muestras todavía se encontraban en estado de cohesión, como las extraídas del interior del brazo de la Victoria Alada Doble Izquierda del grupo perteneciente al sector de Diputados (MIDGLEYBarry 1999)

14 Estudios realizados en los laboratorios de la Química Marcela Cedrola (CABA), por la empresa Techos Dörfler, Buenos Aires, 2014.



*Figura 7- Etapas de la cera perdida. Elaboración propia.*

El material con el que se realizan los moldes para el vertido del metal fundido, son resistentes a las altas temperaturas a las que son expuestos y a las sollicitaciones mecánicas a las que son comprometidos, sin embargo la colada del metal posee distintas variables intervinientes además de las altas temperaturas, como ser, por solo citar una de ellas, el peso del metal fundido y la velocidad de colada. En este sentido siendo el peso específico del bronce de unos 8,9 gs/cm<sup>2</sup>, un metal pesado, en moldes del tamaño de las piezas a las que nos referimos en el presente trabajo, el solo peso del metal quebraría o rompería los mismos. Para evitar este inconveniente se colocan a veces cuando es necesario refuerzos estructurales de metal en el molde.

Según restos de hierros descubiertos en el interior de las alas de las victorias aladas, el refuerzo del molde de fundición se realizó con los mismos. En este caso de sección cuadrada de unos 8mm de diá-

metro de sección. Incluso en el paso previo a la colada, en el proceso de aplicación del molde de arena y arcilla, la expansión gradual que se origina en la cera cuando esta pasa de estado sólida a líquida, durante el calentamiento del molde que se realiza para eliminarla, puede llegar a fragmentar el molde, estimulando la aparición de grietas y fisuras. En este sentido, se agregan al molde elementos de soporte que logren impedir estos procesos (Petrillo, Lucido, 2012)

Sólo después de la conclusión de todos estos trabajos preparatorios, el bronce se puede verter en su interior. A partir del molde ya vacío y calentándolo a una temperatura suficiente para soportar la colada del metal fundido. La colada se realiza volcando el bronce líquido de los crisoles para que circule a través de los canales de inyección en el espacio vacío entre la figura y el núcleo. Al mismo tiempo, el aire contenido en el molde va escapando a través de los canales de ventilación. Se trata de llenar el molde a tope en la misma colada, para que la pieza posea una unidad de enfriamiento.

Una vez que el metal se solidifica y se enfría en el interior del molde este se puede cortar, romper y dejar expuesto el bronce.

A la terminación de la obra se cortan los canales de inyección y el soporte de núcleo en material refractario debe retirarse y la superficie del bronce ser limpiada.

La mayor parte del molde que queda atrapado en el interior de las piezas se debe eliminar, por un lado para reducir el peso de la pieza, y por otro para evitar que queden sustancias que en contacto con el agua o la humedad puedan generar en los tiempos compuestos corrosivos que actúen sobre la pieza. De esto hablaremos más adelante.

Para la realización final de la obra, las piezas que fueron fundidas por separado deben en primera instancia ser tratadas en su superficie, la presentación y adecuación entre las uniones entre las piezas corregida en caso que hubiese alguna deformación, el martillado de algún sector defectuoso, el pulido y la realización de los últimos retoques por parte del autor hasta la conclusión de la obra tal cual fue programada. Esto es lo que se denomina como post-procesamiento

de la superficie de bronce o mejor llamado “trabajo en frío”, donde se corrigen menores defectos de fundición, orificios o grietas en la piel del bronce que deberán ser reparados, etc.

Finalmente la obra recibe una pátina artificial, que por un lado puede ser gusto del artista, pero que a la vez le brinda a la obra un acabado relativamente permanente y una cierta protección a la intemperie y medios externos.

Hemos intentado brevemente en las páginas precedentes explicar de un modo conciso y práctico, la técnica conocida como Fundición a la cera perdida. Como puede verse es el modelo de cera el que se pierde en el proceso siendo irrecuperable hasta cierto punto. Los moldes flexibles de los que hablábamos anteriormente precisamente cumplen una doble función, por un lado en el caso que se pretenda realizar una serie de copias de las obras, como resulta ser el caso de las Victorias Aladas, de las cuales hay dos modelos que se repiten tres veces cada uno, dichos moldes permiten realizar copias en cera de cada una, ejecutándose solamente el proceso de la ejecución del molde en material refractario y el vaciado en bronce. Estos moldes flexibles son considerados negativos auxiliares.

Por otro lado en el caso que falle en algún punto la operación de la eliminación de la cera o el vaciado del metal, existe la posibilidad de rehacer el modelo en cera sin regresar al principio del proceso.

La restauración de este tipo de esculturas exige el conocimiento básico del proceso de su fabricación. En la interdisciplinaria de la ciencia el restaurador debe poseer una visión holística de la materia que le permita arribar a las mejores hipótesis de trabajo y conseguir los mejores resultados. Por ejemplo, en las alas de las victorias aladas existían pequeñas picaduras por corrosión aparentemente por la presencia de cloruros, pero los primeros análisis de muestras externas de la pátina dieron negativos para este compuesto. Luego de desmontadas en mitades, del interior de las alas se extrajeron grandes cantidades de arena. Al parecer la arena es resultado de la limpieza incompleta del molde a la cera perdida del interior de las alas. Uno de

sus componentes, la arena, según los análisis dio positivo a la presencia de cloruros, siendo el origen de las picaduras. Sobre este tema se hablará más adelante y se ampliarán algunos conceptos sobre bronce y fundición en relación a los grupos escultóricos específicos a los que se refiere el presente trabajo.



### Estado general de la obra

#### **A- Criterio de conservación de la pátina: el proceso entrópico de su formación.**

Los metales como el bronce no existen en la naturaleza como solemos conocerlos en su forma metálica, sino que se nos presentan en una dimensión mineral, asociado a distintas sustancias formando complejos compuestos como cloruros, acetatos, sulfuros, óxidos, etc. La industria metalúrgica, a partir de la aplicación de energía en forma de calor sobre todo, deja producir metales y aleaciones con las que se fabrican los diversos objetos (Florence Caillaud, 2014) Después de su fabricación, los objetos en metal se corroen, porque tienden a regresar a una forma mineral más estable, más o menos rápido dependiendo del metal considerado. El bronce no es ajeno a este proceso y la película formada, históricamente ha recibido el nombre de “patina”. El concepto de “pátina” es más amplio, no solo hace referencia a las sustancias producidas sobre el metal como producto de la corrosión atmosféri-

ca, sino que también a todos aquellos acontecimientos sucedidos a lo largo de la vida de la pieza que han ido generando marcas, manchas y otras anécdotas sobre la superficie del metal quedando impresas como testigos de valor en su gran parte.



*Figura 8. La Cuadriga del Congreso, obra del escultor Víctor de Pol. Febrero de 1915. Archivo General de la Nación (AGN). N° de inventario 19266.*

Como puede leerse en un texto publicado por Arдохain (2016):

“En un primer acercamiento se puede definir pátina como la capa que cubre la superficie del metal, que ha acumulado a lo largo de su historia imperfecciones, marcas, oxidaciones producto de la exposición de la misma a distintas atmósferas o distintas sustancias y que pertenece indefectiblemente a la misma obra. En ese sentido le

brinda estabilidad y durabilidad a la pieza y detiene parcialmente el proceso corrosivo.

En esta capa denominada “pátina” hay que diferenciar aquellas sustancias y circunstancias que sean perjudiciales a la estabilidad del metal en el tiempo y aquellas innecesarias y que interrumpen la natural lectura artística de la obra.” (Ardohain, 2016, pág. 59-60)

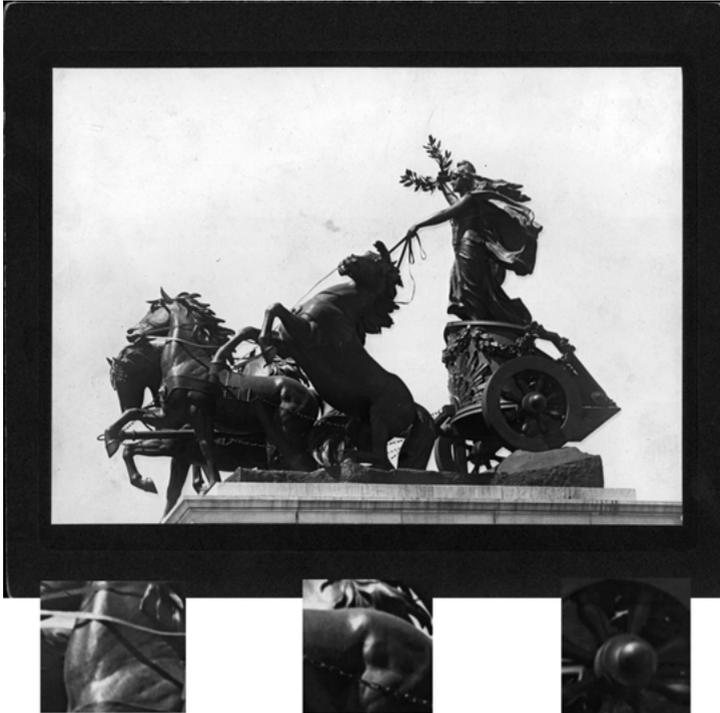
La pátina es el fin y el límite de toda restauración de una obra de arte en general, o de metal en particular. En ella se encuentra grabada la memoria de la obra, lo que la identifica como pieza única e irremplazable. Existen otros aspectos estructurales, formales, iconológicos, etc. que no desarrollaremos aquí. Es en la pátina donde se concentra el corazón de toda intervención. Para comprender este concepto, puede leerse más adelante en el mismo texto, una cita de un texto de Benito-Sánchez donde cita a Paul Philippot:

“Philippot (1969:1)<sup>3</sup> expone que, desde el punto de vista de su restauración, toda obra de arte presenta un carácter histórico doble, conformado, por un lado, por las características propias de la obra de acuerdo con la época determinada en que se realizó, y, por el otro, por el lapso de tiempo transcurrido desde su creación hasta el momento en que el espectador o el especialista la reconoce, condición que afecta a la materia a la que fue confiada la transmisión de la imagen con transformaciones o alteraciones que en el curso del tiempo se desarrollan, se estabilizan y son irreversibles.

Considera que estas modificaciones de la materia original son huella del tiempo y le dan a la obra un aspecto particular, definido por Philippot como pátina, concepto que se discutirá posteriormente en el texto; supone, por tanto, que la noción de pátina es algo consustancial a la historicidad de la obra y considera inconcebible, salvo en “casos extremos”, su eliminación.” (IBIDEM, pág. 60)

Se debe destacar de esta cita la irreversibilidad constitucional a la que hace referencia, en las alteraciones producidas en la superficie de la obra, definiendo el tiempo de formación de la pátina como fenó-

meno entrópico si se quiere. Entropía entendida como transformación irreversible de un sistema y un objeto y su entorno.



*Figura 9. Congreso Nacional, obra del escultor Víctor de Pol. Archivo General de la Nación (AGN). N° de inventario 19270.*

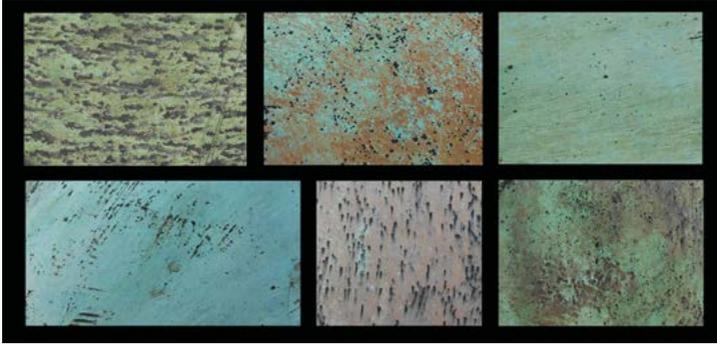
Volver a un estado original la materia y superficie de la obra resulta imposible, dado que la pátina se nos presenta como fenómeno histórico irreversible. Para ampliar el concepto, puede leerse en otro texto de Paul Philippot:

“El único tiempo legítimo de la restauración como respuesta a las exigencias estéticas e históricas que le son propias es por lo tanto el presente de la conciencia del espectador observador, el momento

de recepción de la obra de arte como tal, de su reconocimiento. Ese momento está, evidentemente, en la historia, y reconoce a la obra en el presente. Pero la reconoce también como pasado. El respeto de esa percepción compleja es la condición de la autenticidad de la restauración. Esta no puede considerar al tiempo como reversible ni abolir la historia. En la práctica, esto implica por una parte que respete las huellas de la historia –pátina y modificaciones significativas del objeto– en una conciliación dialéctica de las instancias estética e histórica según las exigencias de cada caso, y por otra parte que reconozca su propia historicidad como momento de la *traditio operis*. Esto concierne en particular al restablecimiento de la unidad potencial, que deberá operarse de tal manera que la integración de las lagunas, destinada a conferirle al original su máximo de presencia, sea siempre fácilmente identificable y aparezca claramente como lo que es: una interpretación crítica actual, y no una pretensión de retomar el quehacer creador y abolir el tiempo transcurrido.” (PHILIPPOT, 1995, Pág. 9)

Entonces no se trata de abolir el tiempo transcurrido sobre la pátina sino de conservar su historicidad. El tiempo de la obra como dice Philippot es el tiempo presente del receptor de la obra, el restaurador. La pátina no solo es referencia del pasado, sino que se expresa en el presente donde se manifiesta en continuo cambio. Debemos entender la pátina entonces como un sistema abierto. Como ya lo había descrito allá por los años treinta del siglo XX Ludwig Von Bertalanffy “Un sistema abierto es definido como sistema que intercambia materia con el medio circundante, que exhibe importación y exportación, constitución y degradación de sus componentes materiales.” (Bertalanffy, 1976, pág. 146) Sistema complejo y abierto en continuo cambio o quizá sea preferible decir transformación. Dicha pátina en continua transformación debe ser entendida como un proceso irreversible. Se podría decir parafraseando el texto anterior y a modo de definición que la pátina es un proceso en continua transformación y que dicha transformación es irreversible.

## B-Contra el concepto pasivo de “pátina” y la pasivación de la misma.



*Figura 10. Distintos tipos de pátinas de la Cuadriga del Congreso Nacional.*

En restauración es de uso común el término “pátina” no solo en lo que se refiere a obras escultóricas sino en el resto de las obras, ya sean pictóricas, arquitectónicas, etc. Desde hace algunos años la pátina es considerada una parte fundamental de la obra. En principio debemos reconocer en la historia del monumento tres tipos de pátinas: una natural, una artificial y una tercera, la única que existe en el presente, la pátina del tiempo. Una primera pátina natural al material con el que fue realizada, en este caso el bronce. La primera pátina natural sería en su primer contacto con la atmósfera, por ejemplo cuando se abren los moldes y se lava la pieza quedando el metal expuesto en principio. Por lo general estas obras reciben una pátina artificial. Según un texto de Quintero, Guimet y Giudice (2009) “La formación de una pátina natural toma un tiempo prolongado y no es uniforme lo cual explica el interés en la producción de pátinas artificiales y en la optimización de sus características protectoras” (pág. 3). La pátina artificial puede estar dada por materiales como ceras o ceras y colorantes ajenas a la composición del metal, que cubren la pieza solo un tiempo y luego

desaparece, o una pátina artificial aplicada por el artista en frío o en calor a partir de sustancias ácidas que aceleran la corrosión del metal virando su color según el ácido utilizado. A esta pátina artificial más estable que la primera, en continua reacción con la atmósfera donde es emplazada la pieza se le suma la pátina del tiempo, que va generando esa relación entre la pieza y su entorno en su historia. Como vemos recuperar la pátina original natural y la pátina artificial resulta imposible, dado que ya no existe materialmente en la pieza, ha sufrido el desgaste y transformación producto sobre todo de los procesos corrosivos acontecidos sobre la misma. La pátina se nos presenta como un elemento altamente inestable y cambiante, a diferencia de su definición, la que la define como un fenómeno estable a conservar. El uso del término “pátina” ha generado varias controversias al respecto, incluso al extremo para muchos autores de aconsejar abandonar su y reemplazarlo por otros que resulten más explicativos del fenómeno que realmente se trata, como “alteraciones de superficie” o “capa de corrosión”. En este sentido Cantalapiedra cita a Mourey:

“Sin embargo, Mourey no admite este sustantivo, pues entiende que sobre el metal se forman una serie de productos de corrosión, que no son sólo carbonatos, y que no sólo se dan en el bronce, sino también en otros metales. Igualmente, considera que la pátina es potencialmente dañina, pues el menor desequilibrio entre el medio y el metal entraña una reparación rápida de la corrosión, añadiendo que la protección que puede prestar la pátina no es más que ilusoria. También se pregunta por qué lo que es aplicable a un objeto de arte no lo es a un objeto usual, por ejemplo, a la herrumbre de objetos de hierro o a los carbonatos de plomo no se les aplica el término. Mourey afirma que la función estética de la pátina es una noción subjetiva y no una noción científica, pues ésta es una idea fluctuante en función de las épocas, de las ideologías y de los lugares donde está considerada.” (Cantalapiedra, 1994, pág. 65-66)

En la pátina del tiempo se concentra la manifestación del cambio que produce la historicidad de la obra. Aquello que la diferencia de

una obra nueva y por ende, es el fenómeno a conservar en lo teórico, degradación a atenuar en la práctica. Como lo describe Alois Riegl, en su libro “El culto moderno a los monumentos”:

“Según esto, la norma estética fundamental de nuestro tiempo, basada en el valor de la antigüedad, se puede enunciar del siguiente modo: de la mano humana exigimos la creación de obras cerradas como símbolo de génesis necesaria según las leyes de la naturaleza; por el contrario, de la acción de la naturaleza en el tiempo exigimos la destrucción de lo cerrado como símbolo de extinción, igualmente necesaria según las leyes naturales. Las manifestaciones de destrucción (deterioro prematuro) en la obra humana reciente nos desagradan tanto como las manifestaciones de creación reciente (restauraciones exageradas) en la obra humana antigua. (Alois Riegl, 1987, pág. 51)

Siguiendo a Riegl, podemos decir que el valor de antigüedad de toda obra de arte está dado en cierto modo por el deterioro que se observa en la pátina del tiempo de su antigüedad.

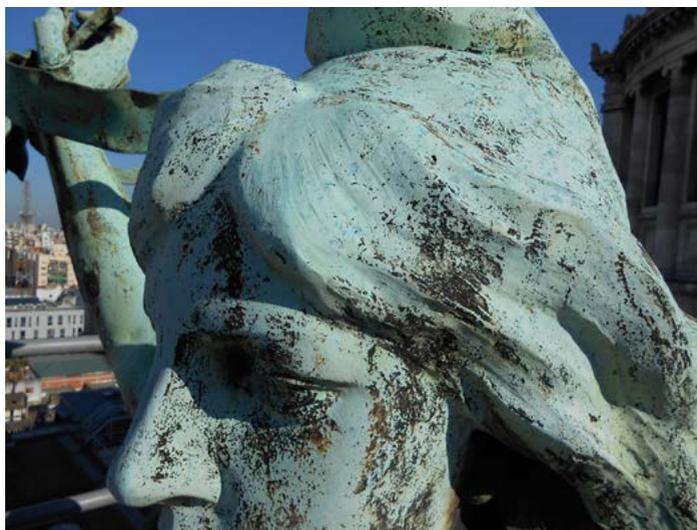
## **C-Composición.**

Si bien la pátina comporta un sistema complejo de sustancias diversas, difícil de acotar, en términos propedéuticos su composición podría definirse como una primera capa formada por óxidos (óxido cuproso y óxido cúprico) sobre la que se formarán las sales de cobre y otras sustancias (sulfatos, nitratos, carbonatos, acetatos, etc.) Como puede leerse en un artículo de Quintero, Guiamet y Giudice (2009):

La formación del óxido de cobre es muy rápida al inicio pero una vez que la película de óxido alcanza un espesor suficientemente elevado la velocidad de crecimiento disminuye considerablemente debido a la lenta difusión de los iones cobre desde la superficie metálica a través de la capa de óxido. El film formado, generalmente de color marrón, comienza a experimentar diversos cambios. (Quintero *et al*, 2009, pág.2)

En lo que refiere a la composición de la pátina del bronce en las áreas urbanas, la acción de los agentes atmosféricos conduce a una acción corrosiva sobre las esculturas de bronce de naturaleza cíclica muchas veces, sobre el material expuesto, acrecentada, en las últimas décadas en la zona de estas obras, por un aumento fuerte de la lluvia. Esto ha hecho que las pátinas de bronce sean más inestables, dando lugar a una lixiviación manifiesta de los elementos aleados en las esculturas expuestas directamente a la lluvia. (Angiola, 2012, Pág. 7-8)

La pátina formada si bien se considera relativamente estable, continúa interactuando química y físicamente con la atmósfera.



*Figura 11. Cabeza Dama de la Cuadriga.*

Cabe señalar que no solo se trata de compuestos derivados de las reacciones de la aleación, sino que se agregan sustancias que se van depositando sobre la pieza presentes en la atmósfera, en el agua de lluvia, etc. como ser partículas de hollín, sedimentos residuales de la descomposición de excremento de aves, etc.

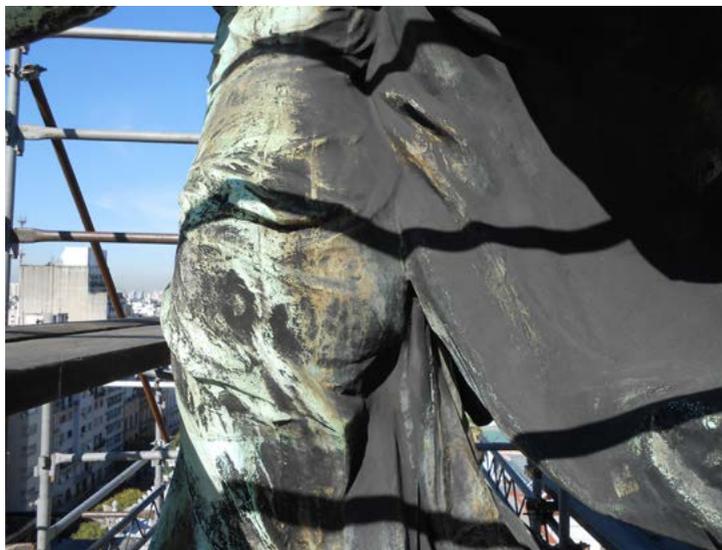


Figura 12. Capa de la Dama de la Cuadriga.

Al respecto el texto de Quintero, Guiamet y Giudice (2009) dice:

La reacción con la atmósfera, si bien lenta y gradual, genera productos de corrosión que continúan reaccionando con el tiempo. Por ejemplo, en ambientes fuertemente poluidos con compuestos de azufre como las atmósferas urbanas, se forma primeramente sulfuro cuproso de color negrozco que cambia a sulfuro cúprico de color azul. También pueden formarse sales de cobre básicas de color verde como los sulfatos de cobre, carbonato básico de cobre o bien cloruro de cobre en las atmósferas marinas como se describirá más adelante. Las pátinas naturales suelen también contener pequeñas cantidades de hierro proveniente del polvo de hierro silíceo o del hollín (Quintero *et al*, 2009, pág.2)

Se entiende entonces que la pátina del bronce es una alteración de superficie del metal en continua transformación. Sin embargo resulta estable frente a un determinado tipo de reacciones que son realmente nocivas a la pieza de metal como la que se manifiesta sobretodo en

atmósferas marinas y que se suele denominar cáncer de bronce, producida por la reacción cíclica que genera el cloruro de cobre sobre la misma. De esta patología podemos leer en el mismo texto de Quintero, Guiamet y Giudice (2009):

Lo primero que ocurre es la oxidación del metal base expuesto a la atmósfera para formar los iones cuproso (reacción a), [...]. En una atmósfera contaminada con iones cloruro, como la marina, se produce la formación del cloruro cuproso (reacción b), compuesto inestable que en presencia del oxígeno y de la humedad ambiental se transforma en el cloruro básico de cobre con la producción simultánea de ácido clorhídrico (reacción c). La presencia de este ácido hace que el cobre vuelva a reaccionar (reacción d) cerrando un ciclo entre las reacciones c-d que continúa hasta la consumición total del metal base. Este proceso sólo se detiene cuando las condiciones sean tales que no se forme el cloruro cuproso o bien desaparezca (Ibídem, pág.3)

Este fenómeno particular como se señaló anteriormente es conocido como cáncer del bronce. Más adelante se detallará el proceso de intervención y pasivación para interrumpirlo momentáneamente, su interrupción definitiva es solo teórica.<sup>15</sup>

## **D- Texturas originales del modelado escultórico**

### **Figura 13**

El modelado en escultura es una técnica que se desarrolla por adición de material en contraste de la talla, en la que el creador ejecuta sus obras con materiales maleables en determinado estado (barro húmedo o arcilla húmeda, plastilina, morteros, escayola, estuco, cera caliente cuando entra en estado de solidificación parcial por enfriamiento u otro material que posea dicha capacidad) a los que les da forma ya sea mediante sus propias manos o bien mediante algún ins-

---

15 Ver página 131: apartado 3-Pasivación interna en Victorias Aladas

trumento como estucas, cuchillos, peines, como el uso de distintas espátulas, etc. Cada material de modelado determina una calidad de superficie precisa. Así en este caso, las texturas superficiales de las esculturas del congreso, dejan entrever que fueron las obras fueron modeladas en arcilla en su origen, salvo la base de la cuadriga que al parecer fue realizada directamente en cera.



*Figura 13. Distintas texturas originales halladas en la Cuadriga del Congreso Nacional. Algunas texturas se realizan a partir de modelados en arcilla y otras de modelados a la cera.*

La arcilla es la consecuencia de la disgregación de algunas rocas, constituidas esencialmente por aluminio, silicato de potasio, sodio o calcio, o más precisamente se trata de minerales aluminosilicatos constituidos por la disgregación de piedras feldespáticas, como el granito. Las lluvias y otros agentes atmosféricos causan el desgaste de éstas en partículas pequeñas que son arrastradas por los ríos y generan depósitos de donde se las extrae. La dimensión del grano

es microscópica, se lo suele clasificar por debajo de los 0.002 mm, y su carácter fundamental se lo da la forma de placa u hoja que posee cada partícula. La forma plana como si fuese una escama relaciona las distintas partículas entre sí y determina que la superficie de adherencia sea superior que su anchura, lo que otorga una alta acumulación de agua por liga a sus caras. Esta capacidad es lo que otorga gran plasticidad a la arcilla haciéndola un material idóneo para realizar la primera etapa en la realización de esculturas de gran tamaño, o piezas definitivas en cerámica o terracota.

Existen varios tipos de arcillas; arcilla caolín, arcilla roja, arcilla de gres, arcilla para porcelana, loza, con chamote, etc.

Por lo general cada artista construye sus propias herramientas para modelar sus esculturas, que les den la posibilidad de lograr sobre la superficie del material las texturas deseadas. Con la práctica aditiva en la escultura es posible la modificación de la forma a diferencia de la talla, por lo que es una práctica que admite asiduas correcciones (Sotelo Santos, Laura Elena, 2004: 5)

En el modelado de la forma, una vez que esta se consigue como tratamiento final de la obra, el artista imprime sobre la superficie distintas texturas. Impronta sensible que este graba en sus trabajos, es la huella del autor. La textura en escultura, sobretudo en escultura monumental se realiza con un doble sentido. Por un lado, desde su visión de conjunto agrega a la obra diferencias tonales para mejorar la lectura y por otro diferenciar los distintos elementos y otorgarles carácter e identidad de superficie. Como consecuencia en esculturas monumentales de ornamentación de edificios, es normal hallar infinidad de texturas en las superficies de las obras. Determinan el carácter de las crines de los caballos por ejemplo, las texturas de los vestidos, las alas en las victorias aladas, pero también sirven para modificar relación de luz entre los distintos volúmenes. Quizá sea un concepto extraño a aquellos que no están familiarizados con las artes en general y la escultura y el dibujo en particular.



*Figura 14.*

Las texturas impiden que la obra prácticamente brille en su totalidad, otorgando una gama de grises desde el valor más alto que sería la superficie pulida, hacia valores bajos realizados con cepillos profundos (Sotelo Santos, 2004: 5)



Fragmento del rostro de la Dama de la Cuadriga.

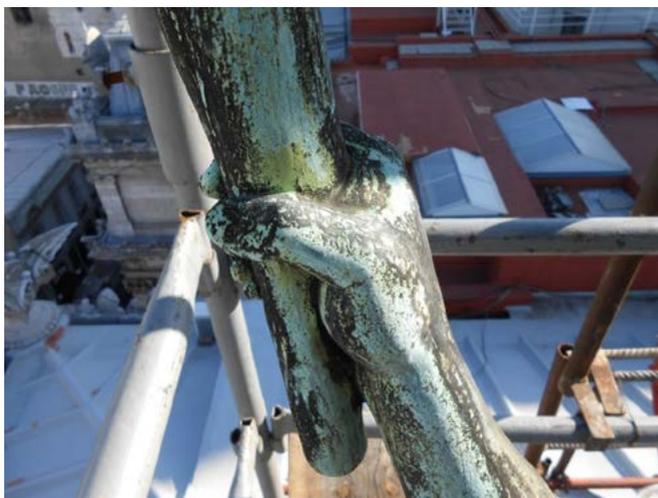
Fragmento de caballo de la Cuadriga.



*Figura 15.*

Ahora bien la determinación y clasificación de las diversas texturas encontradas permiten por un lado clasificar las distintas zonas a intervenir, pero por otro lado comparativamente entre zonas que posean la misma textura pero diferente grado de corrosión, realizar mediciones físicas para atisbar las pérdidas por erosión superficial en el tiempo.

La comparación de las texturas originales en los distintos pasajes de estas obras, permite distinguir el grado de conservación de la misma, cuales se encuentran afectadas por algún tipo de corrosión y cuales han desaparecido. Paradójicamente, y solo a modo de ejemplo, observamos que la pátina verde azulada que cubre gran parte de nuestras esculturas es en realidad un fenómeno corrosivo homogéneo, que se ha llevado un promedio de  $\frac{1}{2}$  Mm de pátina original en algunos sectores. Mientras que la pátina negra u oscura, que primera vista resulta ser desagradable, es la que ha conservado más fielmente la piel original de las esculturas.



*Figura 16. Victoria alada simple-comparación nivel de patina negra y patina verde-celeste.*



*Figura 17. Victoria alada simple-comparación nivel de patina negra y patina verde-celeste-ampliación.*

### **E-Costras sedimentarias. Piezas faltantes, sueltas o flojas. (Añadidos y modificaciones. Marcas, concreciones, fisuras, porosidades, huecos, parches, etc.)**

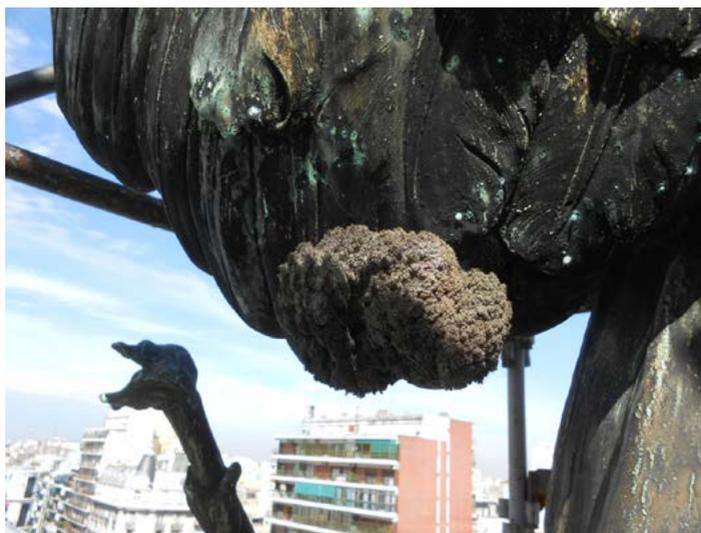
Complementarias a la tarea de determinación y conservación de la pátina del tiempo de las obras, existen infinidad de trabajos conexos, como la detección de piezas faltantes, fragmentarias, desprendidas y agregadas, elementos extraños a la obra como cables, alambres, caños, lámparas no originales, definir las posibles intervenciones en el tiempo a partir de los relevamientos y datos históricos.

Marcas accidentales, porosidades y orificios, problemas estructurales que pongan en peligro la integridad de la obra y la integridad de los transeúntes en caso de que se trate de una obra pública, concreciones, costras sedimentarias.

#### **1-Costras**

La formación de una costra sedimentaria en la superficie de las esculturas es la consecuencia de la disolución de los compuestos que

forman el bronce, más el aditivo de compuestos atmosféricos y en este caso un tercer grupo de elementos ajenos a la obra que desde su interior (arenas en el interior de las alas y masillas agregadas) y teniendo como vehículo el agua se reorganizan en diversos componentes como estructura sedimentaria en la misma, obteniéndose una estructura cuya composición aunque no siendo totalmente ajena, contrasta con la organización de los materiales de la obra en la que subyace (Castro Taboada, M<sup>a</sup> Mercedes, 1998: pp. 43-67)



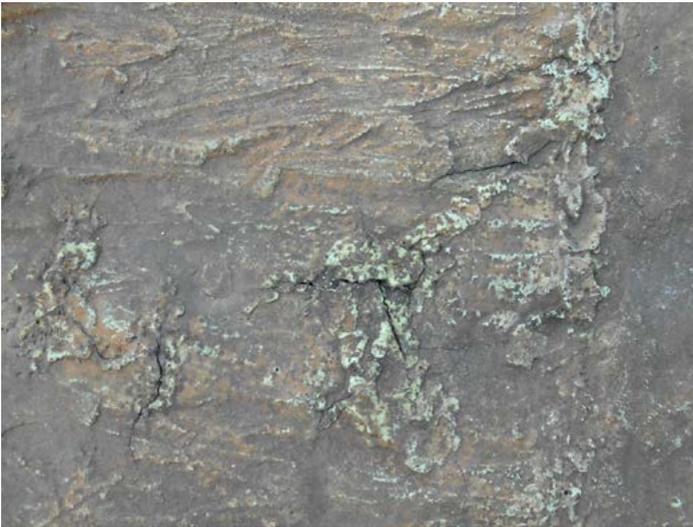
*Figura 18. Costra sedimentaria en el ala izquierda de la Victoria Alada doble derecha sector Diputados.*

El estudio de la conformación de la costra sedimentaria se realiza ya sea desde una escala macro, empleando metodologías de descripción cuantitativas del tipo tamaño, peso, pruebas de dureza, etc. hasta una escala micrométrica utilizando los microscopios óptico y electrónico. Las distintas escalas van aportando información importante para entender la evolución del proceso de una costra superficial (Castro Taboada, 1998) De los mismos datos se pueden extraer conclusiones con respecto a la historia de la pieza en su conjunto, y de los

procesos corrosivos actuantes tanto externa como internamente en el tiempo de su formación.

## **2-Marcas, porosidades, huecos, parches y fisuras.**

De distinto origen y tamaños los poros, huecos y fisuras que presentan las esculturas se clasifican a partir de su origen y tipo, así podemos observar fisuras que probablemente sean originales por diferencias en el enfriamiento de las piezas luego de la colada en el taller de fundición o que sean producto de fuerzas actuantes en las piezas luego de su emplazamiento en lugar definitivo. Cabe advertir de que se trata de obras que pesan varias toneladas de metal y las fuerzas internas actuantes son muy altas.



*Figura 19.*

Producidos por corrosión natural como es el caso de la figura 20 donde se alcanza a observar el hueco que registraba la base de la Victoria Alada Doble Izquierda del sector del Senado, cercana al pie del Genio o Niño del grupo escultórico.



*Figura 20. Orificio por corrosión natural.*

Posiblemente se halla acelerado el proceso corrosivo en este sector como consecuencia de los depósitos de sedimentos atmosféricos y disgregados de la escultura en una zona de acumulación de agua.

Las esculturas presentaban gran cantidad de parches no originales distribuidos sobre todo en los vestidos de las victorias aladas y la dama del carro de la cuadriga. Factiblemente realizados en alguna intervención anterior para cubrir este tipo de huecos o faltantes. El metal con el que están constituidos dichos parches es similar al de las bases de las Victorias Aladas y la Cúpula del Congreso (contextura laminada a diferencia de las esculturas realizadas por fundición) y fueron soldadas a las esculturas con estaño.



*Figura 21. Cuadriga. Parche vestido dama.*

Otro tipo de patologías encontradas de este tipo son por ejemplo en la Cuadriga gran cantidad de orificios realizados por la intervención del hombre para el agregado de luminarias y otros equipamientos ajenos al concepto original de la obra.



*Figura 22. Luminaria agregada sobre el eje del carro de la Cuadriga.*

Por último dentro de esta categoría se encontraron gran cantidad de marcas de corrosión diferencial, generalmente cuadradas o rectangulares, cuyo origen se desconoce, pero se infiere que fueron originadas por corrosión desigual y que son consecuencia de los canales de colada de la cera perdida que se suelen colocar en las piezas a fundir. Una vez fundidas las piezas se cortan y se disimulan con herramientas mecánicas. En la sección 2 se ha explicado el proceso.



*Figura 23. Marca por corrosión diferencial en pata de caballo de la Cuadriga.*

### **3-Piezas faltantes, sueltas o flojas.**

Se realizó un relevamiento completo de las piezas faltantes, como así también de las que se hallaban desprendidas o a punto de caer. De destacar el estado de dos de los clarinetes que sostienen las Victorias Aladas, uno de los cuales ya se había desprendido y otro a punto de desplomarse. El orificio superior de los clarinetes se encontraba abierto, y sumada al agua de lluvia acumulada que ingresaba a los mismos junto con los elementos corrosivos presentes en la atmósfera, algunos clarinetes presentaban en su interior restos de guano de aves

e inclusive esqueletos y plumas de la familia Columbidae<sup>16</sup>. Los excrementos de estas aves contienen ácidos (úrico, fosfórico, nítrico, etc.) que reaccionan con el metal, originando sucesos corrosivos en las piezas donde quedan depositados en contacto con humedad o agua.

Históricamente se han descartado generalmente factores microbiológicos en la degradación del cobre, por considerarla despreciable el grado de corrosión que esta variable provoca en el mismo, además de considerarla una aleación tóxica para la vida microbiológica. A pesar de esto, existen estudios en la actualidad que observan lo contrario.

Así, otros de los perjuicios colaterales que se presentan en las obras a partir de la presencia de estas aves, es que con la aportación de sustancias orgánicas en el guano, como las ramas que llevan para formar sus nidos, alimento, etc. funcionan como nutrientes para el desarrollo de la micro flora heterótrofa (Caneva G. y otros, 2000)

Figura 24. La foto de la izquierda muestra la mitad superior del clarinete faltante, y la foto de la derecha la mitad superior donde puede verse el sector de la soldadura que sufrió la corrosión y su posterior desprendimiento.

Las aleaciones de cobre son capaces a padecer corrosión promovida por microorganismos.

“Algunos compuestos químicos producidos por los microorganismos aceleran el ataque localizado, como por ejemplo: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, ácidos orgánicos e inorgánicos, metabolitos que actúan como depolarizantes, compuestos sulfurados, etc. El biofouling puede, genéricamente, ser considerado como la acumulación indeseable de depósitos de naturaleza biológica en la superficie de los materiales. Estos depósitos pueden contener micro o macro organismos” (Frontini, María Alejandra, 2005: 1)

---

16 Columbidae es una familia de aves del orden Columbiformes que incluye las palomas.

También se detectó el mismo efecto del guano en el desprendimiento de las hojas de laurel de los ramos de las Victorias Aladas, incluso la afectación mecánica de las mismas palomas que al apoyarse sobre los ramos, hayan generado diversos esfuerzos en las mismas. Varias de las cuales fueron recuperadas y recolocadas en sus respectivos lugares por medios químicos y mecánicos. Se debe señalar que la totalidad de la intervención se realizó con operaciones reversibles y que en ninguna operación se recurrió a la soldadura sobre el metal antiguo.

Se detectó el faltante de una de las riendas (específicamente la izquierda) que sostiene la dama del carro de la cuadriga. La reconstrucción de la misma se realizó a partir de fotos históricas.

Otra faltante singular que se distingue es un fragmento de las cadenas de la cuadriga.

Las piezas a reponer por especial prescripción de la Comisión Nacional de Museos, Monumentos y Lugares Históricos<sup>17</sup> se realizaron a partir de copias de las preexistentes y su reposición fue fundida en aleación similar a la original, las cuales quedaron realizadas en los talleres del LEMIT<sup>18</sup>.

Ya se ha mencionado anteriormente que se trata de esculturas ensambladas a partir de piezas que van atornilladas. De ello se desprende que las esculturas poseen una tapa de inspección (en el caso de las damas en la espalda por debajo de las alas). Se realizan para facilitar el armado de las piezas y su mantenimiento. Una vez desmontadas dichas tapas se descubrió que las estructuras interiores de hierro de las mismas esculturas se encontraban en un alto estado de deterioro. Estos son los daños más graves que presentaban las obras. De esta cuestión se hará foco en detalle más adelante.

---

17 Entidad gubernamental dedicada a la administración y el control del variado y rico patrimonio histórico-cultural de la Nación Argentina.

18 Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT), situado en la ciudad de La Plata, Provincia de Buenos Aires, organismo pionero en el desarrollo tecnológico, creado en el año 1942.

## F-Proceso de relevamiento y registro inicial de las obras.

Como dice Juan Samaja:

“Sólo cuando la etapa exploratoria ha madurado suficientemente, es posible avanzar de manera decidida en el siguiente grupo de tareas; en particular, cuando se han acordado decisiones sobre los sujetos y los asuntos relevantes de estudio, podemos decir que el proceso ha logrado un adecuado nivel de especificación suficiente como para avanzar en la dirección de una descripción sistemática” (Samaja, Juan, s.f.: 11)

En las secciones anteriores se han realizado aproximaciones teóricas que permitan por un lado abarcar y a la vez delimitar el objeto al que refiere el presente. Si se quiere se podría reseñar lo que el epistemólogo Jean Ladrière<sup>19</sup> suele denominar la *precomprensión modelizante*” (Samaja, Juan, s.f.: 15). En este capítulo, aunque de manera desordenada, se ha comenzado a incluir algunos datos descriptivos apoyados con fotografías y datos observados en obra. La segunda etapa del trabajo (la etapa presente) conlleva una descripción detallada del objeto de estudio.

De las infinitas variables que posee cualquier objeto de estudio, en esta segunda etapa a lo largo de las secciones 3 y 4 se tomarán aquellas que se consideren conspicuas, seleccionando y definiendo las distintas categorías de observaciones que autoricen a alcanzar una comprensión acabada del objeto (Menéndez, María Cristina, s.f.)

### 1-Relevamientos fotográficos y planimetría gráfica color

Dentro de las primeras tareas realizadas se encuentra el relevamiento fotográfico y gráfico de las obras. El registro fotográfico del

---

19 Jean Ladrière (1921- 2007) fue un filósofo, lógico, belga, profesor de la Universidad Católica de Lovaina, donde presidió el Instituto Superior de Filosofía.

estado inicial y las sucesión de tareas resulta ser un recurso fundamental, ya sea para establecer comparaciones, registro e inventariado de las obras, cobertura legal a posteriores denuncias, etc. En este caso, las fotografías son ordenadas y clasificadas en planillas digitales que permitan ser prácticas en la dinámica de su búsqueda y catalogación.

Además de estas fotografías generales, se realizan seguimientos fotográficos parciales en sectores específicos (foto niño diputados)

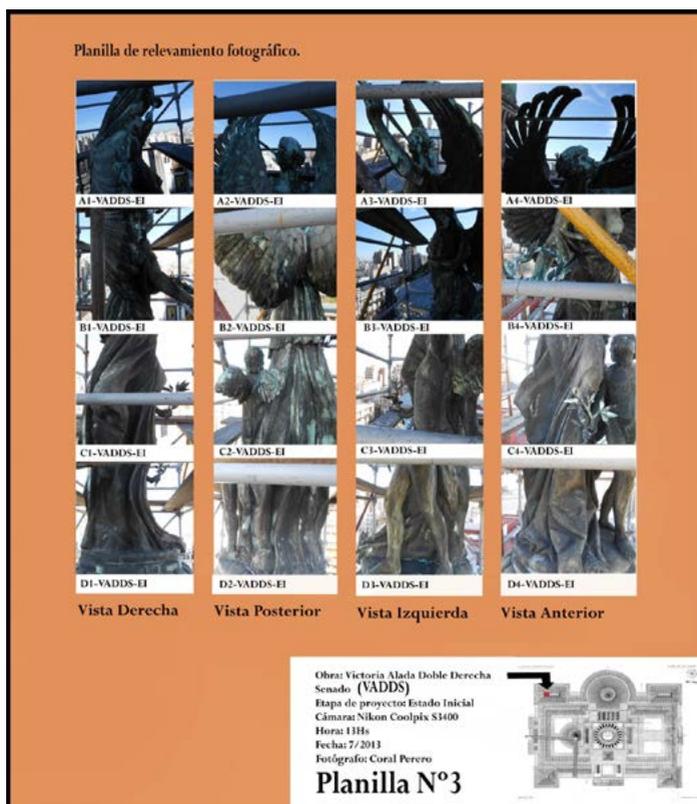


Figura 25.

Paralelamente se realizan gráficos preliminares volcando datos productos de la observación directa, datos generales sin inferencias teóricas. Las pátinas fueron clasificadas en principio por color y textura, la determinación de la composición de las mismas en laboratorio a partir de muestras se realizó en una etapa posterior.

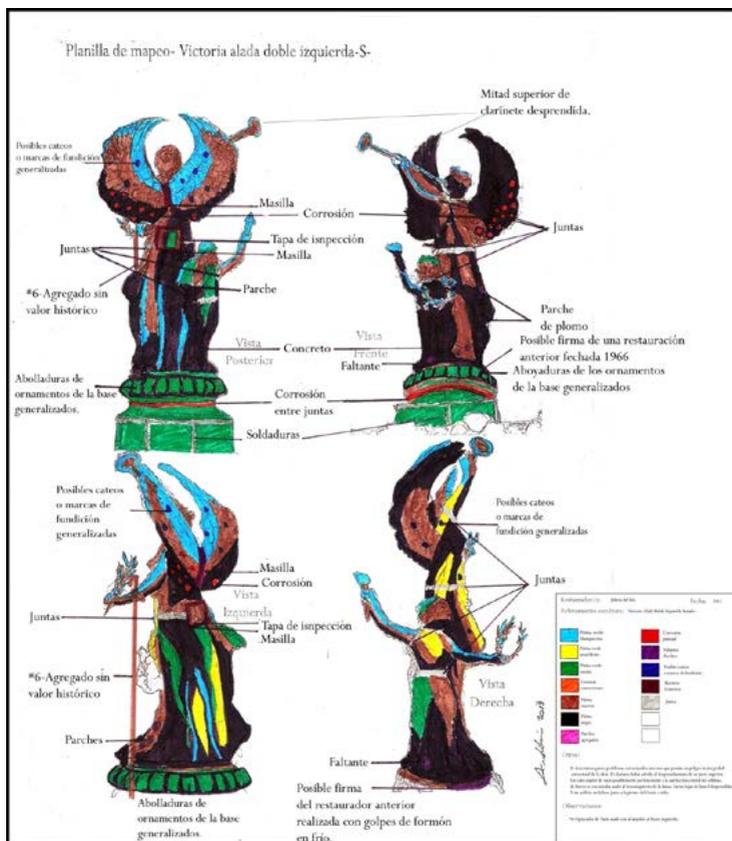


Figura 26.

Los requerimientos de información serán distintos en algunos aspectos importantes según sea la finalidad de las tareas. Ya sea que las

requiera por ejemplo el arquitecto especialista en patrimonio para realizar un catálogo turístico, el planificador de la ciudad, el conservador restaurador, el público en general, etc. (Thornes, Robin, 1993: 125)

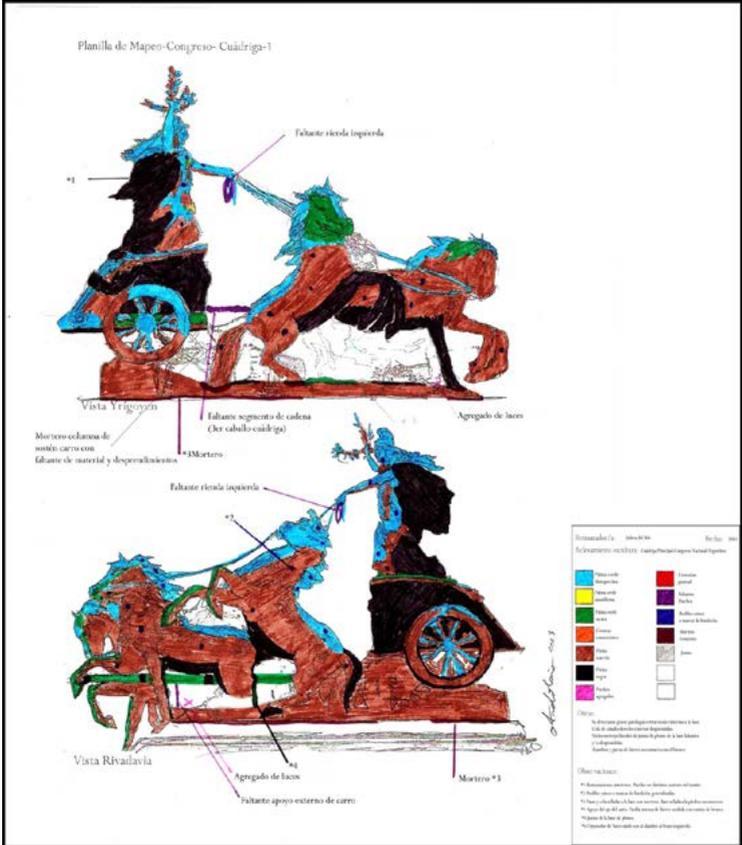


Figura 27.

Los resultados de los relevamientos realizados en principio en los que se está poniendo un gran énfasis y el informe o inventario que se desprende de los mismos está orientado como parte del proceso

de intervención a realizar en los grupos escultóricos del Congreso Nacional.

El relevamiento permite una visión de conjunto de la obra, y establecer observaciones cualitativas como cuantitativas, en la realización de estadísticas (Thornes, 1993)

## **2-Base de datos, informe o inventario dinámico**

A esta altura el lector quizá pueda entender las razones por las que en capítulos anteriores se ha analizado si bien superficialmente, las características principales por un lado de las esculturas de bronce, sus procesos constructivos en la actualidad y en la historia, las características principales de la aleación y el principio de su corrosión, como así también la historicidad del monumento. Esos datos, su concepto, forman una parte fundamental en los trabajos preliminares de la actual intervención, como se ha señalado anteriormente: *precomprensión modelizante* según Jean Ladrière (Samaja, s.f.)

El propósito o razón por la cual se realiza un relevamiento de información y un inventario dinámico determinará los tipos de información que deben registrarse, y las formas en la que se presenta dicha información. Después de todo, los requerimientos de información serán distintos en algunos aspectos importantes según sea la finalidad de las tareas. Ya sea que las requiera por ejemplo el arquitecto especialista en patrimonio para realizar un catálogo turístico, el planificador de la ciudad, el conservador restaurador, el público en general, etc. (Thornes, 1993: 125)

Está claro tanto que los resultados de los relevamientos realizados en principio en los que estamos poniendo un gran énfasis y el informe o inventario que se desprende de los mismos está orientado como parte del proceso de intervención a realizar en los grupos escultóricos del Congreso Nacional. En este sentido, como herramienta, el recaudo de la información y su posterior organización en el inventario dinámico de obra tiene un papel central en este proceso, porque la identificación y documentación son los primeros pasos que orien-

tan las operaciones de conservación y restauración sobre las obras. La integridad y consistencia de un relevamiento e inventario en su conjunto es, en última instancia, más una consecuencia de la consistencia de la información registrada en este nivel que es básico, que en la profundidad de detalle de algunas de sus exploraciones específicas, las cuales no deben faltar en la intervención, pero que pueden ser omitidas en este nivel. Permite una visión de conjunto de la obra, y establecer observaciones cualitativas como cuantitativas, en la realización de estadísticas por ejemplo (Thornes, 1993)

Sin embargo, la información que resulte del relevamiento y los inventarios que se reflejan de esta no debe ser vista como fin en sí misma. Al contrario, deben ser considerados como puntos de partida, como mapas o guías de labor, proporcionando la base para la selección de las tareas individuales.

Después de todo, se trabaja constantemente pensando que el conocimiento nunca se termina y que las percepciones actuales sobre el objeto de estudio cambiarán en el tiempo y en el mismo transcurso de una misma obra inclusive. Es importante, por tanto, que los informes o inventarios sean concebidos como entidades dinámicas en constante modificación y crecimiento, flexibles de admitir nuevos tipos de información y capaz de dar lugar a las necesidades de nuevas metodologías y nuevas tecnologías. El relevamiento y los inventarios son herramientas diseñadas para orientar el conocimiento y las tareas pero no para definirlos (Thornes, 1993: 126-127)

En síntesis se trataría de encarrilar “La preservación de los bienes por medio de su conservación preventiva, intervención y restauración, utilizando el inventario para el registro detallado del estado del bien y los procesos de intervención” (DeCarli Georgina y otros, 2006: 4)



### Estudios particulares químicos y físicos

#### Introducción

Cualquier operación de intervención sobre obras del patrimonio físico, requiere en principio de una serie de procedimientos previos a la acción a los cuales se ha hecho referencia desde capítulos anteriores.

A esta primera etapa de procedimientos previos podríamos dividirla en tres fases. Una primera fase de estudios históricos o históricos constructivos de las obras de los cuales se ha explicado en el capítulo 1 y parte del 2, una segunda etapa de estudios generales, definición de conceptos específicos, relevamiento superficiales, métricos, fotográficos, etc., a los cuales se ha abocado el capítulo 3. Y una tercera etapa de estudios particulares, ya orientados por algunas hipótesis preliminares, in situ o en laboratorio, análisis de muestras de pátinas, endoscopia de los interiores de las esculturas, la espectrometría de fluorescencia de rayos X, microscopía digital y electrónica

de muestras entre otros. Sobre estos estudios se discutirá en el presente apartado.

Solo en función de la calidad y la cantidad de conocimientos adquiridos en esta primera etapa será la calidad del diagnóstico y del proyecto de intervención que se le otorgue a la obra.

Figura 28. Se realizan paralelamente al relevamiento la toma en obra de muestras microscópicas de las distintas tipos de pátinas.

## **A-Estratigrafías de pátinas**

“La estratigrafía aplicada al estudio del patrimonio arquitectónico se ha constituido en un instrumento de análisis verdaderamente útil, si no para entender completamente la evolución de la fábrica construida, sí para aprender a conocerla y respetar cada una de las intervenciones que conforman el monumento en la actualidad”. (Aroca Martínez, María, 2008: 89)

El estudio a partir de esquemas estratigráficos deja descubrir todas las capas que constituyen la pátina en el sector donde se realice, para efectuar esquemas en corte y diagramas estratigráficos que permitan realizar un esquema de la estructura de la pátina junto con los análisis químicos de las capas, para determinar los alcances de la limpieza posterior y los límites de la misma y realizar comparaciones entre distintas estratigrafías como factor de degradación, composición, etc. Cabe destacar que por tratarse de un tipo de estudio invasivo, deben elegirse sectores poco comprometidos de la obra o menos representativos.

Se manifiesta como invasivo porque si bien no desnuda el metal y solo llega a las capas inferiores de óxido de cobre que son conservadas, a partir de las mismas, se eliminan en el proceso estratigráfico capas de la pátina que en el resto de la intervención quizá sean sus-

ceptibles de conservación. La preparación de la estratigrafía requiere además la toma de micro muestras de zonas representativas y no comprometidas de la obra. En la estratigrafía se estudia la sucesión de capas, sus colores, espesor y forma y se analizan los distintos componentes a partir de estudios de laboratorio ya sea en microscopía como a partir de reacciones químicas de las muestras. La estratigrafía debe ser considerada además como un primer acercamiento a un tratamiento de limpieza de superficie posterior, sobretudo en nuestro caso hemos realizado las estratigrafías in situ a partir de bisturí, algunas de las cuales fueron observadas con micro video y micro fotografía digitales con ampliaciones de hasta 200X para identificar el grado de invasión de la técnica en la superficie.

Todo tipo de estratificación es el resultado de ciclos de erosión y deposición que actúan sobre el metal (Harris, Edward C., 1991) La estratigrafía compone una serie de metodologías que viabiliza la tipificación y registro de los testimonios materiales explícitos sobre la superficie de las obras, ya se trate de una cantera arqueológica como en el de una edificación u otra obra patrimonial.

Esta metodología nace claramente a partir de los estudios que Edward C. Harris divulgó en el año 1979 bajo el nombre de *Principios de Estratigrafía Arqueológica* Dicho texto se convirtió en un punto de referencia para la disciplina de la arqueología en general, y tuvo consecuencias directas sobre las disciplinas dedicadas a la restauración y conservación del patrimonio (Aroca Martínez, 2008)

En esta experiencia, aplicada a las pátinas del tiempo formadas sobre superficies de aleaciones de bronce, se reduce el concepto de secuencia estratigráfica al de secuencia física solamente, que supone según Harris el orden de los estratos tal como van apareciendo en una masa de estratificación. No se ha de confundir con la secuencia estratigráfica, la cual se establece a partir de la secuencia física (Harris, 1991)

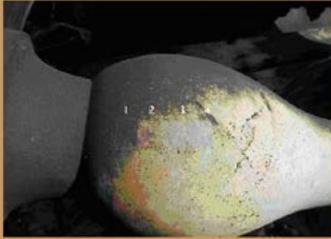


*Figura 29. Victoria Alada Simple sector senado. Estratigrafía de pátina del manto.*

Tampoco se ingresará en detalle sobre los conceptos de “tiempo absoluto” y “tiempo relativo” de los estratos, que solo fue aplicable distintivamente en el corriente trabajo a casos puntuales, como lo ilustra el estudio de la formación de las costras sedimentarias.

El estudio de las reciprocidades y discontinuidades de una secuencia estratigráfica a través del análisis comparado de los distintos diagramas situados en distintos sectores, facilitará al restaurador alguna ayuda para acometer la ordenación de la secuencia de degradación de la superficie del metal y el tipo de la misma. La información deberá ser comparada con otros datos, como por ejemplo las referencias documentales sobre el medio ambiente que actúa y actuó sobre las obras a lo largo de su historia. Es fundamental además que el operador que realice la estratigrafía esté familiarizado con los pormenores de la obra. En el caso presente, se realizaron varias estratigrafías de pátina en distintas zonas con distintos grados de exposición a los fenómenos ambientales.

## Planilla de estratigrafía de pátina: N°5

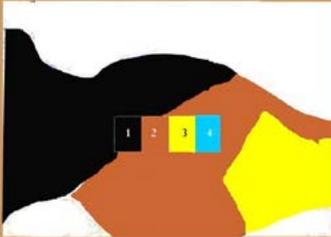


### Ficha de análisis estratigráfico.

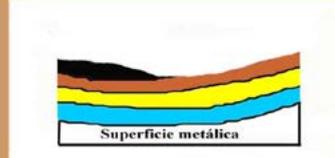
| Descripción |                   | Composición química aprox.   | Otros                                  |
|-------------|-------------------|--|--|
| N°          | Pátina            |  |  |
| 1           | Negra             | Residuo para calceado y pulido de cobre (resaca) y de óxido negro (resaca) | Disolución de hierro (perfora) y fúos. |
| 2           | Marrón            | Resaca de color (resaca) y de óxido negro (resaca)                         | Resaca (resaca de hierro)              |
| 3           | Verde amarillenta | Resaca de color y calceado de cobre  | Resaca (resaca de hierro)              |
| 4           | Marcacina         | Resaca para calceado y pulido de cobre (resaca)                            | Resaca (resaca de hierro)              |

### Esquema

Vista



Corte



Detalle:



Obra: Cuádriga  
 Etapa de Proyecto: Estratigrafías  
 Fecha: 13/7/2013  
 Restaurador: Ardohain Sergio  
 Sector: Eje de rueda de Carro de la Cuádriga  
 Planilla de estratigrafía N°5

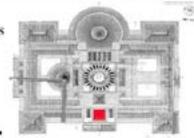


Figura 30.

El número de estratigrafías a realizar no es fijo. Los datos obtenidos en las estratigrafías son volcados en fichas individuales para cruzarlos con otros datos como la composición química de los distintos estratos, y así obtener un esquema lo más cercano posible a las pátinas a intervenir.

La alteración de las piezas de aleaciones de cobre puede responder a un esquema típico que se presenta, aunque con variaciones, en la mayoría de las aleaciones con mayor porcentaje de cobre que han

entrado en proceso de corrosión por fenómenos atmosféricos. Cabe aclarar que estos estratos son teóricos, y en la práctica se presentan variaciones significativas sobre los mismos que impiden toda generalización. Hecha la aclaración, a grandes rasgos observamos que se perciben las sucesivas capas de corrosión, desde la superficie hacia el interior de una capa externa espesa y pareja de color verde-marrón y a veces azul, que correspondería a carbonatos de cobre como la malaquita y la azurita. Otro estrato más delgado interno de color anaranjado, marrón o rojizo, formada por óxidos de cobre, óxido de cobre cuproso y cúprico (cuprita y tenorita). Y la tercera formada por el núcleo metálico.

A este esquema hay que agregarles los cloruros de cobre presentes sobre la superficie en caso de que se registren en los estudios, y que, en circunstancias poco propicias a la conservación del metal, pueden mantenerse activos produciendo daños irreversibles a las obras (Bernat Francisca Ma. y otros, 2011: 5)

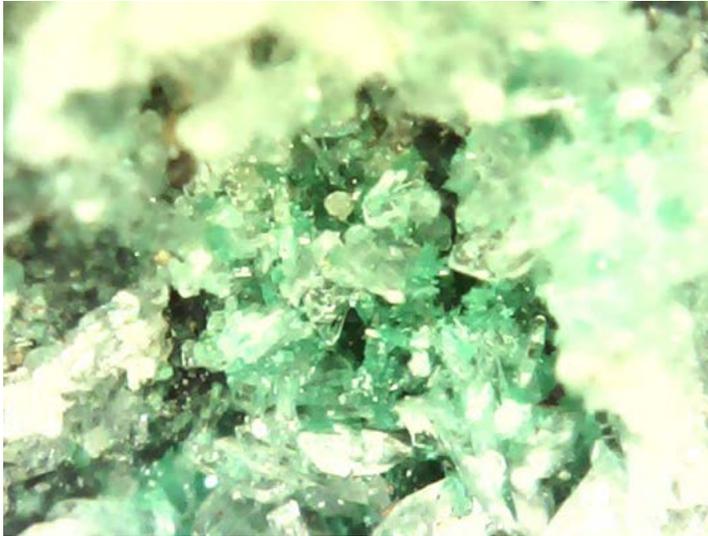
## **B-Análisis químicos de muestras de pátinas**

Con el fin de determinar la naturaleza y propiedades químicas de los materiales que conforman la pátina, así como conocer las especies producidas en los procesos de deterioro, sedimentaciones, sustancias agregadas, etc., se realizaron una serie de estudios químicos a partir de microscopía óptica y ensayos micro químicos de las muestras. Para la toma de dichas muestras se realizó la extracción selectiva mediante raspados, en distintas zonas con distintos grados de exposición.

Para los estudios se empleó un microscopio óptico Nikon Optilab y ampliaciones de 25X, 60X y 100X. La luz aplicada para los análisis fue dicróica reflejada, que es la que con más exactitud transcribe los colores hallados.<sup>20</sup>

---

20 Conceptos extraídos del informe original suministrado por la Química Marcela Cedrola a la Empresa Techos Dörfler (2013-2014)



*Figura 31. Cristales que conforman la pátina del cobre vista al microscopio (150x)*

La tipificación y determinación de los minerales que forman las distintas pátinas resulta de capital relevancia en el progreso de las operaciones de intervención y sistemas de procesamiento de datos ya que permite tanto seleccionar las tecnologías como así también ajustar las operaciones de recuperación de la obra, o sea para determinar la eficacia de los procedimientos que se soliciten para su posterior restauración y conservación.

Más allá de estos estudios específicos, debemos aclarar que la química como materia interdisciplinaria fundamental en las tareas de restauración va a ser señalada y citada a lo largo del trabajo independientemente de esta breve reseña, sin embargo no debemos perder nuestro objetivo, el de todo restaurador conservador de obras de nuestra heredad, siendo conscientes que es la química la que está al servicio de la ética y no a la inversa. Sobre este punto se disertará en el capítulo 5.

## C-Espectrometría de fluorescencia de rayos X

La espectroscopia de rayos X es un término genérico que abarca todas las metodologías espectroscópicas empleadas para precisar la organización electrónica de los distintos materiales a partir de la aplicación de rayos X. La fluorescencia de rayos X (Cuya sigla en inglés es XRF) fundamenta su uso en la irradiación de rayos X fluorescentes propios de un metal que ha sido excitado al ser atacado con rayos X y que se proyecta sobre una superficie que puede ser descifrada (Bec-khoff, B. y otros, 2006) Este fenómeno es adoptado para el análisis en la investigación de metales entre una extensa gama de materiales a los que se aplica.

Esta técnica está generalizada en el ámbito de la restauración por tratarse de un ensayo no destructivo y casi nula invasión que posee sobre la obra. En la presente intervención fue usada como muestra una de las hojas de laurel que yacían desprendidas de la obra.

El mismo estudio se realizó en el CNEA (Centro Nacional de Energía Atómica) en la División Metales.

|   |  |
|---|--|
| Muestra;  |  |
| Resultados  |  |
| Pieza metálica;   |  |
|   | Cobre Cu (g/100g): $70 \pm 8 = 70$ a 78% |
|   | Estaño Sn (g/100g): $4,9 \pm 0,8 = 5\%$  |
|   | Plomo Pb (g/100g): $2,1 \pm 0,4 = 2\%$   |
|   | Zinc Zn (g/100g): $4,5 \pm 0,8 = 4,5\%$  |
| Elementos Minoritarios:                                   |  |
| Hierro Fe, Vanadio V, Manganeso Mn, Arsénico As, Talio Ti |  |

Figura 32. La figura muestra la composición aproximada de la aleación, sus componentes principales y secundarios, despreciando los porcentajes de aquellos elementos minoritarios.

Conocer la composición de la aleación del metal con el que fueron fundidas las esculturas resulta fundamental para incorporar la información a la base de datos.

A partir de la composición de la aleación original se realizaron las piezas faltantes con moldes y modelos tomados del original, como las cadenas de la Cuadriga faltantes.

Si bien por lo general al analizar la pátina solo se tiene en cuenta el cobre y sus minerales derivados, los metales secundarios que componen la misma pueden determinar patologías específicas, disgregaciones por diferenciación de metales durante la colada original, etc.

## **D-Situación del medio ambiente**

Los contaminantes atmosféricos naturales y los emitidos por el hombre están clasificados en una variedad de sustancias que consiguen registrar reacciones químicas con ciertos elementos de un objeto dado. Estas pueden ser gaseosas, líquidas o sólidas ya sean de génesis humana como natural, todas sustancias que generan consecuencias nocivas sobre los objetos.

Ya los estudios químicos señalados en el apartado anterior participaban en la distinción de las sustancias contaminantes presentes en la atmósfera en la que se encuentran las obras, a partir del estudio de las sustancias derivadas de las reacciones de la aleación con esta. Este detalle es imprescindible para seleccionar por ejemplo el material protector a emplear para la correcta conservación de las obras, los procedimientos de limpieza, etc. Sin embargo es forzoso acudir a los estudios meteorológicos específicos realizados por entidades ya sean estatales o privadas, sobre la composición del aire, la lluvia y los vientos dominantes en la atmósfera de la zona. Conjuntamente reconocer los contaminantes que se encuentran en los mismos, y de ser posible una tabla cronológica de la historia o evolución de la composición atmosférica en el tiempo.

Los contaminantes presentes en la atmósfera aceleran de forma irreversible la degradación de las superficies de las obras de patrimonio, por mínima que pueda llegar a ser su exposición. Por este motivo resulta fundamental conocer por un lado las condiciones de estabilidad de las obras, y por otro aquellas que hayan variado notablemente el equilibrio, a partir de la modificación de las condiciones ambientales óptimas. Y no solo hacemos referencia a los grados de contaminación sino a todos los fenómenos meteorológicos ligados a la dispersión y condensación de los contaminantes (Cantalapiedra, 2001)

Los datos principales atmosféricos fueron obtenidos de la página oficial de la Ciudad de Buenos Aires.<sup>21</sup>

Los daños a los monumentos de bronce exteriores por lo general sólo se pueden interpretar correctamente si se observa la realidad ambiental local donde se encuentren las obras. Sin embargo recién en el año 1964 la Municipalidad de Buenos Aires realizó la primera supervisión de la naturaleza del aire de la que exista registro.

---

21 Ministerio de Ambiente y Espacio Público (GCBA). Agencia de Protección Ambiental. Dirección General de Control. Unidad de Coordinación de Determinaciones Ambientales y Laboratorio. Estación de Referencia Palermo. Online:[http://www.buenosaires.gob.ar/areas/hacienda/sis\\_estadistico/anuario\\_general/archivos/23\\_8.html](http://www.buenosaires.gob.ar/areas/hacienda/sis_estadistico/anuario_general/archivos/23_8.html)

**Cuadro 23.8** Monóxido de carbono (PPM), días muestreados, concentraciones promedio de 24 horas y de 8 horas y concentraciones máximas de 1 hora por mes. Ciudad de Buenos Aires. Año 2009

| Mes        | N° de días muestreados | Concentración promedio de 24 hs <sup>1</sup> |        |              |                     | Concentración promedio de 8 hs <sup>2</sup> |        |              |                                  |        |              |                                   |        | Concentraciones máximas de 1 hora <sup>3</sup> |              |
|------------|------------------------|--|--------|--------------|---------------------|---|--------|--------------|----------------------------------|--------|--------------|-----------------------------------|--------|--|--------------|
|            |                        | Promedio                                     | Máximo | Percentil 95 | Días con excedencia | Promedio de 8 hs (de 0 a 8 hs.)             |        |              | Promedio de 8 hs (de 8 a 16 hs.) |        |              | Promedio de 8 hs (de 16 a 24 hs.) |        |  |              |
|            |                        |  |        |              |                     | Promedio                                    | Máximo | Percentil 95 | Promedio                         | Máximo | Percentil 95 | Promedio                          | Máximo |  | Percentil 95 |
| Total      | 353                    | 0,9  | 2,0    | 1,4          | -                   | 0,7   | 2,3    | 1,2          | 0,9                              | 2,5    | 1,9          | 1,1                               | 2,4    | 1,9  | 4,8          |
| Enero      | 31                     | 0,5  | 0,8    | 0,8          | -                   | 0,4   | 0,7    | 0,6          | 0,6                              | 1,0    | 0,9          | 0,6                               | 1,0    | 1,0  | 1,7          |
| Febrero    | 24                     | 0,6  | 0,9    | 0,8          | -                   | 0,4   | 0,6    | 0,5          | 0,6                              | 1,3    | 1,1          | 0,7                               | 1,1    | 1,1  | 1,8          |
| Marzo      | 31                     | 0,9  | 1,3    | 1,3          | -                   | 0,7   | 1,2    | 1,1          | 0,9                              | 1,5    | 1,4          | 1,1                               | 1,9    | 1,7  | 2,2          |
| Abril      | 27                     | 1,0  | 1,5    | 1,4          | -                   | 0,9   | 2,1    | 1,7          | 1,0                              | 1,8    | 1,6          | 1,2                               | 1,8    | 1,7  | 3,2          |
| Mayo       | 31                     | 1,2  | 2,0    | 1,7          | -                   | 1,0   | 2,3    | 1,6          | 1,2                              | 2,6    | 2,0          | 1,4                               | 2,4    | 2,3  | 4,9          |
| Junio      | 30                     | 1,1  | 2,0    | 1,7          | -                   | 0,8   | 2,1    | 1,5          | 1,1                              | 2,1    | 2,0          | 1,3                               | 2,0    | 1,9  | 3,0          |
| Julio      | 31                     | 1,1  | 1,8    | 1,5          | -                   | 0,9   | 1,6    | 1,3          | 1,1                              | 2,4    | 1,8          | 1,2                               | 2      | 1,9  | 3,9          |
| Agosto     | 26                     | 1,0  | 1,4    | 1,3          | -                   | 0,7   | 1,7    | 1,3          | 1,1                              | 2,1    | 1,8          | 1,2                               | 2,1    | 1,8  | 3,2          |
| Septiembre | 30                     | 0,8  | 1,5    | 1,3          | -                   | 0,6   | 1,1    | 1,0          | 0,9                              | 2,3    | 1,8          | 0,9                               | 1,8    | 1,3  | 3,3          |
| Octubre    | 31                     | 0,8  | 1,2    | 1,1          | -                   | 0,6   | 1,3    | 1,0          | 0,8                              | 1,9    | 1,3          | 1,0                               | 1,5    | 1,5  | 2,8          |
| Noviembre  | 30                     | 0,9  | 1,4    | 1,2          | -                   | 0,7   | 1,3    | 1,0          | 0,9                              | 2,1    | 1,4          | 1,0                               | 1,6    | 1,4  | 3,4          |
| Diciembre  | 31                     | 0,9  | 1,5    | 1,4          | -                   | 0,6   | 1,3    | 1,2          | 1,0                              | 2,0    | 1,7          | 1,0                               | 1,6    | 1,4  | 2,6          |

<sup>1</sup> Límite admisible: 2,6 PPM (Ordenanza N° 302/05).  
<sup>2</sup> Límite admisible: 10 PPM (Ley Nacional N° 20294) y 10 mg/m<sup>3</sup> // 8,7 PPM (Índice de la OMS).  
<sup>3</sup> Límite admisible: 50 PPM (Ley Nacional N° 20294).  
 Nota: las concentraciones promedio de 8 horas y las concentraciones máximas de 1 hora no registran días con excedencia.  
 Fuente: Ministerio de Ambiente y Espacio Público (DCEEA), Agencia de Protección Ambiental, Dirección General de Control, Unidad de Coordinación de Determinaciones Ambientales y Laboratorio, Estación de Referencia Palermo.

*Figura 33. Monóxido de carbono (PPM), días muestreados, concentraciones promedio de 24 horas y de 8 horas y concentraciones máximas de 1 hora por mes. Ciudad de Buenos Aires. Año 2009.*

En el año 1973 se realizó el Programa Conjunto de Vigilancia del Aire Ambiente, entre la Municipalidad de Buenos Aires y el Ministerio de Salud Pública de la Nación.

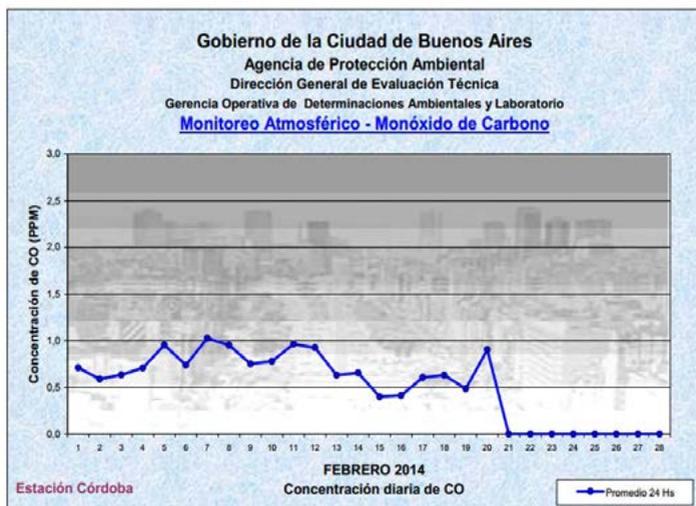
Después de valorar las primeras conclusiones, se inauguró una red de 12 estaciones de monitoreo de gases contaminantes y 21 estaciones para vigilancia de las emisiones de Partículas Totales en Suspensión (PTS).

Las sustancias relevadas en C.A.B.A. fueron dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, totales en Suspensión, humo e hidrocarburos. Con el tiempo se han ido agregando compuestos a los estudios, como mejoras significativas en los equipos (Salas Sandoval Ignacio y otros, 2012: 37)

Se carecen de datos apreciables con anterioridad a esta fecha lo que dificulta la realización de hipótesis en el tiempo sobre la corrosión de las superficies de las obras desde los inicios de su emplazamiento.

En el contexto de daños por corrosión en Monumentos de bronce y corrosión del cobre en general son los contaminantes del aire más relevantes el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono y las partículas de polvo. La presencia de cloruros suele ser excepcional en ciudades sin cercanías a agua de mar pero no debe ser descartada. La presencia de los mismos se considera relevante según sus concentraciones.

Las sustancias relevadas en C.A.B.A. fueron dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, totales en Suspensión, humo e hidrocarburos (Salas Sandoval Ignacio y otros, 2012: 40)



*Figura 34. MONÓXIDO DE CARBONO (PPM)  
 ESTACIÓN CÓRDOBA FEBRERO 2014.*<sup>22</sup>

22 Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Agencia de Protección Ambiental. Dirección General de Evaluación Técnica. Gerencia Operativa de Determinaciones Ambientales y Laboratorio Departamento Red Automática de Monitoreo Atmosférico Monitoreo Atmosférico Automático- Red de Estaciones EPA (\*) Monóxido de Carbono (PPM) Estación Córdoba Febrero 2014.

Por ejemplo uno de los factores corrosivos más importante lo suponen los niveles de concentración de dióxido de azufre en el aire. Antes que nada hay que señalar que la humedad relativa juega un papel crucial en la corrosión por cuanto funciona como electrolito, o sea que se comporta como un medio conductor eléctrico.

Según Enrique Julve en general la primera fase para la generación de la pátina natural sobre las superficies de cobre y sus aleaciones derivadas con gran contenido de cobre, va a ser la que se produce por oxidación del cobre dando lugar a cobre (I):  $\text{Cu}_2\text{O}$  u óxido cuproso. A partir de determinados compuestos gaseoso de azufre presentes en las atmósferas de las ciudades (dióxido de azufre, trióxido de azufre o sulfuro de hidrógeno), el óxido de cobre (I) se convierte en sulfuro de cobre (II), que puede oxidarse a hidróxido-sulfato de cobre (II), es decir, sulfato básico de cobre. La generación intermedia de sulfuro de cobre se puede identificar en la tonalidad oscura que adoptan las obras, compuestas por aleaciones de cobre, en los monumentos emplazados en atmósferas industriales durante tiempos de exposición transitorios. Esta gradación negruzca se convierte gradualmente en una coloración cada vez más verdosa (Julve Salvadó Enrique, 2006: 69)

Resulta imposible de todos modos generalizar dicho proceso, y cada situación debe ser analizada de forma aislada, aunque organizándose en zonas. Intervienen también en los procesos corrosivos la exposición que posea la zona a la lluvia, al viento y a los rayos solares. Las variaciones de temperatura y las condiciones de humedad condicionan y modifican significativamente la actividad de las sustancias contaminantes corrosivas sobre las superficies. Otro dato a tener en cuenta que muchas veces se descarta en este tipo de obras que ornamentan edificios es el de la emisión de gases ya sea orgánicos o inorgánicos desde el interior de los edificios.

En las esculturas que nos convocan, dado que se trata de esculturas que se localizan en el exterior, en la cubierta del edificio del Congreso Nacional Argentino, podríamos calificar esta inferencia como despreciable o nula. Sin embargo, por ejemplo en el caso de las Vic-

torias Aladas, poseen ventilaciones en las bases que emitieron gases desde el interior del edificio durante un periodo que no se ha logrado determinar con exactitud por falta de informes sobre intervenciones anteriores, que luego fueron obturadas con concreto. Los vestidos de las mismas esculturas presentan gran cantidad de parches de aleación de cobre con soldaduras de estaño de una intervención anterior y disgregaciones con forma de chorreaduras que en el momento del relevamiento se encontraban inactivas.

Como hipótesis se tendría que presumir que fueron producto de la emanación de gases corrosivos desde el interior del edificio o bien que fueron fallas de fundición desde el origen. Datos sobre la calidad de las piezas de fundiciones alemanas de fines del siglo XIX descartarían esta segunda hipótesis (Anke Doktor y otros, 2001: 23)

En el presente, muchos investigadores se han volcado a estudiar la corrosión originada por contaminantes existente en ambientes internos a las edificaciones. Entre los cuales los de mayor injerencia son los ácidos orgánicos de los que destacan por su abundancia sobre todo los ácidos acético y fórmico y, en menor proporción, el propañoico y el butírico.

La existencia en altas concentraciones de estos ácidos en este tipo de ambientes internos es, por lo general, en mayores grados de la que se presentan en atmósferas externas. Por lo general son emitidos por infinidad de materiales con los que se realizan los equipamientos y revestimientos internos de los edificios (maderas, pinturas, plásticos, etc.) (E. Cano y otros, 2004: 426-430)

Para ejemplificar sobre un dato concreto que se ha constatado al momento de iniciar las obras se comprobó la existencia de un caño que funcionaba ruptor de vacío de hierro de  $\frac{3}{4}$  pulgadas, posiblemente del sistema de calefacción central del edificio del cual emanaban vapores de agua principalmente. Próximo al sector luego de las pruebas de endoscopia y desmonte de la parte superior de la escultura se evidenció que dicha emanación de vapores de agua había funcionado en principio como electrolito de un proceso de corrosión

interno de la estructura de hierro de la misma, acelerando e intensificando la degradación de las tuercas y bulones de hierro que unían ambas piezas. Degradación que se había intensificado en el sector próximo adyacente a la boca externa de dicho caño.

En conclusión, se puede sostener que los contaminantes principales atmosféricos que producen corrosión en el cobre están íntimamente ligados al porcentual de humedad de la atmósfera. Dicha humedad influye en la velocidad de los procesos en un ambiente corrosivo natural, libre de contaminación agregada. Aproximadamente el 90% de humedad relativa produce en un día los mismos efectos que 9 meses con humedad relativa del 30%. Los broncees, sino también otras aleaciones de cobre tales como latón prácticamente no se degradan en condiciones de humedad relativa inferiores al 15%. Inversamente existe una variable que no ha sido estudiada hasta la actualidad referente a las cargas de electricidad estática que genera el viento por rozamiento durante los periodos de tiempo relativamente seco sobretodo. Esta carga adicional aceleraría los procesos corrosivos en determinadas zonas. Se ha advertido que a igual formato de exposición, una zona o parte de la escultura presentaban más grado de corrosión que las otras. Tal es el caso de la cabeza de la dama del carro, si la comparamos por ejemplo con la parte superior de los cuerpos de los caballos. Otros factores de degradación son la temperatura, especialmente en presencia de factores químicos de la contaminación, como el ácido sulfúrico y ácido nítrico, sulfato de amonio, compuestos halogenados (cloruros y fluoruros) cuyos efectos se potencian por la presencia de oxígeno, ozono y la influencia de las precipitaciones (Cantalapiedra Paz Alonso [1995] 2001)

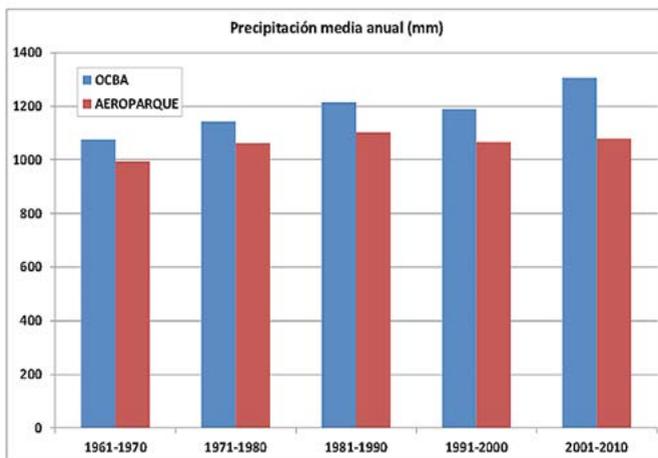


Figura 1.4. Evolución de la precipitación anual acumulada (mm) para diferentes décadas.

Figura 35. Cuadro comparativo interanual de precipitaciones de dos estaciones distintas. Ciudad de Buenos Aires.

## E-Endoscopia digital

El endoscopio se utiliza en restauración y conservación escultórica para acceder al espacio interno de la obra en el caso que lo hubiera, a partir de orificios preexistentes o naturales e investigar en el interior de esculturas, sin necesidad de desarmar una parte o la totalidad de la obra. Las imágenes obtenidas se graban inmediatamente en fotografías y videos.

Las endoscopias se realizaron con un endoscopio digital de cable flexible de 10 mm de diámetro, sumergible de 5 metros de longitud, grado de protección IP66, resolución de fotografías de 640x480 píxel, y velocidad de video de 30 fps.

Es un método efectivo y no destructivo, para el examen de la técnica o las estructuras internas, cuando se trata de escultura monumental de ornamentación, la cual introducida por los huecos na-

turales de la misma, contiene en su vértice una cámara de cable o sonda flexible con volcado de imagen digital en el ordenador portátil (Miralles, J. y otros 2011)



*Figura 36. Fotografía endoscópica. Imagen tomada del interior del brazo izquierdo, Victoria Alada Doble Derecha, Sector Diputados. Se detectan la presencia de fluorescencias blanquecinas y cristales verdosos sobre pátina negra.*

Este tipo de estudio fue de vital importancia en la observación del estado interno de las estructuras de hierro, sobre todo en las Victorias Aladas que se hallaban en grave estado de deterioro, y la posterior decisión de desmontar las mismas, y reemplazar las piezas por nuevas estructuras de acero inoxidable.



*Figura 37. Fotografía endoscópica. Tuercas y bulones de ensamble entre alas y cuerpo en Victoria Doble Izquierda Sector Senado en grave estado de mineralización.*

El origen histórico del monumento, el relevamiento total del mismo, el examen detallado de cada una de las variables en juego, los análisis químicos, físicos y en general todos los datos sumados al informe en curso, permiten realizar el diagnóstico de estado más acertado. Debemos resaltar nuevamente que este diagnóstico no supone un momento exacto de la intervención, sino que debe considerarse como un elemento dinámico susceptible de ir sufriendo sucesivas transformaciones a lo largo de la gestión de las obras. Por ejemplo, se iniciaron las tareas a partir de los pliegos suministrados por el Plan Rector de Intervenciones Edilicias (PRIE)<sup>23</sup>, los que suponían

---

23 “El Plan Rector de Intervenciones Edilicias (PRIE), es un plan integral para la recuperación y preservación del patrimonio arquitectónico y cultural del Palacio del Congreso Nacional y la mejora y re funcionalización de sus dependencias anexas. El Plan encuentra su sustento en la Carta de Venecia, que regula internacionalmente la conservación y la restauración de monumentos y sitios históricos. El proyecto comenzó con la firma de la resolución 0877/12, suscripta por el Presidente de la Cámara de Diputados, Julián Domínguez y ratificada por los presidentes de los distintos bloques, y su objetivo es la recuperación y la puesta en valor, del Palacio

de modo general una intervención externa de limpieza y conservación de la pátina, como así también la eliminación de situaciones patológicas como la reposición de piezas faltantes. Sin embargo, los relevamientos previos observaron situaciones no contempladas en los mismos, como por ejemplo la presencia de manchas de óxido de hierro en las zonas de unión entre las piezas como es el caso de las alas entre otras. Las manchas de óxido observadas superaban las que se suelen observar en este tipo de esculturas como residuo del hierro contenido en la aleación.



*Figura 38.*

Parecían poseer un origen interno, estas irregularidades, junto a otros estudios como prácticas endoscópicas determinaron la apertura de las esculturas y la comprobación de graves problemas estructu-

---

Legislativo como edificio histórico en el marco de la celebración de los 30 años de la democracia.” Texto de la página oficial del Congreso Argentino: <http://prie.diputados.gob.ar/institucional/que-es-prie.html>

rales que motivaron una revisión del pliego original, la modificación del mismo, como lo ejemplifica el hecho de tener que armar nuevas estructuras de andamiajes para realizar las operaciones de desmontaje de las Victorias Aladas, que desde lo procedimental como desde lo presupuestario entre otras variables supone grandes diferencias con los pliegos originales<sup>24</sup>.



*Figura 39. Desmontaje de la mitad superior, Victoria Alada Doble Izquierda sector Senado.*

Se hizo indispensable contar con un grupo interdisciplinario, sobre todo por ejemplo, en el caso de los problemas estructurales de las Victorias Aladas. Se hizo inevitable consultar la opinión de Ingenieros, químicos, físicos y realizar las pruebas pertinentes de resistencia mecánica de piezas estructurales extraídas del interior de las obras. Entre otras cosas se determinó que los problemas de fragilidad estructural descubiertos en los grupos escultóricos no solo comprometían la seguridad de ciertas piezas de las esculturas, sino que ponía en peligro la integridad física de las personas que circulan el entorno de las mismas.

---

24 Estas obras anexas al proyecto original de intervención se realizaron de forma conjunta con la Empresa Techos Dörfler, sus operarios y su representante técnico el Arquitecto Alejandro Abal.

Tal es el caso del caballo externo derecho de la Cuadriga, cuyo anclaje posterior formado por la cola se encontraba desprendido.

El diagnóstico tiene por objeto dar un veredicto del estado de las obras al iniciar las tareas, como por ejemplo acabamos de señalar sobre la estabilidad de las obras, y sugerir medidas en función de los recursos. El diagnóstico no es nunca un elemento definitivo sino que muta constantemente con cada descubrimiento, con cada contingencia que surge en el transcurso de las tareas. O sea que, el diagnóstico se transforma regularmente, conforme progresa la intervención, y se compromete a indicar las prácticas más acertadas para resolver circunstancias emergentes no previstas en el inicio (Larios Villalta, Carlos Rudy, 2009)



*Figura 39bis.*

### Introducción

La pátina del tiempo es la que conserva y expresa el valor de antigüedad de una obra de arte. La limpieza de la pátina de las obras es una de las operaciones fundamentales en toda intervención. Ninguna limpieza en restauración pretenderá restaurar el estado original de la obra, solo restablecer y consolidar el estado actual de la misma (Phillipot, P. 1969) Este concepto se opone de lleno a la ejecución de limpiezas sistémicas sobre las obras, quedando a favor de las limpiezas selectivas donde se expresa la subjetividad y habilidad técnica del restaurador, apoyadas éstas en los estudios científicos de los que se

disponga. La irreversibilidad de la limpieza es una de las características que la convierte quizá en una de las operaciones más delicadas, sino la principal, en toda intervención patrimonial.

Las limpiezas sistémicas o sistemáticas que aplican a toda la obra el mismo proceso de intervención quedan excluidas por poseer un automatismo que impide determinar los alcances y profundidad de la misma (Marín Benito María Eugenia y otros, 2013) La pátina del metal supone una compleja capa de sustancias y accidentes que se fueron acumulando sobre la pieza y de los que el restaurador a partir de todos los estudios que se encuentren a su alcance, debe discernir centímetro por centímetro de la pieza cuáles de ellos han de ser conservados, cuales eliminados y cuales estabilizados.

Tradicionalmente se conciben dos tipos de limpiezas, la mecánica y la química. La mecánica puede realizarse manualmente en seco o de forma húmeda, a partir de herramientas como bisturís, espátulas, esponjas con la adición de agua y exfoliantes en forma de finas partículas, e instrumentos de observación como lupas o microscopios portátiles que permitan ir observando el avance de la limpieza y la efectividad de la misma. Durante la limpieza mecánica es fundamental medir los posibles daños micro o macroscópicos ocasionados sobre la superficie, para reducirlos al mínimo posible.

La limpieza química utiliza agentes o sustancias que limpian a partir de una transformación molecular de la superficie a remover o limpiar, generalmente en preparados en soluciones. Comprende el uso de ácidos, bases, agentes tenso activos u otras sustancias. La sustancia que reacciona no puede ser controlada y muchas veces por un lado, arrastra sustancias que no deberían ser eliminadas y por otro deja residuos químicos en el interior de la pátina.

Además de la limpieza manual mecánica y la química, se podría hablar de una tercera categoría en la que se incluyen técnicas especiales de limpieza, donde se puede tratar de limpieza mecánica con maquinarias, o combinadas con productos químicos. Se utilizan gran variedad de procedimiento mediante el uso de maquinarias espe-

cíficas como hidrolavadoras o pulverizadores en seco. Operaciones hidroneumáticas. Procedimientos que utilizan agua aplicada a alta presión u otras partículas como polvos, granallas vegetales, arenas, hielo seco, etc. Otras herramientas que entraría dentro de esta categoría serían el ultrasonido<sup>25</sup> y el láser. Sobre este último se hará una breve descripción en el apartado siguiente.

## **1-Sobre la limpieza laser de superficies**

Los principios del láser se extienden a las teorías formuladas por Albert Einstein a principios del siglo XX, pero su uso en limpieza de superficies debió esperar hasta pasada la mitad del mismo siglo. El láser basa su efectividad en la proyección de un haz de luz monocromático polarizado en un rayo, lo que se conoce como rayo láser. La polarización del haz de luz, permite la direccionalidad y la proyección milimétrica del mismo sobre distintas superficies.

Sobre las técnicas tradicionales de limpieza se dice que posee varias ventajas: por un lado opera con ausencia de contacto físico, en el sentido de la acción mecánica de abrasivos, herramientas o sustancias químicas sobre la superficie, otra ventaja estaría dado por su carácter monocromático que permite la selectividad de los materiales a intervenir. O sea en otras palabras, según el tipo y color de haz de luz emitido por el láser, determinadas sustancias serán más proclives a absorberlo y otras a reflejarlo (Cooper, Martin, 2005: 4-8) Otra de las ventajas es la reducción del daño ambiental que produce el uso de la técnica.

El dispositivo principal usado en la limpieza con láser supone la ablación del estrato que se pretende eliminar. Estamos hablando de

---

25 La limpieza ultrasónica o por ultrasonidos radica en el principio de ondas de alta frecuencia generalmente a partir de 20 KHz, generadas en un fluido en el que se sumergen los objetos a limpiar. La energía ultrasónica genera la fuerza física requerida para disgregar las uniones mecánicas o iónicas que poseen las partículas que se pretenden eliminar.

un láser por pulsos, el más usado en estas tareas a diferencia del continuo. Cuando un láser de pulsos cortos es dirigido contra una superficie, según las características del mismo el material tenderá a reflejarlo o a absorberlo. En caso de que se produzca absorción de la radiación del mismo la superficie se calienta y se evapora rápidamente, a veces solo se necesita un pulso. A esto se denomina ablación. Se puede diferenciar entre ablación fotoquímica y ablación foto térmica.<sup>26</sup> Si el tipo de emisión del láser es la apropiada para el objeto a eliminar, la acción sólo se genera contra el sedimento de impurezas superficiales que se desean extraer, sin dañar las cualidades del sustrato.

“La forma en la que un rayo láser interactúa con un material depende de la longitud de onda del mismo y de su potencia. Y las propiedades químicas y físicas del material” (Cooper, Martin, 2005: 40) Prácticamente está comprobada su efectividad en limpieza de mármoles y piedras calizas, sobre todo blancas, para la eliminación de costras negras y manchas de diversos orígenes. Especialmente en el uso del láser ND Yag de pulsos cortos<sup>27</sup>. El rayo que se usa en estos casos discrimina la costra negra selectivamente, y una vez eliminada ésta prácticamente no daña la superficie del mármol que subyace.

En el caso de limpieza de esculturas y piezas en metal, su uso todavía se encuentra en estudio. Como hicimos referencia en secciones

---

26 “La ablación láser puede producirse foto térmicamente. la energía del fotón se transforma en un aumento de temperatura de la superficie. o foto químicamente. la energía del fotón es suficiente para romper enlaces químicos sin calentamiento de la superficie.” en María Gaviño Troncoso, “ALTERACIÓN CROMÁTICA DE MONUMENTOS TRAS LA LIMPIEZA CON LÁSER: ORIGEN, NATURALEZA Y ELIMINACIÓN DEL AMARILLEAMIENTO DE LAS PIEDRAS”, Editor: CSIC - Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS) Universidad de Sevilla, 2004. Pág. 48.

Online: <http://digital.csic.es/handle/10261/66199>, Visto el 2/1/2016.

27 Un Láser Nd-YAG (acrónimo del inglés neodymium-doped yttrium aluminium garnet) es un dispositivo de emisión láser de estado sólido que posee óxido de itrio y aluminio cristalino cuya red hace de anfitrión ya que está dopada con neodimio que hace de huésped formando la especie (Nd:Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>), una variedad de granate, su emisión característica posee una longitud de onda de 1064 nanómetros, es decir, emite en el infrarrojo.1 Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1ser\\_Nd-YAG](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1ser_Nd-YAG), Visto el 3/1/2016.

anteriores la pátina del metal es el fenómeno a conservar, y muchas veces los compuestos superficiales son más delicados y de diversa índole que aquellos a eliminar. La transformación física que entra en juego en la expulsión de sustancias de una superficie a partir del uso de un láser (proceso que se denomina ablación láser) es un fenómeno de múltiples variables. Sintéticamente se trataría de la transformación de energía electromagnética emitida por el láser en energía electrónica, térmica, química y mecánica sobre la superficie, que genera la ablación de sustancia. El incremento de la temperatura provocado sobre el área de aplicación del láser y las consecuencias que se desprenden están sujetas a la cantidad de energía absorbida por unidad de superficie y de la absorción de la superficie a la longitud de onda de la emisión láser que se estén utilizando (Gaviño Troncoso, María, 2004: 42)

La selectividad para este tipo de circunstancias no está garantizada. Lamentablemente su uso en limpieza de metales es efectivo en aquellas circunstancias en las que se desea eliminar totalmente la corrosión superficial. Los estudios referentes a la limpieza con conservación de la pátina existente en metales en la actualidad están en sus comienzos.

## **2-La limpieza manual**

La técnica ideal de limpieza sería aquella que eliminase solo aquellas sustancias que se desean descartar, sin dañar la superficie ni quitar materias que se deseen conservar. El método de limpieza más apropiado será aquel que mejor reúna dos requisitos fundamentales para la eficacia de la misma: la selectividad de la técnica usada, o sea la habilidad de restringir o circunscribir las zonas donde se utilice la misma y la gradualidad o la habilidad de controlar y medir la intensidad de la acción operada sobre la pieza. Se vuelve a remarcar lo que ya se ha dicho anteriormente, la limpieza en conservación y restau-

ración de obras de arte no acepta el uso de operaciones sistemáticas y generales, sino que cada zona y patología debe ser tratada en su particularidad, y va a depender tanto de la técnica utilizada como de la diestra y conocimiento del operador que ejecute la misma.

La limpieza es uno de los pasos decisivos en la intervención, ya que el restaurador debe plantearse los límites de la misma. En este caso se trata de realizar operaciones para conservar la pátina que el tiempo ha impreso en la pieza y ha generado una capa protectora en la misma, eliminando aquellas sustancias corrosivas que se encuentren actuando sobre su superficie.

Los metales reaccionan frente al medio ambiente desarrollando compuestos en su superficie para lograr cierta estabilidad. Resulta fundamental no eliminar más compuestos de los que sean necesarios, ya que se sacrificaría la rica de la pieza por un color uniforme de pátina cuprita, o peor aún, el metal expuesto nuevamente a la corrosión.

En este punto se pretende remarcar lo siguiente:

“Como en toda restauración de obras de interés histórico-artístico, el factor humano (buena técnica y sensibilidad artística), y no el instrumental, es fundamental. De hecho, debe ser llevada a cabo por personal experto:

- que sepa utilizar productos peligrosos para la salud y maquinaria sofisticada,
- que conozca las propiedades físico-químicas y mecánicas de los materiales alterados y,
- que sepa llevar a cabo pruebas de limpieza (en el laboratorio y en la propia obra) antes de intervenir”. (García Casco, Antonio, s.f.: 2)

Y como requisito fundamental de las tareas:

- No deben producir daños en el material original, tales como disolución, transformaciones minerales, abrasión,

micro fracturación, aumento de la porosidad, cambios cromáticos...” (García Casco, s.f.: 2)

La limpieza manual con medios mecánicos tiene de su lado el hecho de que permite un mayor control sobre los compuestos a eliminar. Con un fin pragmático se dividen las operaciones de limpieza en seca y húmeda, conteniendo esta última además de acciones mecánicas la inclusión o no de sustancias químicas específicas.

## **A-Limpieza seca**

La primera limpieza que se aplica sobre las piezas es la que se denomina como “seca”, que supone la eliminación de suciedad superficial, eliminación de agregados, vegetación, etc. Se realiza una limpieza manual a partir de cepillos de cerda suave, esponja vegetal, eliminación de costras y sedimentos mediante bisturí y eliminación de masillas y costras sedimentarias con estacas de madera e instrumentos metálicos de precisión.

### **1- Abrasivos vegetales**

Son suaves con distinta granulometría y dureza, ecológicos y no perjudican las alteraciones superficiales.

Granalla vegetal, fibra de coco y esponja vegetal (*luffa cylindrica*)<sup>28</sup>

---

28 “Lo que en Costa Rica conocemos como “paste” (*Luffa cylindrica*), es llamado en otros países esponja vegetal... La fibra de paste tiene múltiples usos, entre ellos se pueden citar: suelas para zapatillas, rellenos para las industrias mobiliarias y textiles, base para cierta variedad de papel, filtros para piscinas, filtros para agua y aceite; en Norte América y Japón es considerada como excelente filtro en calderas de buques, locomotoras y en grandes fábricas con equipos a vapor. También se utilizan para la elaboración de artículos de artesanía y floristería; como pulidor, para producir cartón, como aislante, y hasta para la salud e higiene personal, ya que al frotar la piel con la fibra permite no solo su limpieza sino la reactivación de la sangre, e incluso se ha mencionado que puede reducir la celulitis” guzmán Díaz Guillermo A., ASPECTOS TECNICOS SOBRE EL CULTIVO DEL PASTE *Luffa cylindrica*, San José, Costa Rica 1997. Pág. 4.



*Figura 40. Pruebas de limpieza sobre vestido de Victoria alada.*

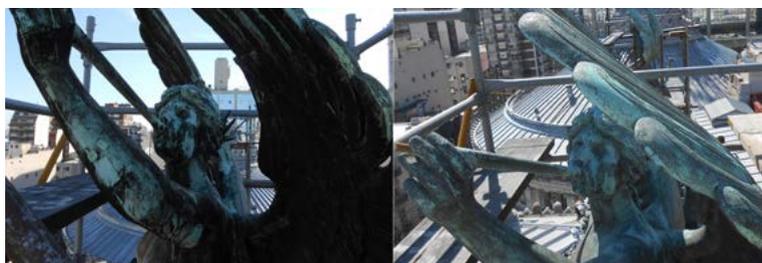
## **2- Cepillos suaves y de dureza media.**

**3-Bisturí.** En el uso del bisturí se ve la destreza del restaurador, que en manos inapropiadas puede causar daños significativos sobre la superficie visible de la obra.

En las superficies más resguardadas como las caras cóncavas de las victorias aladas, los vientres de los caballos o las concavidades del vestido de la dama de la cuadriga, el depósito de partículas genera una costra negra que impide la lectura de la obra (un tipo de concreción negra extremadamente compacta y difícil de remover, probablemente con un alto componente de goethita y hollín) pero no se intenta suprimir totalmente estas incrustaciones, sino la disminución de su grueso para que no retenga humedad, y pierda su tono tan oscuro. Se utilizó bisturí mango 3, hoja N° 10 para superficies rugosas, N° 11 y N° 24 en superficies planas, más extensas, según el sector a intervenir.



*Figura 41. Prueba de eliminación pátina naranja-. amarillenta con bisturi mango 3, hoja N° 11. Brazo derecho niño, Victoria Alada doble Izquierda Senado.*



*Figura 42.-Victoria alada doble derecha sector Senado.. Esponja vegetal, fibra de coco y cepillos grandes.*

**4-Eliminación de masillas, agregados e incrustaciones.** Se recomienda siempre para estas operaciones el uso de herramientas cuya dureza sea inferior a la del material sobre el que se han de aplicar. En este caso se enfatizó el uso de estacas y formones de madera dura.

## B-Limpieza húmeda

Para un mismo tipo de metal e incluso en una misma pieza de una obra escultórica o hasta sobre una misma superficie reducida se presentan a veces distintos grados de suciedad y patologías. Esto involucra, efectivamente, que en zonas muy acotadas resulte necesario utilizar varias técnicas de limpieza simultáneamente.

Limpieza a partir de recursos como cepillos de cerda suave, esponjas vegetales, acompañados de agua desmineralizada, agua y jabones neutros o a partir de soluciones químicas como el uso del EDTA<sup>29</sup> en soluciones bajas el 5% (ácido etilendiaminotetraacético) se utilizan entonces alternándose en función de la suciedad o patología a eliminar, consecuencia de los estudios realizados al inicio de las tareas.

### 1- Agua desmineralizada

Para la eliminación de suciedad superficial y residuos de polvo por la limpieza seca se utilizó agua desmineralizada sola y combinada con diferentes tipos de abrasivos suaves (trapos, cepillos de cerda suave, esponja vegetal).

**2- Jabón neutro.** El uso de tenso activos como el jabón neutro quedó acotado a situaciones particulares sobre manchas de grasa u otras sustancias. Se limitó el uso de tenso activos ya que su posterior lavado y eliminación resulta problemática y siempre quedan residuos del mismo.

### 3- EDTA

En sectores determinados se aplicó una solución acuosa de EDTA di sódico (ácido etilendiaminotetraacético) al 5% y con la ayuda de

---

<sup>29</sup> El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) posee la fórmula  $(HO_2CCH_2)_2NCH_2CH_2N(CH_2CO_2H)_2$  y su masa molecular es de 292,24 g·mol<sup>-1</sup>. Es un agente químico que puede incluirse también dentro de los denominados quelantes, al poder formar complejos metálicos solubles.

cepillos suaves se realizó la limpieza de la pátina negra, marrón y naranja-amarillenta principalmente.



*Figura 43. Prueba de limpieza con EDTA al 5% en agua desmineralizada, sobre pátina marrón. Cuadriga.*

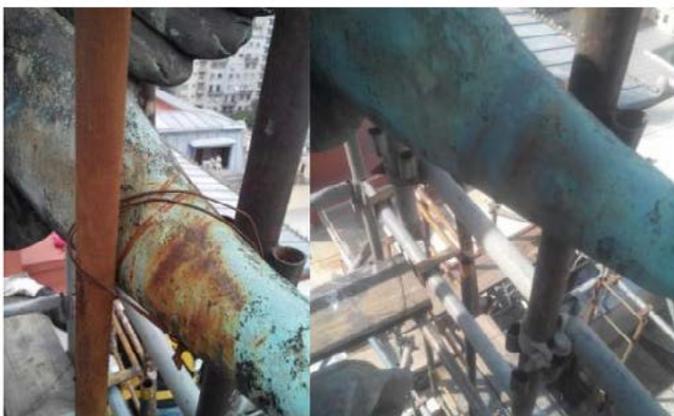
#### **4- Exfoliantes**

Limpieza a partir de agua desmineralizada y la adición de sales y polvos abrasivos, para eliminar y/o adelgazar las zonas negras más difíciles. Con el **bicarbonato** sódico, por ejemplo, se crea una pasta húmeda combinándolo con agua, frotándose con cepillos y cerdas vegetales. Después se lava con agua destilada.

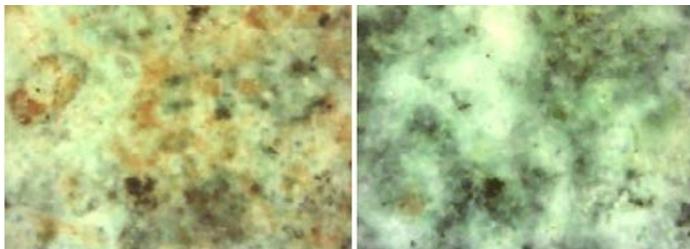
## Fotos comparadas limpieza húmeda



*Figura 44. Eliminación de manchas de óxido de hierro y pátina negra con pasadas de EDTA 5% y cepillos de diente. Pie derecho dama de cuadriga. Izquierda: antes. Derecha: después.*



*Figura 45. Una vez retirado el caño atado al brazo izquierdo de la victoria doble derecha, se procedió a eliminar las manchas de óxido de la misma con una solución acuosa de ácido cítrico al 8% en agua desmineralizada y EDTA al 5%. La costra negra inferior se eliminó con limpieza mecánica con bisturí mango 3 hojas 10 y agua desmineralizada usada como lubricante.*



*Figura 46. Clarinete desprendido en la Victoria Alada Izquierda. Prueba de limpieza húmeda en laboratorio. Eliminación pátina amarilla-anaranjada con solución acuosa de EDTA 5% en tres pasadas con pincel de cerda mediana. Izquierda: antes de la limpieza. Derecha: después. Observación con microscopio digital de 25x a 200x.*



### **Piezas faltantes, sellado de juntas, poros, fisuras y otras tareas menores**

#### **A- Juntas entre piezas y sellado de poros**

Como se ha descrito anteriormente las esculturas se encuentran armadas en partes ensambladas con tornillos. Las juntas entre piezas se ejecutaban en plomo en frío en forma de láminas, o en caliente por colada en obra.

Gran parte de dichas juntas se encontraban ausentes. Los espesores de dichas juntas iban de los pocos milímetros hasta los 2cm aproximadamente.

Por otro lado los grupos escultóricos presentaban además gran cantidad de poros y orificios, ya sea originales, producto de la corrosión localizada o la acción mecánica del hombre (por ejemplo orificios para colocación de luminarias, corrosión localizada, etc.)



*Figura 47. Orificio junto al pie del “Genio” Victoria Alada Doble Izquierda.*

También se encontraron grietas posiblemente producto de corrosión por esfuerzos internos del metal en zonas sometidas a esfuerzos de tensión ya sea consecuencia del enfriamiento de fundición o como sollicitación de su armado.

Se intervino las piezas según el tamaño de las fisuras y poros.

Para fisuras y poros menores a 10mm se procedió al sellado de las mismas utilizando Sikabond AT metal<sup>30</sup> (Adhesivo especial para el pegado elástico de metales como el cobre de curado neutro).

Para fisuras y poros superiores se realizaron copias de los mismos utilizando modelados de cera in situ y vaciados en plomo pegadas, ya que el plomo garantizará la mayor vida útil del sellado.

---

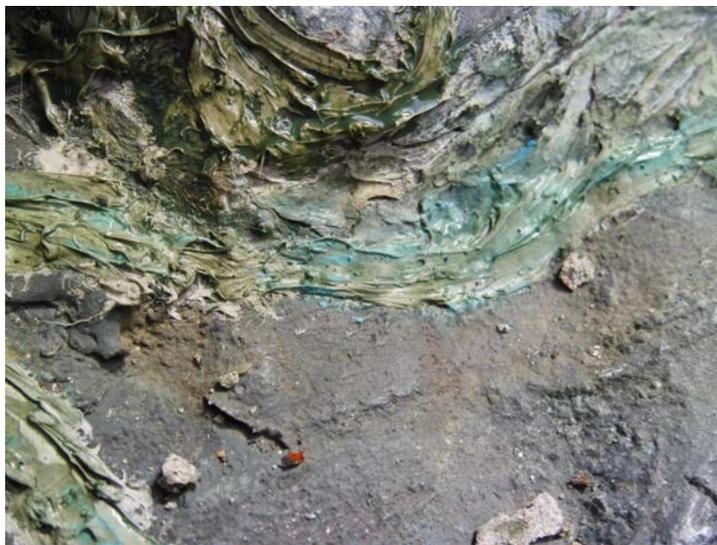
30 SikaBond® AT-Metal es un adhesivo y sellador elástico para soportes porosos y no porosos, especialmente metales, mono componente y libre de solventes. SikaBond® AT-Metal está basado en la tecnología de Polímeros con terminación silanos. Rápida formación de piel y rápido curado no corrosivo.

Las copias de plomo fueron colocadas en sus correspondientes lugares pegándolas con una delgada capa de Sikabond AT metal, ya que sus encastres eran casi perfectos.



*Figura 48. Juntas de plomo reconstruidas en cola de caballo, Cuadriga.*

Se disimularon las juntas con pigmentos neutros.



*Figura 49. Juntas de Sikabond AT metal y plomo disimuladas con pigmentos neutros.*

## **B- Anclaje mecánico (hojas de laurel de los ramos)**

Como premisa de la intervención se respetó la reversibilidad de la totalidad de las operaciones realizadas sobre las obras. Entre dichas premisas se destacaba la negativa a realizar soldaduras metálicas sobre el bronce. Los ramos de laurel en genios y famas (Victorias aladas), presentaban algunas faltantes de varias hojas que habían caído en zonas inmediatas a los grupos escultóricos.

Para recolocar las mismas se confeccionaron dispositivos mecánicos de bronce, que traban las piezas y posteriormente se soldó químicamente las mismas con adhesivo epoxi de curado neutro.

## C- Realización de piezas faltantes

Existía el faltante de varios eslabones (veinte aproximadamente) en las cadenas de los caballos de la Cuadriga.

Para la suplantación de las mismas se realizó en principio un estudio de la composición de la aleación del metal en el CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) para tener el mapa compositivo de la aleación correspondiente según lo indicado por Dirección de Monumentos y Sitios Históricos.

Paralelamente se realizaron moldes in situ de 2 eslabones para ejecutar copias en cera y enviar a fundición.



*Figura 50. Copias de eslabones en cera de fundición.*

La fundición se realizó en el LEMIT en la ciudad de La Plata (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación

Tecnológica) con la aleación estimada por los estudios del CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica)



*Figura 51. Racimo de eslabones con canal central de colada en cera.*



*Figura 52. Molde de racimo en material refractario.*



*Figura 53. Copias de eslabones en bronce.*

### **1-Realización soporte eje del carro de la cuadriga**

El eje del carro poseía un soporte medio, pero se encontraron evidencias de la posible existencia de otro soporte ubicado en el sector anterior del mismo a partir de la existencia de dos orificios en la base y un orificio en el eje. Se propuso un diseño desmontable con una abrazadera superior totalmente realizado en bronce. Se utilizaron los dos orificios en las base para su anclaje inferior con tornillos de bronce.

### **2-Terminaciones en piezas no originales**

Por pedido de la Comisión Nacional de Monumentos y Sitios las piezas de reposición nuevas en bronce se les realizaron una reproducción artificial de la pátina, con ataque corrosivo por el método del rociado.



*Figura 54. Pie de eje de carro de reposición patinado artificialmente*

#### **D- Repujado de abolladuras en dentículos en bases de aleación de cobre de Victorias Aladas.**

A lo largo de los años y en distintas épocas en cada intervención que sufrieron los grupos escultóricos las piezas que rodean las bases de latón posiblemente, sufrieron golpes y presión ya sea con pisadas u otros objetos, que imprimieron a las piezas gran cantidad de abollones.



*Figura 55. Abollón en moldura.*

Para recuperar las formas originales se desmontaron las piezas más comprometidas, que se encontraban ancladas a partir de tarugos de cobre.



*Figura 56.*

Conservando la pátina sobre superficies blandas se repujaron con martillos de cabeza cilíndrica en distintos tamaños.



*Figura 57.*

Luego fueron recolocados en sus respectivos lugares con Tarugos de cobre similares a los originales.



*Figura 58.*

Piezas menores como embellecedores para cubrir tornillos de armado ausentes se fabricaron artesanalmente.

Como premisa se sostuvo a lo largo de la obra el criterio de dejar la posibilidad de que exista reversibilidad en todas las operaciones aplicadas sobre las obras, salvo, claro está, la limpieza, cuyas razones se han explicado en secciones anteriores.



## Introducción

### 1-Corrosión galvánica<sup>31</sup>

La degradación de las estructuras de hierro en contacto con aleaciones de bronce, en la que la participación del medio ambiente es determinante, es un fenómeno muy común cuando se produce en una misma circunstancia la presencia de sales, aire y altas concentraciones de humedad. Sumado al contacto con la aleación de cobre, funcionando la humedad o el agua como electrolito propician que el hierro experimente cambios de tipo electroquímico, dando lugar al fenómeno de corrosión.

---

31 Corrosión galvánica: ocurre cuando metales distintos, como en este caso el hierro de las estructuras y la aleación de cobre de las esculturas, se encuentran en contacto, ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes lo cual favorece la aparición de un metal como ánodo (metal menos noble) y otro como cátodo Metal más noble), a mayor diferencia de potencial el material con más activo será el ánodo (efectos superficie).

Además, la exposición de estas estructuras a ambientes agresivos conduce a estados de corrosión cuyo efecto puede tener cierto grado de severidad. La corrosión, como proceso de degradación electroquímica, disminuye no sólo las propiedades del hierro, sino la capacidad estructural del mismo.

Debido a los productos químicos de la corrosión sobre la superficie de la varilla de hierro de refuerzo, se reduce el anclaje entre varilla y orificio, perdiéndose gran parte de la capacidad estructural. Estos defectos merman la capacidad de soporte mecánico de las piezas de hierro en su función estructural.

## **2-Hipótesis sobre el armado original de las obras escultóricas**

En función de las fotografías internas llegamos a la hipótesis de que las esculturas al ser esculturas armadas, hayan llegado al país ensambladas parcialmente, y que dichas piezas ensambladas en origen lo estuvieran con varillas y bulones de bronce (en Alemania según los datos de la fundición) En el caso de las Victorias Aladas estas piezas previamente armadas en origen serían las alas, la cabeza de la dama, el niño, y las dos mitades, superior e inferior de la dama. Esto se hacía para reducir las obras en su embalaje por un lado y en su emplazamiento definitivo, alivianar las piezas a izarlas a sus respectivos emplazamientos en fragmentos menores. Supuestamente, las últimas dos partes que se ensamblarían en obra; son las mitades superior correspondiente a las alas, cabeza y torso de la dama, y la inferior correspondiente al niño, y el vestido de la dama. Luego de atornillarse ambas partes en el sector medio correspondiente a las cinturas de las Victorias, se cerraba la tapa de inspección como última pieza. Victoria Alada Doble Izquierda. Estado de estructura de hierro interna.



*Figura 60. Estado al abrir la tapa de inspección.*



*Figura 61. Estado de bulones internos de unión entre la parte superior de la escultura y la inferior.*

Una vez en la Argentina, las partes habrían sido armadas con bulones de hierro. Se carecen de registros históricos sobre dichas operaciones.

Luego de una limpieza superficial de prueba algunos de los bulones de anclaje entre las partes principales superior e inferior de la Victoria Alada doble izquierda del sector Senado se hallaban totalmente corroídos por la oxidación. Como se puede ver en la foto (el antes y después de la eliminación de la oxidación) donde faltan tres bulones consecutivos.

### 3-Hipótesis de la corrosión de las piezas estructurales

En este sector de la escultura, en el sector exterior atado al brazo izquierdo de la dama, se hallaba un ruptor de vacío. Se desprende de este acontecimiento parcial que posiblemente el ruptor de vacío<sup>32</sup> pertenecía antiguamente al sistema de calefacción abierto, situación que en los meses de frío hubiese generado una zona de humedad constante en el sector cercano al mismo juntos a otras sustancias nocivas por los vapores emanados, propiciando el electrolito para generar la reacción galvánica que determinó la desintegración de los bulones estructurales. Evento extraordinario que afectó la integridad estructural de la obra.



*Figura 62. El antes y después de la limpieza superficial de la oxidación (los bulones de sujeción estaban totalmente corroídos)*

En otros sectores se verificaban daños aislados a tornillos estructurales producto seguramente de filtraciones parciales de humedad por orificios o juntas abiertas.

---

32 El ruptor de vacío es una cañería de ventilación que se le agrega a la cañería de bajada para recuperar en el interior del sistema, la presión atmosférica, se ubica inmediatamente después de la llave de paso en la correspondiente bajada y debe superar la altura del nivel del agua del tanque de reserva.

## A-Victorias Aladas

### 1- Estructura interna. Estado de corrosión estructural. Pruebas de resistencia mecánica.

De las seis Victorias Aladas pertenecientes al Congreso es a simple observación la Victoria Alada Simple del Sector Senado es la que presentaba los daños estructurales más graves. De todos modos los daños estructurales en las seis victorias aladas eran generalizados en mayor o menor grado, poniendo en peligro la estabilidad estructural de las mismas.



*Figura 63. Estado al abrir la tapa de inspección. Victoria Alada doble izquierda sector diputados.*

Quizá el daño más grave que poseían estas esculturas era el deterioro de la columna de hierro perfil doble “T” que estructura la obra verticalmente y que posee anclajes a la altura de la tapa de inspección

(también corroídos), junto con la totalidad de los bulones que unen las mitades inferior y superior ausentes producto de la corrosión.

## **2- Despiece. Reemplazo de bulones. Reemplazo de estructura central.**



*Figura 64. Desmontaje parte superior de la Victoria Alada Simple sector Senado (Operación realizada junto a la Empresa Techos Dörfler)*

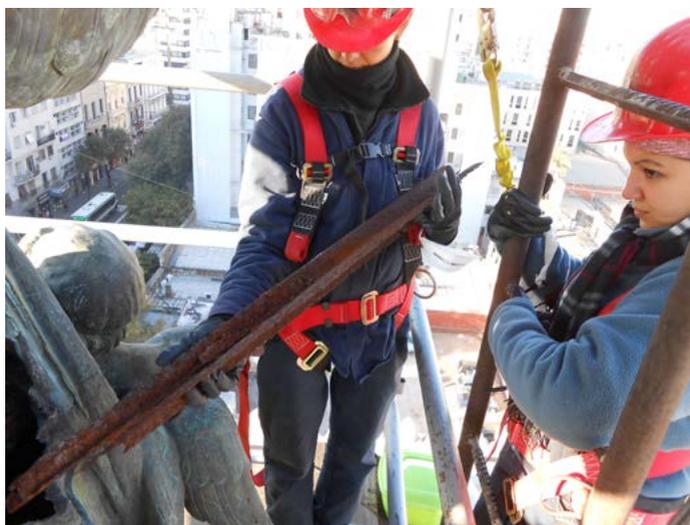
Dado el estado interno de la estructura en la que apoyan las Victorias aladas y la incapacidad de maniobrar desde las tapas de inspección se realizó el desmontaje de la parte superior de las obras. Para dicha operación fue necesaria la ejecución de un puente de andamios con rieles para desplazamiento de las mitades superiores de las obras, y un sistema de izado necesario para transportar la pieza a una plataforma de intervención. La realización de dicho sistema de fue realizada por la empresa Techos Dörfler S.A. El izado y desacople de los torsos, y el rearmado se realizó junto a la misma empresa.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Las obras fueron ejecutadas por el arquitecto Sergio Arдохain, Restaurador a cargo de la restauración de los grupos escultóricos de bronce (Cuadriga y seis victorias aladas) exteriores principales del Palacio Congreso Nacional Argentino, bajo contrato y junto a la empresa techos Dörfler S.A adjudicataria de la obra en la que se

La operación posibilitó el reemplazo de los bulones corroídos en alas, cabeza y cintura de las mismas esculturas y la reintegración del soporte vertical interno por un caño de acero inoxidable de sección cuadrada y piezas anexas de características adecuadas a las solicitudes mecánicas previstas.

En la figura número 65 puede observarse un detalle de los restos de la columna interna de la Victoria alada simple y en la parte inferior la pieza de hierro que unía dicha columna con la mitad superior de la escultura, a un grado de mineralización tan alto que se hallaba dividida en varios fragmentos.



*Figura 65.*

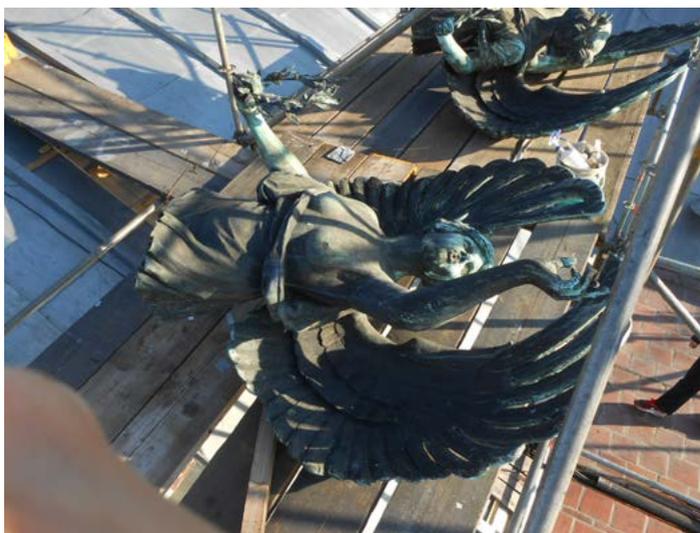
En primera instancia el desmontaje de las tres Victorias aladas también permitió la limpieza interna de las alas (se extrajeron grandes cantidades de arena). Según se verificó a partir de estudios químico-

---

enmarcaba: Refacción integral de las cubiertas metálicas, cúpula principal, cúpula secundaria; restauración de los ornatos de zinc; y restauración de las esculturas en el Palacio del Congreso Nacional Argentino.

cos de la arena existente en el interior de las ala, la misma proviene de los moldes originales que no fue retirada en su totalidad del interior de las mismas. La arena interna fue una de las causas que aceleró el proceso de picado de las alas en su zona inferior. Según los estudios químicos y otros métodos de observación presentaban corrosión localizada en forma de picaduras. Por observación con endoscopia digital se determinó su origen interno. Las alas poseían en su interior, en el sector inferior grandes cantidades de arena, supuestamente residuo del molde original a la cera perdida, que retenían humedad, poseían gran cantidad de sales y otras sustancias, lo que generaba un ambiente altamente corrosivo.

Se reemplazaron los bulones corroídos que sujetaban la cabeza y las alas de las mismas siguiendo el procedimiento indicado para la intervención en la base de la cuadriga.



*Figura 66. Victorias aladas del sector Diputados, luego del desmonte. Se colocan las mitades superiores de las esculturas sobre plataformas para facilitar las tareas de reemplazo de bulones internos.*

Para la restauración estructural se confeccionó una columna de acero inoxidable de sección cuadrada anclada a partir de una fundación en hormigón armado a la estructura original y con piezas suplementadas para garantizar la máxima fijación a la columna.



Figura 67.

*Figura 68. Estado inicial sector de unión entre la mitad inferior y superior de la Victoria alada y estado final luego de colocar los complementos estructurales a la columna.*

### **3-Pasivación interna en Victorias Aladas**

Todos los interiores de las Victorias Aladas recibieron como tratamiento una película de Tolitriazol<sup>34</sup> al 5% en solución alcohólica como inhibidor de corrosión interna, y para las situaciones de contacto entre piezas de acero inoxidable y bronce además se agregó una delgada película de Paraloid B72<sup>35</sup> al 20% en Tolueno para inhibir la conducción electrolítica.

---

34 Inhibidor de corrosión para cobre, bronce y metales ferrosos. Los compuestos azoles como el Trolitiazol se clasifican como inhibidores catódicos debido a que absorben sitios catódicos e interfieren con la reacción de reducción del oxígeno, además de que forman, sobre el metal, una capa tridimensional absorbente.

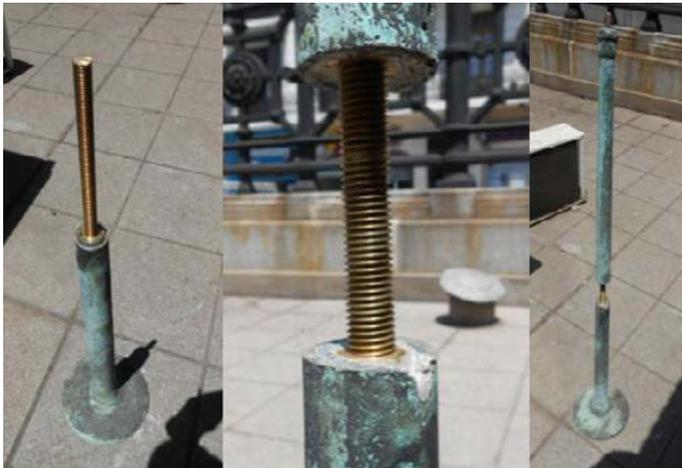
35 Paraloid B-72 o B-72 es una resina termoplástica que fue creada por Rohm and Haas. Comúnmente se utiliza como adhesivo por los conservadores-restauradores,

#### 4- Consolidación de clarinetes en Victorias Aladas

Al desmontar el clarinete en la Victoria Alada Doble Derecha del sector Senado para trabajos de limpieza se descubrió que la parte superior del mismo se encontraba cerca de desprenderse, como ya había sucedido con el clarinete de la Victoria Alada Doble Izquierda.



*Figura 69. Clarinete desprendido. Victoria Alada Doble Izquierda sector Senado.*



*Figura 70. Restauración de ambos clarinetes en la Victoria Alada Doble del Senado.*

---

específicamente en la conservación y restauración de objetos de cerámica, vidrio y metales.

Solo el anclaje superior de la unión media estaba en condiciones. Los otros tres ya habían perdido metal tanto los tornillos como sus guías, y la pieza estaba cercana a su desprendimiento. Una hipótesis a la que se llega es que la acumulación de agua que se produce en la parte inferior del clarinete sumado a las sustancias precipitadas por la atmósfera, palomas, etc., habrían generado un ambiente altamente corrosivo para el metal de la aleación. Generalmente se desestiman los agentes orgánicos como operadores corrosivos en primera instancia en esculturas de metal expuestas a la intemperie. Sin embargo muchas veces no se toma en cuenta las sustancias corrosivas derivadas de la acción de estos sobre las piezas, como guanos, orines, secreciones bacterianas, y las reacciones que estas sustancias comprometen en la superficie.

La unión de ambas mitades en el caso de los clarinetes de la Victoria Alada Doble del Senado se realizó a partir de la colocación de dos tuercas de bronce previamente moldeadas para garantizar un anclaje casi mecánico, unidas a las piezas químicamente con pegamento epoxi Sikadur 32<sup>36</sup>, de curado libre de retracciones y que posee alta resistencia a la deformación bajo carga permanente. El material ya curado es neutro y sólo se podrá remover por medios mecánicos lo que garantiza una reversibilidad de la operación. En su interior una varilla roscada de bronce de 5/8 garantiza la estabilidad de la pieza.

---

36 Sikadur® 32 Gel es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epoxi seleccionadas, libre de solventes. Como adhesivo entre elementos de: hormigón, piedra, mortero, acero, hierro, fibrocemento, madera.



*Figura 71.*

Para evitar la acumulación en el interior de los mismos de agua de lluvia con sustancias corrosivas como el guano de palomas, sucie-

dad atmosférica, etc. se agregó un tapón de bronce en las bocas de los mismos anclado mecánicamente a presión y químicamente con SikaBond® **AT** metal.

## **B-Base de la cuadriga**

### **1- Situación de los elementos estructurales internos de hierro.**

Si bien no es generalizado como en la Victoria Alada simple, algunos de los bulones de sujeción entre las piezas que forman parte de la base de la Cuadriga, presentaban un grave estado de deterioro.

El carro de la cuadriga descarga a la estructura del edificio sobre tres columnas de hierro revestidas en mortero que a simple vista no presentaban deterioro.

En el caso de los caballos, salvo una o dos columnas cuasi centrales donde descargan pesos puntuales de patas o colas, el resto de los equinos se encuentra anclado a la base, y a partir de esta descarga sobre el edificio.

Cuatro caños de hierro (dos a cada lado) cubiertos de mortero se encuentran como refuerzo de soporte de las ruedas del carro y presentaban un avanzado estado de deterioro.

La evaluación de los daños por corrosión de la estructura comprendió una serie de ensayos físico-químicos de tipo semis destructivos y no destructivos, la identificación y caracterización de daños en la misma y la determinación del método de pasivación o reemplazo de los elementos en estado de corrosión más adecuado.

### **2- Limpieza y aplicación de anticorrosivo en piezas estructurales. Reemplazo de bulones. Cola de caballo. Anclajes dama de carro. Base.**

Se realizó la limpieza y pasivación de hierros internos en la base de la cuadriga y el reemplazo de bulones corroídos o ausentes por otros de acero inoxidable de ½ pulgadas (acero inoxidable del tipo

austenítico AISI 304)<sup>37</sup>. Se eligió este tipo de acero debido al bajo par galvánico que se establece entre ambos metales. No obstante, las zonas a intervenir y las piezas de reemplazo se trataron con inhibidor de corrosión Tolitriazol en solución alcohólica al 5% y Paraloid B72 al 20% en Tolueno (El uso de una capa protectora plástica entre metales diferentes aislada de la exposición a la erosión atmosférica evitará la mínima reacción galvánica de los dos metales prolongando la vida útil de los mismos)



*Figura 72. Columna anterior soporte rueda de carro izquierda antes y después de la intervención.*

---

37 Los aceros inoxidables austeníticos tienen una excelente resistencia a la corrosión. El acero inoxidable del tipo AISI 304 (19% Cr – 10% Ni) es el más representativo de este grupo de aleaciones.

# Tratamiento final en Grupos escultóricos del Congreso Nacional Argentino

## A-TTA (Toltriazol)

### 1-El TTA (Toltriazol) comparado con el BTA (Benzotriazol)

El uso del benzotriazol como inhibidor en la corrosión de metales de cobre o aleación del cobre está extendido en las áreas de restauración y conservación del patrimonio en general, y en arqueología y numismática<sup>38</sup>, no así el toltriazol, un compuesto similar a aquel pero que posee algunas diferencias.

El ataque corrosivo en el cobre por agentes atmosféricos es bien conocido. La actividad superficial de cobre se controla mediante el uso de inhibidores de este tipo de base de azoles tales como nombramos al benzotriazol (BTA), de la siguiente manera: El óxido de cobre y otros compuestos que conforman la pátina externa del metal, es normalmente una película relativamente protectora para el cobre, pero es atacado fácilmente por agentes como el Cl, SH, OH, NH<sub>4</sub> + Y a un menor grado CO<sub>2</sub>. Compuestos que contienen nitrógeno, tales como

---

38 Disciplina que se dedica al estudio y conservación de monedas antiguas.

el benzotriazol (BTA), se utilizan comúnmente como inhibidores de corrosión para el cobre y sus aleaciones en muchos ambientes. Los pares de electrones solitarios del átomo de nitrógeno se coordinan con el sustrato metálico por acción física. Tal nitrógeno que contiene inhibidores se conocen como azoles. El toliltriazol es comúnmente más aplicado en la industria, por ejemplo en el tratamiento del agua en sistemas cerrados de refrigeración (TTA). Ambos producen películas que inhiben la corrosión sobre superficies metálicas. Estos compuestos heterocíclicos que contienen átomos de nitrógeno son conocidos como buenos inhibidores de corrosión para muchos metales y aleaciones en diversos medios agresivos. El efecto de inhibición de un derivado de benzotriazol como el toliltriazol (Benzotriazol-5 metilo, TTAH) sobre la corrosión de las aleaciones de cobre y latón está siendo investigado.

Un estudio realizado por *F. M. Alkharafi, A. M. El-Shamy and B. G. Ateya* en el año 2009 concluye que el TTA da mayor efecto anticorrosivo que el BTA contra el ataque de los sulfuros por ejemplo, a la superficie del cobre. La superficie de cobre extiende su vida útil además en presencia del TTA y mejora su resistencia a los ataques de los sulfuros que el BTA (F. M. Alkharafi y otros, 2009)

## **2-Alteración cromática**

El TTA es un inhibidor de la corrosión efectivo para el cobre y sus aleaciones mediante la inhibición de reacciones superficiales oxidativas. Se trata de una capa pasiva, a partir de un complejo electroquímico entre el cobre y el toliltriazol, al aplicarse una capa de en una solución que contiene TTA en disolución al 2% en alcohol etílico.

La aplicación del TTA produce una leve modificación en el tono de la pátina original de la obra, los tonos azulados de los sulfatos y algunos carbonatos del cobre viran su tonalidad hacia un verde Pompeyo.



*Figura 73. Operaria aplicando TTA.*

La capa de pasivación formada es insoluble en disoluciones acuosas en principio y varias soluciones orgánicas. La prevención de la corrosión va a estar garantizada en función del espesor de la capa y su conservación en el tiempo. La mejor performance del producto se obtiene sumergiendo la pieza en soluciones de TTA, pero dada la envergadura de la obra y su extensión se eligió la pulverización y/o aplicación del producto a pincel saturando el sector. Si bien está comprobada su capacidad inhibidora, la estructura exacta del complejo de cobre-TTA es controvertida y aún se encuentra en etapa de investigación (F. M. Alkharafi y otros, 2009)

## **B- Reintegración cromática. Criterio y justificación. Reintegración ilusionista**

Sobre una base de paraloid B 72, y a partir de colores verdes y azules del tipo pastel en pigmentos neutros, se llevó a cabo una superposición de base neutra de pigmentos cercana a la percepción cromática

del grupo escultórico para reintegrar visualmente aquellos sectores que interrumpían la lectura del conjunto.



*Figura 74. Antes y después de la reintegración cromática de marca existente en cabeza de caballo.*

Posiblemente sea el canal de colada original o los conductos agregados para liberación de gases durante el proceso de fundición, que patinó en el tiempo de un modo distinto al resto de la pieza.

Marcas de canales de fundición originales que con el tiempo habían sufrido una corrosión desigual del resto de la obra, diferencias entre piezas por variaciones en la composición de la aleación que como consecuencia habían producido discontinuidades en la pátina, etc.

Para soslayar desacuerdos con relación a ciertos colores vecinos se ejecutó un suave coloreado con diferentes matices para moderar el efecto del color homogéneo.



*Figura 75.*

### **C- Paraloid B72**

Como tratamiento final se aplicó una capa de Paraloid B 72 para estabilizar tanto la película de TTA (inhibidor de corrosión) como la reintegración cromática y para consolidar y proteger la pátina del tiempo. El Paraloid B72 es una resina sintética, se suele emplear en restauración como adhesivo, como barniz, como aglutinante en la reintegración, y como consolidante de gran estabilidad. Es un co-polimero de metacrilato de etilo y acrilato de metilo. Es una resina acrílica utilizada en restauración y conservación, termo plástica de dureza mediana insensible a la luz y al envejecimiento. Expuesta a la intemperie se degrada paulatinamente pero sin descamar.

En función de pruebas previas se eligió una solución de Paraloid B72 al 20% diluida en Tolueno. Se aplicó con pinceles de cerdas suaves de pelo de ardilla o “petit gris”.





*Fig 75bis.*

La técnica es solo la herramienta en manos del restaurador. La intervención tiene dos objetivos principales:

El primero de orden conceptual, ya que la conservación y la restauración son disciplinas éticas e intelectuales encaminadas a rescatar una imagen, original o no (como es este caso, donde los facto-

res atmosféricos han impreso a la superficie de la pieza una belleza natural producto de los componentes corrosivos atmosféricos) que permita entregar a la sociedad la funcionalidad y el valor documental de la obra presente, sin falsificarla y garantizar su mayor perpetuidad en el tiempo.



*Figura 76. Vestido dama Cuadriga. Antes y después de la intervención.*

El segundo con técnicas apropiadas y operaciones más o menos sencillas, remediar estrictamente deterioros, tener en cuenta adecuadamente los motivos que las originaron, eliminar agregados extraños o revertir antiguas intervenciones impropias.



*Figura 77. Dama Cuadriga. Estado inicial y estado final.*

El propósito de la limpieza es remover las costras que se han formado como resultado de la suciedad y el abandono, eliminar aquellas pátinas poco estables ya sea por ser pulverulentas o por estar forma-

das por componentes altamente reactivos a los fenómenos atmosféricos, eliminar sustancias corrosivas para la pieza como suelen ser los cloruros de cobre por ejemplo, todo ello sin alterar la pátina natural del metal. Por tanto, el restaurador basa su efectividad en ser capaz de intervenir selectivamente suciedades, costras y otros elementos sin alterar el color original que el autor en primera instancia y el tiempo han impreso en la obra. Cada tipo de patología y cada tipo de “suciedad” necesita una intervención específica ya sea por medios mecánicos o químicos. La intervención manual personalizada garantiza un control sobre la operación que aún no lo tiene el uso de maquinarias.



*Figura 78.*

Teniendo en cuenta que cada una de las partes y zonas de la obra ofrece un estado de conservación y una patología desemejante y particular dentro del estructura general de los grupos escultóricos que impide todo automatismo en las tareas interventoras.

A partir de una serie de estudios se llega a un diagnóstico sobre el estado de la pieza. Se realizaron por ejemplo una serie de estudios químicos de pátinas y sedimentos que abarcaran prácticamente todos

los existentes en las obras para determinar la composición química de las distintas situaciones y así establecer su origen en el caso de que presenten rasgos corrosivos como son los cloruros.



*Figura 79. Caballos Cuadriga. Antes y después de la intervención.*

Mediante endoscopia interna de las obras se determinó la situación de las estructuras que sostienen las mismas descubriendo un grave problema estructural. Estas esculturas están armadas en piezas. Las piezas menores fueron armadas quizá en origen con piezas de bronce y no presentan corrosión alguna. Con un estudio de difracción de rayos x se determinó la composición de la aleación para realizar por ejemplo las piezas faltantes a partir de moldes y fundición a la cera perdida.



*Figura 80. Victoria alada doble izquierda senado. Antes y después de la intervención.*

Otro estudio comparado de las texturas del modelado de la cera original del autor se llegó a la conclusión de que el grado de cohesión inter granular de la superficie del metal sobre todo en las zonas superiores afectadas por la corrosión que determina el verde cardelino tan agradable a la vista ha reducido la superficie original del metal en  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  de mm en las zonas más afectadas, por lo que debe ser consolidada para detener el proceso corrosivo.



*Figura 81. Figura de "genio" Victoria Alada simple Senado. Antes y después.*

Todo bien cultural sea cual fuere su condición debe ser tratado como un objeto particular, tratando de evitar comparaciones y el uso de generalizaciones apresuradas, en función de la documentación recolectada sobre su nivel de conservación, para alcanzar un diagnóstico lo más cercano posible y a partir del mismo elegir los procedimientos más idóneos a adoptar para su restauración.

La escritura de este ensayo se encuentra motivada por el interés de dar a conocer un modelo de intervención en esculturas de bronce tomando como tipo un caso en particular. Los estudios preliminares, las distintas hipótesis de trabajo, las problemáticas surgidas en el transcurso del mismo como las posibles soluciones incorporadas en el conjunto de grupos escultóricos de bronce del Congreso Nacional Argentino. Por otro lado, se ha escrito para transmitir las tecnologías y procesos de trabajo practicados en el transcurso de las mismas ta-

reas de conservación y restauración realizadas dichas obras entre los años 2013 y 2014.



*Figura 82. Año 1914. Cuadruga del Congreso Nacional Argentino. Fuente: Archivo General de la Nación. AGN Fotografía Nro. Inventario: 19270\_A. Archivo General de la Nación Dpto. Doc. Fotográficos. Buenos Aires. Argentina.*

Año 2014. Cuadruga del Congreso Nacional Argentino luego de las tareas de conservación y puesta en valor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Alkharafi F. M., A. M. El-Shamy and B. G. Ateya, “Comparative Effects of Tolytriazole and Benzotriazole Against Sulfide Attack on Copper” en *Int. J. Electrochem. Sci.*, 4 (2009) 1351 – 1364, Chemistry Department, Faculty of Science, Kuwait University, Kuwait.

Alvarez Mabel (1994). “La cuadriga: la república triunfante” en Brandoni L. y Pepe L. *El Congreso de la Nación Argentina*. Buenos Aires: EDITORIAL: MANRIQUE ZAGO, 213 páginas.

Anke Doktor/Martin Mach/Birgit Meißner:, *Bronze- und Galvanoplastik Geschichte – Materialanalyse – Restaurierung*, in *Arbeitsheft 5 der Landesämter für Denkmalpflege Sachsen und Sachsen- Dresden 2001*

Beckhoff, B.; Kanngießner, B.; Langhoff, N.; Wedell, R.; Wolff, H., *Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis*, Springer, 2006.

Bernat Francisca Ma., Llúcia Bosch, Carolina Busquets, Domingo López, Adriana Molina, Estefania Parramón i Marina Rull., *Estudio del conjunto de recipientes de bronce romanos procedentes de la excavación PERI-2 (Tarragona): consideraciones técnicas para su conservación y restauración*, C. i R. de Metall - 29 abril, 2011.

Bertalanffy, Ludwig von, 1976, *Teoría General de los Sistemas, Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*, FONDO DE CULTURA ECONÓMICA, MÉXICO. Traducción de JuAN Al. MELA. Primera Edición en inglés en 1968.

Caneva G., Maria Pia Nugari, O. Salvadori, La biología en la restauración, Editorial NEREA, 2000 - 274 páginas.

Cano E., J.L. Polo, D.Y. Kong, E.M. Mora, J.A. López-Caballero y J.M. Bastidas, Corrosión del cobre por ácidos orgánicos volátiles. Revista Metal Madrid 40 (2004) 426-430

Cantalapiedra, Paz Alonso, Tesis doctoral Efectos de la contaminación atmosférica en las esculturas de bronce: estudio de la pátina dirigida por José María Bastidas Rull, Consuelo Dalmau Moliner, Madrid, 2001

Castro Taboada, Ma Mercedes, Génesis y clasificación de costras superficiales en suelos de cultivo, en Jornadas Internacionales sobre Erosión Hídrica (1998. A Coruña) Facultad de Ciencias. Universidad da Coruña.

CEDIAP, Memoria del Ministerio de Obras Públicas 1912-1913.

Cooper Martin, Introducción a la limpieza con láser. Editorial: ISTMO, ISBN: 9788470904172. Año 2011.

Frontini, María Alejandra Corrosión Microbiológica, Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2005.

Harris Edward C., Principios de estratigrafía arqueológica. Prólogo a la edición española de Emili Junyent. Editorial Crítica, Barcelona.1991.

Louis-Frédéric, Japan Encyclopedia, Harvard University Press, 2002.

Marín Benito María Eugenia ; Méndez Sánchez Dora M., Una reflexión sobre La noción de pátina y la limpieza de las pinturas, de Paul Philippot, Intervención Año 4. Núm. 7 Enero-junio 2013.

Martínez Carazo, Piedad Cristina, El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica, (2006), Pensamiento & Gestión, 20., Universidad del Norte, Colombia.

Martínez María Aroca, Iglesia Conventual de Santo Domingo en Murcia. Análisis patológico, constructivo y aplicación del método estratigráfico murario en la fachada norte de la Iglesia de Santo Domingo en Murcia. (2008) Universidad Politécnica de Cartagena. E. U. de Ingeniería Técnica Civil. Arquitectura Técnica. Capítulo 4.

Mc Cullough, Colleen El primer hombre de Roma. Editorial Planeta S.A., 2001.

Moreno Cifuentes, M<sup>a</sup> Antonia, Davila Buitrón, Carmen, Notas sobre la conservación de la pátina en la escultura ibérica, Boletín de la ANABAD, Vol.: 48, Núm.: 1, Páginas: 201-206. Año: 1998.

MOUREY, W., “La Conservation des Antiquités Métalliques”. L.C.R.R.A. Draguignan, (1987), Pp. 57-58.

Petrillo, Lucido, La cascarilla cerámica como material escultórico, Tesis doctoral Dirigida por los doctores Miquel Àngel Planas Roselló y Joan Antoni Valle Martí, Barcelona, 2012.

-Midgley Barry, Guía completa de escultura, modelado y cerámica: técnicas y materiales. 224 págs. Ed: TURSEN-HERMANN BLUME, (1999), MADRID.

Phillipot, P. 1969. “La noción de la pátina y la limpieza de las pinturas”, en Cuadernos de trabajo del Centro Regional Latinoamericano de Estudios para la Conservación y Restauración de Bienes Culturales, México.

Pianigiani Ottorino, Vocabolario etimológico della lingua italiana, con prefazione di F.L. Pullè. Publicado en 1907 por Società editrice

Dante Alighieri di Albrighi, Segati e C. en Roma, Italia. Escrito en Italiano.

Pianigiani Ottorino, Vocabolario etimologico della lingua italiana, con prefazione di F.L. Pullè. Publicado en 1907 por Società editrice Dante Alighieri di Albrighi, Segati e C. en Roma, Italia. Escrito en Italiano.

Pifferetti Adrián Angel, Congreso Conamet/sam 2004, Las cucharas de colada por el fondo en la metalurgia prehispánica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto, Rosario (santa fe)

Pozo Ruiz Alfonso, La Fama en la Eneida de Virgilio | Representaciones artísticas de la Fama, 2003.

Riegl, A. (1987): El culto moderno a los monumentos [1903]. Visor. Madrid.

Robbiola Luc, Christian Fiaud, St'éphane Pennec. New model of outdoor bronze corrosion and its implications for conservation. ICOM Committee for Conservation tenth triennial meeting, Aug 1993, Washington DC, United States

Rocca, Edgardo J. Víctor de Pol, el escultor olvidado (1992) Buenos Aires: .Asociación Dante Alighieri.

Rodríguez López María Isabel, Aproximación a la iconografía de nike en el arte griego, Eikon / Imago 3 (2013 / 1)

s.a. "Cayetano Acosta, escultor en piedra"; Revista de Arte Sevillano" nº 2, págs. 35-42, Sevilla 1983.

s.a., "Cayetano Acosta, escultor en piedra"; Revista de Arte Sevillano" nº 2, págs. 35-42, Sevilla 1983.

Salas Sandoval Ignacio; Vicente Contreras González, Contaminación ambiental del aire en buenos aires, Argentina, Riat Revista Interamericana de ambiente y turismo. Volumen 8, número 1, p. 37, 2012.

Sandovai Ignacio Salas I; Vicente Contreras González, Contaminación ambiental del aire en buenos aires, Argentina, Riat Revista Interamericana de ambiente y turismo. Volumen 8, número 1

Thornes, Robin, Artículo: The changing shape of the inventory: New priorities and new approaches, Cultural heritage, No. 28, Council of Europe Press, 1993.

Van Dalen Deobold B., Manual de técnica de la investigación educacional, Buenos Aires, Paidós (1965)

## **Referencias electrónicas**

Agustín Romero Marchena, Germán Bonilla, Aleaciones de Alto Rendimiento a Base de Cobre para Fundición a Presión y Coquillado, Revista Metal Actual, s.f., s.l., s.n., pág. 4-8.

Online: ([http://www.metalactual.com/revista/20/materiales\\_aleaciones.pdf](http://www.metalactual.com/revista/20/materiales_aleaciones.pdf))

Albaladejo Juan Carlos, González e Iván Rodríguez González, Fundición a la cera perdida: Cellini y la Magnetita, Revista Bellas Artes. Volumen (4) (2006) pp. 13-28. Universidad de La Laguna.

Online <http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20BELLAS%20ARTES/04-2006/02%20%28Juan%20Carlos%20Albaladejo%20y%20otro%29.pdf>

Alfonso Pozo Ruiz, La Fama en la Eneida de Virgilio | Representaciones artísticas de la Fama, 2003.

Online

[http://personal.us.es/alporu/varios/fama\\_simbologia.htm](http://personal.us.es/alporu/varios/fama_simbologia.htm), Visto el 13/12/2014.

Alois Riegl, El culto moderno a los monumentos, Traducción: Ana Pérez López, Madrid: Antonio Machado Libros, 1987 (La Balsa de la Medusa, 7).

Recuperado de:

[https://issuu.com/conservationdocuments/docs/010\\_-\\_riegl\\_alo\\_\\_s\\_el\\_culto\\_moderno](https://issuu.com/conservationdocuments/docs/010_-_riegl_alo__s_el_culto_moderno), Fecha: 22/4/2018.

Angiola Marco, RIVESTIMENTO SOL-GEL PER LA PROTEZIONE DI LEGHE DI BRONZO, 2012, TESI DI LAUREA, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA, DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE, CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DEI MATERIALI

Recuperado de:

[https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/1588/T2-03\\_PDFa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/1588/T2-03_PDFa.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Fecha: 25/5/2018.

Arдохain Sergio, Anuario 2016, *Sobre el concepto de "pátina", aplicado a la conservación de obras de metal.*, en Anuario digital de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UCALP, pág. 60

Recuperado de:

<http://www.ucalp.edu.ar/wp-content/uploads/2016/09/Anuario-Facultad-de-Arquitectura-y-Dise%C3%B1o.pdf>, Fecha: 17/5/2018.

Benito, María Eugenia Marín – Sánchez, Dora M. Méndez, Una reflexión sobre La noción de pátina y la limpieza de las pinturas, de Paul Philippot, Intervención Año 4. Núm. 7

Enero-junio 2013,

Recuperado de:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/inter/v4n7/v4n7a10.pdf> , Fecha: 5/5/2018.

DeCarli Georgina, Christina Tsagaraki, Un Inventario de Bienes Culturales: ¿por qué y para quién?, Copyright: Mayo 2006, , Ediciones ILAM, San José, Costa Rica.

Publicación Electrónica: [www.ilam.org](http://www.ilam.org), visto el 27/10/2014

Florence Caillaud , *Il restauro dei reperti metallici dagli scavi del monastero di S.Maria Assunta di Cairate, en Un monastero nei secoli. Santa Maria Assunta di Cairate, scavi e ricerche: Mariotti V. (cur.), Editore: Societa Archeologica, I dati pubblicati: Gennaio '2014. (pp. 547 551)*

Recuperado de: [http://www.academia.edu/6329365/I\\_reperti\\_in\\_metallo\\_in\\_Gli\\_scavi\\_nel\\_monastero\\_di\\_Cairate\\_Olona\\_](http://www.academia.edu/6329365/I_reperti_in_metallo_in_Gli_scavi_nel_monastero_di_Cairate_Olona_) , Fecha: 7/5/2018.

García Casco, Antonio En la página de la Universidad de Granada, “Tema 15: Limpieza de Superficies Degradadas “ por Fuente online en: <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/restauracion/teoria/teoria.htm> visto el 14/4/2016.

González Pedro Martín, La Metalurgia: un viaje hacia la espada. Kenshinkan dôjô 2013.

Online: ([blog.kenshinkanbadajoz.com](http://blog.kenshinkanbadajoz.com))

Henriquez Toledo Raul, La corrosión en el cobre y sus aleaciones <http://www.uantof.cl/cobre/pdfs/COBREcorrosion-aleaciones.pdf>

Herrera Quintero L. K., Guiamet P. S. y Giudice C. A., PÁTINAS PROTECTORAS DEL COBRE EN ESCULTURAS Y PIEZAS ORNAMENTALES DEL PATRIMONIO CULTURAL, 1er. Congreso Iberoamericano y VIII Jornada “Técnicas de Restauración y Conser-

vación del Patrimonio”, 10 y 11 de Septiembre de 2009 – La Plata, Buenos Aires, Argentina , Fecha: 7/5/2018.

Juaristi Joseba, “La ciudad superficial. El concepto de pátina y su aplicación al medio urbano”, Pág. 7, Revista FABRIKART, Año 2006, Número 6. Página 7. Fuente online: [www.ehu.es/ojs/index.php/Fabrikart/article/download/2710/2296](http://www.ehu.es/ojs/index.php/Fabrikart/article/download/2710/2296), visto el 14/4/2016.

Julve Salvadó, Enrique. Un fenómeno corrosivo deseable: la atractiva pátina verde de los edificios nórdicos y centroeuropeos, Anales de la Real Sociedad Española de Química, Año 2006, Número 1. Pág. 68. Online (<http://dialnet.unirioja.es/revista/2860/A/2006>).

Larios Villalta Carlos Rudy. Manual de criterios de restauración para la arquitectura prehispánica. 2009. Online <http://www.marc.ucsb.edu/sites/www.marc.ucsb.edu/files/pdfs/Rudy%20LariosmanualFINAL240809.pdf>.

Larios Villalta, Carlos Rudy, Manual de criterios de restauración para la arquitectura prehispánica. 2009. Online <http://www.marc.ucsb.edu/sites/www.marc.ucsb.edu/files/pdfs/Rudy%20LariosmanualFINAL240809.pdf>. Visto el 1/3/2015.

Ludwig von Bertalanffy, 1976, Teoría General de los Sistemas, Fundamentos, desarrollo, aplicaciones, FONDO DE CULTURA ECONOMICA, MÉXICO. Traducción de JuAN AL. MELA. Primera Edición en inglés en 1968.

María Gaviño Troncoso, "Alteración cromática de monumentos tras la limpieza con láser: origen, naturaleza y eliminación del amarillento de las piedras".

Editor: CSIC - Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS) Universidad de Sevilla, 2004. Pág. 48.

Online: <http://digital.csic.es/handle/10261/66199>, Visto el 2/1/2016.

Menéndez, María Cristina. El estudio de caso y la construcción de un modelo estructural dinámico.

Online

<http://www.saap.org.ar/esp/docs-congresos/congresos-saap/VII/programa/paneles/g/g2/menendez.pdf>. Visto 27/2/2015.

Miralles, J., Ferrazza, L., Traver, L., 2011, Los ensayos no destructivos aplicados al estudio previo en patrimonio metálico, en Actas del 12º Congreso Español de Ensayos No Destructivos. Valencia.

Fuente online

<http://www.ivcr.es/media/descargas/restauracion-ivcr-ensayos-no-destructivos-estudio-patrimonio-metalico.pdf> , visto el 17/4/2016

MOUREY, W., "La Conservation des Antiquités Métalliques".

L.C.R.R.A. Draguignan, (1987), Pp. 57-58.

PHILIPPOT PAUL, La obra de arte, el tiempo y la restauración, Texto original: « L'oeuvre d'art, le temps et la restauration ». *Histoire de l'art. De la restauration à l'histoire de l'art*, Numero 32, Decembre 1995, pp. 3-9. Traducción de Valerie Magar Meurs.

Recuperado de:

[http://conservacion.inah.gob.mx/publicaciones/wp-content/uploads/2015/10/ConversaPhili\\_LaObradeArte\\_Philippot.pdf](http://conservacion.inah.gob.mx/publicaciones/wp-content/uploads/2015/10/ConversaPhili_LaObradeArte_Philippot.pdf) , Fecha: 7/5/2018.

Samaja Juan, La ciencia como proceso de investigación y dimensión de la cultura. Página 11.

Online

([http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/1453/Ciencia\\_Samaja.pdf?sequence=1](http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/1453/Ciencia_Samaja.pdf?sequence=1))

Sotelo Santos, Laura Elena, Escultura en movimiento, Centro de Estudios Mayas del Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM. Revista Digital Universitaria 10 de agosto 2004 • Volumen 5 Número 7.

**Acero inoxidable:** en la metalurgia, el acero inoxidable es una aleación de acero con un mínimo de 10,5% de contenido de cromo en masa. También puede llevar otros componentes como el níquel.

El acero inoxidable no se corroe fácilmente con agua como lo hace el acero ordinario. Sin embargo, no es totalmente a prueba de corrosión bajo la presencia de oxígeno, alta salinidad, o ambientes pobres de circulación de aire. Hay diferentes calidades y tipos de acero inoxidable para adaptarse al medio ambiente que la aleación deba soportar. Se utiliza acero inoxidable donde se requieren tanto las propiedades del acero y una alta resistencia a la corrosión.

**Acero inoxidable del tipo austenítico:** los aceros inoxidables austeníticos componen el grupo con el mayor número de aleaciones disponibles, constituye las series 200 y 300 AISI. Su notoriedad corresponde a su excelente soldabilidad y superior resistencia a la corrosión. Los aceros inoxidables austeníticos se obtienen adicionando elementos formadores de austenita, tales como níquel, manganeso y

nitrógeno. El contenido de cromo generalmente varía del 15 al 25% y su contenido de carbono es del rango de 0.03 al 0.08%.

**Acetato de cobre:** un compuesto químico en forma de cristales verdes o azul brillante de color pálido, que se deriva de la acción del ácido acético en el cobre en presencia de aire. Su fórmula es:  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .

**Ácido clorhídrico:** el ácido clorhídrico es una solución clara, incolora, altamente penetrante de cloruro de hidrógeno (HCl) en agua. Se trata de un ácido mineral fuerte altamente corrosivo con muchos usos industriales.

**Aerugo nobilis y aerugo virus:** Plinio, en un escrito en el siglo I d. C., utilizó el término en latín “aerugo” que se puede traducir como “el óxido de bronce” para describir los productos de corrosión de colores observados en los bronceos antiguos. Además él hace la distinción entre “noble corrosión” que es atractiva y estable (aerugo nobilis) y otra (aerugo virus) o “corrosión virulenta”, es decir poco atractiva y destructiva.

Aloisius Riegl (Alois Riegl): (Linz, Austria, 14 de enero de 1858, - Viena, Austria-Hungría, 17 de junio de 1905) fue un historiador del arte austrohúngaro, uno de los principales impulsores del formalismo, fue uno de los fundadores de la crítica de arte como disciplina autónoma. En 1903 publicó *Der moderne Denkmalkultus, sein Wesen, seine Entstehung* (El culto moderno a los monumentos), mientras presidía una comisión sobre los monumentos históricos. Esta obra es considerada fundamental en la historia del arte, pero también y sobre todo en restauración; propone una tabla de valores y de subvalores que permiten analizar los monumentos, basada en el concepto de *Kunstwollen*, que se puede traducir por “voluntad artística”.

**Arcilla:** la arcilla es un material producto del desgaste de rocas o suelos naturales de grano fino que combina uno o más minerales de ar-

cilla con trazas de óxidos metálicos y materias orgánicas. Las arcillas son plásticas y maleables en el uso escultórico debido a su contenido de agua y se vuelven duros, frágiles y pierden plasticidad en el secado o cocción. Los depósitos de arcilla geológicas están compuestos principalmente de minerales de silicatos que contienen cantidades variables de agua atrapadas en la estructura mineral. Dependiendo del contenido de la tierra, la arcilla puede aparecer en varios colores, desde el blanco a gris opaco o de color marrón a un color naranja-rojo profundo.

**Bronces rojos:** bronce de baja contracción o bronce rojos; son aleaciones de cobre con estaño, plomo, zinc principalmente.

**Cáncer de bronce:** se da como reacción del bronce con el cloro. En presencia de sustancias ácidas, cloruro de sodio y la reacción con el cobre genera más cloruro de cobre: la fórmula de la Nantokita  $\text{CuCl}$ . La nantokita es un producto inestable que tiende a generar rápidamente otra molécula de nantokite con una reacción que tiende a extenderse espontáneamente. La corrosión causada por nantochita es profunda y produce un polvo de color verde claro en el que se desmorona la superficie del objeto, condición conocida como cáncer del bronce. La reacción que genera el cáncer de bronce es compleja y no se resume fácilmente. Es fundamental la presencia de cloro en un medio acuoso o cuya humedad ambiente supere los 39%.

**Carbonato de cobre:** carbonato de cobre básico normalmente se refiere al compuesto  $(\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3)$  (malaquita). A veces el nombre se utiliza para  $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$  (azurita). Malaquita y azurita se pueden encontrar en la pátina verde que se encuentra en las obras de latón, bronce y cobre.

**Cardelino** el cardenillo también es conocido popularmente como verdigrís, es una pátina venenosa de color verdoso o azulado que se

forma sobre superficies de cobre y de sus aleaciones de bronce o latón. Esta pátina suele ser una mezcla de acetatos de cobre, principalmente acetato de cobre (II),  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , con óxidos e hidróxidos de cobre.

**Cavitación (corrosión o erosión por cavitación)** erosión por cavitación es el proceso de deterioro de una superficie metálica y la pérdida de material de la misma debido a la generación de burbujas de vapor o de gas en el interior del flujo de líquido. La erosión es causada por diferencias de presión y por el bombardeo de burbujas de vapor en la superficie del metal.

**Christian Jürgensen Thomsen** (29 diciembre 1788-21 mayo 1865) fue un anticuario danés que desarrolló técnicas y métodos aplicados a la arqueología.

En 1816 fue nombrado jefe de las colecciones antiguas, lo que más tarde se convertiría en el Museo Nacional de Dinamarca en Copenhague. Se dedicó a la organización y clasificación de las antigüedades en la exposición, se decidió a presentar cronológicamente de acuerdo con el sistema de tres edades de la antigüedad (piedra-bronce-hierro). Thomsen refinó el sistema de las tres edades como un sistema cronológico al ver como se produjeron los artefactos comparados con otros artefactos en hallazgos cerrados. De esta manera, él fue el primero en establecer una división basada en la evidencia de la prehistoria en períodos discretos. Este logro le llevó a ser reconocido como el creador del sistema de tres edades de antigüedad Europea.

**Cloruro cuproso y cloruro cúprico:** el cloruro de cobre (I) o cloruro cuproso es una combinación química de cobre +1 y cloro -1 de fórmula empírica  $\text{CuCl}$  y el cloruro de cobre (II), también llamado cloruro cúprico, es un compuesto químico con fórmula  $\text{CuCl}_2$ . Un sólido de color verde amarillento que absorbe lentamente la humedad para formar un dihidrato de color azul verdoso.

### **Cloruro de cobre (ver Cloruro cuproso y cloruro cúprico)**

**Conducción electrolítica** se llama así al transporte de cargas eléctricas, en virtud de las diferencias de potencial eléctrico, por partículas cargadas (llamados iones) de tamaño atómico o más grande. Conducción que resulta de la presencia en los electrolitos de iones positivos y negativos (cationes y aniones). La cantidad de electricidad total transmitida por los cationes y aniones se conoce como el número de transporte.

**Conservación** en lo que respecta al patrimonio cultural, la conservación o el arte de la conservación se centra en la protección y el cuidado del patrimonio cultural material, incluyendo obras de arte, la arquitectura, la arqueología y colecciones de los museos (también conocida como “la conservación y restauración” o “preservación”). Las actividades de conservación incluyen el examen, la documentación, el tratamiento y cuidado de colecciones, también conocida como la conservación preventiva. Como una disciplina técnica, la conservación del patrimonio cultural se pone en práctica con el apoyo de la investigación en ciencias de conservación en relación con los materiales, el diseño, las técnicas y la estética, y el capital humano de conservadores / restauradores que requieren formación especializada en técnicas de conservación y restauración.

**Copo-limero de acrilato de metilo:** es un compuesto orgánico con la fórmula  $\text{CH}_2\text{CHCO}_2\text{CH}_3$ . Es el éster metílico de ácido acrílico. Es uno de los componentes del Paraloid B-72. Acrilato de metilo es un líquido claro, incoloro, volátil con una ligera solubilidad en agua y solubilidad completa en alcoholes, éteres y muchos disolventes orgánicos. Acrilato de metilo se utiliza en la producción de revestimientos, elastómeros, adhesivos, espesantes, fibras, plásticos, textiles y tintas. Cuando se utiliza en formulaciones de pintura látex polímeros acrílicos tienen buena resistencia al agua, baja flexibilidad a la temperatura y una excelente resistencia a la intemperie y la luz solar.

**Copo-limero de metacrilato de etilo** es un compuesto orgánico con la fórmula  $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$ . Es uno de los componentes del Paraloid B-72. Posee solubilidad completa en solventes orgánicos. También llamado “cristal acrílico” es un plástico duradero altamente transparente que se usa en muchos productos finales y aparatos donde permanece durante mucho tiempo con propiedades sin cambios. Casi ningún otro plástico puede proporcionar estas propiedades inigualables (transparencia óptica, estabilidad frente a la luz solar y aire-oxidación, decoloración). De especial interés es la capacidad de PMMA para dividirse de nuevo en su monómero en condiciones adecuadas (Back-cracking) ofreciendo así excelentes oportunidades de reciclaje.

**Corrosión por fatiga** sucede al exponer al metal a esfuerzos recurrentes en determinadas situaciones, originando fisuras que se desarrollan en la superficie hacia el interior de la pieza en dirección transversal al esfuerzo.

**Corrosión bajo tensiones:** tipo de corrosión provocada al exponer el metal a tensiones permanentes. Posee dos etapas, una primera etapa donde aparece la grieta o fisura, y una segunda etapa donde esta empieza a abrirse camino.

**Corrosión en hendiduras:** se produce donde existe una solución acuosa estancada, en pernos, chapas unidas, etc. La corrosión en hendidura es una forma localizada de corrosión por lo general asociada con una solución estancada en el nivel micro-ambiental. Tales microambientes estancados tienden a ocurrir en las hendiduras que se forman en el metal o entre metales (áreas con blindaje) tal como las formadas en virtud de las juntas, arandelas, material de aislamiento, cabezas de tornillos, depósitos superficiales y abrazaderas. La corrosión en hendidura se inicia por los cambios en la química local dentro del sector.

**Corrosión inter granular:** también conocido como ataque inter granular (IGA), es una forma de corrosión donde los límites superficiales del material son más susceptibles a la corrosión que sus entrañas. Esta situación puede ocurrir de otro modo en las aleaciones resistentes a la corrosión, cuando los límites de grano se agotan, conocido como agotamiento del límite de grano, de los elementos inhibidores de la corrosión tales como el cromo en los aceros inoxidable.

**Corrosión galvánica:** la corrosión galvánica es un proceso electroquímico en el que un metal corroe preferentemente a otro cuando ambos metales están en contacto en presencia de un electrolito, que en este caso es el agua y humedad ambiente. Metales diferentes y aleaciones distintas tienen diferentes potenciales eléctricos, y cuando dos de estos entran en contacto en un electrolito, uno actúa como metal ánodo y el otro como cátodo. La diferencia de potencial eléctrico entre los diferentes metales es la fuerza motriz para un ataque acelerado en el elemento ánodo del par galvánico. El metal del ánodo se disuelve en el electrolito.

**Corrosión por erosión** es una degradación de la superficie del metal debido a la acción mecánica de otra sustancia sobre el mismo, a menudo por que incide líquido, la abrasión por una suspensión, partículas suspendidas de polvo, líquido o gas, burbujas o gotitas, la cavitación, etc.

**Corrosión selectiva** es la separación selectiva de un elemento de una aleación metálica por procesos corrosivos. El ejemplo más común de este tipo de corrosión es el descincificado se da en los latones, que supone la eliminación selectiva del cinc que está aleado con cobre. También puede observarse la pérdida de estaño en algunos bronce, etc.

**Cuadriga** carro tirado por cuatro caballos de frente, y especialmente el usado en la Antigüedad Romana en los triunfos.

**Dióxido de azufre:** es un compuesto químico con la fórmula  $\text{SO}_2$ . En atmósfera estándar, es un gas tóxico con un olor acre, irritante, y podrido. El dióxido de azufre es un componente presente en la atmósfera, especialmente después de las emisiones de dióxido de azufre en erupciones volcánicas. Es un precursor de la lluvia ácida.

**Dióxido de nitrógeno:** es el compuesto químico con la fórmula de  $\text{NO}_2$ . El  $\text{NO}_2$  es un intermediario en la síntesis industrial de ácido nítrico, millones de toneladas de las cuales se producen cada año. Este gas tóxico de color rojizo-marrón tiene como característica un olor penetrante y es un contaminante del aire. Dada la debilidad del enlace N-O, el  $\text{NO}_2$  es un buen oxidante. Del  $\text{NO}_2$  se generan nitratos metálicos anhidros de los óxidos producidos en las superficies metálicas.

**EDTA:** ácido etilendiaminotetraacético, ampliamente abreviado como EDTA, es un ácido aminopolicarboxílico e incoloro, sólido soluble en agua. Su base conjugada se llama etilendiamintetraacetato. Es ampliamente utilizado para disolver las incrustaciones de cal y limpieza de distintas sustancias en restauración y conservación. Su utilidad se presenta debido a su papel como hexadentado (“seis dientes”) ligando y el hecho de ser un agente quelante, es decir, su capacidad de secuestrar iones metálicos tales como  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$ . Después de ser obligados por EDTA, los iones metálicos permanecen en solución pero exhiben una reactividad disminuida. EDTA se produce como varias sales, como el caso particular del EDTA di sódico.

**Edward C. Harris:** (n. 1946) es un arqueólogo, natural de Islas Bermudas, es en la actualidad director del Museo Marítimo<sup>1</sup> de las Ber-

mudas<sup>2</sup> y es mundialmente conocido por el libro Principios de la Arqueología Estratigráfica, sobre métodos arqueológicos

**Enrique Julve:** es Doctor en Ciencias Químicas y Licenciado en Farmacia por la Universidad de Barcelona y Doctor en Ingeniería (F.I.M.F.) (Londres). Es miembro de varias Sociedades científicas españolas y extranjeras: Real Sociedad Española de Química, Sociedad de Química Industrial (Société Internationale de Chimie Industrielle), Iltre. Colegio Oficial de Químicos de Cataluña, Asociación de Químicos de Cataluña, Institut d'Estudis Catalans (Societat Catalana de Química), Institute of Metal Finishing (Inglaterra), American Electroplaters and Surface Finishing Society (U.S.A.). Es autor de 15 libros científico-técnicos sobre Electroquímica, Análisis de metales y aleaciones y Tratamientos medioambientales.

**Espectrometría de fluorescencia de rayos X:** incluye todas aquellas técnicas espectroscópicas utilizadas para definir la estructura electrónica de los materiales mediante excitación por rayos X.

**Estudio de caso:** básicamente, un estudio de caso es un estudio en profundidad de una situación particular. Este método de estudio es especialmente útil para intentar poner a prueba los modelos teóricos aplicándolos en situaciones del mundo real. El caso no proporciona soluciones sino datos concretos para reflexionar, analizar y discutir las posibles salidas que se pueden encontrar a cierto problema futuro.

**Fretting:** se refiere al desgaste y a veces daños por corrosión en las rugosidades de las superficies que entran en contacto. Este daño es inducido bajo carga y en presencia de movimiento repetido sobre la superficie, como por ejemplo inducida por vibración.

**Goetita:** La Goethita es un hidróxido de hierro y uno de los minerales más comunes en la naturaleza. Su fórmula es,  $\text{Fe}_3\text{O}(\text{OH})$ .

**Granalla vegetal:** producto natural constituido por gránulos de cáscaras vegetales genera poco polvo y sus granos, ligeramente angulosos y poliédricos, son poco agresivos. Pueden ser producidos a partir de distintas maderas o derivados vegetales, como la cáscara de nuez por ejemplo. En restauración y conservación se usa como abrasivo de bajo impacto.

**Hackney:** raza equina. Con una cabeza bien constituida. Nariz convexa. Ojos y orejas expresivas. El cuello es ancho. Garganta y quijada musculosa. Pecho amplio. Dorso musculoso. Potentes cuartos traseros. Las costillas están bien arqueadas. Patas fuertes. Casquillos verticales. Crin abundante y cola espesa. Los Hackney modernos son el resultado de la cruce de razas de los Norfolk Trotters y sementales árabes bajo las órdenes del Rey de Inglaterra en el siglo XIV. Los Hackney son muy vehementes, con un trote enfático, levantan marcadamente las manos, remetiendo mucho los posteriores en un movimiento redondeado.

**Hidrocarburos:** en química orgánica, un hidrocarburo es un compuesto orgánico formado enteramente de hidrógeno y carbono. La mayoría de los hidrocarburos encontrados en la Tierra se producen de forma natural a partir del petróleo crudo, donde la materia orgánica descompuesta ofrece una abundancia de carbono e hidrógeno que, cuando se une, puede concatenar para formar cadenas aparentemente ilimitadas.

**Juan Samaja** (Catamarca, 30 de octubre de 1941 – Buenos Aires, 3 de febrero de 2007)<sup>1</sup> fue un epistemólogo argentino, reconocido por sus contribuciones en las áreas de Filosofía de la Ciencia, Metodología de la Investigación, Semiótica y Ciencias Cognitivas.

**Latón:** El latón es una aleación de cobre y zinc. Las proporciones de cobre y zinc pueden variar para crear una variedad de latones con propiedades diversas.

**Lola Mora:** Dolores Mora Vega, más conocida como Lola Mora (El Tala, provincia de Salta, Argentina, 17 de noviembre de 1866<sup>2</sup> – Ciudad de Buenos Aires, Argentina, 7 de junio de 1936) fue una importante escultora argentina.

**Metal noble:** Los metales nobles como el platino o el oro son aquellos que no experimentan la aparición de corrosión u oxidación cuando se exponen a condiciones corrosivas de los ambientes acuosos, ácidos con presencia de O<sub>2</sub>. No son reactivos. Los metales seminobles como la plata, el cobre, el mercurio, son aquellos que sometidos a atmósferas corrosivas padecen leves ataques químicos. Se dice que son pocos reactivos.

**Metodologías espectroscópicas:** son métodos instrumentales utilizados en química analítica apoyados en la interacción de la radiación electromagnética, con un analito (elemento, compuesto o ion de interés analítico de una muestra) para reconocer y determinar su composición y concentración. Algunos de estos métodos también se usan en otras áreas de la química para determinación de estructuras.

**Micro flora heterótrofa:** Se usa el término flora en este caso para hacer referencia a bacterias o flora bacterial específicamente. La micro flora heterótrofa es aquella que consigue sus alimentos de otros organismos y residuos orgánicos, también en la mayoría de los casos obtiene su energía de esta manera.

**Moldes mono valvas:** molde formado por una sola pieza o valva.

**Monóxido de carbono:** El monóxido de carbono, también llamado óxido de carbono cuya fórmula química es CO, es un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico. Producto de la combustión de hidrocarburos y otras actividades humanas, en las atmósferas citadinas se encuentra en grandes cantidades. Después del dióxido de carbono, es el segundo contaminante más importante.

**Óxido de cobre:** El óxido de cobre es producto del contacto del metal con el oxígeno. Está compuesto de dos elementos cobre y oxígeno. El óxido de cobre puede referirse a sus dos variables: Óxido de cobre (I) (óxido cuproso,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ), un polvo de color rojo. U óxido de cobre (II) (óxido cúprico,  $\text{CuO}$ ), un polvo de color negro a gris.

**Ozono:** es una molécula inorgánica con la fórmula química  $\text{O}_3$ , también escrito  $\text{O}_3$ . Es un gas azul pálido con un olor distintivo picante. Es una forma de oxígeno que es mucho menos estable que el  $\text{O}_2$ . El ozono se forma a partir de  $\text{O}_2$  por la acción de la luz ultravioleta y también las descargas eléctricas atmosféricas, y está presente en bajas concentraciones en toda la atmósfera de la Tierra (estratosfera). En total, el ozono constituye sólo 0,6 ppm de la atmósfera.

**Par galvánico:** Se llama par galvánico al constituido por dos metales distintos, que en contacto con un electrolito (generalmente agua), tienen una diferencia de potencial que genera una corriente entre ambos. Uno se convierte en ánodo y el otro en cátodo.

**Pasivación:** La pasivación es la formación de una capa aislante sobre la superficie de un metal, que lo cubre frente a la acción de elementos corrosivos externos.

**Petit gris:** es una variedad de pequeña ardilla gris conocida por su piel.

**Precomprensión modelizante:** Es un conjunto de concepciones e intuiciones, aún faltos de una clasificación sistemática, pero que nos inducen en la exploración de una confrontación con la realidad. Coincide con el comienzo de una investigación, los conceptos previos.

**Rayos X:** es una forma de radiación electromagnética. La mayoría de los rayos X tienen una longitud de onda que van de 0,01 a 10 nanómetros. Las longitudes de onda de los rayos X son más cortos que los de los rayos UV y típicamente más largos que los rayos gamma. En otros idiomas, radiación X se denomina con términos que significan la radiación Röntgen, después de que Wilhelm Röntgen, a quien se acredita generalmente su descubrimiento, y quien había llamado radiación X para significar un tipo desconocido de radiación.

**Reintegración cromática:** término utilizado en conservación y restauración de pinturas sobre todo o escultura policromada. La reintegración cromática implica reemplazar las pérdidas de color de la capa pictórica o lagunas, con colores a partir de pigmentos y materiales reversibles y no reactivos con los originales de la obra. La reintegración tiene como objetivo recuperar la unidad estética de la obra, pero no es indispensable para la conservación de la obra.

**Sulfato de amonio:** El sulfato de amonio es una sal cuya fórmula química es  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

**Sulfato de cobre:** también conocido como sulfato cúprico o sulfato de cobre, es el compuesto químico con la fórmula química  $\text{CuSO}_4$ . Esta sal existe como una serie de compuestos que difieren en su grado de hidratación. La forma anhidra es un polvo de color verde o gris-blanco pálido, mientras que el pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), la sal más comúnmente encontrado, es de color azul brillante.

**Técnica a la cera perdida:** es un proceso escultórico de práctica muy antigua que se usa para obtener figuras de metal (generalmente bronce) a partir de un molde que se elabora de un prototipo generalmente modelado en cera de abeja combinada con otras sustancias como parafina y resinas orgánicas.

**Tolitriazol(TTA):** Polvo de granos blancos, Es una combinación de grupos azoles, de 4-metil-benzotriazol y 5-metil-benzotriazol.El TTA se utiliza principalmente como antioxidante e inhibidor de la corrosión para metales

**Tolueno:** el **tolueno** es una sustancia que también se conoce como **metilbenceno**. Se trata de un hidrocarburo de tipo aromático que se produce a partir del **benceno**.

**Verde pompeyo:** también conocido como verde pompeyano. Tipo de color verde oscuro cercano al verde oliva.

**Víctor de Pol:** fue un escultor argentino de origen italiano, muy activo en Buenos Aires, nacido en el año 1865 en Venecia y fallecido en el 1925 en Buenos Aires. Inmigró a la Argentina para participar de la ejecución de obras escultóricas para la recién fundada Ciudad de Las Plata, para luego trasladarse a Buenos Aires por nuevos y mayores encargos.

**Víctor Meano:** su nombre original es Vittorio Meano (1860, Susa, Italia - 1 de junio de 1904, Buenos Aires, Argentina) fue un arquitecto italiano nacido en la ciudad de Susa, a 53 km de Turín, quien desarrolló su actividad profesional en la zona del Río de la Plata. Entre Buenos Aires y Montevideo, Uruguay.

**Sergio Javier Ardohain** es Licenciado en artes Plásticas, Profesor en Artes Plásticas con Orientación Escultura, Facultad de Bellas Artes (FBA), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Arquitecto, Universidad Católica de La Plata. Completó su formación con el dibujante Osvaldo Attila, la pintora Graciela Genovés y como ayudante en el taller del escultor catamarqueño Ricardo Dalla Lasta. Junto a este último trabajó en varios monumentos y restauraciones, como el Monumento a Don Juan Manuel de Rosas en 1998, escultura ecuestre de bronce de 5 metros de altura situada en Palermo (Libertador y Sarmiento, CABA), Monumento homenaje al Soldado Patricio para el Regimiento de los Patricios en 2010, (escultura de 4,70m de altura en bronce), Monumento a Mariano Moreno en bronce de 2,30 metros de altura (Plaza Moreno, La Plata), entre otros.

Gana varios premios en artes plásticas, de los que destaca uno que en el año 1997 (un premio nacional de pintura) le permite realizar un viaje de formación por Italia y Grecia. Docente de Dibujo artístico, FBA, UNLP. Docente-investigador en diversos proyectos como el de “Técnicas de restauración y puesta en valor de esculturas, monumentos y ornamentos en materiales no convencionales” (SecyT, UNLP), bajo la dirección del Ingeniero Traversa. Actualmente se encuentra trabajando en el proyecto de investigación “Crecimiento y conservación. Una mirada multidisciplinar al patrimonio urbano de la ciudad de La Plata.” Director Arq. Gulliermo García.

Realizador de los relieves que enmarcan el acceso a la Iglesia Catedral de La Plata; restaurador de monumentos entre los que destacan: la escultura de mármol de Carrara Monumento a Manuel Belgrano del escultor italiano Pietro Costas de 1914, (plaza Belgrano de Ensenada, provincia de Buenos Aires), de la fuente de mármol El Nacimiento de Venus de 1944 en la localidad de Tandil; Los Púgiles, copia del original por Antonio Canova en mármol de Carrara, Plaza San Martín de la ciudad de La Plata, del cielorraso del Paraíso, Cazuela, Galería, palcos y deambulatorios en la sala Principal del Teatro Colón de Buenos Aires (2007-2008), de la Cuádriga principal de bronce del Palacio del Congreso Nacional Argentino y las seis Victorias Aladas que rodean el edificio (años 2013-2014), entre otros múltiples trabajos.