

PROCÉS DE RESTAURACIÓ

PROCESO DE RESTAURACIÓN

SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ*

INTRODUCCIÓ

Totes les obres realitzades amb un metall o un aliatge, obtingudes per qualsevol tècnica de fabricació (forja, fundició, etc.), en presència d'una combinació d'agents físics, químics i biològics, sofreixen canvis estructurals que les fan tornar al seu estat de mineral. Aquest procés es denomina, genèricament, corrosió.

L'interès de la humanitat per conservar vestigis d'altres èpoques sembla que ha existit sempre; així, els tractaments destinats a l'estabilització dels processos corrosius es remunten possiblement a l'aparició de la metal·lúrgia. Ja en l'antiguitat, Vitruvi, Polí i Plini citen tractaments de protecció per a les escultures metàl·liques basats en olis o betums.

L'oxidació i/o corrosió de les superfícies metàl·liques es coneix amb el terme de patina i, en el cas dels bronzes és d'un verd característic. Aquesta patina és l'arxiu real de l'obra, ja que és el resultat d'un procés físico-químic que produeix un canvi material de la fase estructural. El concepte de patina i el respecte per aquesta, apareix vigent a La Carta de Venècia, de 1964.

El bronze és un aliatge bàsic de coure (Cu) i estany (Sn). A aquests elements, s'hi va afegir el plom (Pb), que feia més fluït el metall i baixava el punt de fusió de la colada i en feia una mescla més mal·leable. Els bronzes amb aquests tres elements es denominen ternaris i eren característics de l'època romana. Això no vol dir que l'aliatge metàl·lic no continga altres elements com ara ferro (Fe), arsènic (As), plata (Ag), etc., però aquests metalls no es consideren afegits intencionadament si no superen en 2% del total de l'amalgama metàl·lica.

La dificultat de fondre una gran quantitat de metall es resolvia fabricant les grans estàtues en nombroses parts que se soldaven una vegada havien estat foses. Així, s'aconseguia un accés a la part interna per eliminar l'ànima refractària, ja que, si aquesta romanía dins de l'estructura crearia enormes problemes de conservació. Aquesta tècnica de fabricació, buit per dins, serveix, al mateix temps, per dissimular fàcilment totes les reparacions dels defectes de fosa.

Els bronzers antics desenvoluparen un notable coneixement de les tècniques de soldadura. Sabien que, quan la colada del metall resulta molt calenta, les peces queden poroses; això es deu a les impureses en l'amalgama dels diversos metalls que formen el bronze

INTRODUCCIÓN

Todas las obras realizadas con un metal o aleación obtenidas por cualquier técnica de fabricación (forja, fundición) en presencia de una combinación de agentes físicos, químicos y biológicos sufren cambios estructurales, tendiendo a volver a su primitivo estado de mineral. Este proceso se denomina genéricamente corrosión.

El interés de la humanidad por conservar vestigios de otras épocas parece haber existido siempre, así los tratamientos destinados a la estabilización de los procesos corrosivos se remontan posiblemente a la aparición de la metalurgia. Ya en la antigüedad Vitruvio, Polion y Plinio citan tratamientos de protección para las esculturas metálicas basados en aceites ó betún.

La oxidación y/o corrosión de las superficies metálicas se conoce con el término de patina y, en el caso de los bronces, es de un verde característico. Esta patina es el archivo real de la obra ya que es el resultado de un proceso físico-químico que produce un cambio material de la fase estructural. El concepto de patina y el respeto por esta, aparece vigente en "La Carta de Venecia" de 1964.

El bronce es una aleación básica de Cobre (Cu) y Estaño (Sn). A estos elementos se añadió Plomo (Pb) que hacía más fluido el metal y bajaba el punto de fusión de la colada resultando una mezcla más maleable. Los bronces con estos tres elementos se denominan "ternarios" y eran característicos de la época romana. Esto no quiere decir que la aleación metálica no contenga otros elementos, Hierro (Fe) Arsénico (As), Plata (Ag) etc., pero estos metales no se consideran añadidos intencionadamente si no superan el 2% del total de la amalgama metálica.

La dificultad de fundir una gran cantidad de metal se resolvía fabricando las grandes estatuas en numerosas partes que se soldaban una vez fundidas. Con ello se lograba el acceso a la parte interna para eliminar el alma refractaria, ya que en el caso de permanecer ésta dentro de la escultura crearía enormes problemas de conservación. Esta técnica de fabricación, hueco por dentro, sirve a su vez para disimular fácilmente todas las reparaciones de los defectos de fusión.

Los bronceistas antiguos desarrollaron un notable conocimiento de las técnicas de soldadura. Sabían que cuando la colada del metal resulta muy caliente, las piezas quedan porosas; esto se debe a impurezas en la amalgama de los diferentes metales que forman el bronce y por los distintos pun-

* Institut de Conservació i Restauració de Béns Culturals.
Ministeri de Cultura.

i pels diferents punts de fusió de cada metall. Aquestes impureeses queden empresonades en el metall de fusió i apareixen en la superfície de la peça (com ara alguns carbonats), i també les bombolles originades pels gasos de la combustió que, si no desapareixen per les toveres del motle, queden en l'obra i originen forats.

L'Apol·lo es realitzà sobre un motle per dues parts, tècnica que es denomina *casting on*. Modelades i foses les cames, s'encaixa sobre aquestes el motle del tòrax i es vessa la colada. Els ensamblatges de les peces s'encaixen del tot, és a dir que s'encaixen entre si i es repassen quan el metall està encara calent per l'exterior per evitar que es noten les juntes. La zona interior de la unió entre les parts es reforça amb una soldadura que té menor punt de fusió. Quan no hi ha cap metall estrany, aquestes soldadures es denominen autògenes, és a dir, la composició de la peça i el metall és idèntica. Els errors de la fundició es resolien amb encastos o rebladures col·locats des de l'interior perquè resultaren invisibles en la superfície de la peça.

ALTERACIONS

L'aparició de l'escultura en el fons marí ha determinat essencialment el seu estat de conservació. El coure és un element que causa efectes tòxics sobre els organismes marins, cosa que impedeix que en un ambient aeròbic (amb presència d'oxigen) s'incorpore C_2CO_3 inorgànic, depòsits calcaris orgànics de mol·luscos, tubs d'anèl·lids, serpúl·lids i foraminífers. La posició semisoterrada de l'escultura origina, a més a més, un determinat tipus de corrosió en trobar-se diverses parts de l'objecte exposades a diversos mediambient. Aquest procés es denomina corrosió d'airejament diferencial i s'esdevé perquè l'aigua marina té un potencial de corrosió més positiu sobre el metall exposat que una zona soterrada i per tant pobre en O_2 . Així, el bronze, en presència d'aigua marina, té un potencial de corrosió major que el que es troba protegit per concrecions o llimac.

Un altre tipus de corrosió és l'originada per la reacció química que es produeix, en absència d'oxigen (anaeròbia), per la descomposició d'alguns microorganismes. Aquests ataquen la superfície metàl·lica formant una matriu de gelatina orgànica entre la superfície metàl·lica i el mediambient aquós; es tracta d'una reacció entre metabolismes derivats de bacteris i el metall.

A més d'aquestes causes, en el procés de corrosió influeix la salinitat de l'aigua, la profunditat a què es troba la peça, els corrents, la temperatura de l'aigua, etc.

A pesar de tot, l'escultura va arribar a un equilibri dins de l'hàbitat marí perquè es van detenir aquests processos destructius. Però l'extracció de l'obra del medi i la seua exposició a l'atmosfera seca donà lloc a la cristallització de les sals que es tradueix en l'aparició del clorur de Cu, molt actiu i degradable, i que, en combinació amb la humitat ambiental i l'oxigen, produeix la formació d'àcid clorhídric, que afavoreix el cicle de corrosió metàl·lica. A l'aigua, l'àcid es neutralitza, i, a l'atmosfera seca (amb una humitat inferior al 25%), s'impedeix la formació de l'àcid clorhídric, però en una àrea costanera la humitat és superior al 60%, cosa per la qual el procés de corrosió es va activar d'una manera dramàtica per a la peça. Primer, la cristallització de les sals, en extraure la peça del mar a la superfície, originà, sens dubte, trencaments i alçaments superficials i fisures en l'estructura cristal·lina. L'exposició d'aquest clorur de Cu i de les altres sals solubles a una humitat elevada donà origen a una clara corrosió per picadures (la més greu, ja que és foradadora).

Les reaccions de corrosió són essencialment d'oxidació-reduc-

tos de fusió de cada metal. Estas impurezas son aprisionadas en el metal de fusión apareciendo en la superficie de la pieza (por ejemplo algunos carbonatos), así como las burbujas originadas por los gases de la combustión que, de no desaparecer por las toberas del molde, quedan en la obra originando agujeros.

El Apolo se realizó sobre un molde por partes, técnica que se denomina Casting on. Modeladas y fundidas las piernas, se encaja sobre ellas el molde del tórax y se vierte la colada. Los ensambles de las piezas se colocan a tope, es decir, que encajan entre sí y se repasa cuando el metal está aún caliente por el exterior para evitar que se noten las juntas. La zona interior de unión entre las partes se refuerza con una soldadura, que tiene menor punto de fusión. Cuando no existe ningún metal extraño, estas soldaduras se denominan autógenas, es decir, la composición de la pieza y el metal son idénticas. Los fallos de la fundición, se resolvían con cajeados o remaches colocados desde el interior para que resultasen invisibles en la superficie de la pieza.

ALTERACIONES

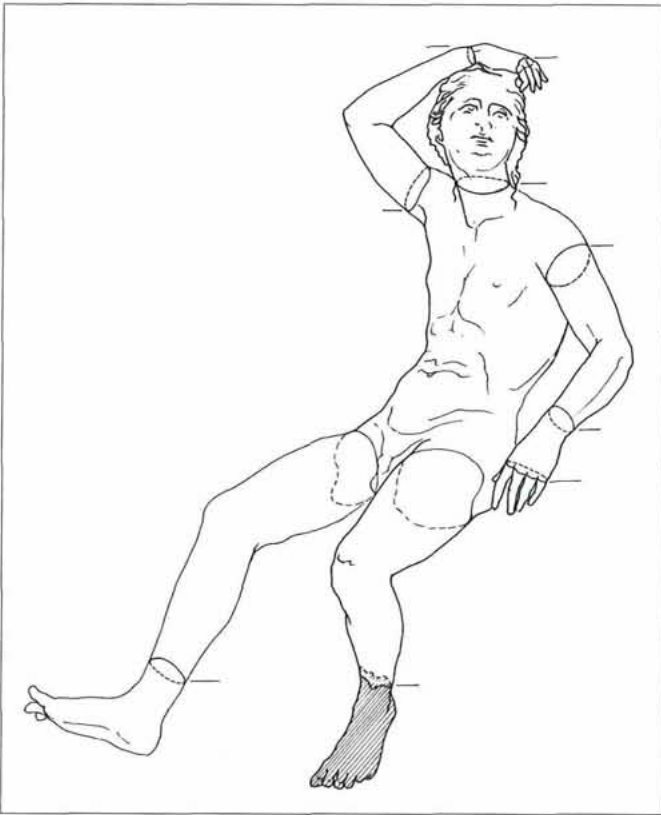
La aparición de la escultura en el lecho marino ha determinado esencialmente su estado de conservación. El cobre es un elemento que causa efectos tóxicos sobre los organismos marinos, lo que no impide que en un ambiente aerobio (con presencia de oxígeno) se incorpore CaCO_3 inorgánico, depósitos calcáreos orgánicos de moluscos, tubos de anélidos, serpúlidos y foraminíferos. La posición semienterrada de la escultura origina, además, un determinado tipo de corrosión al encontrarse diferentes partes del objeto expuestas a distintos medioambientes, este proceso se denomina corrosión de aireación diferencial y ocurre por que el agua marina oxigenada tiene un potencial de corrosión mas positivo sobre el metal expuesto que una zona enterrada y por tanto pobre en O_2 . Así el bronce en presencia de agua marina tiene un potencial de corrosión mayor que el que se encuentra protegido por concreciones o limo.

Otro tipo de corrosión es la originada reacción química que se produce, en ausencia de oxígeno (anaerobia), por la descomposición de algunos microorganismos, estos atacan la superficie metálica formando una matriz de gelatina orgánica entre la superficie metálica y el medioambiente acuoso, se trata de una reacción entre metabolitos derivados de bacterias y el metal.

Además de estas causas en el proceso de corrosión influye la salinidad del agua, la profundidad en la que se encuentra la pieza, las corrientes, la temperatura del agua, etc.

A pesar de todo, la escultura llegó a un equilibrio dentro del hábitat marino, pasando estos procesos destructivos. Pero la extracción de la obra del medio marino y su exposición a la atmósfera seca, dio lugar a la cristalización de las sales que se traduce en la aparición de cloruro de Cu, muy activo y degradante y que en combinación con la humedad ambiental y el oxígeno produce la formación de ácido clorhídrico, que favorece el ciclo de corrosión metálica. En el agua, el ácido se neutraliza, y en una atmósfera seca (con una humedad inferior al 25%) se impide la formación del ácido clorhídrico, pero en un área costera la humedad es superior al 60%, por lo que el proceso de corrosión se activo de una manera dramática para la pieza. Primero, la cristalización de las sales al extraer la pieza del mar a la superficie originó sin duda rupturas y levantamientos superficiales y fisuras en la estructura cristalina. La exposición de este cloruro de Cu y demás sales solubles a una humedad elevada dio origen a una clara corrosión por picaduras (la mas grave, ya que es horadante).

Las reacciones de corrosión son esencialmente de oxidación-reducción



Dibuix de l'Apol·lo de Pinedo en què s'assenyalen diverses línies de soldadura i les parts en què va ser realitzada. El peu esquerre està massissat amb plom, per la qual cosa no hi ha clarament una soldadura.

Dibujo del Apolo de Pinedo en el que se señalan las distintas líneas de soldadura y las partes en que fue realizado. El pie izquierdo esta macizado con plomo, por lo cual no hay claramente una soldadura.

Radiografia de l'Apol·lo de Pinedo en la qual s'aprecien les diverses zones de soldadura. Foto Ministeri de Cultura.

Radiografía del Apolo de Pinedo en la que se aprecian las distintas zonas de soldadura. Foto Ministerio de Cultura.

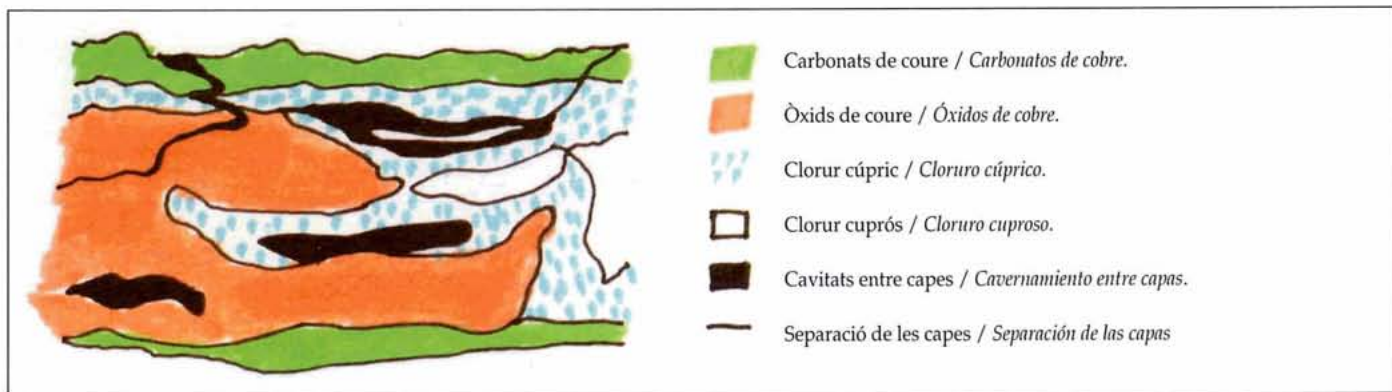


ció (efecte Redox). El procés corrosiu esdevé quan el metall atòmic es transforma en metall iònic, que cedeix ions a un element no metàl·lic, cosa que origina el procés de mineralització (el metall, en ser corroït, forma minerals que són més estables).

Les alteracions produïdes a la làmina metàl·lica de la peça, es tradueixen en una superfície molt irregular amb múltiples cavitats. Hi ha manques de metall de considerables dimensions; aquestes llacunes s'han produït probablement en destruir-se, per efectes de la corrosió, les soldadures que unien alguns escastos a l'original. Els focus de clorur actiu estan generalitzats per tota la peça i n'hi ha zones de mineralització total. A l'igual de l'exterior de la peça, a l'interior apareixen colònies abundoses i extenses d'ad-

(efecto Redox). El proceso corrosivo ocurre cuando el metal atómico se transforma en metal iónico cediendo iones a un elemento no metálico, lo que origina el proceso de mineralización (el metal, al corroerse forma minerales que son más estables).

Las alteraciones producidas en la lámina metálica de la pieza, se traducen en una superficie muy irregular con múltiples cavitaciones y agujeros. Hay faltas de metal de considerables dimensiones; estas lagunas se han producido probablemente al destruirse por efectos de la corrosión las soldaduras que unían algunos cajeados al original. Los focos de cloruro activo están generalizados por toda la pieza y existen zonas de mineralización total. Al igual que en el exterior de la pieza, en el interior aparecen colonias abundantes y extendidas de adherencias marinas y depósitos de si-



herències marines i depòsits de silicats (adherències silícies produïdes per l'arena del fons marí i la descomposició del metall).

S'observen a la peça algunes alteracions mecàniques (deformacions originades probablement per colps).

La patina original és bastant discontinua, formada per carbonats bàsics de coure; presenta en diverses zones focus de clorur actiu i, sota els carbonats, hi ha una pel·lícula de clorur molt pulverulent que determina la pèrdua de la superfície original de la peça.

DOCUMENTACIÓ

Abans d'encetar el tractament de conservació-restauració, cal aplegar la major quantitat possible de dades sobre la peça que ens permeten el seu millor coneixement per aplicar-li el tractament més efectiu i acord amb les seues característiques.

Per aquest motiu, un primer examen visual ens proporcionarà dades de la classe de peça, el material amb el que es fabricà, la seua tipologia, estat de conservació, etc.

Documentar l'obra és un pas essencial per a realitzar-ne qual-sevol tractament. Abans que res, se'n realitzen croquis, senyalant-hi les mides de la peça i el pes, i totes les observacions rellevants que presente.

La documentació gràfica per mitjà de fotografies n'és el pas següent. A les fotografies realitzades amb font de llum natural o tungstè, del conjunt de l'obra i de la major quantitat de detalls, si és possible amb un objectiu macro o de similar efecte, se sumen les realitzades amb font de llum especial, com la llum rasante, que permetrà revelar les irregularitats de la superfície i, si hi calguera, fotografies amb fonts ultravioleta o d'infrarojos.

Avui dia, amb l'ajuda de les noves tecnologies, el tractament de digitació d'imatges i la possibilitat d'enregistrar en suport de vídeo el tractament, els processos de documentació es completen d'una manera efectiva.

ANALÍTICA

Anàlisis prèvies ens ofereixen l'estructura i la composició del suport de l'escultura i els tests amb reactius químics que ens permeten testimoniar la presència d'algunes sals solubles o no (com clorurs, carbonats, sulfats...). A la peça se li ha realitzat un estudi radiològic, que determina la concentració i les densitats del metall, les fissures i les microfissures, els gruixos, les zones de soldadura, les concrecions, les decoracions ocultes, etc.

INFORME RADIOLÒGIC

L'escultura ha estat completament radiografiada. El 1990, se li

licatos (adherencias silíceas producidas por la arena del lecho marino y la descomposición del metal).

Se observan en la pieza algunas alteraciones mecánicas (deformaciones originadas probablemente por golpes).

La patina original es bastante discontinua, formada por carbonatos básicos de cobre; presenta en varias zonas focos de cloruro activo y bajo los carbonatos existe una película de cloruro muy pulverulenta que determina la pérdida de la superficie original de la pieza.

DOCUMENTACIÓN

Antes de acometer el tratamiento de conservación-restauración, se ha de reunir la mayor cantidad posible de datos sobre la pieza que nos permitan su mejor conocimiento para aplicarle el tratamiento más efectivo y acorde con sus características.

Por este motivo un primer examen visual nos proporcionará datos de la clase de pieza, el material con el que se fabricó, su tipología, estado de conservación, etc.

Documentar la obra es un paso esencial para realizar cualquier tratamiento. Primero se realizan croquis indicando las medidas de la pieza y el peso y todas las observaciones relevantes que presente.

La documentación gráfica por medio de fotografías es el siguiente paso. A las fotografías realizadas con fuente de luz natural o tungsteno, del conjunto de la obra y la mayor cantidad de detalles, a ser posible con un objetivo macro o de similar efecto, se sumarán las realizadas con fuentes de luz especial, como la luz rasante, que permitirá revelar las irregularidades de la superficie, y si fuesen necesarias fotografías con fuentes ultravioletas o de infrarrojos.

Actualmente con ayuda de las nuevas tecnologías, el tratamiento de digitalización de imágenes y la posibilidad de grabar en soporte de vídeo el tratamiento, los procesos de documentación se completan de una manera efectiva.

ANALÍTICA

Análisis previos nos ofrecen descubrir la estructura y composición del soporte de la escultura y tests con reactivos químicos que nos permiten atestiguar la presencia de algunas sales solubles o no (como cloruros, carbonatos, sulfatos...). A la pieza se le ha realizado un estudio radiológico, que determina la concentración y densidades del metal, las fisuras y microfisuras, los grosos, zonas de soldaduras, concreciones, decoraciones ocultas, etc.

INFORME RADIOGRÁFICO

La escultura ha sido completamente radiografiada. En 1990 se le prac-

va practicar un estudi al CENIM, i el 1993, el Departament de Radiologia de l'ICRBC va realitzar un muntatge amb la cama dreta que mancava el 1990. L'informe de l'última exposició es descriu tot seguit:

«La radiografia mostra la discontinuïtat de gruix de material en el cap, les mans i els peus, com a zones més cridaneres, i n'és molt marcada la falta a les cuixes.

S'aprecien, també, diverses línies d'emmetxaments com és el cas dels braços i el peu esquerre, com també gran nombre de porositats, producte de defectes de fundició escampats per tota la peça.

Atés que, de moment, no resulta viable la interposició eficaç de pantalles de plom en formats de grans dimensions, la difusió de cantells típica apareguda en els casos en què han de cobrir-se volums de gruixos diferents amb alta densitat, produeix un difuminat als encontorns de la imatge obtinguda, que és molt marcat en el cas dels dits de la mà esquerra, que apareixen sensiblement afusats.»

ESPECTROGRAFIA DE RAIGS X

La fluorescència dels raigs x per dispersió d'energies proporciona unes taules amb els percentatges dels metalls que componen l'amalgama del bronze. A més, permet de confirmar, en aquest cas, que tant l'escultura com la cama despresa i recuperada posteriorment, corresponen a la mateixa obra. Anteriorment, expliquem que en la fabricació d'una gran escultura es feia per peces; això queda palés després de la realització de l'espectrometria, ja que la composició del cos i la cama, si bé es tracta d'un bronze plomat en ambdós, les proporcions varien d'una zona a l'altra. Si en un primer moment es va dubtar de l'autenticitat de la cama, un estudi detallat de la zona d'unió del motlle i les restes de soldadura, revelà que la composició de l'aliatge a les zones de fractura eren idèntiques. L'escultura de l'Apol·lo està realitzada amb un aliatge de Cu, Sn i Pb; hi ha trets de Fe, Ni, Ag i Sb al tronc lateral dret, i en una de les mostres assolia un 4,1% de Fe, causat pel contacte de l'escultura, en aquest punt, amb un objecte de ferro, un clau o similar, que apareixia a la superfície de la peça com una taca puntual del seu òxid.

METAL·LOGRAFIES

Els polits metal·logràfics, realitzats amb l'extracció d'una petita mostra, permeten determinar el procés de fabricació d'un objecte metàl·lic. L'estructura cristal·lina del metall resulta característica segons si la peça ha estat sotmesa a processos de fundició i/o forja. També permet d'observar els graus de corrosió, les fissures intercrystal·lines, etc. Les metal·lografies de l'Apol·lo de Pinedo ens indiquen una estructura dendrítica de fundició de refredament lent. Hi apareixen segregacions de plom insoluble i dendrites de coure i estany. Però el que més afecta el tractament, és l'evolució de la corrosió que està en una fase penetrant intergradual, és a dir, si bé a la superfície, la formació de grans buits amb pèrdua de nucli metàl·lic està bastant generalitzada, la corrosió ha penetrat en l'estructura interna a gran profunditat.

TRACTAMENT

Una vegada realitzada una exhaustiva documentació gràfica i analítica precisa, la comparació de les dades obtingudes ens permet determinar el tractament més apropiat en cada peça. En el cas que ens ocupa, l'Apol·lo de Pinedo, com que es tracta d'una troballa submarina, el tractament s'hagué de realitzar quan es va efectuar el descobriment i l'extracció. Havia de constar d'una dessala-

ticó un estudio en el CENIM, y en 1993 el Dpto. de Radiología del ICRBC realizó un montaje con la pierna derecha que faltaba en 1990. El informe de la última exposición se describe a continuación.

“La radiografía muestra la discontinuidad de espesores de material en cabeza, manos y pies como zonas más llamativas, siendo muy marcada la falta de éste en los muslos.

Se aprecian también diversas líneas de empalmes como es el caso de los brazos y el pie izquierdo, así como gran número de porosidades producto de defectos de fundición diseminados por toda la pieza.

Dado que por el momento no resulta viable la interposición eficaz de pantallas de plomo en formatos de grandes dimensiones, la difusión de bordes típica aparecida en los casos en que deben cubrirse volúmenes de espesores diferentes con elevada densidad, produce un difuminado en los contornos de la imagen obtenida, siendo este muy marcado en el caso de los dedos de la mano izquierda que aparecen sensiblemente afilados”.

ESPECTROGRAFÍA DE RAYOS X

La fluorescencia de Rayos X por dispersión de energías, proporciona unas tablas con los porcentajes de los metales que componen la amalgama del bronce. Además permite confirmar, en este caso, que tanto la escultura, como la pierna desprendida y recuperada posteriormente, corresponden a la misma obra. Anteriormente explicamos que la fabricación de una gran escultura se hacía por piezas; esto queda patente tras la realización de la espectrometría, ya que la composición del cuerpo y pierna, si bien se trata de un bronce plomado en ambos, las proporciones varían de una zona a otra. Si en un primer momento se dudó de la autenticidad de la pierna, un estudio detallado de la zona de unión del molde y restos de soldadura, reveló que la composición de la aleación en las zonas de fractura eran idénticas. La escultura del Apolo está realizada con una aleación de Cu, Sn y Pb; aparecen trazas de Fe, Ni, Ag y Sb en el tronco lateral derecho, siendo que en una de las tomas habría de alcanzar un 4.1% de Fe, debido al contacto de la escultura en este punto con un objeto de hierro, un clavo o similar que aparecía en la superficie de la pieza como una mancha puntual de su óxido.

METALOGRAFÍAS

Los pulidos metalográficos, realizados con la extracción de una pequeña muestra, permiten determinar el proceso de fabricación de un objeto metálico. La estructura cristalina del metal, resulta característica según la pieza haya sido sometida a procesos de fundición y/o forja. También permite observar los grados de corrosión, las fisuras intercrystalinas, etc. Las metalografías del Apolo de Pinedo, nos indican una estructura dendrítica de fundición de enfriamiento lento. Aparecen segregaciones de plomo insoluble y dendritas de cobre y estaño. Pero lo que afecta más al tratamiento, es la evolución de la corrosión que está en una fase penetrante intergradual, es decir, si bien en la superficie la formación de grandes cavitaciones con pérdida del núcleo metálico está bastante generalizada, la corrosión ha penetrado en la estructura interna a gran profundidad.

TRATAMIENTO

Una vez realizada una exhaustiva documentación gráfica y analítica precisa, la comparación de los datos obtenidos nos permite determinar el tratamiento mas apropiado a cada pieza. En el caso que nos ocupa, el Apolo de Pinedo, al tratarse de un hallazgo submarino, el tratamiento que debió realizarse cuando se efectuó el descubrimiento y la extracción, constaría de una desalación lenta y paulatina sumergiendo la escultura en agua dulce qui-

ció lenta i gradual, submergint l'escultura en aigua dolça, potser amb l'addició d'algun inhibidor com el BTA i una dessecació gradual. Però, com tot, els tractaments també evolucionen i, l'època en què es trobà la peça, la necessitat d'una dessalació gradual no es considerava. A l'escultura, se li va aplicar un primer tractament de restauració cap a la fi dels anys 60. Aquest constava d'una neteja per eliminar de la superfície exterior les concrecions marines, el farciment de llacunes amb polièster reforçat amb fibra de vidre i acolorit per mimetitzar-lo en superfície, la col·locació dels ulls de la figura (que no tenia quan aparegué) i una pel·lícula de protecció amb una resina vinílica en dissolvent orgànic. Quan el 1990, amb motiu de l'exposició "Els Bronzes Romans a Espanya", es tornà a revisar l'escultura, es va veure que, si bé la resina aplicada sens dubte n'havia protegit la superfície en general de l'acció corrosiva, aquesta no s'havia paral·litzat: hi havia focus actius pulverulents sobretot a les zones de plecs i fenedures. La pel·lícula sintètica s'havia envellit i oxidat, i presentava un desagradable aspecte grogós i, a l'interior de la peça (es va realitzar un estudi amb una càmera endoscòpica), la pel·lícula pulverulenta de brutícia i clorurs estava generalitzada, com també grans zones d'adherències i incrustacions marines. El tractament que es va aplicar aleshores, després de l'eliminació de la pel·lícula sintètica de la superfície, és el mateix que s'ha realitzat fa poc a la cama.

Després de l'eliminació de les concrecions calcàries i silícies, s'efectuà una neteja mecànica amb raspalls, bisturí, fibra de vidre i, en ocasions, amb un micromotor amb fresatge de carborúndum i cautxú. Una vegada neta l'escultura, es desengreixà amb una mescla d'alcohol etílic i acetona. El tractament d'inhibició de la corrosió consistí en l'obtenció dels focus de clorur (tota la superfície de l'escultura va ser observada durant aquesta fase del tractament amb lupes d'augment de 30X) amb òxid d'Ag, que reacciona amb el clorur de Cu, i es transforma en clorur d'Ag, que és més estable. L'Apol·lo, cos i cama, s'inhibí, tot seguit, amb un compost orgànic benzotriazol (BTA) dissolt al 3% en un dissolvent metilat, i s'aplicà a tota la superfície, externa i interna de l'obra. Com aquesta fase del procés resulta essencial per evitar el progressiu deteriorament de l'escultura, després s'hi aplicà una capa protectora amb una resina acrílica que inclou en la seua formulació l'inhibidor BTA i un filtre UV.

La protecció final es realitzà amb una pel·lícula de cera microcristalina mesclada amb una resina acrílica aplicada sobre la superfície. Si bé la restauració que s'efectuà el 1990, no es va plantejar en cap moment la reintegració de llacunes per motius estètics, es considerà que l'eliminació d'aquestes i dels ulls col·locats en 1967 podia perjudicar la peça i tornar-li una aparença que resultara desagradable a la vista i es va deixar amb les reintegracions de la primera restauració. La cama restaurada enguany no ofereix dubtes quant a la reintegració de les llacunes per a recuperar un aspecte estètic. Actualment, els criteris de conservació aconsellen la mínima intervenció sobre l'obra, i deixar-la amb les llacunes amb què es va trobar, no afecta en absolut la continuïtat de l'escultura ni el conjunt de l'Apol·lo, i aquesta disparitat de criteris en una mateixa peça indica l'evolució de les diverses fases del tractament de restauració al llarg del temps i la necessitat de conscienciar-nos que cal que predominen els elements i els conceptes que determinen la conservació del patrimoni, fins i tot sobre les motivacions estètiques.

PROPOSTA DE MUNTATGE

El muntatge de la cama separada de l'escultura resulta un rep-

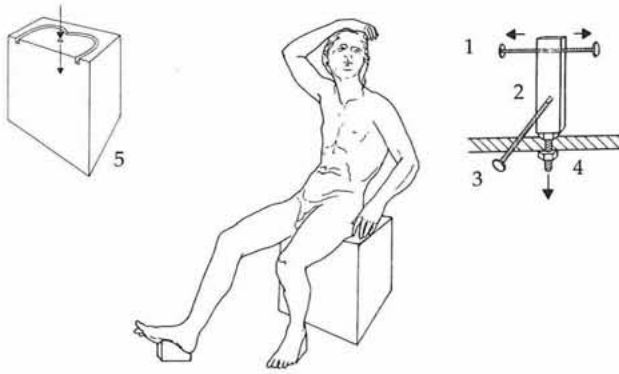
zàs con la adición de algún inhibidor como el BTA y una desecación paulatina. Pero como todo, también los tratamientos evolucionan, y en la época que se encontró la pieza, la necesidad de una desalación y desecación paulatina no se consideraba. A la escultura se le aplicó un primer tratamiento de restauración a finales de los años 60, éste constaba de una limpieza para eliminar de la superficie exterior las concreciones marinas, el relleno de lagunas con poliéster reforzado con fibra de vidrio y coloreado para mimetizarlo en superficie, la colocación de los ojos de la figura (que no tenía cuando apareció) y una película de protección con una resina vinílica en disolvente orgánico. Cuando en 1990, con motivo de la exposición "Los Bronces romanos en España", se volvió a revisar la escultura, se vio que si bien la resina aplicada sin duda había protegido la superficie en general de la acción corrosiva, ésta no se había paralizado: existían focos activos pulverulentos sobre todo en las zonas de pliegues y hendiduras. La película sintética había envejecido y oxidado presentando un desagradable aspecto amarillento y en el interior de la pieza, (se realizó un estudio con una cámara endoscópica) la película pulverulenta de suciedad y cloruros estaba generalizada así como grandes zonas de adherencias e incrustaciones marinas. El tratamiento que se aplicó entonces tras la eliminación de la película sintética de la superficie, es el mismo que se le ha realizado recientemente a la pierna.

Tras la eliminación de las concreciones calcáreas y silíceas, se efectuó una limpieza mecánica con cepillos, bisturí, fibra de vidrio, y en ocasiones con un micromotor con fresas de carborundo y caucho. Una vez limpia la escultura, se desengrasó con una mezcla de alcohol etílico y acetona. El tratamiento de inhibición de la corrosión consistió en la obtención de los focos de cloruro (toda la superficie de la escultura se observó durante esta fase del tratamiento con lupas de aumento de 30X) con Óxido de Ag, que reacciona con el Cloruro de Cu, transformándose en Cloruro de Ag, que es más estable. El Apolo, cuerpo y piernas, se inhibieron seguidamente con un compuesto orgánico Benzotriazol (BTA) disuelto al 3% en un disolvente metilado, y se aplicó a toda la superficie, externa e interna de la obra. Como esta fase del proceso resulta esencial para evitar el progresivo deterioro de la escultura, seguidamente se aplicó una capa protectora con una resina acrílica que incluye en su formulación el inhibidor BTA y un filtro UV.

La protección final se realizó con una película de cera microcristalina mezclada con una resina acrílica aplicada sobre la superficie. Si bien en la restauración que se efectuó en 1990, no se planteó en ningún momento la reintegración de lagunas por motivos estéticos, se consideró que la eliminación de éstas y de los ojos colocados en 1967 pudiera perjudicar a la pieza y devolverle una apariencia que resultase desagradable a la vista y se dejó con las reintegraciones de la primera restauración. La pierna, restaurada en el presente año, no ofrece dudas respecto a la reintegración de las lagunas para recuperar un aspecto estético. Actualmente, los criterios de conservación aconsejan la mínima intervención sobre la obra, y el dejarla con las lagunas con que se encontró, no afecta en absoluto en la continuidad de la escultura, ni en el conjunto del Apolo, y esta disparidad de criterios en una misma pieza, indica la evolución en las diferentes fases del tratamiento de restauración a lo largo del tiempo y la necesidad de concienciar-nos en que deben predominar los elementos y conceptos que determinan la conservación del patrimonio incluso sobre las motivaciones estéticas.

PROPUESTA DE MONTAJE

El montaje de la pierna separada de la escultura resulta un reto fasci-



Apol·lo de Pinedo. Proposta de muntatge: 1. Barra d'acer roscada ancorada a la cintura; 2. Placa d'acer; 3. Barra de la cama; 4. Subjecció de la placa metàl·lica al suport de pedra; 5. Bloc de pedra amb forat central per a embotir l'estructura. Estria per a encaixar la figura.

Apolo de Pinedo. Propuesta de montaje: 1. Barra de acero roscado anclado a la cintura; 2. Placa de acero; 3. Barra en la pierna; 4. Subjección de la placa metálica al soporte de piedra; 5. Bloque de piedra con agujero central para colocar la estructura. Estria para encajar la figura.

te fascinant. En principi, el trenc de la cama està tan desgastat que no encaixa d'una manera efectiva; d'altra banda, la història de l'escultura inclou la separació de la cama de la resta durant trenta anys almenys, que unit a la no reintegració per motius estètics determinen realitzar el muntatge de manera que, sense trencar la idea de conjunt, es diferencie mínimament la cama de la resta de l'escultura.

El seient en que reposava l'escultura no existeix, i l'única referència que se'n té és el d'una escultura semblant en el Museu de Nàpols que seu sobre una roca. Fer un muntatge paregut, sense cap documentació que el justifiqui, no encaixa amb els criteris actuals, motiu pel qual s'opta per un asèptic bloc rectangular de pedra, desproveït de protagonisme, però que aconpleix la funció de sustentació de l'*Apol·lo* i fa de base on s'ancora tota l'escultura i se subjecta la cama solta. A l'alçada dels costats de la figura, per la banda de dins, dues barres d'acer inoxidable de rosca contínua fan de topalls per a mantenir una placa rectangular d'acer amb un orifici per on s'emboteix una barra que té l'extrem oposat ancorat en un bloc de resina col·locat en la cama que cal subjectar. Tot el conjunt descansaria sobre un bloc de pedra on seu la figura. Els materials, tant la pedra com l'acer inoxidable de l'estructura interna, resulten inerts per a la conservació del metall de l'escultura.

Si bé la conservació activa es tradueix en una intervenció directa sobre les degradacions, aquests tractaments resulten inútils i costosos, si no s'incideix en una política de conservació passiva que ha de tractar de mantenir la peça en unes condicions constants d'humitat i temperatura i en una revisió sistemàtica en l'escultura de períodes anuals. Els tractaments de conservació són més efectius, menys agressius i més econòmics que qualsevol restauració. Com la raó i algun teòric de la restauració i la Llei del Patrimoni Històric Espanyol determinen, tots tenim l'obligació de transmetre el nostre patrimoni en les millors condicions a les generacions que han de venir.

AGRAÏMENTS

Expresse la meua gratitud als meus companys del Departament de Radiologia i als laboratoris de l'ICRBC, per l'ajuda prestada en la preparació d'aquest article; i als lectors del manuscrit, Emma García Alonso i Francisco Moreno Arrastio, per la seua paciència i les seues valuoses correccions.

nante. En principio la fractura de la pierna está tan desgastada que no encaja de una manera efectiva; por otra parte, la historia de la escultura, incluyendo la separación de la pierna del resto durante al menos 30 años, unido a la no reintegración por motivos estéticos determinan realizar el montaje de manera que, sin romper la idea de conjunto, se diferencie mínimamente pierna y resto de la escultura.

El asiento sobre el que reposaba la escultura no existe, y la única referencia que se tiene es de una escultura similar del Museo de Nápoles, que se asienta sobre una roca. El realizar un montaje parecido, sin ninguna documentación que lo justifique no encaja con los criterios actuales, así que se opta por un aséptico bloque rectangular de piedra que carece de protagonismo, pero cumple la función de sustentación del Apolo y la base en donde se ancla toda la escultura y se sujeta la pierna suelta. A la altura de las caderas de la figura (por el interior) dos vástagos de acero inoxidable de rosca continua, sirven como topes para mantener una pletina de acero rectangular con un orificio por el que se embute un vástago que tiene el extremo opuesto anclado en un bloque de resina colocado en la pierna a sujetar. Todo el conjunto, reposa sobre el bloque de piedra en el que se asienta la figura. Los materiales, tanto la piedra, como el acero inoxidable de la estructura interna, resultan inertes para la conservación del metal de la estructura.

Si bien la conservación activa se traduce en una intervención directa sobre las degradaciones, estos tratamientos resultan inútiles y costosos si no se incide en una política de conservación pasiva, que ha de constar en mantener la pieza en unas condiciones constantes de humedad y temperatura y en una revisión sistemática de la escultura en períodos anuales. Los tratamientos de conservación son más efectivos, menos agresivos y más económicos que cualquier restauración. Como la razón y algún teórico de la restauración y la Ley del Patrimonio Histórico Español determinan, todos tenemos la obligación de transmitir nuestro patrimonio en las mejores condiciones a las generaciones venideras.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud a mis compañeros del Dpto. de Radiología y laboratorios del ICRBC, por la ayuda prestada para preparar este artículo y a los lectores del manuscrito, Emma García Alonso y Francisco Moreno Arrastio, por su paciencia y sus valiosas correcciones.

BIBLIOGRAFIA

- MOUREY, W. (1987), *La conservation des antiquités métalliques*, L.C.R.R., Drauignan.
 PEARSON, C. (1987), *Conservation of marine archaeological objects*, Ed. Butterworths, Londres.
 UNESCO, 1981, *Protection of the underwater heritage*.
 ROBINSON, W.S. (1981), *Maritime Archaeology, First aid for marine finds*.