

## El hypnos de Almedinilla:

Metodología y proceso  
de investigación, intervención y montaje

**Raniero Baglioni**  
*Asesor técnico en Conservación  
y Preventiva del IAPH*

**Ana Bouzas Abad**  
*Conservador-restauradora del  
taller de Arqueología del IAPH*

### Introducción histórica

En este artículo exponemos la restauración por parte del Centro de Intervención del I.A.P.H.<sup>1</sup> del llamado Hypnos de Almedinilla, obra que se expone en el Museo Arqueológico Municipal de Almedinilla. Esta y otras esculturas de piedra y bronce fueron halladas en la *Villa romana de El Ruedo*, en Almedinilla (Córdoba), en el transcurso de una excavación realizada entre 1988 y 1989.

La pieza fue hallada en los ámbitos XVII y XXXVII, correspondientes al *triclinium* y a uno de los *cubicula* respectivamente (zona residencial de la *Villa*). Todas las esculturas descubiertas en El Ruedo ocuparían el entorno inmediato del estanque central, el peristilo y la estancia XVII (*triclinium*), donde se ubicarían en los nichos documentados y en el *ninphaeum* localizado al norte de esta sala<sup>2</sup>, y todas ellas parecen formar parte de un mismo programa iconográfico.

La escultura representa a Hypnos, personificación del sueño en la mitología griega, que es hijo de la Noche y de Érebo (o bien hijo de Astrea). Conducía a las almas, mediante el sueño, al mundo de la muerte y representa la suspensión momentánea de la vida, aunque, asimilándose a su hermano gemelo Tánatos (la Muerte), también puede simbolizar su cese definitivo. Es representado a menudo como un ser alado que recorre velozmente la tierra y el mar y aletarga a los demás seres, llevando como atributos un cuerno en la mano derecha y un ramo de adormideras en la izquierda.

El ejemplar de Almedinilla aparece como un muchacho joven desnudo que avanza con la pierna izquierda y está apunto de adelantar la diestra retrotraída. El giro del torso se debe a que extiende el brazo derecho hacia delante con gesto de esparcir el sueño con esa mano. La cabeza se inclina levemente hacia delante, algo vuelta a la derecha, ciñendo sus cabellos con una diadema en plata damasquinada. Caracteres iconográficos y esquema compositivo, lo asimilan a la serie de Hypnos definida por los especialistas como "*tipo Jumilla*" que se inspiraría en un original griego, posiblemente ubicado en un templo<sup>0</sup>. La integridad del Hypnos de Almedinilla permite conocer el resultado compositivo de la unión de sus paralelos más cercanos, ambos incompletos: el torso de Jumilla (actualmente en el Museo del Estado de Berlín) (véase foto2-3) y la cabeza de Civitella dell'Arno (conservada en el British Museum de Londres).

Motivo de especial especulación para los especialistas ha sido tanto la fecha de creación del modelo, como la atribución de este a grandes maestros clásicos y sus escuelas (Praxiteles o su escuela, Scopas, Leochares) o al mundo helenístico<sup>4</sup>. Actualmente parece imponerse la hipótesis de que los ejemplares hallados en contextos romanos son reelaboraciones eclécticas latinas basadas en una o varias interpretaciones, probablemente tardohelenísticas, de un original clásico del siglo IV a.C. (Praxiteles?, Scopas?).

La escultura está realizada en bronce, por el procedimiento de la cera perdida hueca. Al estar fabricada con

"método indirecto" se fundieron por separado las distintas piezas que componen la estatua y luego se acoplaron en la fase final por medio de soldaduras y remaches. Se conservan los remaches y, sobre todo en las extremidades, restos de soldadura y del armazón interno de plomo. Burbujas y otros defectos de fundición, así como limitadas irregularidades fueron corregidas al final del proceso de elaboración con el remache de plaquitas rectangulares, de las que subsisten las cuencas.

La cabeza se acopla al cuerpo mediante los dos cortes en semicircunferencia que presenta el cuello, que conforman un perfil triangular para ser encajado (sistema ya documentado en otros bronces béticos). Por otra parte, es posible, tal como apuntan sus estudiosos, que las plumas remiges primarias que aparecen seccionadas en el lateral derecho sean una marca de taller, ya que también aparecen seccionadas en la Cabeza de Hypnos de Civitella dell'Arno (Florencia).

La pieza de Almedinilla es obra anónima de cronología Incierta, aunque adscribible a época altoimperial (posiblemente sea del siglo II d. C. y, más en concreto, adrianea). Por su perfección técnica y artística se podría pensar en un origen extrapeninsular, sin embargo la cantidad y calidad de piezas documentadas en *Hispania*, sobre todo en la Baetica, ha llevado a plantear otras hipótesis, también con sus correspondientes reservas:

- D. Vaquerizo y J.M. Noguera señalan, aunque con cautela<sup>5</sup>, la posibilidad de una actuación de talleres locales de bronceístas, quizás itinerantes y al menos en torno a la capital de la Provincia (*Corduba*), para satisfacer la demanda de estas piezas de mediano y pequeño tamaño para la ornamentación de espacios domésticos.
- F. Braemer apunta la hipótesis, para esculturas de medio formato, de que fuesen importadas las matrices o moldes destinados a fundir las piezas por partes<sup>6</sup>. Este sistema de trabajo, fue el empleado en el Hypnos almedinillense (huellas de aplicación de la técnica de soldadura, desproporción entre la cabeza y el cuerpo, etc.).

Respecto al momento en que llegó a la *uilla* no puede precisarse si fue tras su elaboración (en torno al siglo II d. C.), o bien como pieza de anticuario para la colección de uno de sus propietarios, ya en época bajoimperial, a juzgar por el contexto en que se halló (siglo IV/V d.C.) y por las restauraciones de época (dedo meñique de su mano derecha)<sup>7</sup>.

La estatua apareció fragmentada en varios trozos principales: cabeza, tronco, sexo, pie y pierna derecha, pie y pierna izquierdos, partes de ambos brazos y mano derecha. Faltan la mano izquierda, los atributos de ambas manos, los globos oculares (que serían de pasta vítrea) y no hay rastro de su pedestal. (véase foto 4) Prácticamente todas las piezas escultóricas halladas en El Ruedo aparecen fragmentadas de antiguo (posiblemente en época visigoda, según investigadores responsables de la excavación y, al parecer, de forma intencionada). A este respecto la localización, forma y dirección de algunas de estas roturas arrojan bastante luz sobre la intencionalidad de las mismas, ya

1. (pág. anterior)  
Visión general del  
"Hypnos" parte frontal

que observamos cómo algunos extremos fragmentados están vueltos hacia el exterior mientras que otros bordes de las piezas fragmentadas están rehundidos en los puntos opuestos indican que estas extremidades se forzaron, manipulándolas hacia ambos lados hasta llegar al punto de rotura<sup>8</sup>. El brazo derecho (aproximadamente a la altura de la muñeca y del hombro) y la pierna izquierda (cara interna del muslo) son buena prueba de ello<sup>9</sup>.

### Intervenciones anteriores

Las intervenciones más significativas que se han efectuado sobre la escultura del "Hypnos" de Almedinilla, desde el momento de su hallazgo en la villa de "El Ruedo", hasta el momento de iniciar el tratamiento de conservación-restauración en el taller de Arqueología del Centro de Intervención del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, han sido las siguientes:

Realización de un tratamiento de limpieza mecánico-manual de manera poco afortunada, para eliminar los productos de alteración más superficiales. El resultado de esta intervención es que cada uno de los fragmentos tiene un grado de limpieza diferente porque no se aplicó una metodología concreta y uniforme.

Dicha limpieza se realizó con instrumentos mecánicos, concretamente con un torno y fresas de pulimento. Como resultado de esta intervención la superficie de los fragmentos quedó rayada ya que no se eliminó por igual la capa de concreción calcárea y las capas asociadas a los productos de corrosión básicos. La cabeza fue la única excepción a este tratamiento pues se limpió manualmente. (Foto 5).

Otra intervención que tuvo como consecuencia alteraciones en el metal, desarrollo de focos de cloruros activos, fue el almacenamiento. Los diferentes fragmentos que componen la escultura se guardaron en cajas de cartón, almohadillados por medio de trozos de poliuretano y porexpan, y con su correspondiente gel de sílice como desecador. Pero el lugar donde se depositaron las piezas tenía problemas de infiltraciones de humedad en la parte baja de la pared y en el suelo, lo cual ocasionó la putrefacción en las cajas y un desarrollo importante de dichos focos de corrosión activa en la escultura, debido al alto grado de humedad relativa de la estancia.

Debido a esta alteración que presentaban los fragmentos una vez desembalados, se realizó un tratamiento previo de inhibición, mediante el método "Organ" que consistió en el sellado de los focos de cloruros activos existentes con una mezcla de óxido de plata y alcohol etílico. Este tratamiento produce una reacción que transforma el cloruro de cobre en cloruro de plata, químicamente estable.

Por último también se intervino en la escultura, para realización de un molde, para lo cual se aplicaron productos orgánicos sobre la superficie de la misma, como protectores y aislantes, de los cuales han quedado restos en los diferentes fragmentos, sobre todo en la cabeza<sup>10</sup>.



2. Hypnos, copia romana en mármol (Museo del Prado)



3. Hypnos de Jumilla (Museo de Berlín)

### Estudios científicos-analíticos

Para el conocimiento exhaustivo de la escultura, han sido necesarios una serie de estudios preliminares los cuales nos han aportado datos, tanto de la técnica empleada para su ejecución, como de las patologías que presentaba y de su estado de conservación. Esta serie de estudios nos han dado informaciones impor-



4. Vista general del Hypnos antes de la intervención

5. Detalle de la cabeza de la escultura

tantes para la ejecución de un adecuado tratamiento de conservación-restauración.

#### Métodos de examen físico

Estos métodos han contribuido al conocimiento de las técnicas empleadas en la elaboración de la escultura, su estructura interna y externa. Se han utilizado para este estudio los siguientes procedimientos:

- Estudios gammagráficos:
  - Toma gammagráfica de la cabeza.
  - Toma gammagráfica del pie derecho, mano derecha y brazo derecho.
  - Toma gammagráfica del torso, pierna izquierda y brazo izquierdo.
- Estudios de la densidad y porosidad.
- Documentación fotográfica técnica, macro y microfotografías, fotográfica en soporte digital y videográfica.

Estos estudios nos facilitarán algunos aspectos respecto a: las técnicas de elaboración de la escultura y anti-

guas intervenciones realizadas, el estado de conservación actual en que se encuentra, las capas de corrosión y los efectos de las deformaciones.

#### Estudios analíticos

Antes de comenzar cualquier tipo de intervención sobre la escultura en bronce del Hypnos de Almedinilla, hemos de realizar una serie de estudios que nos aportaran información tanto sobre: los elementos y compuestos constituyentes, su técnica de fabricación, las distintas capas de corrosión que se han formado en la superficie del metal, las antiguas intervenciones que ha sufrido y su estado de conservación. Por lo tanto es necesario realizar los estudios analíticos necesarios aplicando diferentes técnicas de análisis. Para la realización de este trabajo se han empleado las siguientes:

- Identificación de materiales de intervenciones anteriores.
- Análisis químico sustancias inorgánicas (Espectrometría infrarroja FTIR).
- Determinación de las sales solubles.
- Análisis de concreciones y capas de corrosión (por fluorescencia de rayos X).
- Estudio metalográfico (conocimiento de los elementos y compuestos constituyentes).
  - Microscopía electrónica de barrido SEM y EDAX.
  - FT-IR. Espectrometría de Infrarrojo por Transformada de Fourier.
  - Difracción de rayos X DRX (análisis mineralógico-cristalográfico).
- Fluorescencia de rayos X dispersiva y no dispersiva (Caracterización química cualitativa y cuantitativa del metal).
- Estudio de los diferentes métodos de limpieza (Mecánicos y químicos).
- Estudio de los materiales a emplear en la intervención.
- Estudio mediambiental (microclimático y lumino-técnico).

#### Estudio metalográfico

##### Localización de muestras

Los estudios metalúrgicos y análisis de las capas de alteración desarrolladas sobre la superficie del Hypnos, nos han llevado a poder comprender más íntimamente, tanto su técnica de elaboración, como su estado de conservación actual. Se han estudiado unas cincuenta y cinco muestras.

Para el estudio metalográfico se han obtenido 30 muestras de las diversas piezas en que se encontraba fragmentada la escultura. Las muestras, en forma de viruta, con un peso comprendido entre 0.1 y 1.4 g, se extrajeron mediante una broca (de 3 mm de diámetro) del núcleo de bronce; es decir, se sacó viruta sólo de los extremos rotos de las distintas piezas. Las muestras así extraídas serán más representativas del

metal original, al no estar afectadas por los fenómenos de alteración superficial del metal. Las virutas han sido preparadas sobre una base de grafito puro, por compresión en una matriz. La pastilla obtenida ha sido analizada mediante fluorescencia de rayos X con excitación con una fuente puntual de <sup>241</sup>Am.

Además se han separado dos esquirlas diminutas para su preparación y observación metalográfica. Estas muestras han sido empastilladas en la resina de montaje, desbastadas y pulidas con los procedimientos apropiados y atacadas con cloruro férrico alcohólico. La observación con el microscopio óptico se ha realizado con campo claro, así como con luz polarizada.

Se ha determinado la densidad de las piezas del Hypnos por pesada de las muestras al aire y sumergidas en agua, lo que permite determinar su volumen. Como se conoce la composición química del metal, es posible determinar la densidad absoluta que debería tener cada pieza. La diferencia entre la densidad calculada y la real proporciona la porosidad de la fundición.

Los pesos, volúmenes y porosidad de las distintas partes se incluyen en la tabla II (gráfico 1). El peso es el medido al aire; en la columna *volumen* se consigna el del agua desplazada al sumergir la pieza, según resulta del cálculo de la diferencia de pesos al aire y sumergida, de acuerdo al Principio de Arquímedes; la porosidad, en fin, se ha calculado a partir de la diferencia entre la densidad teórica del metal, según su composición química, y la densidad real medida<sup>11</sup>.

**Análisis de los productos de corrosión desarrollados en la superficie del bronce**

**Localización de muestras**

Para la identificación de los diferentes productos de corrosión que se habían desarrollado en la superficie interna y externa de la pieza, se tomaron las siguientes muestras empleando para su interpretación las siguientes técnicas de análisis:

**Muestras del interior de la pieza (productos de alteración mas tierras adheridas):**

HALM-1	DRX.	Torso
HALM-2	DRX.	Pierna izquierda (gemelo)
HALM-3	DRX, SEM-EDAX, FT-IR	Pierna derecha
HALM-4	SEM-EDAX	Tierra color rojo

**Muestras de la superficie exterior (capas de alteración)**

HALM-5	SEM	Mano derecha interior entre los dedos
HALM-6	SEM	Mano derecha parte central
HALM-7	SEM-EDAX	Costra verde glúteo derecho
HALM-8	SEM	Abdomen junto a ombligo
HALM-9	SEM-EDAX	Zona posterior del cuello
HALM -10	SEM-EDAX	Capa corrosión roja en el muslo

**Muestras obtenidas del metal, con capas de alteración:**

HALM-11	SEM-EDAX	Muestra extraída de la pierna izquierda
HALM-12	DRX	Muestra costra de alteración pierna izquierda
HALM-13	SEM-EDAX	Muestra metal mas capa corrosión brazo derecho
HALM-14	SEM-EDAX	Muestra metal mano derecha
HALM-15	SEM-EDAX	Muestra metal mas capa corrosión tobillo pierna derecha
HALM-16	SEM-EDAX	Muestra metal más capa corrosión hombro derecho
HALM-17	SEM-EDAX	Muestra metal más capa corrosión glúteos.
HALM-18	SEM-EDAX	Muestra metal de la cabeza
HALM-19	SEM-EDAX	Muestra metal mas capa corrosión de la cabeza
HALM-20	SEM-EDAX	Capa corrosión color verde del brazo izquierdo
HALM-21	SEM-EDAX	Muestra metal de la mano derecha
HALM-22	SEM-EDAX	Muestra otro metal de la mano derecha
HALM-23	FT-IR	Costra corrosión costado derecho
HALM-24	DRX	Costra corrosión del muslo de la pierna izquierda

DRX: Difracción de rayos X.

SEM: Microscopía electrónica de Barrido.

FT-IR: Infrarrojo por transformada de Fourier

Gráfico 1

Peso en aire, volumen y porosidad de las piezas			
Muestra	Peso, kg	Volumen, cm <sup>3</sup>	Porosidad, %
Cabeza	2.927	345	6.3
Tronco y pierna derecha	10.769	1341	13.1
Mano derecha	1.054	138	17.4
Brazo derecho	0.933	114	11.9
Pie derecho	0.550	82	28.3
Brazo izquierdo	1.361	167	9.9
Pierna izquierda y pie izquierdo	3.296	390	9.4
<b>TOTALES</b>	<b>20.892</b>	<b>2576</b>	

Para el estudio de las capas de alteración se han agrupado por su color: En cada caso se empleó la técnica más resolutive. Hay que destacar que las diferentes muestras que se han extraído son una mezcla de los distintos componentes mineralógicos de las diferentes capas de alteración. Las costras se han desarrollado de forma desigual en la superficie de los fragmentos, aunque la concentración de las mismas aparezca localizadas en ciertas zonas<sup>12</sup>.

**Composición química del metal**

De forma resumida podemos decir que se trata de un bronce plomado con un pequeño contenido de hierro, así como trazas de plata y antimonio. En todas las piezas

analizadas se empleó un bronce con un contenido de estaño entre el 5 y el 7%, a los que se añadieron cantidades variables de plomo. En este sentido, se han observado dos tipos de fundición bien distintas. Una de ellas con un contenido de plomo del 11% y la otra con un 23%, aproximadamente. La cabeza y el brazo izquierdo han sido obtenidos con la aleación más pobre en plomo. El resto de piezas tienen contenidos de plomo superiores al 18%. No hay indicios concluyentes de que la plata detectada provenga del plomo, ya que los contenidos de plata no muestran correlación con los de plomo. La presencia de hierro es propia del uso de cobres extraídos de minerales piríticos, aunque debieran haberse detectado también cantidades minoritarias de azufre.

Es difícil obtener más conclusiones atendiendo solo a la composición química, ya que las composiciones de todas las piezas, menos las señaladas de la cabeza y brazo izquierdo, son muy similares. Con las reservas anteriores, parece que el pie derecho podría estar fundido aparte de la pierna derecha. En cambio las composiciones de la pierna izquierda y de la planta del pie del mismo lado son muy similares. Hay que señalar, por otra parte, que el relleno de la mano derecha es de bronce (gráfico 2) <sup>13</sup>.

### Datos técnicos de la obra

#### Técnica de elaboración

El cobre fue el primer metal utilitario conocido por el hombre, por su maleabilidad era cómodo de labrar, pero a menudo resultaba demasiado blando. Muy pronto con la adición de otros metales o minerales diversos, se intentó sacar mejor provecho de este metal básico.

A partir del Bronce Medio, por motivos técnicos (para reducir la temperatura de fusión y aumentar la fluidez de la aleación) o económicos (cambiar un metal caro, como es el estaño, por otro más barato y fácil de conseguir), al bronce se le añadió una proporción de plomo más o menos grande, lo que traía cierta pérdida de resistencia.

Los bronces griegos estaban hechos de verdadero bronce de estaño. El bronce en época romana destinado a ser vaciado, por ejemplo en estatuas, tiene normalmente una fuerte proporción de plomo. Plinio

el Viejo menciona la adición de diversas clases de plomo, como el plomo metálico (*plumbum nigrum*) o el plomo argentífero (*plumbum argentarium*).

Se presentaba además otra particularidad, la presencia de cinc. Aunque entonces no se conocía el cinc en forma metálica, calentando el cobre en presencia de calamina (o smithsona) y un agente reductor como el carbón vegetal, el cinc presente en la calamina se reducía junto con el cobre. La presencia de cinc y plomo en el bronce, aumentaba sus cualidades de rozamiento, facilitaba el trabajo en frío y abarataba los costes.

Se puede considerar que los bronces de época romana son aleaciones ternarias (cobre, estaño y plomo) o cuaternarias (cobre, estaño, plomo y cinc). El plomo argentífero se utilizaba cuando estaba dedicado a la estatuaria.

A partir del s. III d. C., la técnica se perfeccionó y el Molde se hizo de varias piezas, lo que permitió la reproducción seriada. Se llegó a la fabricación metódica de cuerpos en los cuales podían ponerse diversas cabezas; cuerpos idealizados o vestimentas estandarizadas sobre los cuales se colocaban cabezas de emperadores o magnates <sup>14</sup>.

El Hypnos se realizó por partes: cabeza, brazo derecho, brazo izquierdo, torso y pierna derecha y pierna izquierda o de apoyo.

La manufactura en este tipo de escultura puede ser como un archivo físico no inmediatamente legible, pero si se puede distinguir la habilidad y pericia del fundidor, y establecer si la fusión se ha realizado con una o más coladas, como en este caso. Esta situación es frecuente en el bronce arqueológico y se pone en evidencia mediante: radiografías, gammagrafías, ultrasonidos, termografías o endoscopias. (Foto 6).

La técnica utilizada en la elaboración de la escultura, es la fundición del bronce por el método de la cera perdida en hueco, por "método indirecto", es decir las piezas se fundieron por separado y luego se acoplaron en la fase final por medio de remaches y soldaduras. (Foto 7).

En este sentido, según la analítica realizada se podría decir que la pieza está realizada con dos fundiciones distintas. El brazo izquierdo y cabeza, se han ejecuta-

Gráfico 2

Composición media de cada pieza (XRD)

Muestra	Cu, %	Sn, %	Pb, %	Fe, %	Ag, %	Sb, %
Cabeza	81.8	5.7	11.4	0.9	0.12	0.15
Tronco. Zona cuello/hombros	72.7	4.3	22	0.78	0.09	0.08
Brazo y mano derecha	74	3.7	21.3	0.82	0.08	0.09
Pierna derecha. zona tobillo	75.3	5.8	18.1	0.73	0.07	0.09
Pie derecho	69.6	4.5	24.9	0.81	0.07	0.08
Brazo izquierdo	82.7	6.1	10.3	0.7	0.11	0.14
Pierna izquierda. zona ingle	72.3	3.9	22.8	0.8	0.1	0.08
Pie izquierdo. en la planta (1 an<l.)	69.6	3.7	25.9	0.7	0.09	0.08

do con una cantidad menor de plomo en la composición, un 11%. El resto se ha elaborado con una aleación más rica en plomo un 23%.

Los defectos, burbujas y demás muestras de la elaboración fueron corregidos en el proceso final, como lo atestiguan injertos en diversas zonas de la escultura y restos de sedes originales donde faltan dichas plaquitas rectangulares<sup>15</sup>. La cabeza lleva el pelo recogido con una diadema o "taenia" que esta decorada con motivos vegetales de plata damasquinada. La cabeza es la única pieza que ensambla sin soldadura y por su propio peso mediante el corte biselado que presenta.

El grueso medio de la colada es de 3,5 mm. Los puntos que tienen que aguantar más peso o sufrir más tensiones, como las ingles y axilas son algo más gruesas, con unos 6,9 mm de espesor. La ingle izquierda presenta un grosor entre 10,8 y 12,2 mm.

La escultura mide de perfil 89 x 83 cm. Su peso es de 21,2 Kg. Su sujeción al pedestal original sería probablemente de plomo, que fue incluido en el interior de los pies, sujeto a su vez a otra masa de plomo que actúa como contrapeso y fijación vertical de la pieza. Todo el conjunto estaba fijado al pedestal impidiendo que la escultura oscilase hacia los lados o se inclinara hacia delante.

### Estado de conservación

Las alteraciones que presentaba la escultura fueron una consecuencia directa de una serie de agentes de deterioro que generalmente son externas a la misma: intervenciones anteriores, medioambiente, manipulaciones inadecuadas, etc...

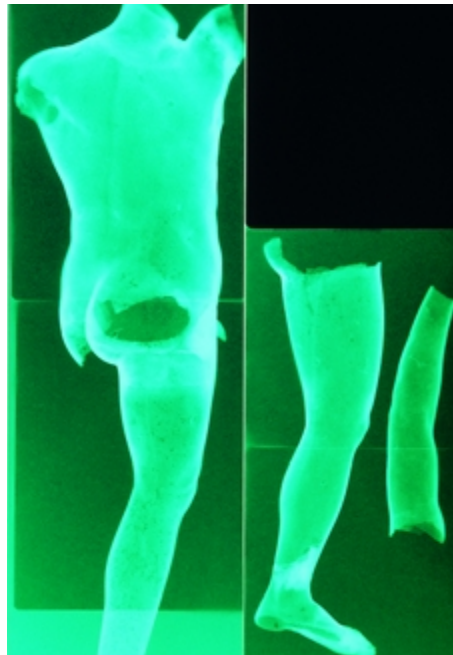
La escultura se hallaba fracturada e incompleta, debido a la rotura intencionada que sufrió en un momento indeterminado. Se encontraron varias piezas principales: tronco, pie, pierna izquierda, brazo derecho e izquierdo, mano derecha y cabeza. La mano izquierda ha desaparecido y la derecha ha perdido los atributos que portaba.

En la siguiente relación se incluye el número de inventario que se atribuyo a cada uno de los fragmentos y la estancia de la *villa* donde fue encontrada (gráfico 3):

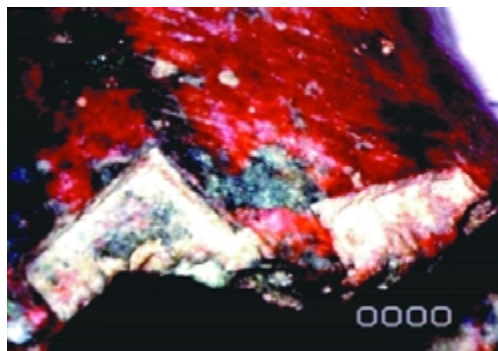
### Principales alteraciones

El estado de conservación de la pieza, a pesar de haber estado enterrada durante siglos, podemos decir que en líneas generales es bueno. Se encontraba fragmentada en siete piezas principales.

La escultura presentaba, a pesar de la intervención que sufrió a finales de los ochenta, una superficie con abundantes concreciones terrosas. También el interior contenía restos de tierras adheridas y del alma de fusión.



6. Detalle del interior de la escultura con técnica gamma-gráfica



7. Detalle de las sedes para alojar los remaches

Gráfico 3

Pieza	Nº Inventario	Estancia
Cabeza	RU-89- nº 54	XXXVII/89
Mano derecha	RU-89- nº 49	XVII/89 (21-III-89)
Pierna izquierda	RU-89- nº 48	XVII/89 (18-III-89)
Pie derecho	RU-89- nº 47	XVII/89 (18-III-89)
Brazo izquierdo	RU-89- nº 50	XVII/89 (29-VI-89)
Brazo derecho	RU-89- nº44	XVII/89 (30-III-89)
Parche y fragmento	RU-89	XVII/89 (29-VI-89)
Torso	Sin nº	XVII/89

En la pieza podíamos encontrar los productos de corrosión que se forman cuando un bronce permanece largo tiempo enterrado: óxidos, carbonatos, sulfuros, sulfatos, silicatos y cloruros. Podemos hallarlos en forma de: óxidos cuprosos, cúpricos, de plomo y estaño. (Foto 8).

En la escultura se desarrollaron capas de corrosión sobre el metal de óxido cuproso y cúprico. La cuprita, masa mineral de color rojo ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), que en este caso recubre prácticamente la mitad de la superficie de la escultura, se ha desarrollado lenta y uniformemente,

solo presentaba ligeras deformaciones en zonas concretas, como la espalda estable.

La tenorita, óxido cúprico, puede formar películas uniformes de carácter protector, aunque en determinadas aleaciones, donde el cobre no está bien mezclado con, Sn, Pb o Zn, puede incluir manchas negras. Esta capa se observaba más claramente en la cabeza y el brazo izquierdo.

Se han formado también compuestos en capas muy finas y uniformes de carbonatos básicos de cobre, malaquita,  $(\text{Cu}_3 (\text{OH})_2 \text{CO}_3)_2$  que son muy estables.

Las capas carbonatadas que se encuentran sobre el óxido cuproso en todas las piezas que componen la escultura son muy porosas. Se detectó presencia de cloruros de forma local en todos los fragmentos que componen la escultura. Este tipo de alteración se produce cuando se combina el cobre con el ion  $\text{Cl}^-$  y sus compuestos formando: cloruro cúprico, cloruros básicos de cobre, etc.

Estas combinaciones dan lugar a la existencia de cloruros activos, que alteran la estabilidad de las incrustaciones minerales. Se detectan por su color verde pálido característico y aspecto pulverulento. Las reacciones químicas que sufren los objetos de bronce enterrados varían considerablemente. Las condiciones del suelo, terrenos más o menos húmedos, más o menos aireados, ácidos o básicos, provocan formaciones sobre el metal de diversa entidad.

Podemos observar también otro tipo de alteración en la superficie del metal: picaduras o cráteres. Son debidas a la acción del medio, suelo, atmósfera-metal, y a los depósitos que favorecen los procesos químicos que dan lugar al "efecto pila".

En la superficie interior y exterior de la escultura las costras que se han formado son fundamentalmente carbonatos de calcio en forma de calcita, en algún caso dolomita, filosilicatos y cerusita (carbonato de plomo). Estas costras son las más gruesas y se desprenden con facilidad. Todas estas capas carbonatadas se han desarrollado debido a la cantidad de calcio y magnesio contenido en el suelo donde yacía enterrada la escultura. A esto se añade las aportaciones de compuestos de carbonato cálcico y cálcico-magnésico provenientes de los materiales constructivos de la villa <sup>16</sup>.

En los casos en que la plata aparece incrustada sobre un soporte de cobre con una finalidad decorativa, como en la cabeza de Hypnos, a menudo podemos observar como este metal noble está cubierto de concreciones verdosas provocadas por la corrosión del cobre. La taenia o diadema con decoración damasquinada que porta la cabeza de Hypnos, está en excelente estado de conservación debido a la protección catódica de la plata en presencia del cobre.

Los fragmentos que componían la escultura de "Hypnos" presentaban estados de conservación parecidos, solo la cabeza presentaba un desarrollo de las capas de

corrosión diferente, debido quizás a su distinta ubicación. La formación de capas de corrosión que presentan parecen haberse desarrollado de una manera más lenta y uniforme que el resto, posiblemente debido a que en esa zona el medio era menos agresivo. El medio condiciona el estado de conservación de las piezas.

El interior de la escultura no ha sido tratado anteriormente encontrándose tierras adheridas, restos debidos a su enterramiento y tierras rojas, en pequeña proporción, que son restos del alma de fusión empleada para su fabricación por el método de la cera perdida.

Tampoco se realizó un tratamiento de limpieza para la eliminación de los restos de materiales orgánicos que han quedado en la superficie de la escultura, después de haber realizado la copia de la pieza.

La agresión antrópica, que sufrió la pieza en un momento indeterminado ha provocado deformaciones estructurales importantes en las zonas de fractura, hacia el exterior o el interior de la pieza. Se aprecian sobre todo en el brazo y su muñeca derecha, la unión de los brazos con los hombros, en la unión de la pierna izquierda con el torso y en la pierna derecha con su pie. Las fracturas no corresponden al lugar exacto de las uniones originales. Las deformaciones que sufren las piezas son irreversibles. Estas irregularidades del soporte no favorecerán el correcto ensamblaje de las diferentes piezas a la hora del montaje de la escultura, pero el criterio de intervención es el de conservación y recuperación de la lectura integral de la pieza sin llegar en ningún momento a la corrección de estas alteraciones estructurales.

La superficie de la escultura presenta numerosos arañazos, debidos a la limpieza a que fue sometida, y golpes realizados con elementos contundentes, producidos probablemente en el momento del hallazgo y posterior extracción. Se aprecian sobre todo en la cabeza, zona del mentón, en el brazo derecho golpes en la zona del codo, en el brazo izquierdo en la zona del tríceps, la fractura del dedo pulgar y una incisión profunda en el índice de la mano derecha, completan el cuadro de agresiones antrópicas.

### Tratamiento realizado

El criterio seleccionado en la intervención ha sido el de conservación y recuperación de la lectura integral de la pieza. Se ha empleado una metodología de trabajo que parte de los resultados de los estudios preliminares realizados: históricos, analíticos, datos técnicos y su particular estado de conservación.

Todo el proceso, tanto el de conservación como el propio de intervención, ha sido documentado fotográficamente. Se realizaron test de limpieza, tanto para la eliminación de depósitos superficiales, como del tratamiento de las capas de corrosión. También se abordaron las primeras pruebas de desalación, que pusieron de manifiesto la presencia de sales solubles.

Para la realización de los estudios arqueométricos se tomaron muestras de todos los fragmentos que conformaban el "Hypnos".

### Control mediambiental de la zona de trabajo

Antes de acometer los trabajos de restauración, se acondicionó el taller de arqueología para conseguir unas condiciones estables de humedad relativa y temperatura. Esta fase de la intervención, es muy importante en el tratamiento de metales, ya que parte de la estabilización del metal depende de ellas.

Se colocaron deshumidificadores para estabilizar el ambiente, no sobrepasando en ningún caso el 40% de humedad relativa y los 18-20°C de temperatura. Con un termohigrómetro portátil se controlaba la presencia de humedad interna en la pieza.

### Limpieza superficial y eliminación de capas de corrosión

Una vez realizados los estudios preliminares a fin de encontrar los métodos más idóneos para realizar la limpieza superficial, se procedió a eliminar en primer lugar los productos empleados en antiguas intervenciones. Se comenzó este proceso limpiando los fragmentos por medio de disolventes orgánicos (iso-Octano,  $C_8H_{18}$ ), ya que presentaban restos de cera. Después se trataron, salvo la cabeza y el brazo izquierdo, de forma mecánico-manual con micro-torno, con el fin de eliminar las capas de carbonatos de calcio que presentaba en toda la superficie. (Foto 8-9-10).

Fue necesario utilizar un micro chorro de agua a presión, para eliminar restos de tierra del interior de la pieza, ya que el acceso de forma mecánico-manual era muy difícil.

Una vez finalizada la fase de limpieza, eliminación de concreciones de la superficie externa e interna de la pieza adquiridas en el contexto, se pasó al tratamiento de las capas de corrosión. En general la superficie de la pieza no presentaba corrosión deformante. El desarrollo de las capas de corrosión con el metal subyacente ha sido bastante uniforme en todos los fragmentos que componen la escultura, solo el lado derecho de la espalda presentaba pequeñas zonas con acumulaciones de productos de corrosión deformantes.

Se trataron de forma mecánico-manual, rebajando los espesores de las capas de corrosión, pues estas pueden favorecer los procesos corrosivos al ser muy porosas.

### Tratamiento de decloruración

Los cloruros activos son compuestos químicos muy inestables localizándose en los productos de corrosión, en la capa subyacente metal-productos de corrosión o generalizados por toda la pieza.



8. Detalle de las capas de alteración en la superficie de la escultura.

9. Detalle de la limpieza con torno

10. Detalle de la escultura a mitad de la limpieza.

Los fragmentos no presentaban focos de corrosión activa, ya que se había realizado con anterioridad un tratamiento de inhibición de forma puntual por el método "Organ". Pero no se trató en su totalidad, por lo cual se ha debido completar el tratamiento de eliminación de cloruros.

Se procedió por tanto a su inmersión en un baño de agua desmineralizada para la eliminación de los iones Cl<sup>-</sup>. (Foto 11).

Los baños se renovaban periódicamente tomando muestras para hacer un seguimiento del proceso. Las muestras se analizaban con un conductímetro que daba la concentración de iones. Estos valores se expresan en S/cm (conductividad específica), aunque también pueden expresarse por el concepto de salinidad (m/l ó g/l), que se refiere a la concentración hipotética del NaCl con la misma conductividad de la muestra. (Foto 12).

Cada pieza de la escultura fue tratada por separado, ya que se consideró que los valores en concentración de iones Cl<sup>-</sup> podían dar resultados diferentes en cada uno de los fragmentos, lo cual se constató cuando se realizó el seguimiento de dechloruración.

El método resulta más efectivo, cuando se elimina previamente la capa de concreción calcárea y se desengrasa los fragmentos. Este tratamiento previo favoreció la extracción de las sales solubles. (Gráfico 4).

**Estabilización y secado**

Una vez finalizado el tratamiento de dechloruración se procedió a la estabilización de las diferentes piezas. Este tratamiento puede efectuarse antes o después, pero es más aconsejable realizarlo una vez eliminadas las capas de carbonatos y tratadas las de corrosión, si el metal lo permite por su estado de conservación, ya que facilita su estabilización.

Entre los diversos procesos de estabilización se optó por un tratamiento en masa. Se utilizó el Benzotriazol (BTA), por inmersión de los fragmentos que componen la escultura, en una solución al 3% en alcohol etílico durante diez días<sup>17</sup>.

Una vez finalizado el tratamiento la pieza se seco en estufa de secado con extracción de aire, subiendo la temperatura progresivamente hasta 105° C, durante unas dos horas.

**Reintegración volumétrica y presentación estética**

Una vez ensambladas todas las piezas y recuperada la unidad de la pieza se procedió a la reintegración volumétrica de las lagunas, zonas donde el componente original, se había perdido. El criterio de reintegración empleado ha sido a bajo nivel, para distinguir el original de las reconstrucciones, lo cual nos dará una visión de unidad de la pieza y al mismo tiempo tendremos una diversificación entre el material original y el material de reconstrucción. Se utilizó como material de re-

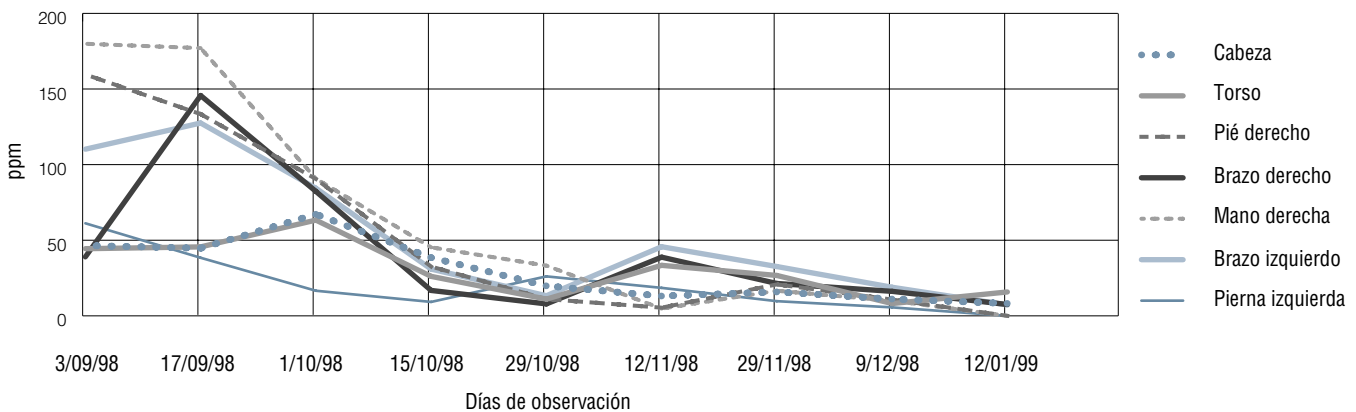
11. Eliminación las de sales solubles en un baño de agua desmineralizada

12. Medición de las sales solubles



Gráfico 4

Seguimiento de dechloruración del Hypnos de Almedinilla



construcción una resina epoxi cargada de dos componentes. Una vez mezclados se transforma, sin retracción en el fraguado, en un sólido duroplástico <sup>18</sup>. (Foto 13-14).

Para complementar la reintegración volumétrica se realizó una presentación estética entonando cromáticamente las zonas reconstruidas mediante pigmentos al barniz Maimeri <sup>19</sup>.

Gráfico 5

Valores de la concentración de iones de Cl <sup>-</sup>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Cabeza</b>	3/09/98	17/09/98	1/10/98	15/10/98	29/10/98	12/11/98	26/11/98	9/12/98	12/01/99
P.p.m.	46,5	44,7	67,2	38,5	19,8	13,1	15,8	11,1	8,2
μS/cm	24,2	23,1	38,1	20,2	10,1	6,6	8,2	5,1	0
<b>Torso</b>	3/09/98	17/09/98	1/10/98	15/10/98	29/10/98	12/11/98	26/11/98	10/12/98	24/12/98
P.p.m.	44,4	45,6	63,3	26,1	11,07	33,4	26,7	8,14	15,8
μS/cm	23,1	23,6	34,7	13,6	0	17,3	14,5	0	8
<b>Pie</b>	3/09/98	17/09/98	1/10/98	15/10/98	29/10/98	12/11/98	26/11/98	10/12/98	24/12/98
P.p.m.	159,6	133,4	90,5	32,6	11,07	5,41	20,8	10,78	0
μS/cm	82	69,9	46,6	16,8	0	0	10,7	0	0
<b>Brazo Dcho.</b>	3/09/98	17/09/98	1/10/98	15/10/98	29/10/98	12/11/98	26/11/98	10/12/98	24/12/98
P.p.m.	39	145,7	82,3	16,8	7,9	38,8	21,4	16,2	7,5
μS/cm	20,3	76,8	43,2	8,5	0	20,1	11,0	8,6	0
<b>Mano. Dcha.</b>	3/09/98	17/09/98	1/10/98	15/10/98	29/10/98	12/11/98	26/11/98	9/12/98	12/01/99
P.p.m.	179,9	178,8	90,7	45,3	33,2	4,8	16,6	10	0
μS/cm	94,9	93,9	46,5	24,3	17,1	0	8,3	0	0
<b>Brazo. Izdo.</b>	3/09/98	17/09/98	1/10/98	15/10/98	29/10/98	12/11/98	26/11/98	9/12/98	12/01/99
P.p.m.	110,2	127,5	84,4	30,9	13,3	45,7	32,6	18,9	7,2
μS/cm	57,8	66,7	43,6	15,9	6,8	24,4	16,9	10,2	0
<b>Pierna. Izda.</b>	3/09/98	17/09/98	1/10/98	15/10/98	29/10/98	12/11/98	26/11/98	9/12/98	12/01/99
P.p.m.	61,2	38,4	16,6	9,2	26,1	18,5	9,7	5,6	0
μS/cm	32	40,1	8,38	0	13,6	0	0	0	0

### Capa de protección

Las capas de protección tienen una función preventiva y aislante con respecto al medio ambiente. Esta protección se debe aplicar una vez que la pieza está bien desengrasada y seca, ya que sino la humedad que quedase en la pieza, sería retenida debajo de esta capa de protección provocando nuevos focos de corrosión.

Para la protección final de la escultura se ha utilizado cera microcristalina RENAISSANCE, que contiene: cera, tolueno, acetona y benzotriazol.

### Montaje de la escultura: características técnicas y sistemas constructivos

Ultimados los tratamientos conservativos, se procedió a la última fase del proceso, el montaje de la escultura con objeto de restituir una continuidad estructural y una unidad de lectura de la obra para su presentación al público en el Museo. En el caso del *Hypnos*, el I.A.P.H. formuló una propuesta metodológica de ensamblado de las diferentes piezas desde la óptica de su reversibilidad.

Es frecuente encontrar esculturas de proveniencia arqueológica, en un estado de fragmentación producido por hechos mecánicos de diferente naturaleza, o debido a problemas de fragilidad de las soldaduras originales, produciendo en muchos casos la separación de la cabeza del tronco y de éste, de las extremidades superiores e inferiores.

En la intervención de restauración, y más concretamente en su fase de presentación, la restitución de la continuidad estructural y estética de la obra, y de consecuencia su ensamblado y montaje, representan unas de las fases de importancia prioritaria, por los problemas que en este caso concreto implica para la obra, zonas de contacto entre la estructura de sostén y el original, que requieren de soluciones a veces no tan fáciles.

Los procedimientos utilizados en el pasado prevenían el empleo de elementos metálicos que cumplieran la función de unir los diferentes fragmentos. La rigidez interna del objeto una vez ensamblado se obtenía mediante el relleno de las oquedades con materiales tales como empastes cementicios, resinas naturales, azufre fundido, o en tiempos más recientes, con resinas epoxídicas o poliésteres.



13. Detalle de la reintegración volumétrica

14. Detalle de la presentación estética

Estas técnicas, de ensamblado, presentan unos inconvenientes importantes:

- Irreversibilidad del procedimiento.
- Imposibilidad de poder efectuar controles de mantenimiento.
- Imposibilidad de poder realizar investigaciones después de la restauración.

La idea de modificar estos métodos de ensamblado, se desarrolló en el Istituto Centrale del Restauro de Roma (I.C.R.) en 1979 por el Profesor Alberto Di Maio que investigó por primera vez un tipo de montaje reversible para el Efebo de Selinunte. Los resultados prometedores de esta primera experiencia indujeron a los técnicos del laboratorio de restauración arqueológica y a los técnicos del laboratorio de física y controles ambientales del I.C.R., a desarrollar esta idea con objeto de poner a punto una propuesta metodológica para el Ensamblado reversible de obras metálicas huecas, que podemos resumir en el siguiente proceso:

- a Investigación preliminar del estado de conservación de la obra y medición de las características mecánicas del material que lo constituye.
- b Proyecto y realización del sistema mecánico para el ensamblado reversible de las diferentes piezas.
- c Estudio de la interacción mecánica entre el dispositivo de ensamblado y la obra.

Teniendo en cuenta, que cada obra es diferente de otra, y que cada fragmento que componen el objeto

son morfológicamente diferentes, el sistema de ensamblado debe prever soluciones particulares y adecuadas para cada tipo de unión.

A raíz de las experiencias realizadas por el I.C.R. en los años 80 sobre técnicas de montaje reversible y sobre la metodología necesaria para poner a punto un proyecto de esta índole, nos planteamos en el Sector de Conservación Preventiva del IAPH articular una propuesta metodológica de ensamblado de las diferentes piezas componente la escultura que nos ocupa desde la óptica de su reversibilidad, que permitiese devolver a la obra la unidad perdida partiendo de la premisa que conserva su integridad dentro del estado de fragmentación en el que ha llegado a nuestros días. Esta propuesta parte de las siguientes consideraciones técnicas:

- La característica esencial del método consiste en obtener la rigidez interior de los fragmentos originales de la obra mediante vínculos constituidos por elementos sintéticos rígidos o semirígidos.
- Los elementos añadidos vienen bloqueados por expansión en las oquedades en áreas geométricamente idóneas de la obra.
- La unión entre los distintos fragmentos tiene que obtenerse mediante el empleo de tensores metálicos.
- Estos dispositivos tendrán que operar a través de mecanismos de tracción y de expansión.
- Los únicos elementos que deberán entrar en contacto directo con la superficie interna de la obra, son los elementos en material sintético, con objeto de evitar interacciones de posibles fenómenos de corrosión electroquímica debida al contacto directo con metales de diferente composición (Par galvánico).

### Estudio preliminar sobre modelos físico

Una escultura en bronce como la que nos ocupa presenta unas características técnicas y constructivas que hay que tener en consideración en el diseño del sistema de ensamblaje, acoplamiento y puesta en pie de la obra, nos referimos a la forma geométrica irregular de las partes que la componen, la deshogeneidad de espesores de la aleación, los defectos de diferente naturaleza presentes. Todos estos factores hacían necesario realizar una experimentación preliminar de los distintos sistemas posibles y de los materiales a emplear a fin de evaluar su idoneidad, facilidad de manipulación, reversibilidad, adecuación, etc.

Estos motivos justificaron la realización de una serie de simulaciones utilizando unos modelos físico preestablecidos, con una geometría lo más similar posible al original, tales como formas cilíndricas y tronco-cónicas, manteniendo unas dimensiones de los prototipos de simulación, máxima, media y mínima lo más cercana posible a la realidad.

Para la realización de estas primeras experimentaciones se partió de las investigaciones realizadas por los científicos e investigadores A. Di Maio, G. Accardo y

M. Micheli sobre las esculturas del Afebo de Selinunte y el Eros del Museo Nazionale Romano.

Del estudio, de las mencionadas intervenciones, y de los sistemas utilizados para el montaje de estas piezas, destacamos que los materiales utilizados para las prótesis eran materiales rígidos que, oportunamente trabajados y mediante unos sistemas de tensores a tracción, expandían los elementos rígidos realizados en resinas poliésteres.

Sobre todo nos atrajo la atención la complejidad del sistema de control que fue necesario disponer para contener las deformaciones y medir la interacción mecánica que se establece entre el original y el dispositivo cuando este último entra en función. Visto que, en los puntos donde los vínculos trabajan por expansión, se producen unas tensiones mecánicas del material original que se traducen en un proceso de esfuerzos y deformaciones. Claro está que estas deformaciones eran transmitidas a una superficie más o menos extensas según la forma y la dimensión del vínculo y a la intensidad de la tensión creando una variación de la morfología del objeto, teniendo en cuenta que el espesor del bronce no es uniforme en todos los puntos.

La tipología de los tensores y las formas de los vínculos utilizados habían inducido deformaciones reconducibles a esfuerzos axiales de compresión y a variaciones radiales de expansión. Particular atención hubo que prestar a los bordes de la rotura en las uniones de los distintos fragmentos, en cuanto son zonas límites y podían presentar esfuerzos concentrados con una distribución casual en estrecha relación con la morfología de estas áreas y con los espesores del bronce.

El estudio y análisis de estas intervenciones, nos hicieron reflexionar y nos condujeron a una serie de conclusiones, que brevemente resumimos:

- Porqué no sustituir el sistema de vínculos rígidos por un sistema más elástico que se adaptase perfectamente a las superficies internas de las piezas originales sin ocasionar las deformaciones, anteriormente mencionadas, y sobre todo, que permitiese obtener de forma uniforme y en todos los puntos del material original, la expansión producida por los tensores, repartiendo de esta forma los esfuerzos de manera equilibrada y en cada punto de la circunferencia interna de los fragmentos.
- Porqué no crear un sistema de expansión múltiple, que repartiese los esfuerzos del centro hacia el exterior mediante el empleo de materiales con elasticidad variable, evitando de esta forma la transmisión de los esfuerzos de deformación, como en los sistemas mencionados, de forma directa y localizada.

Durante esta fase preliminar, se diseñaron y construyeron algunos prototipos de los mecanismos de tensión, expansión y sistemas de bloqueo en diferentes materiales previamente seleccionados sobre la base de unas características técnicas predeterminadas de antemano. Estos prototipos permitieron efectuar una serie de simulaciones reales que, utilizando un sistema de refe-

rencia calibrado, permitió comprobar si el mecanismo ideado respondía a las especificaciones teóricas anteriormente descritas y podía ser empleado en un montaje reversible de las características del que nos ocupa.

### **Diseño, experimentación y realización del sistema de montaje**

El proyecto del sistema de montaje se inicia con el estudio de la disposición de los diferentes fragmentos en la integridad de la obra ya que no teníamos conocimiento exacto del emplazamiento original de cada uno de ellos y con el estudio de viabilidad de la unión de las diferentes partes en que nos ha llegado la escultura. Para ello se parte del análisis de la morfología de los bordes, de la determinación de los puntos de contacto y de la localización y cuantificación de las zonas de pérdidas de materia original y de las áreas donde existían deformaciones.

Los resultados de este estudio permitieron confirmar la viabilidad del montaje de los fragmentos tanto desde el punto de vista técnico y operativo, como desde el punto de vista conceptual y crítico, evitando interpretaciones que pudiesen derivar en una lectura subjetiva de la obra ya que la disposición original de las extremidades superiores cambiaba considerablemente la hipotética postura en la que la imagen era conocida. (Gráfico de simulación A).

Además, este estudio permitió diseñar el esqueleto de sostén, las partes constitutivas, las angulaciones del sistema de anclaje y de expansión y la cantidad de vínculos necesarios.

De forma paralela se llevó a cabo un estudio exhaustivo de los espesores del bronce, sobre todo, en aquellas zonas donde estaba previsto situar los vínculos necesarios para la unión de los diferentes fragmentos, que permitiese comprobar su resistencia a la expansión.

El sistema y los materiales elegidos para construir los vínculos y los tensores se relacionan a continuación:

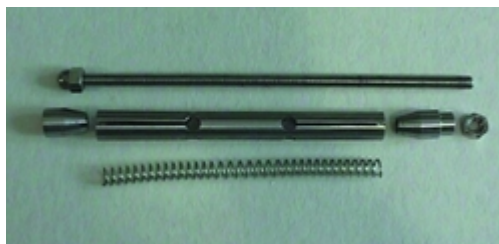
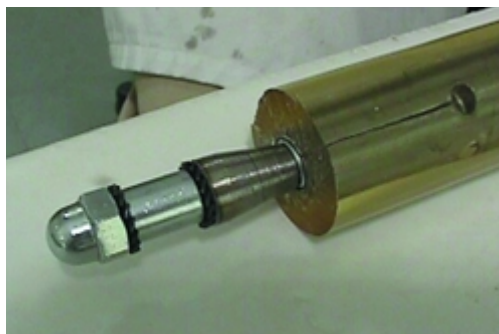
### **Sistema de tirantes y de expansión**

Para el sistema mecánico de tirantes se construyó un mecanismo en acero inoxidable A18/10" de doble expansión constituido por un cilindro de 200 mm de longitud, 2,5 mm de espesor y 15 mm de diámetro interno. En cada uno de sus extremos se le practicaron cuatro cortes ortogonales de una longitud de 66,6 mm. Cada corte termina con una perforación redondeada para conferir a cada aleta una elasticidad y flexibilidad necesaria para la labor de expansión que tenía que desarrollar.

Este sistema se completa con la disposición en su interior de los elementos de expansión constituido por dos piezas cilíndrico-cónica que se introducen por sus extremos y facilitan la expansión del cilindro mediante



Gráfico A. Simulación del montaje comparado con la imagen real.



15. Mecanismo cilíndrico-cónico

16. Mecanismo de expansión desmontado

17. Tipos de mecanismos de expansión utilizados



la apertura de las aletas. La longitud de estas piezas fue calculada de forma que, una vez introducido las dos piezas cilíndrico-cónicas, las aletas no pudieran cerrarse tras él, evitando de esta forma la acción de compresión ejercitada por el material elástico que tiende de forma natural a volver a su estado de inercia inicial, comportando una pérdida importante de uniformidad de expansión en toda la longitud del vínculo, sobre todo en los extremos que en este caso cumplen la doble función de elemento de bloqueo y de unión. (Véase Foto 15).

Las dos piezas cilíndrico-cónica están perforadas en el eje central para permitir el paso de una barra roscada de acero inoxidable (18/10) de 10mm de espesor que constituye el elemento tirante del sistema.

Y por último, se dispuso en el interior del cilindro un muelle de acero inoxidable que tuviera la fuerza suficiente y necesaria para que los elementos cónicos pudiesen volver a su estado inicial en la fase de decompresión del sistema. (Véase Foto 16-17).

Los lectores se preguntaran por qué se decidió utilizar un sistema de doble expansión y no de simple expansión. La respuesta es doble:

Por un lado el sistema debe ante todo cumplir la función de unir los fragmentos entre sí en una determinada posición (brazos con el cuerpo, pierna con el tronco y pie con la pierna). Es por ello que la longitud de la pieza (200 mm) se calculó para que pudiese entrar con detenimiento en los dos fragmentos a unir, confiriéndole de este modo la rigidez requerida para que los fragmentos así remontado mantuviesen la disposición deseada. (Véase Foto 18).

Por otro lado, el mecanismo no solo es el puente de unión y elemento rigidizante de las dos partes, sino que también cumple la función de transmitir, a través de la barra roscada, el movimiento de rotación necesario para que, por ambos lados del sistema de contención del mecanismo, se verifique el desplazamiento de los elementos cilíndrico-cónico hacia su centro produciéndose la expansión del cilindro.

Esta expansión, no solo bloquea las dos partes a unir dilatando y comprimiendo los polímeros sintéticos utilizados como materiales de relleno de las oquedades, sino también, actúa como vínculo entre el mecanismo y la superficie interna del fragmento original, produciendo una fuerza de compresión regulable, uniforme y homogéneamente repartida en todos los puntos de la superficie interna del material original moldeándose de manera tal a ella que no permite su separación. (Véase Foto 19).

Al mismo tiempo que se abre el mecanismo, se favorece un deslizamiento del material elástico hacia el centro del sistema de expansión, de manera tal que se consigue unir los dos fragmentos de manera indisoluble.

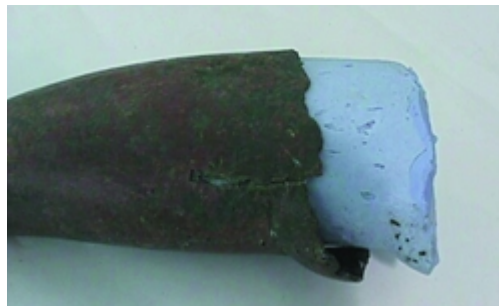
Otro factor importante a tener en consideración es que este sistema permite poder manipularlo por un solo lado, lo que implica que es factible expandir el sistema a través de los accesos externos existentes en la escultura, tales como pies y brazos, facilitando de esta forma toda la operación de ensamblado y montaje de los diferentes fragmentos en las posiciones deseadas.

#### Sistema de vínculos elásticos

El sistema de ensamblado tuvo que ser estudiado y diseñado específicamente para cada tipo de unión, al igual que el comportamiento mecánico del material utilizado para los vínculos, que tuvo que ser calculado según la geometría, la extensión que debía ocupar, y las características de los mecanismos de expansión.

El principio esencial del método puesto a punto, se basa en la rigidización de los vínculos constituidos por material sintético semirígido obtenidos por moldeo de la superficie interna de los diferentes fragmentos. (Véase Foto 20-21).

Después de una amplia investigación de mercado y de pruebas de laboratorio de diferentes polímeros, se descartaron todos aquellos materiales que por su composición química (gomas naturales o sintéticas con contenido de cloro o flúor) podían afectar al estado de conservación de la pieza, o que produjeran, en su reacción de catalización, calor u cualquier otra interacción física o mecánica con el bronce original. Se eligieron dos tipos de elastómeros oportunamente seleccionados sobre la base de sus propiedades y características, mecánicas, elasticidad y absoluta inercia con el material original.



Los dos elastómeros elegidos fueron:

#### **Elastómero de poliuretano poliéster de dureza 70I Shore A,**

cuyas principales características generales son:

- Excelente resistencia a la abrasión.
- Excelente flexibilidad y elasticidad.
- Muy buenas propiedades dinámicas, baja generación de calor y alta resiliencia.
- Buen envejecimiento al calor; humedad, intemperie etc.
- Excelente resistencia al impacto.
- Excelente resistencia a los aceites y grasas.
- Alta capacidad de carga.
- Excelente resistencia al calor; combustibles y disolventes.

18. Sistema de unión de los elementos

19. Brazo derecho y sistema de montaje

20. Molde de silicona interno de la pierna izquierda

21. Molde de silicona interno del pie derecho

Propiedades: elastómero dureza 701 SHORE A		
Dureza, Shore A	DIN 53505	70 V
Densidad	(gr/cm <sup>3</sup> )	1,25
Resistencia a la tracción	(MPA)	37,6
Modulo al 100%	(MPA)	2,5
Modulo al 300%	(MPA)	3,2
Alargamiento a la ruptura	( % )	700
Resistencia al desgarro (C)	(KN/m)	45,5
Resilencia	( % )	32
Deformación remanente a la compresión (22h/ 700C)	( % )	36

#### Goma de silicona líquida RTV 584 (ex RTV 1600)

Los RTV (Room Temperature Vulcanising) son elastómeros silicónicos de dos componentes vulcanizables a temperatura ambiente mediante el empleo de un endurecedor adecuado, Delta-Tixo-Blu al 5% que le confiere las propiedades físicas, mecánicas y elásticas típicas de estos polímeros.

La goma silicónica RTV 584 tiene las siguientes características:

- Facilidad de manipulación.
- Una baja retracción lineal y una excelente resistencia térmica.
- Facilidad de separación de las superficies de moldeo gracias a la antiadherencia de los elastómeros silicónicos.

Propiedades de la goma de silicona RTV 584	
Aspecto	Viscoso de color gris
Viscosidad a 231C mPa.sec	- 50.000 (A;4V:2,5)
Resistencia al desgarro	16 kN/m
Resistencia a la ruptura	3 Mpa
Alargamiento a la ruptura	320%
Dureza Shore A	25
Densidad a 231C	1,26 gr/cc

Cada uno de los polímeros seleccionados responden a las características específicas, físicas y mecánicas necesarias para la creación de los vínculos tal y como se había ideado y proyectado.

Como se expuso anteriormente el proceso de expansión producido por los sensores se ve transmitido, amplificado y uniformado en todos los puntos de la superficie interna de los fragmentos, gracias al empleo de estos elastómeros. Su función es amortiguar las fuerzas producidas por la dilatación del sistema de expansión, con las que se vienen provocando por la compresión del material vinculante con el material original. (Véase Foto 22-23-24).

Por ello se ha calculado que el elastómero que está en contacto con el bronce (goma silicónica RTV 584) debe tener una elasticidad 2,5 veces superior al elastómero que está en contacto directo con el mecanismo de expansión.

La secuencia de estratos, que se forma en la composición del vínculo, se relaciona a continuación:

- Mecanismo de expansión.
- Cilindro de poliuretano, poliéster moldeado en fábrica para garantizar las características técnicas y la uniformidad de colada requerida, con espesor variable según la ubicación de los vínculos.
- Estrato de goma de silicona moldeada in situ, para que se adapte perfectamente a la geometría deseada y a la morfología interna de la pieza a montar. El espesor, de este estrato, está dimensionado al esfuerzo que tiene que soportar y ha de ser lo suficiente uniforme para mantener la equidistancia del centro a fin de repartir homogéneamente las fuerzas de expansión hacia el exterior.  
Además, este estrato, al tener que moldearse in situ, ha favorecido el situar en su justa posición los sistemas de expansión con sus envoltorios de poliuretanos, creando de esta forma unas huellas de referencia que permite que los ensamblados sean reversibles y a su vez puedan ser nuevamente montados en la posición preestablecida.  
Los dos elastómeros permiten su separación entre sí para permitir un fácil desmontaje de los vínculos.
- Estrato antiadherente que impide que la goma de silicona se adhiera al bronce, favoreciendo de esta forma el desmontaje y el nuevo montaje de los vínculos. De esta forma se garantiza el objetivo prioritario marcado desde el inicio del proyecto de montaje de esta escultura, total reversibilidad del sistema de ensamblado.
- Bronce original.

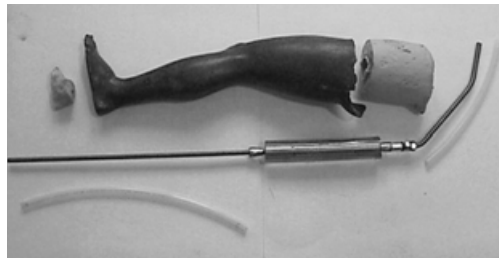
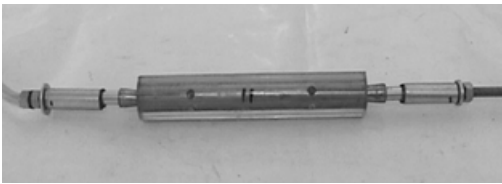
#### Esqueleto de sujeción

Una vez solucionado el problema de cómo ensamblar los diferentes fragmentos, nos quedaba otro problema por resolver; cómo poner y mantener de pie la escultura de tal forma que mantuviese su estabilidad en esta posición y pudiese aguantar el peso del material original (bronce) unos 21 Kg, más el peso añadido por los sistemas utilizados para el ensamblado unos 15 Kg.

A tal fin se hicieron una serie de comprobaciones encaminadas a determinar el baricentro de la imagen, establecer cuáles eran los elementos de equilibrio que proporcionaban estabilidad al conjunto, y también para averiguar si un aumento de peso descompensaban los equilibrios existentes, o si por el contrario, creaban otros nuevos en la escultura.

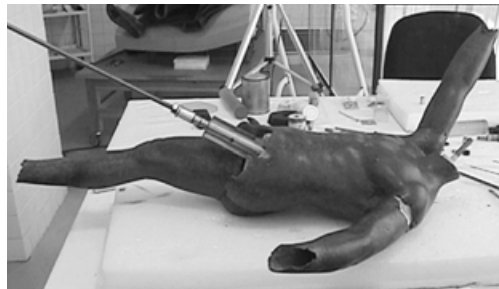
Considerando que los dos únicos puntos de apoyo de la imagen (pie izquierdo y la punta del pie derecho) tienen una superficie muy pequeña de apoyo y que la distribución del peso de la escultura se reparte entre la pierna izquierda, que trabaja como una columna, y la pierna derecha que funciona como un tirante para dar estabilidad al conjunto, era necesario que el diseño del sistema de sujeción mantuviese esta distribución a fin de repartir los pesos de las diferentes piezas añadidas sin que se verificasen desequilibrios tales que pudiesen poner en peligro su estabilidad.

En esta tarea nos ayudó también el estudio de la morfología constructiva con la cual fue ejecutada la estatua. Ya en fase de creación el escultor para dar estabilidad y al mismo



tiempo mantener una postura de movimiento y dinamicidad a la composición utilizó unos de los cánones mas utilizados en la antigua Grecia y en época romana la relación quiásmica. Este modulo consiste en crear un equilibrio de la composición mediante la relación de los inversos, utilizando como ejemplo la obra en cuestión, las diferentes extremidades, superiores e inferiores, se encuentran en una posición de simetría contrapuesta. Esta composición en X determina en esta escultura el eje de equilibrio que se inicia en la mitad inferior del pie izquierdo y asciende por la entrepierna y el ombligo hasta el centro de la frente.

Partiendo de estos presupuestos se construyó y modeló, según la morfología interna de la imagen, un eje paralelo supletorio al eje real de la imagen, realizado en acero inoxidable de 10 mm de espesor; calculado para cumplir con suficiente garantía la función de espina dorsal de la obra. Este nuevo eje necesariamente se ha de adecuar la inclinación de la escultura siendo necesario que en su construcción se curvase 40° a la altura de la cintura y a su vez 20° a la altura de los omoplatos. De tal forma que este eje que se introduce por el centro de la pierna izquierda asciende hasta la cintura, donde se produce la primera curvatura, a partir de este punto, discurre en paralelo con la espalda hasta los omoplatos donde se produce la segunda curva para insertarse en el hueco del cuello y penetrar en la cabeza. (Véase simulación B y foto 25).



22. Mecanismo de expansión y elástomero de poliuretano

23. Elemento interno de sujeción del Hypnos y vínculo de bloqueo de la pierna izquierda

24. Vista general del Hypnos en fase de montaje

25. Gammagrafía del montaje

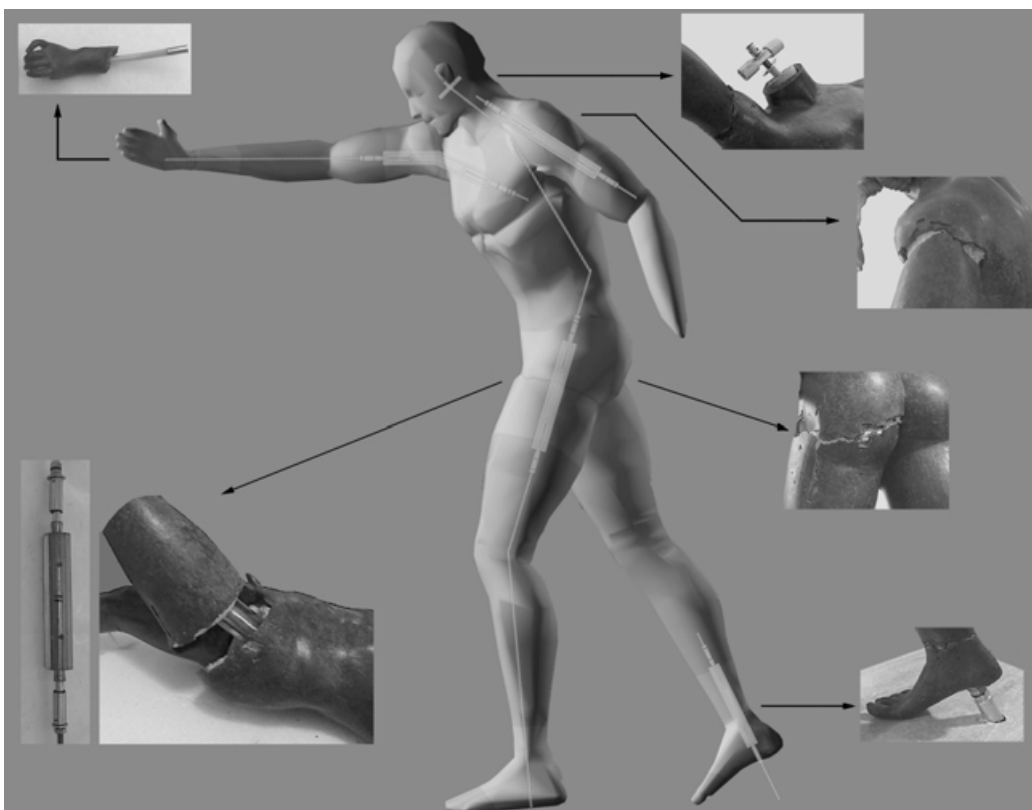


Gráfico. B. Simulación de montaje

Este eje de refuerzo cumple dos funciones muy importante para la estabilidad de la obra; por un lado permite alojar los vínculos de ensamblado del cuerpo con la pierna izquierda y los de unión de la cabeza con el cuerpo, confiéndole nuevamente la unidad estructural que la imagen podía tener en origen y por otro, sujeta todo el peso de la escultura en su conjunto (material original y añadidos), descargando de esta forma a la estructura original de cualquier fatiga mecánica. Además se recuperó la función de tirante que ejercía el pie derecho tras haberlo ensamblado y reforzado con su correspondiente vínculo y mecanismo de expansión.



26. Vista general del Hypnos parte posterior

A este eje de acero, como a todos los elementos metálicos no englobado en material sintético, se le colocó un revestimiento de Nylon (material inerte con el original) de 2 mm de espesor y 10 mm de diámetro interno, para que en ningún momento se produjese contacto entre metales diferentes (acero y bronce) que derivase en corrosión del bronce en presencia de humedad debido al fenómeno físico-químico conocido como Par Galvánico.

Ultimado el montaje del Hypnos y comprobado que todos los mecanismos de expansión funcionasen debidamente, que los vínculos sintéticos cumplían de manera satisfactoria la función para la cual habían sido diseñados, que la imagen mantenía la estabilidad sin resentirse de ninguna forma del complejo de fuerzas y esfuerzos mecá-

nicos-físicos y equilibrios creados con el nuevo montaje, se ensambló con la base de piedra de travertino preparada y calculada de manera tal que pudiese crear un soporte estable para ser exhibida. (Véase Foto 26).

La unión entre la base y la escultura se efectuó por los extremos salientes de las varillas roscadas del sistema de sujeción a la peana de travertino. Dichas varillas, introducidas en sendos agujeros practicados en la peana, se roscaron por el reverso de la base con tuercas de acero inoxidable.

### Sistema expositivo

Esta escultura se expone al público en el Museo Arqueológico de Almedinilla en el interior de una vitrina construida expresamente para ella. En su diseño se ha tenido en consideración aspectos técnicos que permiten mantener las condiciones microclimáticas constante necesarias para garantizar su estabilidad y conservación (humedad relativa inferior al 45 %), haciendo compatible de esta forma su exhibición con su conservación temporal.

### Conclusiones generales

A modo de resumen de lo expuesto destacamos las principales ventajas que este sistema de montaje presenta a la hora de ensamblar y presentar al público obras escultóricas huecas en metal.

- Reversibilidad total del sistema.
- Inocuidad del sistema y de los elementos empleados respecto al material original.
- Ausencia de deformaciones en el original debidas a los mecanismos de expansión.
- Mantenimiento de las piezas ensambladas en las posiciones prefijadas.
- Facilidad de montaje y desmontaje.  
Al no interferir con el original permite en cualquier momento la realización de estudios o intervenciones futuras.
- No requiere la realización de ninguna operación que resulte traumática para la obra.
- Bajo coste económico.

El sistema que presentamos, permite solucionar el montaje y presentación al público en óptimas condiciones conservativas de esculturas en metal fragmentadas, respetando los principios básicos de la conservación de bienes culturales.

A las ventajas antes expresadas tenemos que añadir, en el caso concreto de esta escultura, la posibilidad de contemplarla hoy día, gracias a los medios que la ciencia y la técnica pone a disposición de los profesionales de este campo, en la posición con la que fue creada y concebida, recuperando de esta forma su plasticidad expresiva y su movimiento compositivo.

Con esta actuación este Instituto culmina el proceso de intervención con la puesta en valor para su disfrute público de una de las joyas arqueológicas más representativa y desconocida de nuestra región.

## Bibliografía

- ACCARDO, G Y VIGLIANO, G. (1989): *Strumenti e materiali del restauro. Metodi di analisi, misura e controllo*. Roma 1989.
- ACCARDO G., CANEVA C., MASSA S.: "Stress monitoring by temperature mapping and acoustic emission analysis; a case study of Marcus Aurelius", *Studies in Conservation*, vol. 28, n. 2, 1983 pp. 67-74.
- ACCARDO G., MICHELI M. (1983): Assemblaggio reversibile di manufatti in bronzo: la interferometria olográfica como test di controllo delle deformazioni: 1º conferencia Internazionale le PROVE NON DISTRUTTIVE nella Conservazione delle Opere d'Arte, (Atti a cura di Marabelli M. ICR-AIPnD, Roma pp. III/1.1-23.
- ARCE J. "Los bronceos romanos en Hispania". *Los bronceos romanos en España*. Madrid 1991. pp. 15-25.
- BELLONI G. BERNASCONI G. (1975): *Sforzi, deformazioni e loro legami*, Tamburini, Milano: pp. 344.
- BRAEMER, F. (1963): *L'art dans l'occident romain. Trésor d'argenterie. Sculptures de bronze et de pierre*. Ausstellung Paris, Palais du Louvre, Gallerie Mollie, juli-oct.
- BRAEMER, F. (1976): "Observations sur des grandes statuettes et des petits grands bronzes représentant des types répandus à travers l'Empire romain", *IV Colloque International sur les bronzes Antiques*, Lyon, 41-52.
- BERDUCOU, M.C. *La conservation en archéologie*. París 1990.
- BROSTOFF, L.B. "Investigation into the interaction of benzotriazole with copper corrosion minerals and surfaces". METAL 95. Actes de la conférence internationale sur la CONSERVATION DES METAUX. Semur en Auxois, 25-28/sept/1995.
- CARRILLO, J.R. (1990): "Técnicas constructivas en la villa de El Ruedo. Almedinilla, Córdoba". *Anales de Arqueología Cordobesa I*. Córdoba, pp. 81-109.
- DOMERGUE, C. "Minería Hispanorromana y bronceos romanos de uso técnico e industrial". *Los bronceos romanos en España*. Madrid. 1991. pp. 27-36.
- JIMÉNEZ SALVADOR, J. L. (1994a): "Proceso de fabricación de una estatua de bronce en época greco-romana, *L'Apolo de Pinedo* (J.L. Jiménez, coord.), Valencia, pp. 27-32.
- FORMIGLI E. GIACCHETTI R. (1984): Intervento di restauro sui bronzi provenienti da Riace, "Due bronzi da Riace", AA.VV. Boll. D'Arte, serie speciale n. 2 IPZS, ROMA: pp. 41-85.
- GIUFFRÈ A. (1987): Le strutture di sostegno, *L'Angelo e la Città* Fratelli Palombi, Roma: pp. 231-272.
- INSTITUTO CENTRALE DEL RESTAURO: Il restauro del Efebo di Selinunte, *Catalogo della mostra Didattica*, Roma 1979.
- LOZA AZUAGA, M.L. (1996a): "Estatuas romanas en bronce del sur de la provincia de Córdoba". *Actas de las II Reunión sobre escultura romana en Hispania*, Tarragona, pp. 79-94.
- MACLEOD, I, PENNEC, S, ROBBIOLO, L. METAL 95. Actes de la conférence internationale sur la conservation des metaux. Semur en Auxois, 25-28/sept/1995.
- MOUREY, W. ROBBIOLO, L. METAL 98. Actes de la conférence internationale sur la conservation des metaux. Draguignan-Figuières, France. 27-29 Mayo 1998.
- MOUREY, W. *La conservation des antiquités métalliques de la fouille au Musée*, L.C.R.R.A., 1987.
- MUÑIZ JAÉN, I. (1996b): "Museo Histórico Municipal de Almedinilla". *Guía de los Museos Locales de la provincia de Córdoba*.
- MUÑIZ JAÉN, I. (Coord.)(1997): "Novedades arqueológicas en Almedinilla: nuevas investigaciones y proyectos". *Antiquitas VIII* (monográfico). Priego de Córdoba.
- NOGUERA CELDRÁN, J.M. y HERNÁNDEZ CARRIÓN, E. (1993): *El Hypnos de Jumilla y el reflejo de la mitología en la plástica romana de la región de Murcia*. Murcia.
- PEARSON C. *Conservation of Marine Archaeological Objects*. London 1987.
- REQUEREY, R. (1994): *Estructura y evolución urbana en la villa de Almedinilla. Córdoba*. Ayuntamiento de Almedinilla.
- RODRÍGUEZ OLIVA, P. "Los bronceos romanos de la Bética y la Lusitania". *Los bronceos romanos en España*. Madrid 1991. Pp. 91-102.
- SEASE C. "Benzotriazole: a review for conservators. *Studies in Conservation*, 23.1978. pp 76-85.
- STAMBOLOV, T. *The corrosion and conservation of metallic antiquities and works of arts*. CRLOAS, Amsterdam 1985
- UNESCO. *La conservación de los bienes culturales*. Colección "Museos y Monumentos".
- VAQUERIZO GIL, D. (1990b): "La decoración escultórica de la villa romana de El Ruedo (Almedinilla-Córdoba)". *Anales de Arqueología Cordobesa III*. Córdoba, pp. 125-155.
- VAQUERIZO GIL, D. (1994): "El Hypnos de Almedinilla (Córdoba). Aproximación formal e iconográfica". *Madrider Mitteilungen* 35, pp. 359-379.
- VAQUERIZO, D. et alii (1994): *Arqueología Cordobesa. Almedinilla*. Ilmo. Ayto. de Almedinilla.
- VAQUERIZO, D. y NOGUERA, J.M. (1997): *La villa romana de El Ruedo, Almedinilla-Córdoba. Decoración escultórica e interpretación*. Diputación de Córdoba-Universidad de Murcia.

Agradecimientos: Un agradecimiento especial al Alcalde de Almedinilla D. Antonio Pulido Muñoz y al Director del Museo Arqueológico del Ayuntamiento de Almedinilla D. Ignacio Muñoz Jaén, por haber confiado en esta Institución para la restauración del Hypnos, y otro agradecimiento particular por parte de los autores de este artículo a D. José Manuel Díaz Iglesias por el enorme trabajo informático de simulación y de representación gráfica, que de forma desinteresada ha realizado para este artículo.

### Ficha técnica del equipo de trabajo

#### Estudio Histórico:

Reyes Ojeda Calvo.  
Departamento de Investigación del Centro de Intervención del IAPH

#### Fotografía:

Eugenio Fernández Ruiz.  
Departamento de Análisis del IAPH  
Raniero Baglioni.  
Sector Conservación preventiva. Centro de Intervención del IAPH  
Ana Bouzas Abad.  
Departamento de Tratamiento (Arqueología).  
Centro de Intervención del IAPH

#### Análisis Químicos:

Francisco Gutiérrez Montero.  
Departamento de Análisis del IAPH.  
Lourdes Martín García.  
Departamento de Análisis del IAPH

#### Análisis de los estratos de alteración :

Esther Ontiveros Ortega.  
Departamento de Análisis del Centro de Intervención del IAPH

#### Análisis metalográficos:

José María Gallardo Fuentes.  
Escuela Superior de Ingenieros. Area de la Ciencia y de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Sevilla

#### Gammagrafías:

Empresa S.G.S. Tecnos.  
Empresa Norcontrol.

#### Montaje y sistema expositivo:

Raniero Baglioni.  
Sector Conservación preventiva. Centro de Intervención del IAPH  
Ana Bouzas Abad.  
Departamento de Tratamiento (Arqueología).  
Centro de Intervención del IAPH

#### Elaboración Informática y simulaciones:

José Manuel Díaz Iglesias.  
Area de Arqueología. Centro de Documentación del IAPH

#### Restauración:

Ana Bouzas Abad.  
Departamento de Tratamiento (Arqueología).  
Centro de Intervención del IAPH

#### Materiales:

Sabacauchos. Gomas Triana.  
C.T.S. España

### Notas

- 1 La intervención ha sido posible gracias al acuerdo adoptado en su día entre la Consejería de Cultura y el Ayuntamiento de Almedinilla, titular del bien. Este acuerdo ha permitido recuperar para el patrimonio histórico andaluz uno de los bronzes romanos de mayor calidad artística y significación histórica y patrimonial.
- 2 VAQUERIZO, D. y NOGUERA, J.M. (1997). Como señalan sus investigadores, el Hypnos es demasiado grande para ser colocado en uno de los nichos abiertos en el *triclinium*, además de que su composición formal parece que fue concebida para una observación desde diversos puntos de vista.
- 3 *Ibidem*. Seguimos, básicamente el estudio que sobre la escultura hacen estos investigadores.
- 4 *Ibidem*, pp. 150-156. El estado actual de la investigación y una extensa bibliografía aparecen detalladamente en esta obra, a la que remitimos.
- 5 *Ibidem*, p. 158.
- 6 BRAEMER, F. (1976), pp. 41-43.
- 7 Pese a que su adscripción cronológica se fija en época altoimperial, todas las esculturas halladas en la *Uilla* se han recuperado entre los escombros que constituyen el nivel del siglo IV/V d.C. lo que, a juzgar por su adscripción cronológica, parece indicar una perduración en el tiempo del aprecio de su valor artístico/decorativo, aunque ya hubieran perdido el valor simbólico/religioso con el que fueron concebidos en origen los prototipos originales y aquel otro con el que fueron encargadas y/o reunidas estas piezas en la *Uilla*.
- 8 La ubicación de la escultura no implicaría una caída a gran altura ni el hundimiento de muros y techumbre sobre ella puede explicar el abollamiento de la pieza en distintas direcciones en un mismo fragmento.
- 9 OJEDA CALVO, R. (1998): *Documentación y Estudio del bronce denominado Hypnos de Almedinilla*. Informe interno del Centro de Intervención del I.A.P.H.
- 10 Informe sobre "La conservación y estudio del montaje del Hypnos de Almedinilla". COSTA PALACIOS. C.M.
- 11 GALLARDO, J.M. Departamento de Ingeniería Mecánica y de los Materiales. Universidad de Sevilla. Informe realizado para el Centro de Intervención del I.A.P.H.
- 12 ONTIVEROS ORTEGA, E. Análisis de las costras en la superficie del Hypnos. Departamento de Análisis del IAPH.
- 13 GALLARDO, J.M. Departamento de Ingeniería Mecánica y de los Materiales. Universidad de Sevilla. Informe realizado para el Centro de Intervención del I.A.P.H.
- 14 DOMERGUE, C. "Minería Hispanorromana y bronzes romanos de uso técnico e industrial". Los bronzes romanos en España. Madrid. 1991. pp. 27-36.  
ARCE, J. "Los bronzes romanos en Hispania". Los bronzes romanos en España. Madrid 1991. Pp. 15-25.  
RODRÍGUEZ OLIVA, P. "Los bronzes romanos de la Bética y la Lusitania". Los bronzes romanos en España. Madrid 1991. Pp. 91-102.
- 15 VAQUERIZO, D. NOGUERA, J.M. La villa del Ruedo. Almedinilla (Córdoba). Decoración escultórica e interpretación. Murcia 1997.
- 16 Costa Palacios. Informe previo de conservación del Hypnos de Almedinilla
- 17 SEASE C. Benzotriazole: A review for conservators. *Studies in Conservation*, 23. 1978. pp. 76-85.
- 18 ANTICOR 2. CASA TEXSA.
- 19 Colores al barniz MAIMERI, Maimeri & C. s.r.l. Modigliia. Italia.