

UNIVERSIDAD DE GRANADA

LOS NUEVOS MATERIALES EN LA
IMAGINERÍA TRADICIONAL.
IMÁGENES EN DERIVADOS DE POLIÉSTER

TESIS DOCTORAL PRESENTADA POR
ANTONIO MARTÍNEZ VILLA
BAJO LA DIRECCIÓN DEL DOCTOR
D. ALFONSO MASÓ GUERRI

FACULTAD DE BELLAS ARTES
DEPARTAMENTO DE ESCULTURA
GRANADA 1996

MARTÍNEZ VILLA, ANTONIO
CURSO 95-96

FACULTAD DE BELLAS ARTES

UNIVERSIDAD DE GRANADA

DEPARTAMENTO DE ESCULTURA

LOS NUEVOS MATERIALES EN LA
IMAGINERÍA TRADICIONAL
IMÁGENES EN DERIVADOS DE POLIESTER

Tesis que presenta **Antonio Martínez Villa**
para optar al grado de Doctor en Bellas Artes

El director

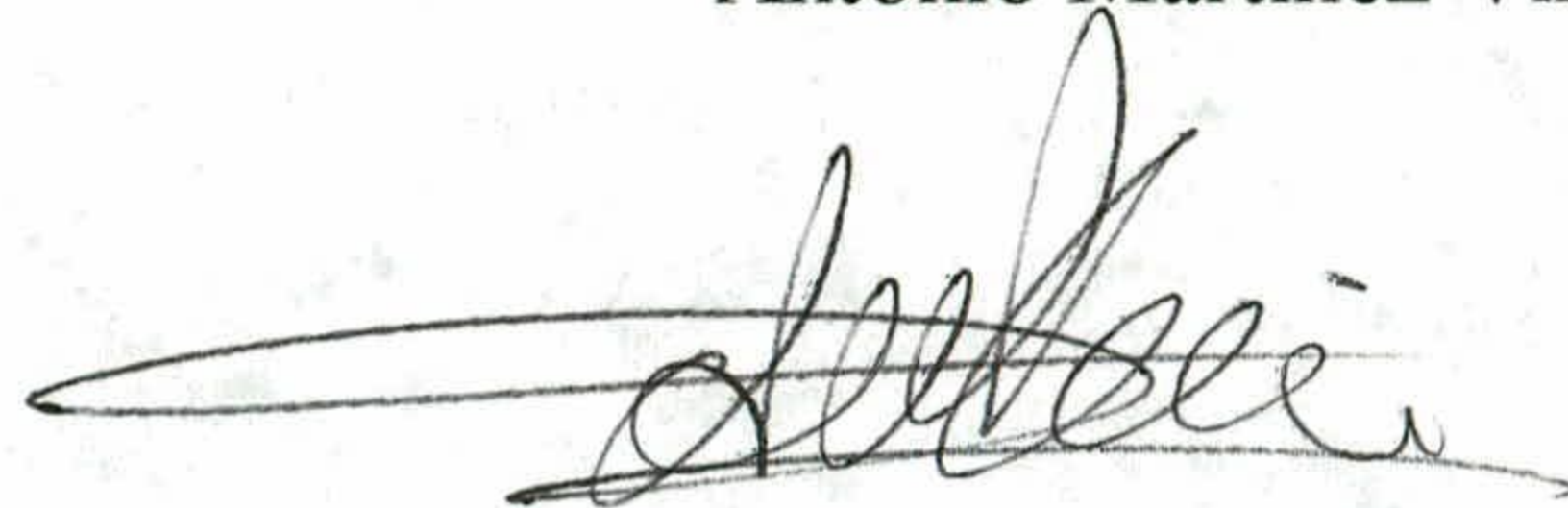
Prof. Dr.

Alfonso Masó Guerri




El Doctorando

Antonio Martínez Villa



Granada 1996

FACULTAD DE
BELLAS ARTES

BIBLIOTECA

Sala TBA

Estante MAR

Número 126

UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE BELLAS ARTES

31 MAYO 1996

ENTRADA

NUM.

13 II - 02

UNIVERSIDAD DE GRANADA

28 MAYO 1996

COMISION DE DOCTORADO



BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

GRANADA

N.º Documento 425.441

N.º Copia 425.447

UNIVERSIDAD DE GRANADA

**LOS NUEVOS MATERIALES EN LA
IMAGINERÍA TRADICIONAL.**

IMÁGENES EN DERIVADOS DE POLIÉSTER

**TESIS DOCTORAL PRESENTADA POR
ANTONIO MARTÍNEZ VILLA
BAJO LA DIRECCIÓN DEL DOCTOR
*D. ALFONSO MASÓ GUERRI***

**FACULTAD DE BELLAS ARTES
DEPARTAMENTO DE ESCULTURA
GRANADA 1996**

Es difícil poder expresar mi grado de gratitud a cuantos, de una u otra forma me han alentado en la realización de ésta tesis.

A Don Alfonso Masó, por aceptar dirigirla, por sus certeros consejos y su firme apoyo.

A D. Antonio Sorroche, sin la ayuda del cual hubiera sido imposible realizarla.

A mi Madre y Hermanas, por haberme enseñado las primeras Imágenes y por el respaldo que siempre suponen.

A cuantos desde su aliento y ayuda han conseguido que esta tesis sea una realidad.

1.-INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

Al abordar la realización de la presente tesis doctoral, no se ha pretendido aportar al mundo del arte importantes novedades en el campo de la plástica, ni tan siquiera un avance considerable en cuanto a las técnicas y los materiales empleados en la escultura. No se ha pretendido esto desde la esencia misma del tema elegido : *El uso de los nuevos materiales en la imaginería tradicional, imágenes en derivados del poliéster.*

Se dejó a un lado el estudio de las posibles aportaciones plásticas que se pudieran realizar en el transcurso del trabajo de investigación para así poder centrarnos más exhaustivamente en el desarrollo de las técnicas y materiales objeto del estudio, no tanto con la ambición de realizar grandes descubrimientos en esta materia sino con espíritu clarificador, intentando describir los procedimientos que durante años se han experimentado tanto en trabajos de “laboratorio escultórico” como en la puesta en práctica sobre trabajos reales.

El intento de llevar las nuevas técnicas y los materiales sintéticos al campo de la imaginería religiosa, mas concretamente a la imaginería religiosa procesional, supuso gran cantidad de errores, de intentos fallidos por la complejidad de requisitos que esta temática tiene, así como por los condicionantes estético-formales que durante siglos de ejecución escultórica se han ido acumulando, pero también podemos hablar de algunos aciertos. Se aportan en esta tesis una serie de procedimientos con resultados reales, una combinación de

materiales y técnicas que han permitido adecuar el uso de los nuevos materiales a la imaginería religiosa con las características suficientes para poder ser observadas no solamente como escultura, sino como obra que, desligándose en gran medida de la tradición, mantiene nexos comunes que facilitan su inclusión entre el amplio grupo que denominamos *imaginería*.

LA CONDICIÓN DEL MATERIAL EN LA OBRA DE ARTE.

Términos como *resina de poliéster, fibra de vidrio, fibra de carbono, resinas epoxi, mesas de vacío, inyección, gel-coats, etc.*, se acuñan cada vez más como términos aplicables no solamente en el campo de la escultura en general sino también en el “reducto” de la imaginería. En un campo en el que, a pesar de los avances estético-formales y técnicos puede ser todavía catalogado como Barroco o Barroco anacrónico, los avances técnicos se acomodan con mayor dificultad que en otros ámbitos artísticos, quizá por seguir todavía en el error tradicional de catalogar los materiales entre nobles e innobles, quizá por exigencias de quien hace el encargo o por la complejidad de adaptar los nuevos materiales y técnicas a los resultados estéticos tradicionales, por la complejidad que supone llegar a un mismo fin plástico predeterminado por dos vías técnico-materiales bien diferenciadas.

Hablar de material en cuanto a materia prima usada en la realización de una escultura, y hablar de si es el material el que condiciona la expresión misma de la obra de arte o es ésta la que discrimina entre uno u otro material y técnica, no sería más que reabrir la eterna discusión sobre las características intrínsecas del material y su importancia en la obra final.

Es evidente que el material es condición indispensable en la realización de una escultura, es el medio por el cual se concreta en el mundo real la idea previa, es la concreción de la pura abstracción de la idea. Toda obra escultórica necesita materializarse, aunque sea mínimamente, sin materia quedaría en el campo puro y abstracto de las ideas. Una escultura, ya sea figurativa de temática religiosa como es el caso que nos ocupa o de otro tipo y tema, no es por principio más que la impresión que de ella recibimos, la percepción de determinados estímulos sensibles, unas formas desarrolladas en el espacio mediante el uso de un determinado material, configuradas con cierta intencionalidad y que nos provoca una reacción. Es, pues, la evolución de estos volúmenes, la forma, la apariencia, lo que nos trasmite el contenido de la obra.

La escultura depende en gran medida del material del que se nutre. Sin duda el material influirá en el método de trabajo del escultor, será uno de los conceptos que este tendrá que manejar en la concepción de la idea escultórica.

*“El artista es capaz de invertir la lógica del material, transformar sus elementos prosaicos en elementos poéticos”**

La búsqueda de nuevos materiales, la adaptación de algunos considerados como “no escultóricos”, la explotación máxima de los recursos plásticos de cada uno de ellos ha sido sin duda una constante a lo largo de la historia del arte. *“ Los escultores del pasado se sirvieron de prácticamente todos los materiales que se prestaban a recibir forma en tres dimensiones, de tal manera que incluso la arena, el cristal, el cristal de roca o las conchas de los moluscos tienen lugar en la historia de la escultura. Luego, los modernos ampliaron muy considerablemente la gama de posibilidades : la irrupción del acero y los nuevos metales, y de nuevos materiales como el nylon o los plásticos, ha dado continuidad así a la antigua tradición de búsqueda y experimentación en este campo ”***.

Son sin duda clarificadoras las palabras de Wittkower, que posteriormente se manifiesta defensor de las técnicas tradicionales y sin embargo defiende en este texto la importancia de la experimentación con nuevos materiales como parte intrínseca de la práctica escultórica.

* Osuna Luque, Carmen. “Ideas y hechos. Introducción a la escultura contemporánea”. Edic. Padilla. 1995. Sevilla.

** Wittkower, Rudolf. “La escultura :procesos y principios” Alianza forma. 1994. pag.16.

En el caso que nos ocupa, la imaginería religiosa, el soporte material, la materia como medio de transmisión del concepto, ha dependido en gran medida del “uso” a que se destinara: la piedra como soporte principal en la imaginería con marco escultórico, la terracota usada tanto en adaptaciones arquitectónicas como en imágenes muebles liberadas de este marco y la madera, material predominante en la imaginería española, con predominio casi exclusivo desde el siglo XVII, quizá impulsado por el auge de cofradías que desde esta época procesionan sus imágenes.

En este siglo aparecen infinidad de productos y materiales de uso industrial que, poco a poco, la escultura ha ido adaptando a sus necesidades y que sin duda ha propiciado grandes avances. Excepcionalmente, en el campo de la imaginería el uso de estos nuevos materiales es muy limitado, el escultor imaginero sigue en gran medida aferrado a las técnicas tradicionales de siglos anteriores, incluso cuando la misma expresión estética ha ido avanzando a pasos agigantados en este siglo. Los materiales que se desarrollan en esta tesis intentan conjugar dos aspectos esenciales: por un lado el desarrollo de una serie de materiales y de técnicas para el tratamiento de éstos que faciliten el trabajo o que, al menos, posibilite y aporte más recursos que los estrictos de la talla para su aplicación a la imaginería religiosa, y por otro lado conseguir un aspecto final de la obra que no se desligue de los preceptos que durante siglos ha acumulado esta tipología escultórica. En definitiva conseguir la aplicación de una serie de materiales y técnicas que no condicionen la expresión de la obra, o al menos que no condicionen el aspecto final de la misma.



Trabajar con materiales como los planteados en esta tesis nos facilitará la inmediatez en la realización de la obra, por tanto conservar la impronta y la huella del artista sobre la escultura ; nos permitirá el aligeramiento de peso, propiciando mayores atrevimientos en cuanto a la disposición de las obras, pudiendo incluso sacar de sus propios ejes a cada escultura ; la dureza, durabilidad e índice de deterioro prácticamente despreciable ;y, sobre todo, la posibilidad de combinar el modelado y la talla en un mismo material. En definitiva, concluir que si este material que se estudia condiciona de alguna forma el resultado de la *imagen*, es facilitando el proceso de trabajo con resultados idénticos a los obtenidos en otros materiales tradicionales como la madera.

LA HERENCIA DE LA IMAGINERÍA : EL BARROCO ANACRÓNICO Y LA IMAGINERÍA ACTUAL.

Se hace, en principio, necesario aclarar términos como *imagería* o como *imagen*. En el diccionario de términos de Arte y Arqueología se define el vocablo *imagería* como el “*Arte de la talla o pintura de imágenes sagradas*” *, definición que, aunque simple, resulta en principio válida a la espera de definir el otro concepto, el de *imagen*.

* Fatás, Guillermo y M.Borrás, Gonzalo. “Diccionario de términos de Arte y Arqueología” Edic. Borrás. 1989. Madrid. pag. 120.

La definición que de este término nos da el diccionario anteriormente citado contiene dos acepciones: "1- *Estatua, efigie o pintura de un ser celestial. 2-Apariencia, aspecto exterior de algo.*"*

Aparecen dos conceptos que serán fundamentales en el desarrollo de la tesis. Por un lado la acepción de marcado carácter religioso que la imagen tiene, la sublimación de la representación, y por otro lado la apariencia que esta representación tiene, el aspecto externo. La función principal que la "estatuaria religiosa" ha tenido a través del tiempo ha sido la creación de imágenes o representaciones de la divinidad. Si bien es cierto que existen religiones anicónicas y corrientes iconoclastas en muchos momentos históricos de la práctica totalidad de las religiones, no es menos cierto que las representaciones escultóricas de estas deidades han sido las más usadas por acercar más fuertemente al espectador a las ideas que transmite, " *Se diría que trasciende la apariencia material y real del objeto escultórico, produciéndose un transporte al mundo ideal que significa, y llegando a identificar por completo imagen y símbolo.*"** Tal identificación lleva en ocasiones a la confusión de la misma divinidad con el símbolo que la representa.

* Fatás, Guillermo y Borrás, Gonzalo M. "Diccionario de términos de Arte y Arqueología. 1989. Edic. Alianza editorial. Madrid. Pag. 120.

** Borrás Gualis, G.M., Esteban Lorente, J.F., Alvaro Zamora, I. "Introducción general al Arte". 1990. Edic. Istmo. Madrid. Pag. 187.

A pesar de la larga tradición histórica que desde el principio de las representaciones plásticas nos aporta imágenes de divinidades, son las representaciones religiosas cristianas que florecen desde el barroco las que comprenden nuestro entorno más inmediato, con una particularidad muy clara, su persistencia en el tiempo ; es decir, la continuidad en su realización desde el S. XVII hasta nuestros días, una persistencia en las formas barrocas que se desarrollan en los siglos XVIII, XIX y XX que nos ha motivado llamarle *Barroco anacrónico*.

Se nos añade un problema a la clarificación del estado actual de la cuestión, y es la aclaración del concepto mismo de Barroco y del origen del “espíritu barroco”. Resulta complejo unificar resultados de estudios tan dispares tanto en metodología como en principios que sobre el Barroco se han realizado, estudios desde la Historia, desde la crítica y la historia del arte, desde la estética y la filosofía, desde la sociología, etc. Si hay, sin embargo, un consenso en ciertas ideas sobre el barroco, la principal de ellas es que no se trata de un “movimiento artístico homogéneo”, pero si con una vocación social similar, asociada a veces a determinados ambientes y situaciones, *“cuyas formas aparecen vinculadas a veces a un firme y cerrado conservadurismo y a veces abiertas a conflictos de una sociedad en continua transformación”** Esta afinidad a determinados ambientes sociales va íntimamente ligada a la idea de *propaganda*, de extensión de una serie de ideas

* Anceschi, Luciano. “La idea del Barroco”.1991. Edic. Tecnos. Madrid. Pag.47. Cita alusiva a conceptos de Francastell.

políticas (absolutistas) o religiosas (cristianas). El auge de la escultura y del arte en general de expresión barroca es inseparable del poder y de la difusión que el S. XVI y sobre todo XVII tiene el catolicismo español. Tras la reconquista la reacción de “recristianización” es explosiva, prolifera la construcción de conventos y parroquias unos junto a otros y con ellos *“esos encargos y esas producciones de estatuas de madonas y santos, de representaciones de escenas de pasión que respondían a la ardiente fe de la nación entera y cuya acumulación le prestaría a cambio un carácter particular de fervor fanático, de ostentación y de realismo.”**

Es sin duda la escultura policroma la aportación más clara del mundo hispánico al barroco. En las imágenes se buscaba la teatralidad, la representación escénica, casi pictórica, imágenes que intentan representar la divinidad a través de lo humano, representar la figura del Cristo como hombre dolorido para así hacerlo más cercano, más familiar. En palabras de Victor L. Tapie : *“A ese barroco que inspira tantas críticas a los extraños (imagería sensual, escenografía, drama sacro que sustituye a la oración interior o a la liturgia) (...) se le reconoce que continua suscitando en el pueblo castellano o sevillano una seria, verdadera y auténtica emoción religiosa.”***

* Tapie, Victor L. “Barroco y clasicismo” 1981. Edic. Cátedra. Madrid. Pag. 332.

** Tapie, Victor L. “Barroco y clasicismo”. 1981. Edic cátedra. Madrid. Pag. 333.

Esta tradición de imágenes policromadas realizadas para ser vistas en la calle, para ser procesionadas, perdura (con más o menos intensidad) hasta hoy. Técnicamente son también escasas las novedades que al campo de la imaginería se han aportado, muy influenciados por las técnicas descritas por tratadistas como Vasari o Palomino. Ejemplo de esta pervivencia no sólo de las técnicas sino también del concepto, iconografía, etc. es la imaginería que en los talleres sevillanos como los de Castillo Lastrucci (1882-1968) y Antonio Illanes (1903-1976) o el Zaragozano Genaro Lázaro Gumiel (1901), el cacereño Enrique Pérez Comendador (1900) o el murciano Gonzalez Moreno.

Encontramos, no obstante, atisbos de cambios en algunos escultores de este siglo, tanto en lo formal como en las técnicas empleadas. El Murciano José Planes (1891-1974) inicia una simplificación en los volúmenes que le aleja ostensiblemente de las formas cerradas y enrevesadas del barroco (como en la obra "Cristo Yacente", premio nacional de escultura en 1945). El Bilbaino Juan Guraya Urrutia (1893-1965) Inicia también una depuración de las formas, simplificándolas y acercándose simultáneamente a un mayor realismo. Resulta especialmente interesante el



"Piedad" José Capuz. 1942

caso del escultor Valenciano José Capuz (1882-1948), preocupado por suavizar las formas sin por ello restar valor dramático a sus obras de imaginería. En Obras como “La Piedad” inicia una serie de recursos escultóricos prácticamente inexistentes hasta ese momento en el campo de la imaginería, tales como dejar patente la huella de la gubia sobre la madera o policromar sus imágenes sin estucado ni imprimación previa.

No son estos escultores citados quizá los mas importantes en el campo e la imaginería de este siglo, pero si significativos del apego a la tradición unos y de intento de evolución otros.

Se intentará en los capítulos siguientes de la presente Tesis aportar, o cuanto menos aclarar, una serie de técnicas y materiales contemporáneos que se puedan adaptar a esta escultura tradicional y que a la vez puedan servir de impulso renovador.

Desarrollaremos así mismo estos procedimientos encaminados a conseguir acabados y policromías tradicionales usando como soporte los nuevos materiales que el mundo de la industria nos aporta, así como policromías no tradicionales sobre estos mismos materiales, todo ello con el convencimiento de que una mayor gama de recursos técnicos en un campo escultórico tan hermético como el de la imaginería trae inevitablemente con sigo una mayor gama de recursos plásticos.

Así pues, intentaremos aunar en una misma obra tradición y renovación mediante el desarrollo y aprovechamiento de las propiedades intrínsecas de las resinas de poliéster, las posibles variaciones de esta y su interacción con materiales tradicionales.

No hemos olvidado el carácter religioso de este tipo de obras, la directa dependencia de una serie de ideas sometidas a evolución a través del tiempo, *“Por consiguiente está sometida a la evolución de los gustos artísticos, a las nuevas técnicas, a los nuevos materiales”** Basta recordar que la imagen sagrada no ha sido solamente sujeto paciente en esta evolución en el tiempo, *“sino que ha sido, sobre todo en determinadas épocas, el auténtico motor del arte de la escultura y de la pintura. ¿Qué quedaría del románico, del gótico, del renacimiento y del barroco si quitáramos la imagen sagrada?. ¿Acaso la evolución de los estilos y de las técnicas se produjo al margen de la imagen sagrada?”**

En virtud de estos planteamientos, la misma **Iglesia**, durante el Concilio Vaticano Segundo** no reconoce como propios ningún estilo artístico, sino que, por lo contrario, acepta cualquiera de estos estilos existentes o por venir, siempre que estos se encuentren

* Carrasco Terriza, Manuel Jesús (Teólogo e historiador del Arte) “La imagen sagrada, misterio de comunión y de comunicación”. Actas del primer Simposio Nacional de Imaginería 1994. Sevilla. Pag. 91

** Concilio Vaticano II. Const. Sacrosantum Concilium, 4 de diciembre de 1963. nn.122-124.

unidos al mensaje y al contenido evangélico. La iglesia católica se proclama como Universal también en el arte.

Resulta paradigmático comprobar como persiste, de un lado la realización de imágenes religiosas perfectamente aferradas a la tradición con otras que, al amparo del Concilio Vaticano II, desarrollan vías expresivas y técnicas desligadas en gran medida de los condicionantes del pasado. Resulta así mismo paradigmático comprobar como de un lado la tendencia imaginera a la ruptura de las tradiciones se sitúa más próxima a la Iglesia (sobre todo desde los años sesenta) en tanto que la pervivencia de formas y técnicas heredadas del pasado, aferradas a las ideas de Nicea y Trento, se propician en el entorno de las cofradías procesionales, las asociaciones más seculares de la iglesia.

El impulso, sin duda, del Concilio Vaticano II, permite a escultores como Chirino, Espinós, Venancio Blanco, Subirachs, Jose Luís Sanchez, Ferrant, Oteiza o Domingo Fita entre otros, trabajar en la transformación de los materiales tradicionales que la imaginería había desarrollado hasta el momento así como la incorporación de tendencias y corrientes artísticas alejadas del “naturalismo” que desde el barroco persisten en la obra escultórica religiosa.

En este sentido son significativas las palabras de Plazaola *“Nosotros cambiamos. Y es el arte el que profetiza, registra y consagra esos cambios. Cuando se hecha una ojeada a la historia del arte y de la cultura, se persuade uno de que, en este*

*terreno, no es fácil discernir donde está lo absoluto e inmutable. Lo que es innegable es la relación entre las formas artísticas con la sensibilidad del tiempo.”**

Ante este teórico panorama de cambios en el arte religioso cabe preguntarnos el porqué de la proliferación de imaginería tradicional máxime cuando desde la misma iglesia se promueven los cambios hacia la “contemporaneización” de la imagen religiosa, no tiene completa lógica que *“Desde el punto de vista estético, la imaginería actual constituye una práctica al margen de las vanguardias, plenamente contemporáneas pero de absoluta vigencia. Esto da lugar a que muchos artistas simultaneen sus creaciones de tradición imaginera con otras insertas en las corrientes artísticas contemporáneas y a las que la sensibilidad popular, que siente y aplaude estas imágenes, no se esté identificando ante ellas como un nuevo producto de la estética imperante”***

La contradicción viene determinada por dos vías paralelas. Por un lado la distinción entre *imagen religiosa* e *imagen sacra* y de otro lado el sentido de la pervivencia de la imagen procesional como parte integrante de la *fiesta barroca*.

En cuanto al primer precepto, parte de la legitimidad teológica misma de la imagen sagrada , *“Dios mismo salió al encuentro de las exigencias del hombre, que lleva*

* Plazaola, J. “El arte sacro actual”. Edic. BAC. 1965. Madrid. Pag. 33-34.

** Lopez Muñoz, J.J. “Notas para una teoría de la imagen procesional”. Actas del primer simposio nacional de Imaginería. 1994. Sevilla. Pag. 165.

*en su corazón el ardiente deseo de poderlo ver”** . Entroncan estas ideas directamente con el concepto de encarnación, con la humanización de la divinidad, en definitiva, *“Cristo es la visibilidad del Dios invisible (...) el icono es como un sacramento de la vida cristiana, pues en el se hace presente el misterio de la Encarnación”***

La imagen, como todo signo, consta de dos elementos esenciales, significante y significado, en este caso la forma visible y el contenido espiritual. Evidentemente, no son elementos separados en la obra, sino que van intrínsecamente unidos, *“de una manera análoga a como se ordena alma y cuerpo en la unidad personal del hombre y, salvando las distancias, como naturaleza divina y naturaleza humana en la unión hipostática en la persona de Cristo. La imagen sagrada es una expresión plástica -en escultura, pintura, bordados, vidrieras, orfebrería, etc.- de un contenido religioso, espiritual. La imagen transmite, como un libro. Recordad cómo en el medievo se llamaba a las imágenes Biblia Pauperum, la Biblia de los pobres. Notad como, con la imagen, se cumple literalmente la profecía de Isaias y el mandato de Cristo : Anunciar el evangelio a los pobres.”**

* Juan Pablo II. Homilía posterior a la restauración de la Capilla Sixtina. Edic. Documentos palabra. nº43. 1994. Pag. 91

** Op. cita pag. 92.

* Carrasco Terriza, M.J. “La imagen sagrada, misterio de comunión y de comunicación. Notas del primer simposio nacional de imaginería. 1994. Sevilla. Pag. 90-91.

Hasta aquí podría quedar aclarada la función de la imagen religiosa, la representación, la función didáctica. Sin embargo hemos establecido otra categoría que denominamos *Imagen Sacra*, y es que la imagen tiene otra función mucho mas comprometida, función determinada en el culto. La iglesia católica establece una diferenciación entre el culto Lautérico, que se le rinde solo a Dios y a Cristo encarnado en la eucaristía y el culto Lautérico relativo que se rinde a las imágenes de Cristo. Así mismo establece el culto a las imágenes de los Santos (dulía) y a la Virgen (Hiperdulía). “*La imagen de culto no sólo transmite unos contenidos teológicos, sino que hace presente la memoria de Cristo, de María o de los Santos*”^{**}.

Esta función teológica de mediación mediante la encarnación, supone un auténtico handicap para la posible variación sobre las formas humanas mas realistas, siendo uno de los principales motivos de la persistencia del “naturalismo” en las imágenes sacras.

Tanto es así que, a pesar de lo anteriormente dicho, el mismo Concilio Vaticano Segundo recomienda la exposición pública en las iglesias de las imágenes como elemento encarnado mediador en la oración de los fieles con Dios.

^{**} Op. cita pag. 94.

Caso muy especial es el que significa el uso de las imágenes con carácter procesional, que entronca directamente con el otro condicionante expuesto, el de la persistencia del espíritu de la fiesta barroca . Alrededor de las cofradías de claro origen gremial (por tanto cerrado) en el medievo, se desarrolla toda una actividad escultórica que tiene su punto álgido en el barroco, impulsado fuertemente por el espíritu contrareformista y claramente apoyado por las ideas políticas absolutistas que conceden especial importancia a la imagen visual.

Sin duda, la caracterización humana naturalista desarrollada en la época propicia con gran facilidad el acercamiento del pueblo a este tipo de escultura, facilita el desencadenamiento de las emociones que este tipo de ritos o actos persigue, el acercamiento de lo divino a lo humano. La posición elevada de estas imágenes sobre sus tronos procesionales, el movimiento, la posible circundación de la imagen, etc, completan el panorama del desfile festivo en el que se incluye la procesión.

La cofradía barroca se distingue claramente por el lujo y boato que en absoluto está presente en el origen medieval de las cofradías. Supone una auténtica demostración de poder y de representación social.

Cuando en el S.XVIII la élite social y cultural, con el desarrollo de la burguesía, comienza a relegar a un segundo lugar este tipo de demostraciones públicas, surge otro tipo de élite que, mediante el enriquecimiento de sus imágenes y el mantenimiento de las

tradiciones heredadas, intenta demostrar el estatus social y económico de los miembros de esa cofradía. La perduración de estas tradiciones llega a tal extremo que incluso las vestimentas de los Nazarenos, Vírgenes y penitentes conservan clara permanencia barroca.

Este intento de mantener la tradición a ultranza como símbolo del estatus heredado, ha motivado la persistencia de las técnicas y materiales para la ejecución de este tipo de imágenes, sobre todo las de carácter procesional, donde la talla en madera domina casi por completo el panorama de la imaginería religiosa que procesionan aún hoy en nuestros días.

Visto el panorama actual, no intentaremos en nuestra tesis plantear cambios en cuanto a la concepción propia de la imaginería, sino que iniciaremos el desarrollo de nuestra investigación basados en las ideas del Concilio Vaticano Segundo, intentando aportar vías técnicas y materiales que puedan reportar avances en lo expresivo sin pretender una ruptura con los procedimientos de ejecución tradicional .

2.-METODOLOGÍA DE TRABAJO



METODOLOGÍA DE TRABAJO.

No podemos decir que durante el proceso de realización de la presente investigación se haya usado una metodología de trabajo estandar. En cada uno de los pasos de la investigación hemos ido obteniendo una serie de resultados, hemos deducido una serie de datos (por tanto hemos usado un método deductivo) que nos ha inducido al estudio realizado en el paso siguiente (por tanto hemos usado un método inductivo).

Hemos partido de la necesidad misma de trabajar sobre vías alternativas a las técnicas tradicionales, estancadas en recursos del pasado y de procesos y procedimientos muy lentos, para intentar llegar a otros más ágiles y menos tediosos en su ejecución.

Iniciamos la investigación con el estudio del material sobre el que hemos trabajado, las resinas de poliéster (capítulo 3 : Los materiales sintéticos : las resinas de poliester y sus derivados), estudio realizado desde la formación misma del producto, variantes en la formación y características y propiedades del mismo aprovechables en el trabajo escultórico. Estudiados además los aditivos y refuerzos para este material, establecemos una serie de “subproductos” fruto de la adaptación de las propiedades del material a nuestras necesidades para la ejecución de las obras.

Desarrollados estos materiales y estudiadas sus características, iniciaremos la aplicación sobre obras reales, que si bien no serán el fruto de la investigación, si van a ser la demostración más evidente. Así pues, en el capítulo 4 (Desarrollo práctico de la aplicación), estudiaremos los distintos procedimientos de aplicación de los materiales desarrollados en el capítulo 3 sobre diversos tipos de moldes.

Analizadas las características propias de cada obra resultante del capítulo 4, en el capítulo 5 (Acabado de las piezas), estudiaremos las posibilidades de acabados superficiales de cada uno de los vaciados obtenidos. Trabajaremos sobre la talla y modelado de piezas obtenidas en los vaciados realizados anteriormente, sobre su acabado superficial y las imprimaciones (tradicionales o nuevas) necesarias para recibir policromía y dorado.

En este mismo capítulo estudiaremos la aplicación práctica de policromías tradicionales de imaginería así como otras posibilidades no tradicionales. De la misma forma procederemos en cuanto al dorado, intentando aprovechar las propiedades propias del material para facilitar su realización.

Conscientes de la necesidad de preservación de las obras en el tiempo, en el capítulo 6 (Prevención de los procesos de degradación de los polímeros), estudiaremos las posibles causas de deterioro de las obras realizadas por los procedimientos y con los materiales descritos para, en la medida de lo posible, solucionarlos desde la ejecución misma de las obras.

Preocupados así mismo por la toxicidad de los materiales empleados y por la peligrosidad durante su manipulación, en el capítulo 7 (Medidas de seguridad) incluiremos las normas de protección fundamentales para el manejo de estos productos así como las precauciones a tener en cuenta durante su manipulación.

De todos los datos obtenidos en los capítulos anteriores, extraeremos una serie de conclusiones que incluiremos en el capítulo 8 (Conclusiones), así como una serie de fichas técnicas sobre la resolución de las piezas realizadas en el transcurso de la investigación, no como conclusión de esta, sino, como dijimos anteriormente, como demostración mas evidente y tangible de los resultados obtenidos en el transcurso de esta Tesis.

3.-LOS MATERIALES SINTÉTICOS

LOS MATERIALES SINTÉTICOS. Las resinas de poliéster y sus derivados :

LOS MATERIALES PLÁSTICOS. POLÍMEROS Y POLIMERIZACIÓN.

Los materiales que denominamos **plásticos** son sustancias que no existen en la naturaleza. Son en general compuestos derivados del carbono y presentan en una u otra fase de su fabricación una textura plástica, lo que permite su moldeado por muy diversos procedimientos.

El carbono es la base de de la gran mayoría de estos compuestos (si bien es cada vez más creciente la excepción). El carbono es un elemento con cuatro valencias distribuidas simétricamente en el espacio. El carbono puede combinarse con cuatro elementos de una sola valencia (CH_4 metano), con dos elementos de dos valencias (CO_2 Anhidrido carbónico), con otro átomo de carbono cubriendo sólo dos valencias y ocupando las otras dos dos átomos de hidrógeno, como en el caso del estileno, etc. Los compuestos que disfrutan de esta versatilidad se llaman compuestos **no saturados**, es decir, que en determinadas ocasiones pueden romperse estas valencias para combinarse con otros elementos, moléculas o átomos que haya junto a ellos, pudiendo así formarse una larga cadena de grupos del mismo tipo, donde a cada uno de estos elemetos se les llama

monómeros y a la cadena resultante de la unión entre ellos se les llama **polímero**.

Los polímeros pueden originarse de dos formas distintas, por polimerización de condensación y por polimerización de adición. La polimerización de condensación, o simplemente condensación consiste en la repetición de el mismo monómero con eliminación de pequeñas moléculas, generalmente éstas son de agua, como es el caso de la formación del Nylon por condensación del ácido adíptico y de la Hexametildiamina.

En general se forma una mezcla de macromoléculas cuya composición y peso molecular medio depende del grado de polimerización obtenido, el cual puede controlarse midiendo la viscosidad, la solubilidad y el intervalo de temperaturas de las zonas de reblandecimiento del producto formado.

La polimerización por adición o simplemente polimerización consiste en la unión continua de moléculas sencillas, donde no se produce la eliminación de moléculas como en el proceso de condensación. El resultado o polímero tiene la misma composición centesimal que el monómero. Un ejemplo claro de este tipo de polimerización es el de los compuestos de vinilo.

Si se polimerizan conjuntamente dos compuestos no saturados didintos, la polimerización se denomina **copolimerización**.

La facilidad de la polimerización de los compuestos no saturados depende de la

reactividad del doble o triple enlace existente en su molécula, la cual es mas elevada cuanto mayor sea su polaridad. Esto explica como, por ejemplo, el isobutileno se polimeriza facilmente mientras que el butileno o 2 buteno se polimeriza con gran dificultad. Casi todos los monómeros que dan altos polímeros o polímeros de cadenas largas, contienen en su molécula un doble enlace terminal $C=CH_2$. La formación de las cadenas del polímero exige previamente la activación y apertura del doble enlace en una molécula.

Esta activación puede ser producida por la luz, por el calor, y/o por catalizadores o activadores, los cuales pueden ser ácidos cuando su acción es en presencia del ión hidrógeno, o bien de sustancias que simplemente aportan un elemento para activar y romper el doble enlace. Se usan en este caso el sodio y los peróxidos. Los peróxidos orgánicos, en especial el peróxido de benzoilo, son muy eficaces, pues se descomponen dando un radical libre que suministra el electrón activante. También se usan el fluoruro de boro y el tetracloruro de estaño. La ruptura del doble enlace originan los núcleos a partir de los cuales se forman las cadenas de polímeros por adicción repetida de nuevas moléculas hasta que tiene lugar la rotura de la cadena. Si el número de moléculas activadas, y por tanto de núcleos, es pequeño se forman más cadenas largas. Si dicho número es mas elevado, lo que depende de la cantidad de catalizador añadido, se formarán más cadenas, pero estas serán más cortas. La adición de moléculas tiene lugar con desprendimiento de energía, por lo que, de no controlar la operación, la temperatura puede elevarse hasta el punto de hacer explosivo el proceso de polimerización.

En relación con los procesos de polimerización, juegan un papel importante otras

sustancias como los inhibidores, moderadores y estabilizantes. Los inhibidores suelen añadirse a los monómeros para su transporte y almacenaje para evitar su polimerización espontánea. Son buenos inhibidores la hidroquinona, la quinona, muchas aminas y fenoles. Los estabilizadores se añaden no tanto para la protección del monómero predeterminado sino para conseguir una mayor perdurabilidad del polímero obtenido, como es el caso de añadir un poco de sosa al cloruro de polivinilo para hacerlo más resistente al ataque del ácido clorídrico. Los moderadores actúan para impedir un crecimiento excesivo de la magnitud de las cadenas del polímero, en parte por romper las cadenas en formación y en parte por crear nuevos núcleos de activación. Es el caso del tetracloruro de carbono que actúa como moderador de la polimerización del estireno.

Cabe realizar otra consideración en relación a la estabilidad térmica de los polímeros resultantes que nos permite distinguir entre polímeros termoplásticos y polímeros termoestables. Polímeros como el polietileno consta de un número bastante alto de cadenas con uniones muy fuertes en su interior pero débiles con las cadenas adyacentes. Esto posibilita que unas cadenas puedan deslizarse respecto a otras, por ejemplo al someter el polietileno a una carga éste puede deformarse y no recuperarse al retirarla, a este proceso se le llama fluencia. Es esta propiedad la que permite modelar los polímeros termoplásticos, al aplicarles calor controlado las cadenas se "aflojan" favoreciendo su deslizamiento relativo. En este apartado encontramos polímeros como el cloruro de polivinilo, el polipropileno, la poliamida, el polimetacrilato, reutilizables todos gracias a su capacidad de ablandarse con el calor y volver a endurecerse tras su enfriamiento.

Cuando los polímeros se unen en su estructura tridimensional a las moléculas de otras cadenas, forman una especie de malla cuyas uniones son muy fuertes impidiendo el deslizamiento entre ellas produciendo un resultado estable a cualquier temperatura, mucho menos susceptibles a la fluencia, llamándoles en este caso **polímeros termoestables**. Las moléculas en este caso están muy juntas imposibilitando incluso la acción de los disolventes. Si bien en el proceso de polimerización tiene un carácter termoplástico, una vez terminada la reacción no pueden volver a debilitarse estas uniones transversales. Dentro de este grupo se encuentran polímeros como el fenolformaldehído, la melamina o el poliéster, recibiendo así mismo el nombre de resinas.

La diferencia entre resinas y plásticos es también algo arbitraria, pues depende muchas veces de la forma de polimerización del producto. El paso de moléculas lineales a tridimensionales da lugar a la disminución de la flexibilidad y elasticidad con el aumento consiguiente de la insolubilidad e infusibilidad. Como ejemplo baste recordar que las mismas resinas de fenol formaldehído pueden obtenerse en forma de productos termofundibles y solubles.

RESINAS DE POLIESTER. CARACTERIZACIÓN.

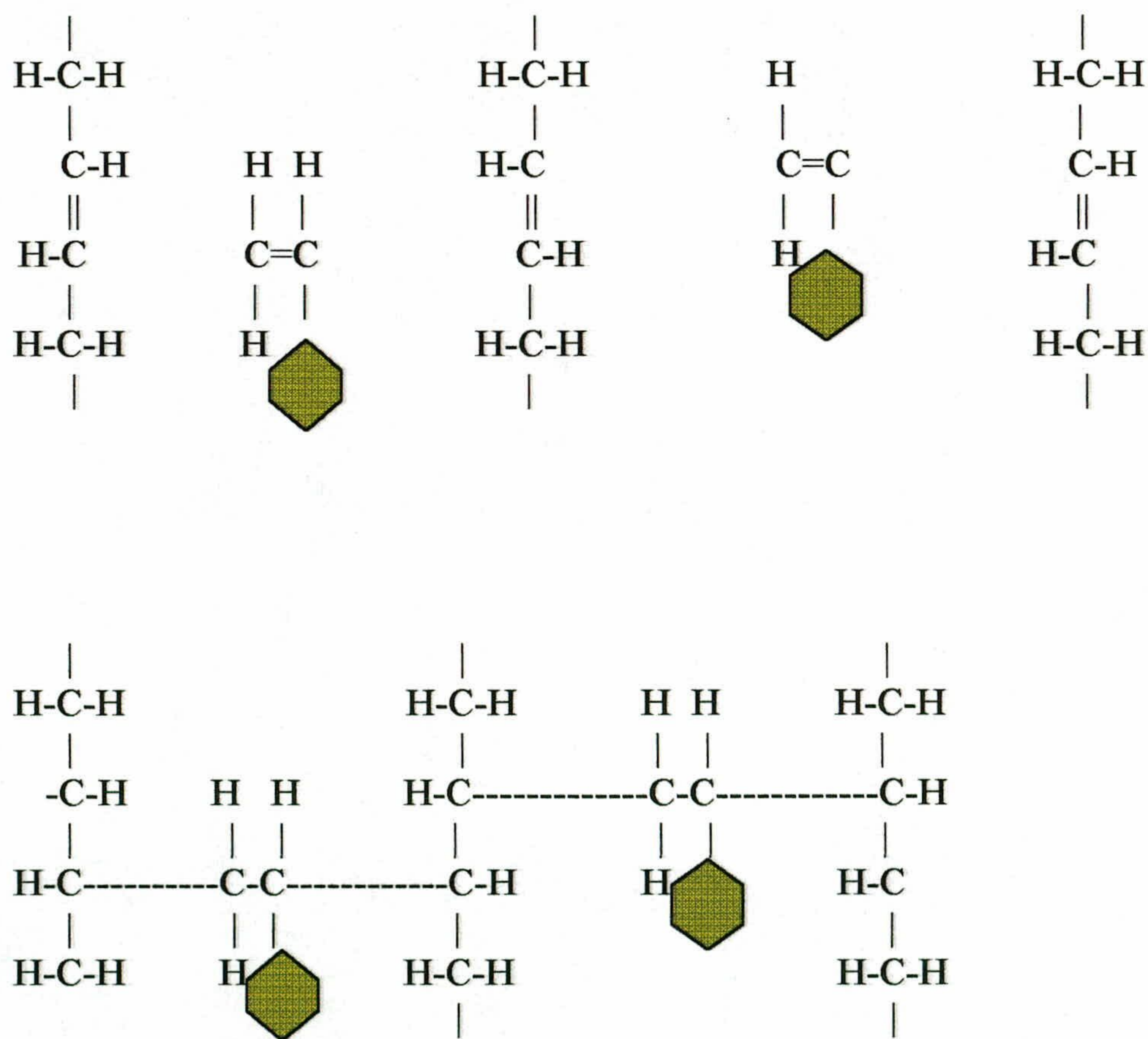
Las resinas conocidas como poliésteres no saturados son ésteres poliméricos lineales producidos por reacción entre ácidos orgánicos no saturados y saturados que

contienen dos grupos carboxílicos (COOH) y glicoles no saturados que contienen al menos dos grupos hidroxílicos(OH). Parte de los enlaces de estos compuestos ácidos bifuncionales tienen dobles enlaces de carbono (C=C) o son todavía insaturados, reaccionando con otros monómeros insaturados en los dobles enlaces para producir así polímeros de estructura tridimensional, dando lugar a un material endurecido o curado. Nos centraremos en el estudio de los llamados **poliésteres insaturados o no saturados** para distinguirlos de otros tipos saturados, tales como las resinas alquídicas o las usadas como compuestos intermedios del uretano.

Los poliésteres no saturados pueden producirse variando los ácidos, alcoholes y agentes entrelazantes en tipos y proporciones.

Una vez completada la esterificación y la polimerización lineal, se añaden los agentes formadores de enlaces cruzados. El principal agente utilizado es el monómero de estireno. El carácter líquido de estos agentes, sobre todo el estireno, actúa como disolvente del monómero lineal del poliéster, presentándose así en el mercado como un fluido único en el cual se encuentra tanto el citado monómero como la sustancia reticulante. Estas resinas líquidas de poliéster, no son estables para su almacenaje, máxime cuando la sustancia reticulante empleada son los monómeros de estireno, por lo cual es habitual encontrar reducidas cantidades de inhibidores de enlaces cruzados tales como la hidroquinona. Justo antes de su uso se hará, pues, necesario el uso de agentes catalizadores que desencadenen el entrelazado de los monómeros, siendo bastante usuales como catalizadores los peróxidos orgánicos como el de benzoilo o el peróxido de mek.

La forma genérica de entrelazamientos de estos monómeros en la descrita en el gráfico siguiente, en el que tres monómeros de poliéster no saturados se entrelazan con dos de estireno.



Entre los compuestos usados generalmente se encuentran los siguientes:

RESINAS:

Glicoles (dioles):

- glicol propileno
- butano-1,3 diol
- glicol dietileno
- glicol dipropileno
- glicol etileno
- bisfenol

Es habitual así mismo el uso de mezclas de glicoles para obtener resinas de características específicas dependiendo de la intención de uso:

Ácidas:

- ácido maleico
- ácido fumárico
- anhídrido ftálico
- anhídrido iso-ftálico
- ácido sebásico
- ácido adíptico
- ácido tetracloroftálico
- ácido exacloroendometilentetraclorohidroftálico (HET)

Monómeros:

- estireno
- estireno + metacrilato de metilo
- estireno + metacrilato de n-butilo
- estireno + acrilato de butilo

Las resinas de poliéster en escultura no se usan siempre en estado puro, sino que se hace necesario “rectificar” la resina base para adecuar sus características de uso a las necesidades concretas de cada obra, máxime cuando abordaremos el tema de la imaginería religiosa con los condicionantes de policromía que presenta. En el campo de la industria es amplísimo el número de estos derivados del poliéster, gran número de ellos aplicables en nuestro campo. Una clasificación amplia de esta oferta podría venir determinada por su estado en el momento del uso, clasificándolos así en resinas en estado líquido, masillas con base de poliéster y geles. Es posible así mismo encontrar productos en estado sólido si bien su aplicación es prácticamente nula en el ámbito de la escultura.

PROPIEDADES DE LA RESINA LÍQUIDA

	UNIDADES DE MEDIDA	VALORES MEDIOS
Estado		Líquido
Contenido en monómeros		33%
Viscosidad a 25°C	dPa.s = Poise	3-9
Indice de acidez UNE 53304	mg KOH/g	20-24
Peso específico a 25°C UNE 48098	gr/cm ³	1.12
Indice de refracción a 25°C UNE 53072		1.530-1.540
Aspecto UNE-53 346-80		dependiente de la coloración
Tiempo de gelificación a 25°C	minutos	4.5-7.5 Dependiente del catalizador
Conservación a 25°C	meses	6

CATALIZADORES (iniciadores)

Peróxidos orgánicos como el peróxido de benzoilo.

Hidroperóxidos orgánicos como el peróxido de ciclohexano.

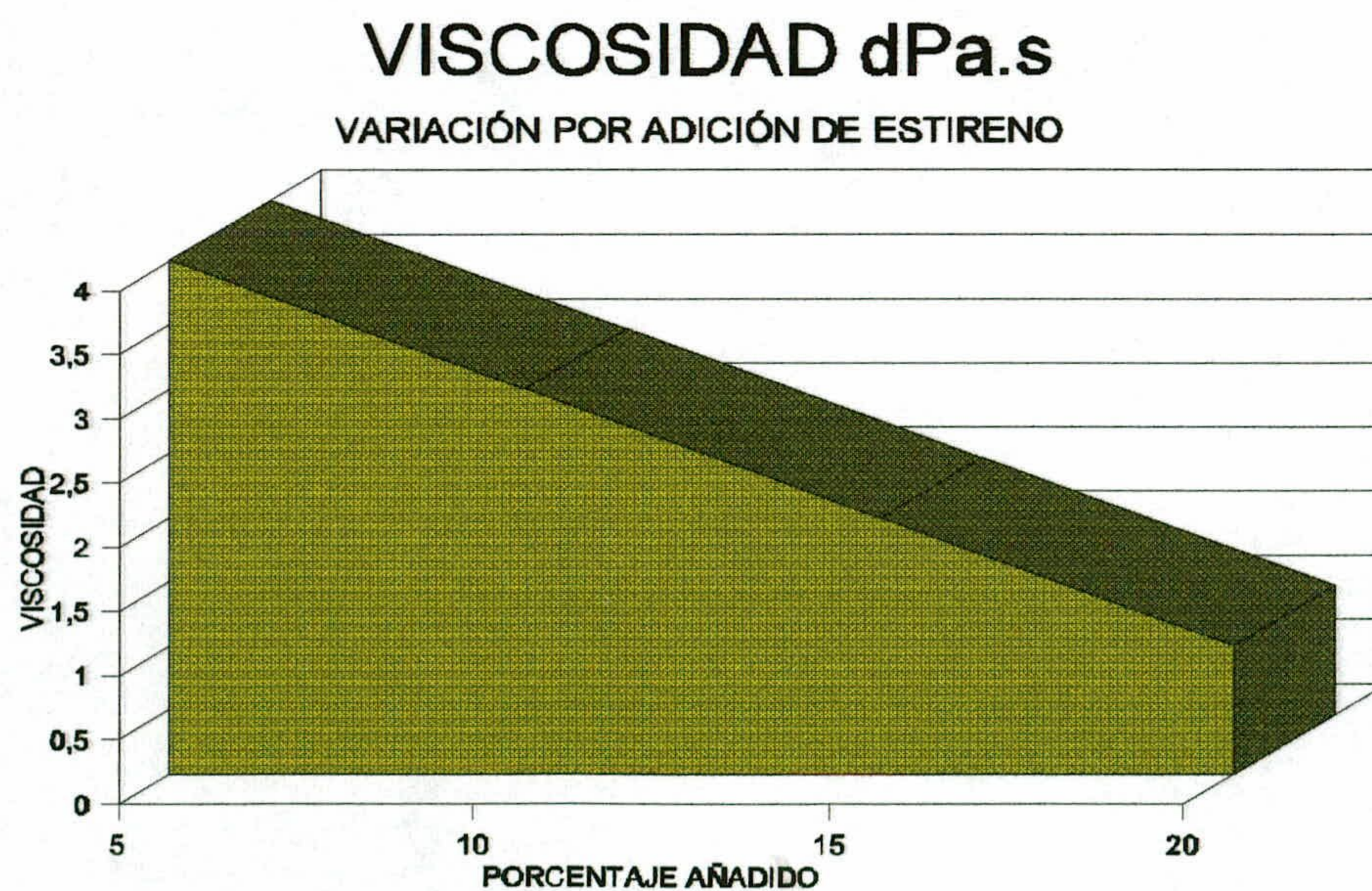
Peróxido de metil-etil-cetona (MEK)

ACELERADORES

Sales de cobalto

Aminas

Existe la posibilidad de dar un carácter más fluido a la resina de poliéster que el que se presenta comercialmente para dar una mayor penetrabilidad en moldes de una gran dificultad de formas o para conseguir una mayor fidelidad en la reproducción en moldes por colada. Esta mayor fluidez se consigue mediante la adición de un porcentaje no





superior al 15% del monómero usado en la polimerización (normalmente estireno), ya que, como se dijo anteriormente, su uso no sólo permite establecer los enlaces tridimensionales, sino que actúa como medio. La conveniencia de no sobrepasar este 15% es debido a que podría quedar fácilmente moléculas del monómero sin enlaces, libres, lo que mermaría en resistencia al producto final.

De entre las principales características físico/químicas del monómero de estireno o Vinilbenzeno están las siguientes :

Estado : líquido.

Color : incoloro.

Olor : Característico.

Cambios de estado :

Punto de fusión/ intervalo de fusión : $-30, 6^{\circ}\text{C}$

Punto de ebullición/ intervalo de ebullición : $145, 200^{\circ}\text{C}$

Punto de inflamación : 31°C

Límites de explosión :

Inferior : 1.1% vol.

Superior : 8% vol.

Temperatura de ignición : 490°C .

Presión del vapor a 20 grados centígrados : 6 mbar.

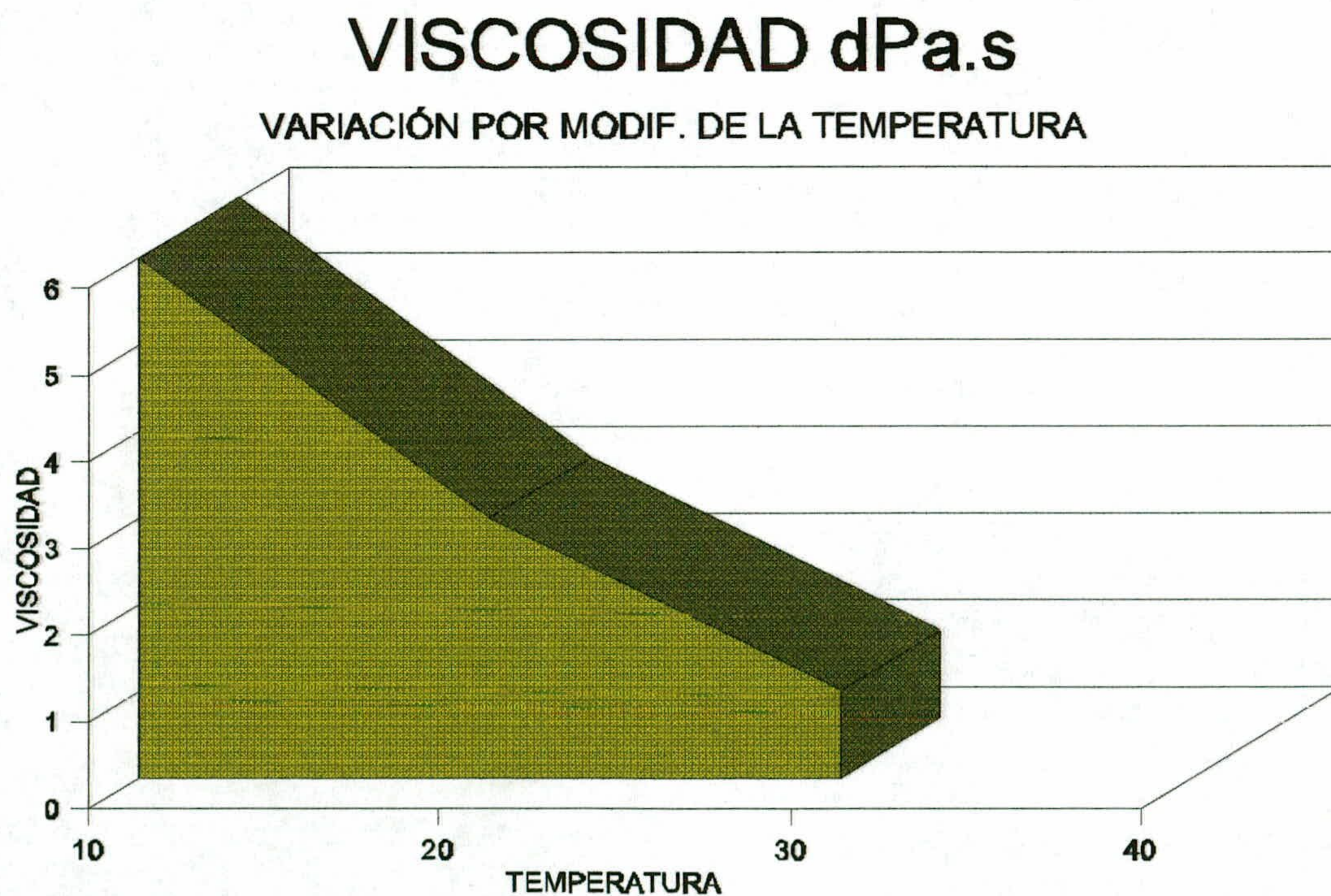
Densidad a 20 grados centígrados : 0.906g/cc.

Solubilidad en agua : 0.3 g/l.

Solubilidad en otros disolventes : Miscible en muchos disolventes orgánicos.

Viscosidad : 0.76 mPa.s

La viscosidad de la resina puede ser así mismo disminuida mediante el aumento de la temperatura de ésta en el momento de trabajo. La variación de la viscosidad en relación la temperatura viene expresada en el siguiente gráfico :

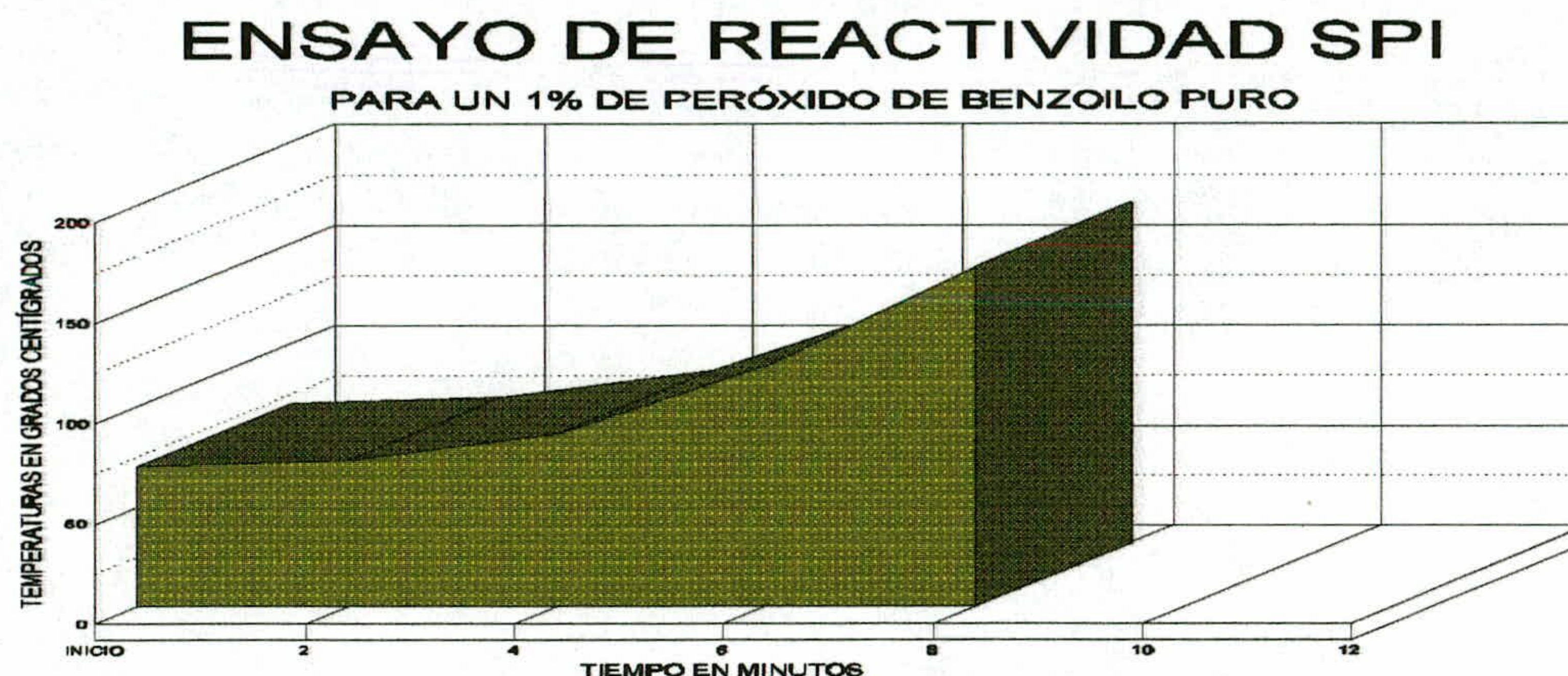


CARACTERÍSTICAS DE LA POLIMERIZACIÓN

	UNIDADES DE MEDIDA	VALORES MEDIOS
Tiempo de gel	minutos	4.5-7.5
Temperatura máxima	°C	175
Tiempo de transformación	minutos	7.5
Contracción al polimerizar		5-7%

El ensayo de reactividad SPI* indica aproximadamente y de una forma comparativa y empírica, la rapidez y energía de la polimerización cuando ésta se realiza en caliente. El ensayo se realiza operando con una resina a la cual se añade un 1% de peróxido de benzoilo puro, realizando la catálisis en un baño termostático a 82°C, obteniendo una curva de relación tiempo/temperatura cuyo resultado puede dar idea de la reactividad de la

resina al polimerizar :



Si bien es en baño termostático la forma ideal de realizar la catálisis de la resina, esto no es posible realizarlo en todos los casos ya que las dimensiones de los moldes lo impiden normalmente. No obstante, la polimerización puede realizarse en frío, necesitando la adición de un acelerador como ya se indicó anteriormente. En la tabla siguiente se indica el tiempo de gel de una resina standar obtenido en diversas condiciones de trabajo.

ACELERADOR	CATALIZADOR	TEMPERATURA	TIEMPO DE GEL
Octato de cobalto de 6%Co 0.25%	Peróxido de MEK de 50% 2.0%	25°C	8 min.
Octato de cobalto de 6%Co 0.08%	Peróxido de MEK de 50% 1.5%	25°C	15 min.
Octato de cobalto de 6%Co 0.15%	Peróxido de MEK de 50% 1.5%	20°C	14 min.
Dimetilamina 100% 0.2%	Peróxido deBenzolio 50% 2.0%	15°C	30 min.

* Ensayo realizado por Plainsur S.A.

CARACTERÍSTICAS DE LA RESINA POLIMERIZADA

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDADES DE MEDIDA	VALORES MEDIOS
Densidad UNE 53020	g/cm ³	1.20
Absorción agua a t° ambiente UNE 53022	mg	16
Indice de refracción a 25°C UNE 53072		1.53

PROPIEDADES MECÁNICAS	UNIDADES DE MEDIDA	VALORES MEDIOS
Dureza Barcol UNE 53270		50
Resistencia a la tracción UNE 53023	MPa	60
Resistencia a la flexión UNE 53022	MPa	110
Módulo de flexión UNE 53022	MPa	4500
Resistencia al impacto UNE 53021	KJ/m ²	7

PROPIEDADES TÉRMICAS	UNIDADES DE MEDIDA	VALORES MEDIOS
Tª de deformación bajo carga UNE 53075	°C	55
Calor específico	cal/g.°C	0.35
Coefficiente de dilatación lineal UNE 53126	m/m°C	60x 10 ⁻⁶
Conductividad térmica UNE 53037	Kcal/m.h:°C	0.15

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	UNIDADES DE MEDIDA	VALORES MEDIOS
constante dieléctrica a 60 Hz		3.05
Constante dieléctrica a 10 ⁶ Hz		3.00
Tangente ángulo pérdidas a 60 Hz		3.003
Tangente ángulos pérdida a 10 ⁶ Hz		0.010

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	UNIDADES DE MEDIDA	VALORES MEDIOS
Rigidez dieléctrica tensión continua a 25°C	KV/mm	15
Rigidez dieléctrica tensión continua a 100°C	KV/mm	12
Resistividad de volumen	ohm/cm	10 ¹⁶
Resistividad de superficie	ohm	10 ¹⁶

Son innumerables las variantes comerciales que encontramos de resina de poliéster, variantes adaptables a cada uso tanto artístico como industrial dependiendo de sus propiedades. Estas propiedades son variables en tanto a su contenido en monómero, su viscosidad y su índice de reactividad. Por sus características, son especialmente idóneas para el trabajo escultórico que nos ocupa las siguientes resinas :

- Resinas ortoftálicas de alta resistencia.
- Resinas de baja viscosidad.
- Resinas flexibles.
- Resinas transparentes.
- Resinas para admisión de cargas.

Si bien todas estas resinas son muy idóneas para su uso escultórico, la más idónea según se puede comprobar en el transcurso del presente estudio es la denominada *Tixotrópica*

preacelerada o de uso general, atendiendo sobre todo a su reactividad media-baja, a su bajo nivel de contracción y a sus aceptables propiedades fisico-químicas.

PASTAS CON BASE DE POLIÉSTER.

Son innumerables las pastas que en el mercado podemos encontrar cuya base es la resina de poliéster. Las variaciones de las características entre estas pastas vienen determinadas esencialmente por dos aspectos :

- Resinas de poliéster usadas
- Aditivos empleados.

Podemos, no obstante, establecer una primera subdivisión genérica atendiendo tanto a su estado en el momento de fabricación, a su aspecto y a su uso predeterminado :

- Masillas de poliéster.
- Gel Coats.

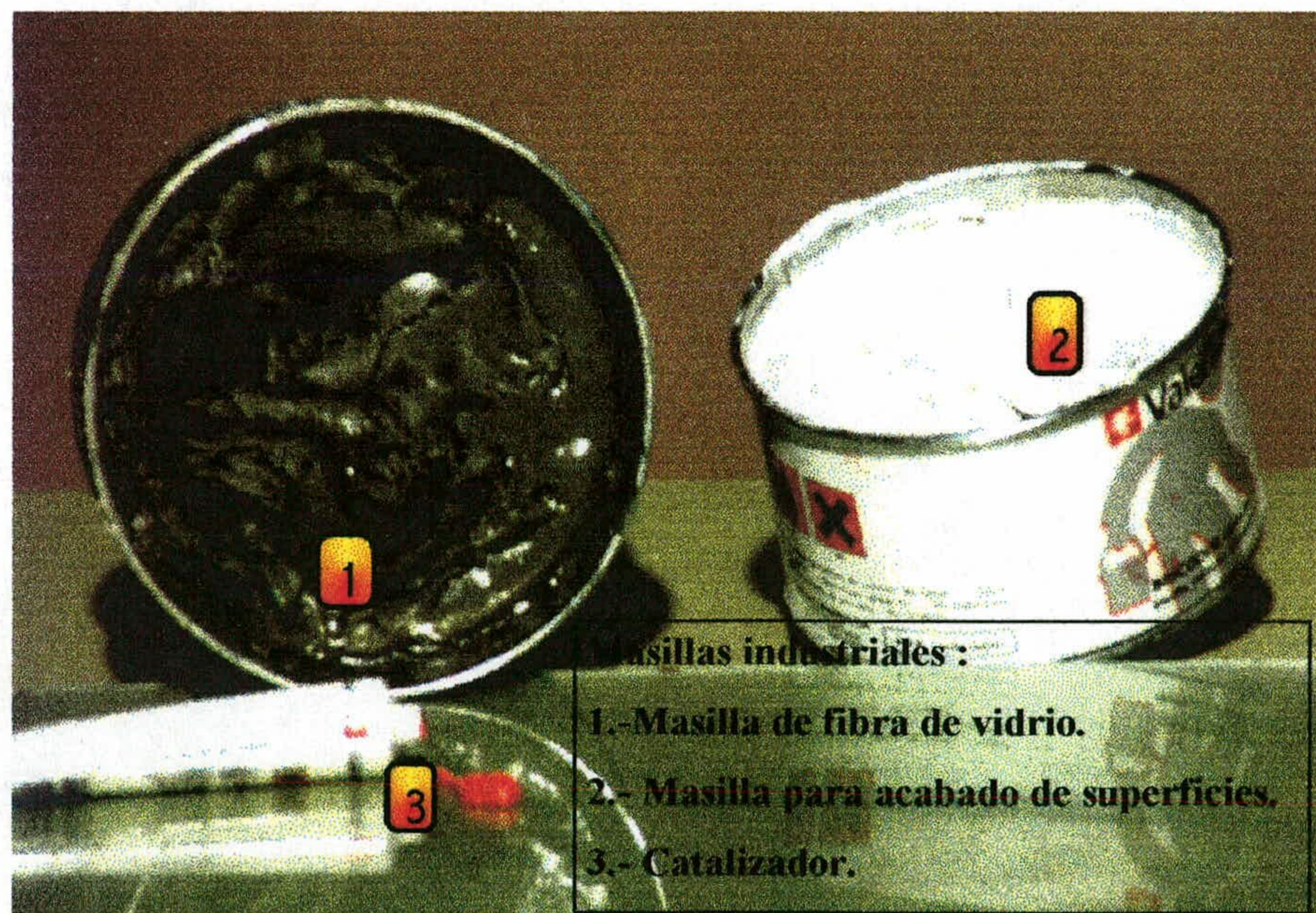
MASILLAS DE POLIÉSTER.

Son generalmente pastas cuya base es una resina de poliéster preacelerada mediante la adición de sales de cobalto que incluye una materia de carga de la cual depende su aspecto, forma de trabajo, textura, etc. La polimerización de estas masillas se produce mediante la adición de un catalizador que suele ser el peróxido de benzoilo en una proporción variable entre el 2% y el 3% , variable esta cantidad según marca comercial dependiendo de la cantidad de sales de cobalto añadidas en origen. Se suele presentar en este caso el peróxido de benzoilo en forma de pasta coloreada para facilitar así una mezcla homogénea y por tanto una mejor polimerización final de la pasta.

Las materias de carga empleadas en estas pastas industriales son en general de carácter mineral. Entre los aditivos mas usuales encontramos :

- talco
- sílice pulverizado
- aluminio
- estaño
- $\text{CO}_3 \text{Ca}$
- fibras cortas de vidrio
- microesferas de vidrio, etc.

Estas masillas, conocidas muchas de ellas como “masillas de carrozero”, tienen como principal ventaja su fácil aplicación, generalmente a espátula, catálisis rápida y facilidad de lijado e incluso talla.



Son de gran facilidad de aplicación tanto en *modelado directo* como en *vaciados*, pudiendo, como en el caso de las resinas de poliéster puras, añadir cantidades controladas de monómeros de estireno para licuarlas y facilitar así su aplicación en moldes cerrados por colada o en moldes abiertos por aplicación a pincel como se verá en apartados posteriores.

Comercialmente es posible encontrar también estas mismas masillas en estado líquido (meloso) para su aplicación a pistola, teniendo ésta muy buena calidad de reproducción para todo tipo de moldes y de óptima adherencia tanto a estratificados de fibra de vidrio como a los demás tipos de masillas. El catalizador usado para estos tipos de *masillas spray* es igualmente el peróxido de benzoilo, en este caso en estado líquido, en un porcentaje de aproximadamente 5% en volumen de la resina, alcanzando esta masilla su método óptimo de aplicación cuando se realiza con una pistola de gravedad de 25_{mm} de boquilla y a una presión de 3-4 bar. El intervalo de trabajo hasta la catálisis es aproximadamente de una hora desde la adición del catalizador, tiempo dependiente de la temperatura de trabajo. Posee muy buenas cualidades tixotrópicas, pudiendo así mismo aplicar varias capas con un intervalo de 5 a 10 minutos, alcanzando su espesor óptimo a las 400 micras.

Todas estas masillas, sea cual sea su composición, poseen una característica genérica que determinará su uso en nuestro estudio: **la impermeabilidad y nula porosidad**. La aplicación a la tipología escultórica que nos ocupa, la imaginería religiosa, viene determinada por la posterior necesidad que tendremos de policromar las esculturas. En determinados tipos de acabados finales más tradicionales se hace necesario el

pulimentado de las superficies policromadas, pulimentado que normalmente no se puede conseguir con idénticos resultados plásticos de no ser realizados sobre un estuco tradicional de cola de conejo y carbonato cálcico. La nula porosidad de las masillas comerciales provoca la no adherencia de las colas orgánicas de conejo en su superficie, por tanto el desprendimiento tras el secado de los estucos. Las necesidades de este tipo de escultura trae pareja la necesidad de desarrollar otros tipos de masillas que, con un grado de porosidad y de absorción relativa, permitan la aplicación posterior de estucados y por tanto la posibilidad de realizar policromías pulimentadas.

El mismo problema se nos plantea cuando se hace necesaria la aplicación de bol para dorados al agua. La nula absorción de las colas de pescado, también orgánicas, usadas para la realización de este tipo de imprimaciones, provoca el rápido cuarteo de éstas y el desprendimiento casi total tanto de las masillas de poliéster como del poliéster en estado puro o reforzado con fibras de vidrio.

El escultor francés Saint-Maur (1906-1979) desarrolló una masilla de poliéster específica para escultores llamada *Polibetón* ; de un aspecto grisáceo, estaba compuesta de una resina preacelerada mezclada con cargas minerales, polvo de mármol entre otras, que, teniendo prácticamente las mismas características que el resto de masillas de poliéster, reunía además la de una relativa capacidad de absorción, lo que podía facilitar los procesos tradicionales de policromía descritos anteriormente. Ensayada esta pasta podemos comprobar que si bien es cierto que tiene cierta porosidad y por tanto cierta capacidad de absorción, no es la suficiente para realizar los procesos de estucado, dorado y policromía con la garantía de perdurabilidad en el tiempo que fuera deseable. Esta inseguridad de

perdurabilidad unida a la extrema dificultad de encontrar la pasta en el mercado, motivó el desarrollo de las masillas que describimos seguidamente y que adaptamos a las necesidades que la ejecución de la práctica escultórica en el campo de la imaginería religiosa nos requiere.

Los aditivos usados en las pastas que hemos preparado, tanto individualmente como mezclados entre ellos han sido los siguientes :

- Polvo de ladrillo
- Arena de sílice 70/75
- Carbonato cálcico
- Tierra de moldeo para fundición
- Gel de Sílice coloidal pirogenado
- Talco ventilado o "talco de Venecia"



Si bien la granulometría de los materiales usados podía permitir su uso directamente consiguiendo un grado de finura en la superficie sobradamente aceptable, se optó por moler



manualmente cada uno de ellos para así obtener un mayor grado de adaptabilidad, por tanto de fidelidad en la reproducción bajo molde.

La resina de poliéster usada para la fabricación de estas pastas es una resina de reactividad media, preacelerada y tixotrópica, rectificando según los casos

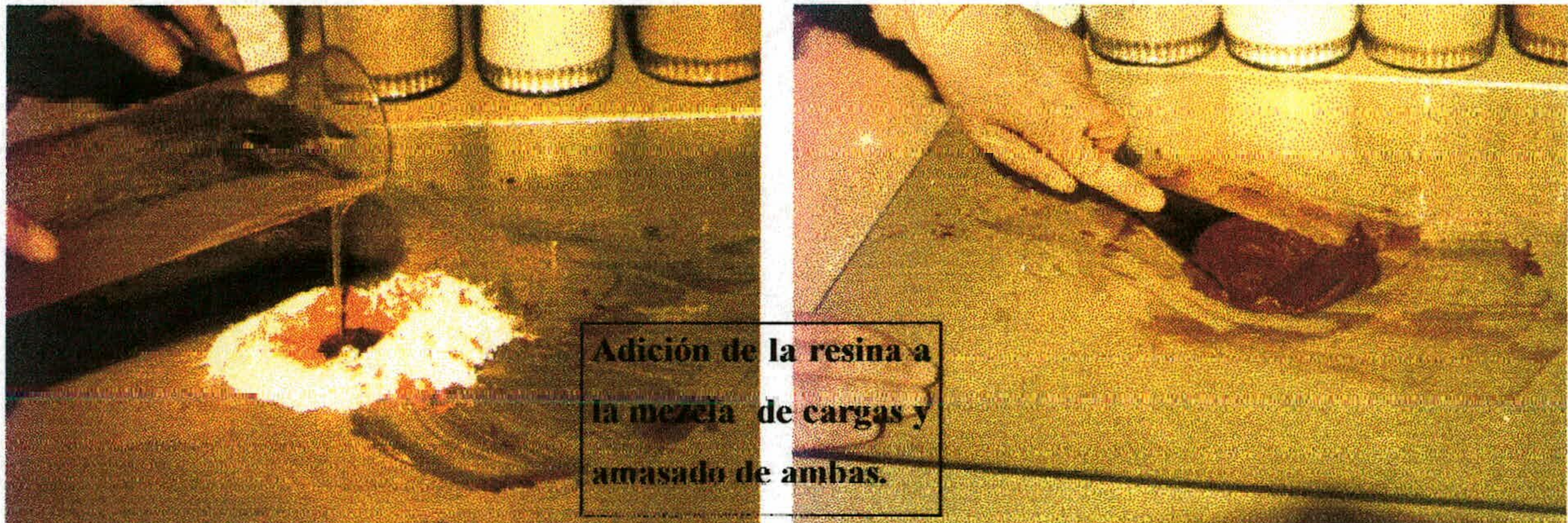
mediante la adición de estireno y de octoato de cobalto para controlar así tanto la velocidad de reacción que en cada momento nos interese (mediante la adición de hasta un 0.4% de octoato de cobalto del 6% de riqueza), como la fluidez de la masilla resultante (mediante la adición de hasta un 15% de monómero de estireno). El catalizador usado ha sido el peróxido de MEK en un porcentaje del 2% en volumen e la resina utilizada.

Las mezclas de materias de carga usadas han sido las explicitadas en el siguiente cuadro :

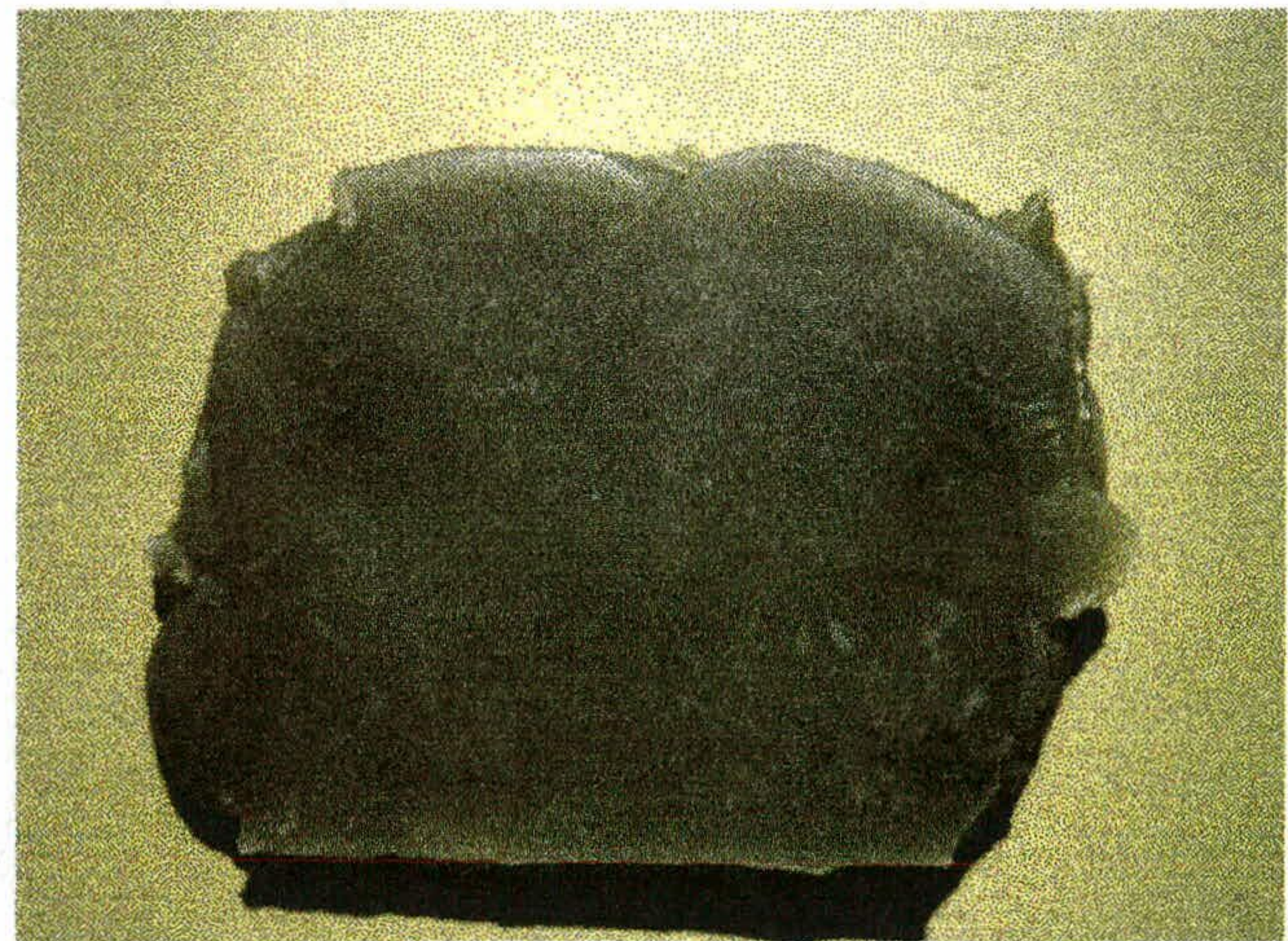
MATERIAS DE CARGA						
	Polvo de ladrillo	Arena de sílice	Tierra de moldeo	Carbonato cálcico	Talco ventilado	Gel de sílice coloidal
Pasta nº1					50%	50%
Pasta nº2	50%					50%
Pasta nº3	33%				33%	33%
Pasta nº4		50%				50%
Pasta nº5		33%			33%	33%
Pasta nº6			50%			50%
Pasta nº7			33%		33%	33%
Pasta nº8				50%		50%
Pasta nº9				33%	33%	33%
Pasta nº10*				33%	33%	33%
Pasta nº11	25%				50%	25%
Pasta nº12	50%				50%	

Se experimentó en primer lugar con las nueve primeras pastas, siendo las tres restantes resultado de variaciones de las primeras para aprovechar más sus características, las cuales se describen a continuación :

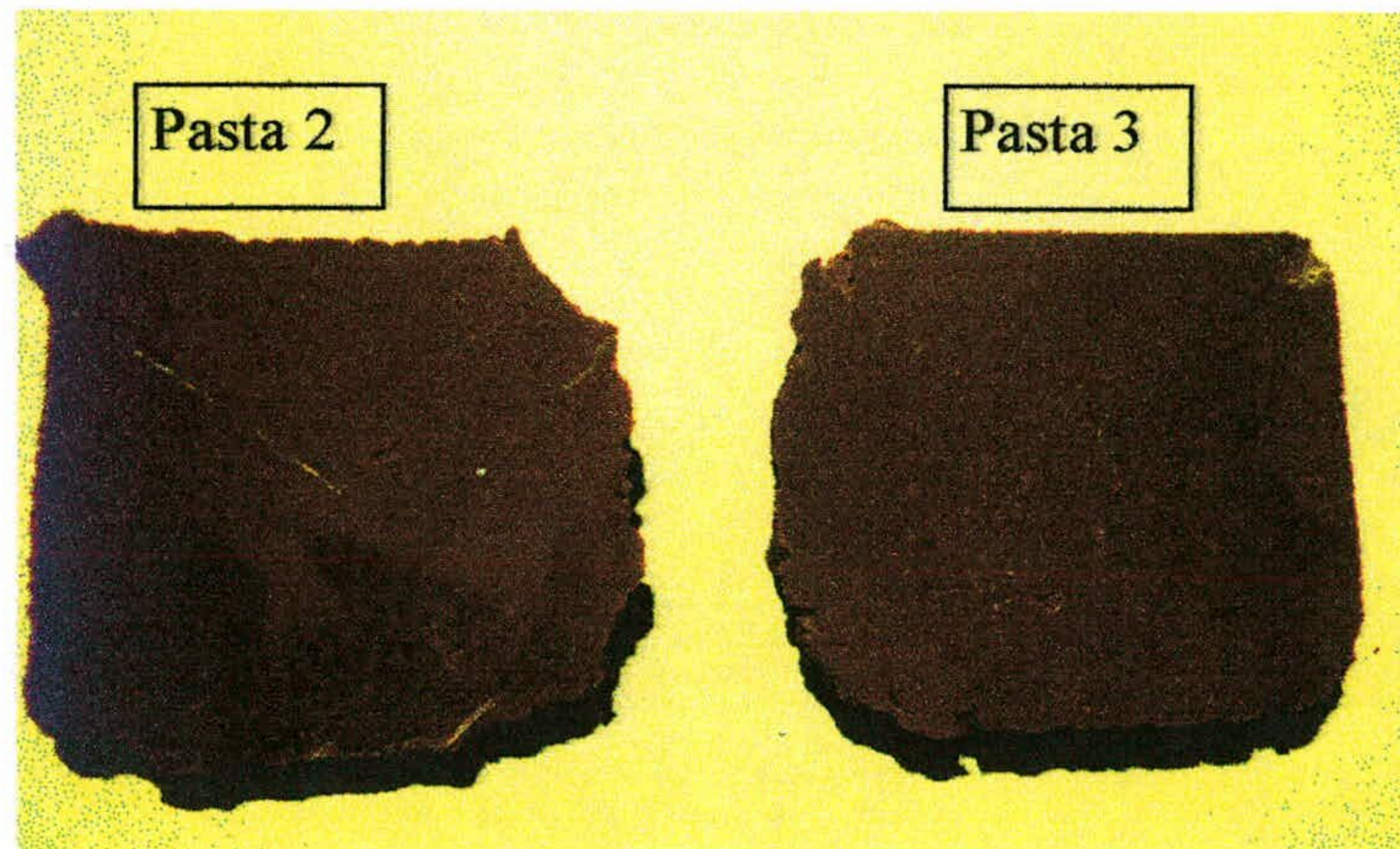
* En este caso se pigmentó la pasta mediante pigmentos minerales en polvo.



Pasta n° 1.- Mezclamos en esta pasta dos elementos fundamentales de carga, por un lado el gel de sílice coloidal, elemento tixotropante que estará presente en la práctica totalidad de las pastas desarrolladas, y por otro lado el talco, elemento de granulometría muy fina y muy fácilmente miscible. A la mezcla de estos dos elementos se le adicionó lentamente resina de poliéster preacelerada con octoato de cobalto y se obtuvo una mezcla homogénea, de grano muy fino. Una vez catalizada mediante la adición de un 2% de peróxido de MEK obtuvimos una pasta con 60 minutos de tiempo de gel . Finalizada la catálisis, el resultado fue satisfactorio, de una dureza aceptable pero cuyo nivel de porosidad, por tanto de absorción, es prácticamente nulo.



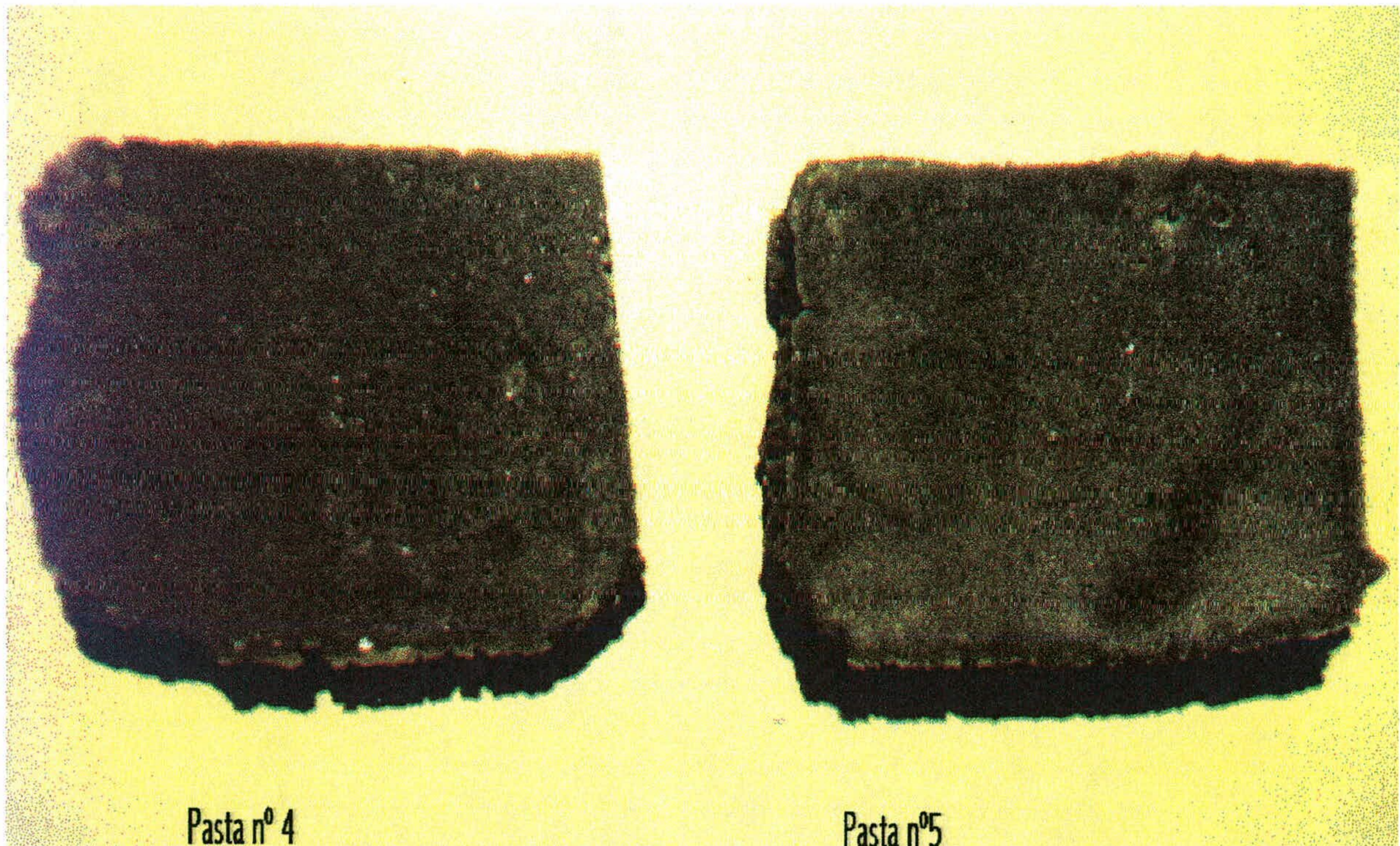
Pasta n° 2.- Usamos en esta pasta el mismo elemento tixotropante en una proporción del 50% y polvo de ladrillo en la misma proporción. Adicionada la resina de poliéster se obtuvo una masilla de granulometría media. añadimos la misma cantidad y tipo de catalizador que en el caso anterior y obtuvimos un tiempo de gel similar. Una vez catalizada, el material resultante presentaba las mismas propiedades de dureza que en el caso de la pasta n°1 pero en este caso además con ciertas características porosas y de absorción y con un grano superficial medio.



Pasta n° 3.- Mezclamos en este caso los dos elementos anteriores más un porcentaje igual de talco ventilado. Intentamos con la adición del talco “corregir” el grano que la pasta presentaba. Tras la adición habitual de resina y catálisis similar a las anteriores, el resultado fue bastante bueno, un material que conserva las propiedades de la pasta n°2 pero que además reduce sensiblemente el grano de ésta, es decir, de una superficie mucho más fina que la anterior.

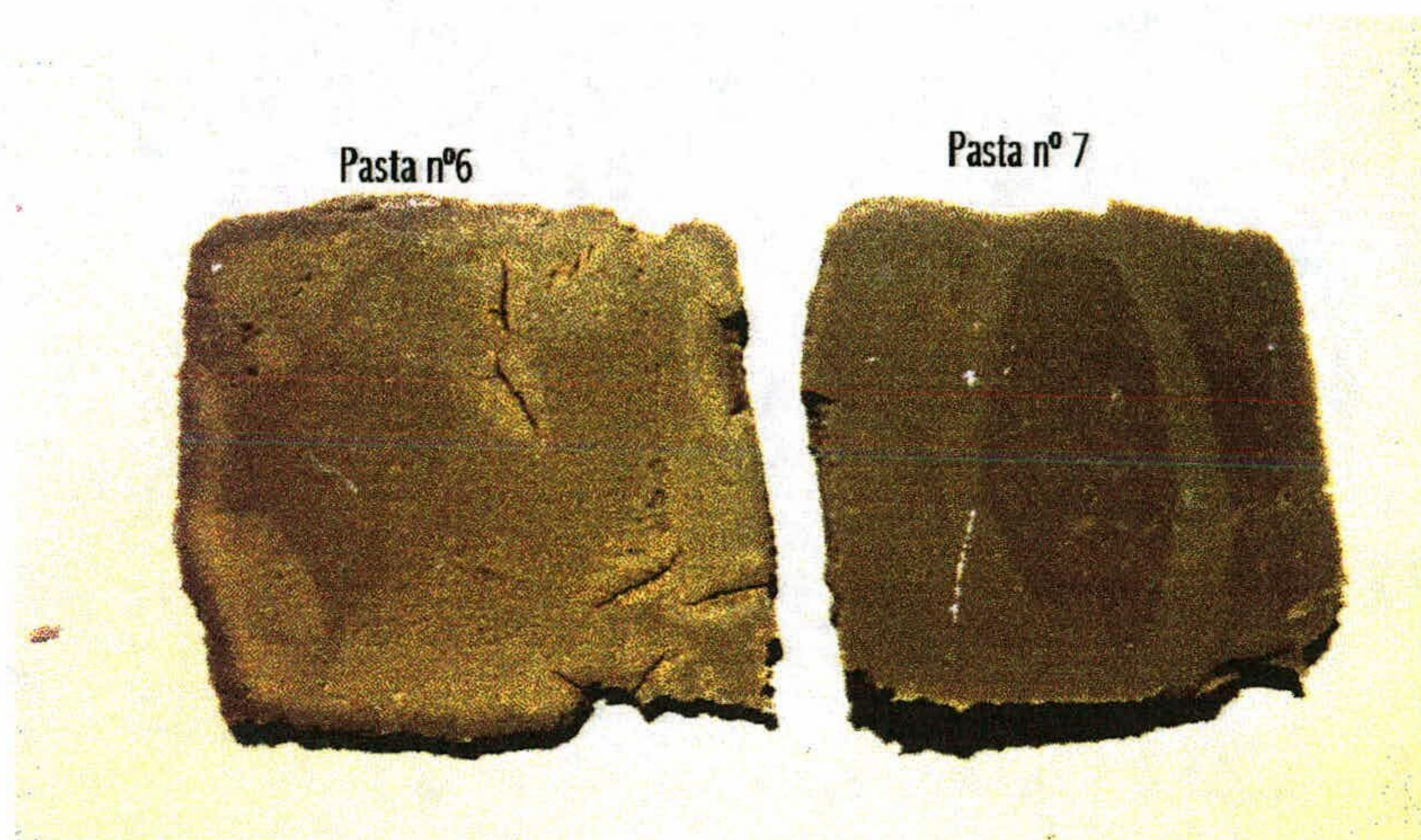
Pasta n° 4.- Añadimos en este caso arena de sílice de una granulometría 70/75 a partes iguales con el agente tixotropante. Mezclados homogéneamente con resina de

poliéster obtuvimos una masilla de granulometría media-fina. Catalizada la resina con un 2% de peróxido de MEK obtuvimos un tiempo de gel de 60 minutos. Una vez finalizado el proceso de catálisis, el resultado fue un material de dureza alta con un grado de porosidad relativamente inferior al de la masilla nº2 y con un grano superficial medio.



Pasta nº 5.- La mezcla de materias de carga fue del 33% de arena de sílice, talco ventilado y gel de sílice. Los resultados fueron idénticos a los de la pasta nº4 a excepción de la granulometría del producto final, la cual se redujo sensiblemente. La relación existente entre la pasta nº4 y nº5 es similar a la existente entre la pasta nº2 y nº3.

Pasta n° 6.- Usamos en este caso como materia de carga un 50% de gel de sílice coloidal pirogenado y un 50% de tierra para moldeo del tipo usado en fundición. Si bien la textura final fue idónea tras haber catalizado la pasta, el nivel

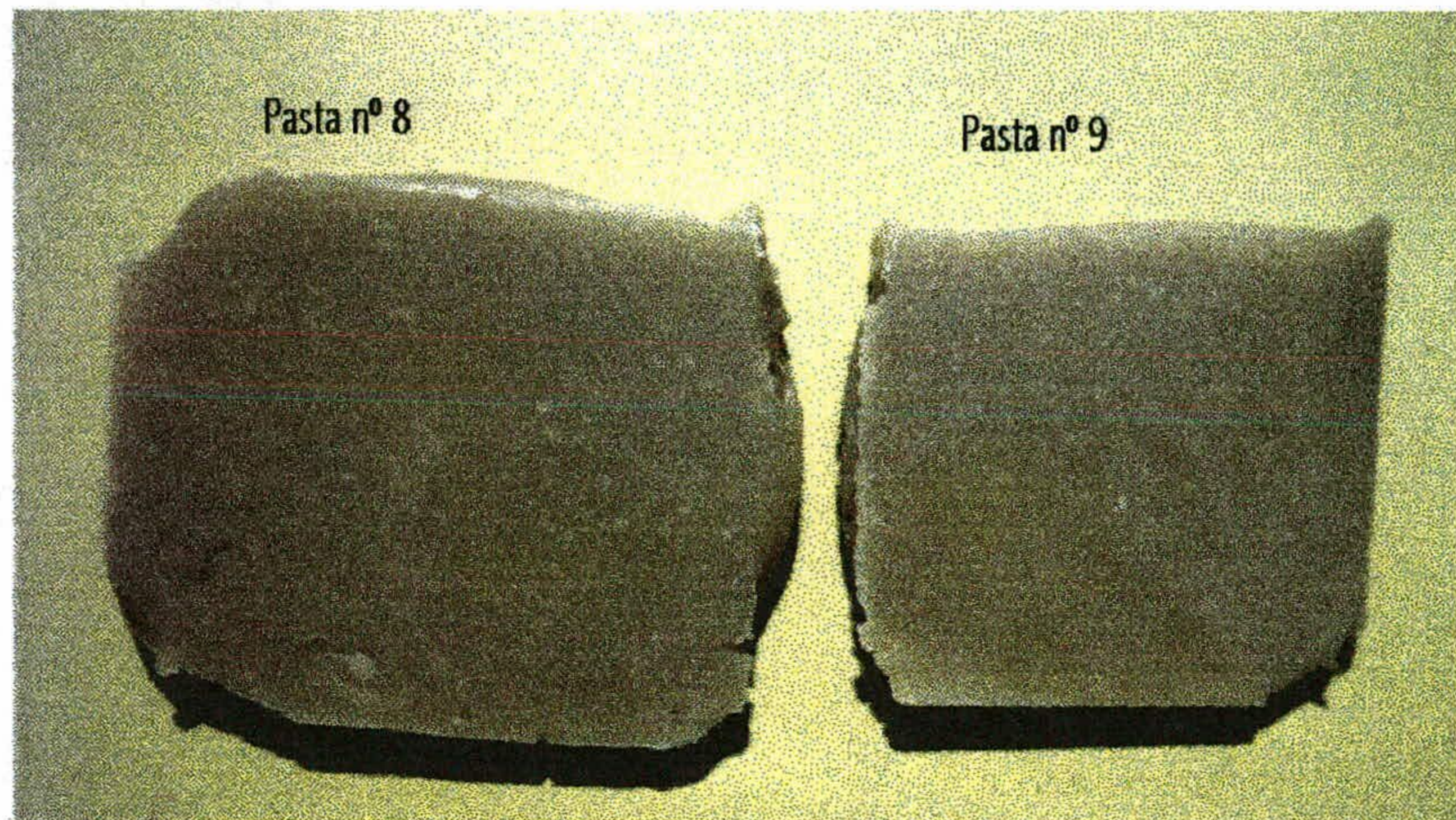


de contracción que presentó en todas las pruebas realizadas era demasiado elevado (\geq al 7%) lo que provocó en todas las muestras importantes grietas que hizo desestimar esta masilla.

Pasta n° 7.- Adicionamos a la pasta n°6 una cantidad igual a la de sus dos componentes de talco ventilado para intentar contrarrestar los niveles de contracción apreciados. Si bien no aparecieron grietas tras el proceso de catálisis, si se pudo observar que los niveles de contracción apreciados no eran idóneos por ser demasiado elevados.

Pasta n° 8.- Usamos en esta pasta como materia de carga carbonato cálcico en un 50% y el restante de gel de sílice. Mezclados y catalizados como las demás pastas los resultados fueron muy buenos en cuanto a homogeneidad y finura de grano, si bien, debido

a esta finura de grano, el nivel de porosidad fue prácticamente nulo. Usado también sulfato cálcico, los resultados fueron exactamente los mismos.



Pasta nº 9.- La materia de carga usada fue carbonato cálcico, talco ventilado y gel de sílice todas ellas en un

33%. Añadida la resina de poliéster, mezcladas homogéneamente y catalizadas con un 2% de peróxido de MEK, los resultados fueron prácticamente similares a la de la pasta nº8.

Una vez observadas las características y comportamiento de estas pastas, se optó por variar las características de algunas de ellas con el intento de obtener el mayor partido de sus propiedades. Fruto de estas variaciones fueron las tres pastas restantes.

Pasta nº 10.- Tomando como base la pasta nº9 y aprovechando su color blanco semi-transparente, se le adicionaron diversos tipos de pigmentos en polvo de origen mineral* para colorear la base antes de ser catalizada. La mezcla de los pigmentos debe realizarse en la materia de carga antes de adicionar la resina de poliéster para homogeneizar

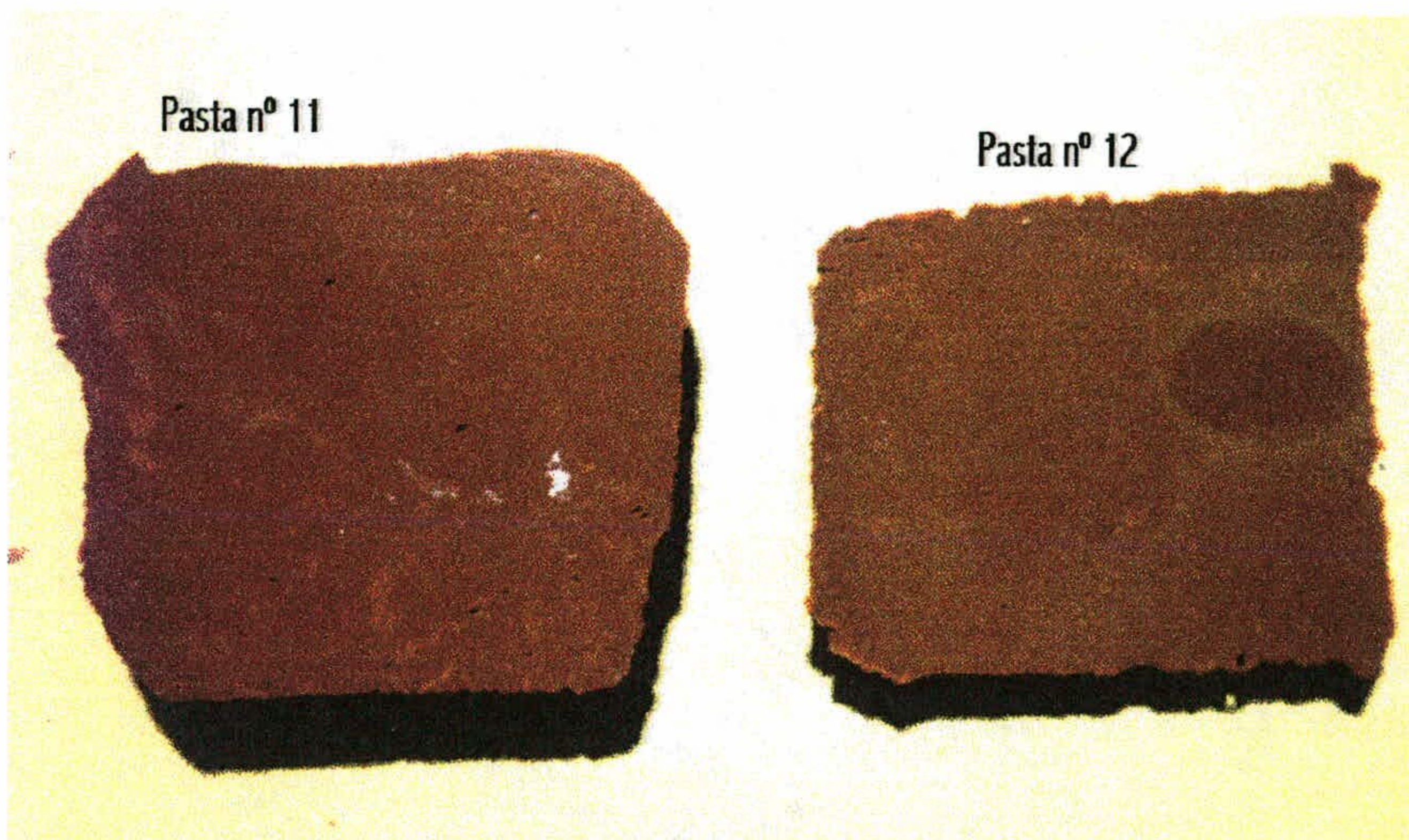
* Determinados elementos pueden actuar como inhibidores del proceso de catálisis, tales como el zinc. Así mismo es conveniente ensayar previamente con los pigmentos .



Pasta nº 10

al máximo la mezcla. De realizarse la mezcla del pigmento una vez amasada la pasta, aquél no mezclará homogéneamente, quedando pequeños cúmulos de color que se decantarán hacia el fondo de la pasta y se harán visibles en la superficie de la misma.

Pasta nº 11.- Usamos como base para esta pasta la nº3, elegida ésta por sus excelentes cualidades de granulometría y porosidad. Se variaron las proporciones de la materia de carga para conseguir así una mayor finura de grano con el mismo índice de porosidad, siendo la proporción elegida del 25% de polvo de ladrillo, 50% de talco ventilado y el restante 25% de gel de sílice coloidal pirogenado. Los resultados tras ser catalizado con un 2% de peróxido de MEK fueron mejores que los de la pasta nº3, ya que sin mermar ninguna de sus características se consiguió un grano mucho más fino.



Pasta nº 11

Pasta nº 12

Pasta n° 12.- Partiendo del resultado de la pasta anterior, se intentó aumentar su grado de porosidad mediante la eliminación del gel de sílice, usando como carga la mezcla al 50% de polvo de ladrillo y talco ventilado. Si bien es cierto que la mezcla resultante aumentó en gran medida su índice de absorción, disminuyó casi por completo su carácter tixotrópico, lo que la hace no apta para nuestras necesidades.

Determinadas definitivamente las propiedades de las pastas ensayadas, se consideró la pasta n°11 como la más idónea para conseguir los resultados propuestos, es decir, conseguir una pasta que manteniendo las propiedades del poliéster en cuanto a dureza, tiempos de gel controlables mediante catalizadores y aceleradores, índices de contracción, etc., proporcionarles además cierto índice de porosidad y absorción que permitiera posteriormente la aplicación de estucos tradicionales con colas de origen orgánico.

GEL-COATS

Las laminados de poliéster y fibra de vidrio pueden ver alteradas las propiedades descritas en apartados siguientes por el simple contacto con el medio ambiente (las causas de deterioros se describirán en el apartado 5 “Procesos de degradación de los polímeros”). Una solución a estos problemas superficiales es la aplicación como recubrimiento de un gel coats, pudiendo aplicarse éste tanto como recubrimiento superficial tras el laminado de poliéster y fibra de vidrio tras el desmoldeo, como sobre el molde abierto antes de realizar el laminado. Conseguimos con este derivado del poliéster no solamente un acabado perfecto y uniforme sino que además conseguimos una protección eficaz contra la acción de la humedad y su absorción, contra los rayos U.V.A. y cualquier otro agente medioambiental.

Un gel-coats se trata genéricamente de una resina de poliéster en cualquiera de sus variantes pigmentada y de consistencia tixotrópica. La duración de estos geles es de 5/6 meses dependiendo de la marca comercial, disminuyendo hasta tres meses en el caso de que estos vengan preacelerados por la adición de octoato de cobalto. La viscosidad puede ser variable dependiendo de la aplicación a que se destine así como a su forma de aplicar (brocha, pistola, rodillo).

El punto exacto de velocidad de reacción así como de viscosidad para su aplicación se consigue teniendo en cuenta las siguientes variantes, semejantes a las de una resina de poliéster :

	APLICACIÓN BROCHA	APLICACIÓN PISTOLA
Gel coats	100	100
Estireno		0-5%
Acetona (Diluyente y retardante)	0-5%	0-5%
Octoato de cobalto (Acelerador)	0.7%	0.7%
Peróxido de MEK (Catalizador)	4%	4%

Comercialmente encontramos una variante de estos Gel-Coats denominadas Top-Coats. La diferencia entre ambos productos es mínima, de hecho un Top.Coats es un Gel-Coats cuya viscosidad es menor (230 a 300 dPa.s) y cuya densidad a 25 grados centígrados es de 1.12g/cm² .

Debido al carácter de recubrimiento final de estos Top-Coats, es habitual encontrarlos con aditivos apropiados para su repelencia al agua, generalmente parafina, si bien en estos casos no resultan apropiados para nuestros objetivos ya que dificultan la posterior policromía de la escultura resultante.

RESINA DE POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO

En teoría es posible reforzar cualquier material termoplástico o termoestable con otros materiales de naturaleza fibrosa, pero es el caso de la resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio (g.r.p.) el más extendido, quizá por su uso en la industria y la construcción se han desarrollado mayor cantidad de técnicas que nos permite aplicarlas con mejores posibilidades en la escultura. Los poliésteres pueden moldearse sin necesidad de someterlos a grandes presiones y su laminación con fibras de gran resistencia a la tracción da lugar a un material que muestra una relación resistencia/peso mayor que el aluminio o el acero de bajo contenido en carbono, una resistencia mayor (a igualdad de peso) que muchos metales, una gran gama de estabilidad dimensional que va desde la equivalente al aluminio a valores superiores al acero, además de una óptima resistencia a la intemperie y a los agentes químicos.

El material más usual de refuerzo de la resina de poliéster es la fibra de vidrio, que desarrolla una increíble resistencia a la tracción cuando se le estira en filamentos que pueden ser extremadamente delgados. En condiciones de laboratorio, la resistencia a la tracción de los filamentos de fibra de vidrio puede alcanzar los 70.000 Kg/cm², presentando además una buena resistencia química, tridimensionalmente estables y con una resistencia a la temperatura de hasta 600°C.

La fibra de vidrio se puede presentar de diversas formas susceptibles de ser usadas para laminar junto a resina de poliéster. En el siguiente cuadro se pueden observar las distintas propiedades típicas de los laminados de g.r.p. dependiendo del tipo de tejido de fibra empleado y relacionados con la resina de poliéster sin reforzar y el aluminio como otro material de características diferentes.

PROPIEDADES DE LOS LAMINADOS G.R.P.

	Hilo de vidrio unidireccional*	Tejido de vidrio unidireccional*	Tejido con ligamento raso*	Tejido con ligamento tafetán*	tejido plano	Mallado de fibras troceadas	Resina de poliéster sin refuerzo	Aluminio
Peso específico	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.6	1.3	2.7
Contenido en vidrio (%en peso)	75	68	65	65	62	35		

* De DDT 5518 Aircraft Material Specification.

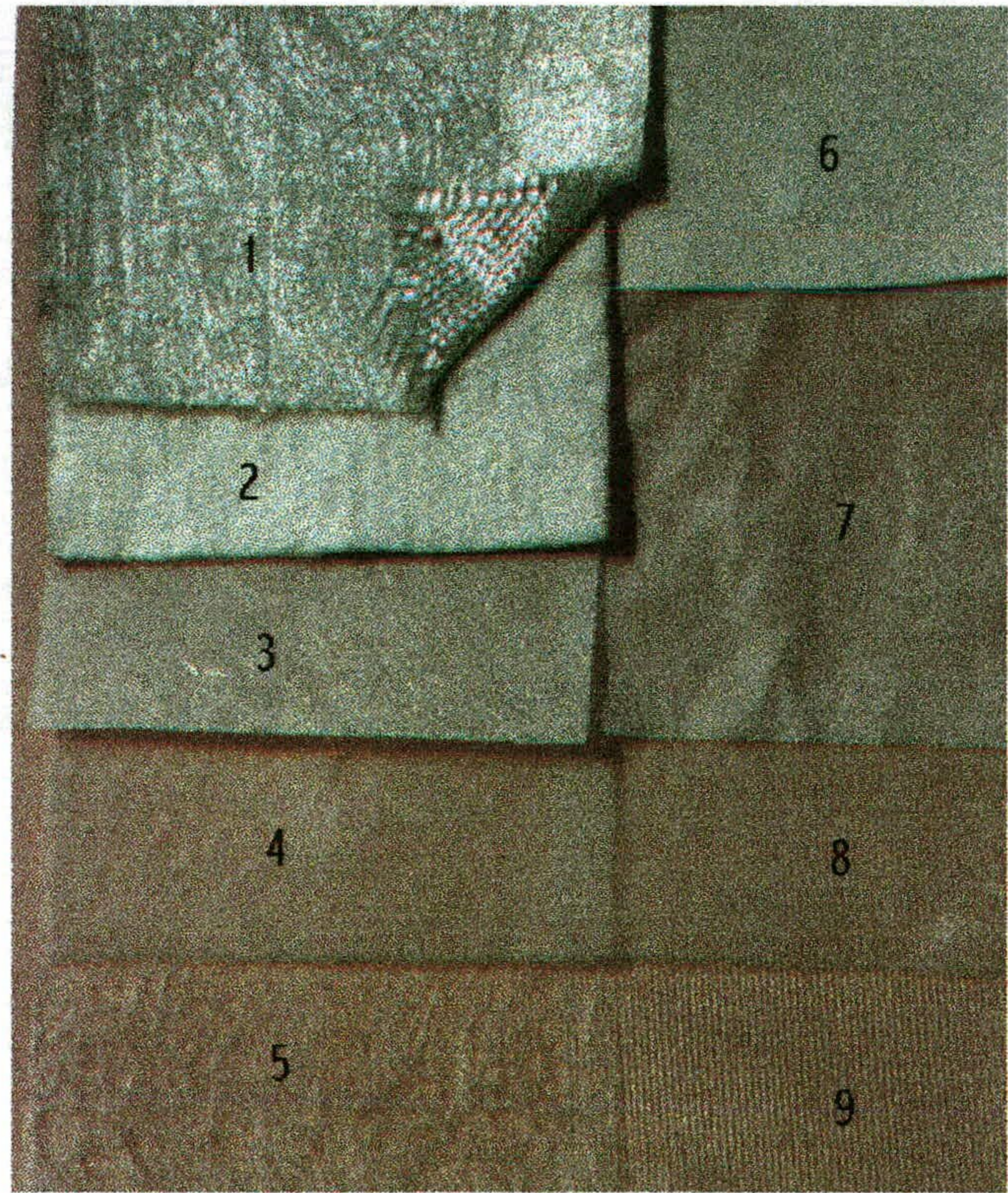
	Hilo de vidrio unidireccional*	Tejido de vidrio unidireccional*	Tejido con ligamento raso*	Tejido con ligamento tafetán*	tejido plano	Mallado de fibras troceadas	Resina de poliéster sin refuerzo	Aluminio
Resistencia a la tracción ** (Kg/cm2)	10.545	6.327	3.866	2.812	3.515	1.687	421	703- 2.450
Módulo de tracción (Kg/cm2)	421x 10 ³	316x 10 ³	210x 10 ³	267x 10 ³	161x 10 ³	105x 10 ³	21x10 ³	703x 10 ³
Resistencia a la compres. (Kg/cm2)	4.921	3.163	3.515	2.671	1.124	1.898	1.476	703- 1.054
Resistencia a la flexión (Kg/cm2) ***	11.037	6.678	5.272	4.218	2.952	2.390	913	703- 1.054
Resistencia a la cortadura (Kg/cm2)	1.546	1.335	1.476	1.265	1.546	843		843- 1.406

** Laminados ensayados según BS2782, método 301B.

*** Laminados ensayados según BS2782 método 304B.

	Hilo de vidrio unidireccional*	Tejido de vidrio unidireccional*	Tejido con ligamento raso*	Tejido con ligamento tafetán*	tejido plano	Mallado de fibras troceadas	Resina de poliéster sin refuerzo	Aluminio
Resistencia al choque (ft.Lb. Izod)	35	25	12	8-10	8-10	6-10	0.2	hasta 18
Absorción de humedad (% en 24h)	0.15	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.6	
Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻² x10 ⁻⁶)	2.75	2.75-	2.75-	3.10-	3.85-	5.5-	27.5-	6.6-
		3.10	3.10	4.4	4.95	9.9	31	7.15
Conductividad térmica (cal. cm/h cm ² °C)	3.72	2.48-	1.86-	1.86-	1.86-	1.73-	1.48	1.736
		3.72	3.10	2.48	2.48	2.35		

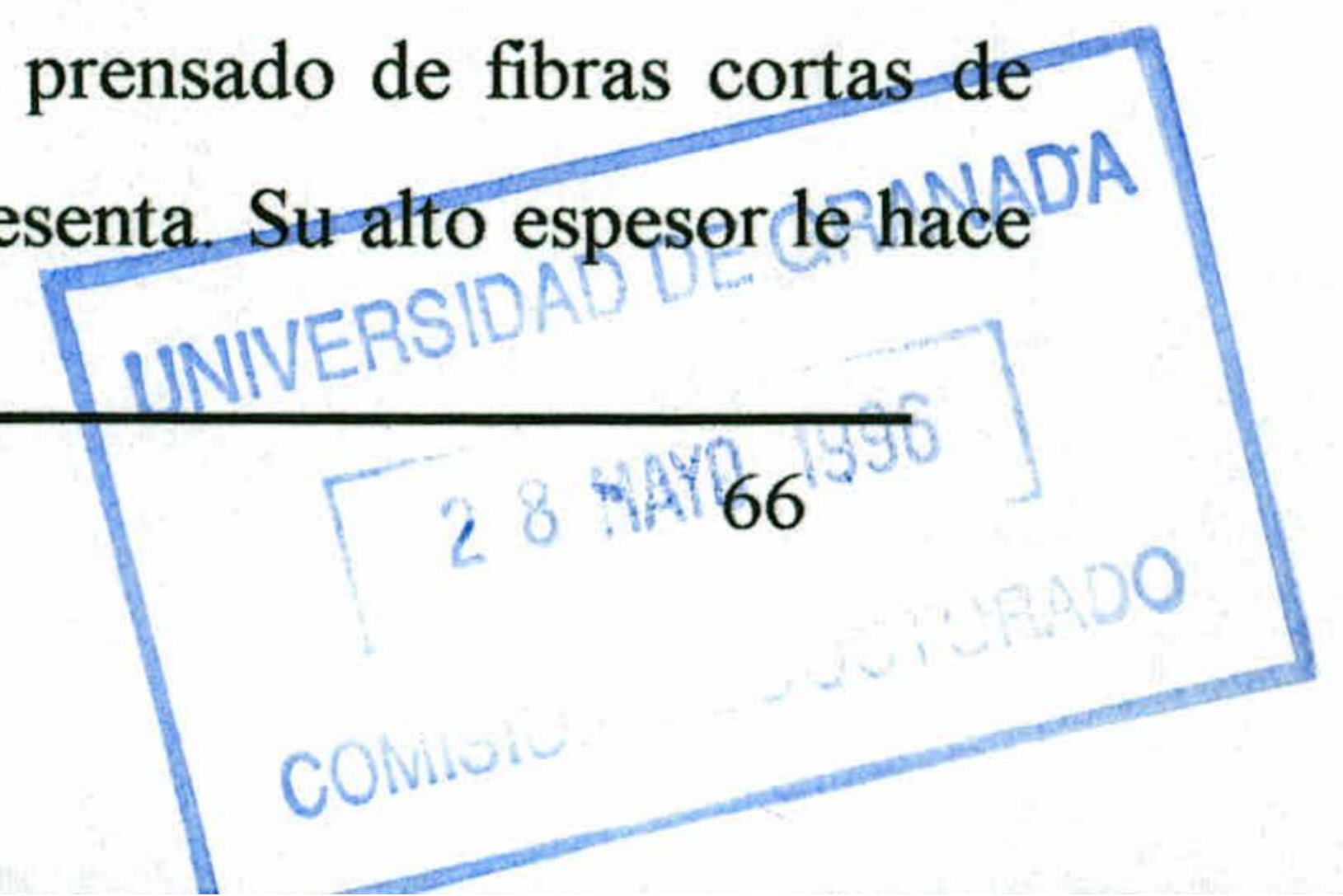
En la imagen adyacente podemos observar algunos de los diferentes tipos de refuerzo (esencialmente de fibra de vidrio) que encontramos comercialmente y que se presentan idóneos para el uso escultórico que experimentamos :



Refuerzo nº1.- Este refuerzo es un mat de fibra de vidrio (de gramage variable) por una de sus caras. En la otra cara presenta un tejido con fibra unidireccional tipo sarga. Este tipo de mat compuesto se

hace especialmente idóneo para piezas escultóricas que precisan un refuerzo considerable por cualquier condicionante a que serán expuestas (movimientos continuos, bruscos...), lo que le hace idóneo para su uso en imaginería procesional

Refuerzo nº2.- Es un refuerzo denominado *Polimat*. Es un tejido plano, denominado también tejido no tejido, obtenido mediante el prensado de fibras cortas de vidrio y posterior punzonado, creándole así la textura que presenta. Su alto espesor le hace



apropiado para relleno de zonas grandes. Presenta así mismo una muy fácil adaptabilidad a formas complejas.

Refuerzo n°3.- Velo de fibra de vidrio de 100 gr/m^2 . Su textura fina es bastante aceptable, sin embargo, su rigidez dificulta la adaptabilidad a las formas complejas.

Refuerzo n°4.- Velo de fibra de vidrio de 27 gr/m^2 . Textura superficial bastante fina y muy fácil adaptabilidad a formas complejas. Se presenta muy apropiado para laminados en contacto directo con el molde, es decir, para ser usados cuando es el laminado el que copia directamente del molde. Posteriormente necesitará otro refuerzo, generalmente con un mat de fibra de vidrio de espesor y peso medio (600 gr/m^2)

Refuerzo n°5.- Velo de poliéster de 30 gr/m^2 , espesor de 0.2 mm . Es un mat muy fino de hilo de vidrio unidireccional reforzado con poliéster. Presenta una adaptabilidad muy buena a formas complejas y una resistencia a la tracción bastante mayor que los velos similares de fibra de vidrio (40 N).

Refuerzo n°6.- Geotextil de polipropileno. Es de aspecto y propiedades de uso similares al Polimat, de composición polipropílica.

Refuerzo n°7.- Velo de poliéster no tejido y punzonado a dos caras. De características composicionales similares al refuerzo n°5 y de peso mucho mas elevado (50 gr/m^2), es de muy fácil adaptabilidad y de resultados superficiales muy finos. Refuerzo idóneo para contacto directo con el molde sin necesidad de refuerzo posterior.

Refuerzo nº8.- Velo de fibra de vidrio de 27 gr/m². Muy apto para superficies. Necesita refuerzo posterior con un mat de fibra de vidrio de grosor y peso medio.

Refuerzo nº9.- Tejido tipo sarga de hilo de vidrio unidireccional. de alta resistencia a la tracción en todas las direcciones. idóneo para el refuerzo de uniones de piezas distintas de cualquier laminado de poliéster-fibra de vidrio

De todas las variantes de laminados de fibra de vidrio especificadas en el cuadro anterior son dos las más empleadas en la producción escultórica, por un lado el mallado de fibras troceadas o *mat de fibra de vidrio*, usado éste en todas sus variantes de peso dependiendo de las necesidades, y por otro el tejido de vidrio unidireccional, también en todas sus variaciones. El primero se usa atendiendo a una de sus características fundamentales para la escultura, el escaso ligamento entre las diferentes fibras, lo que nos permite una fácil adaptabilidad a las complejas formas que un molde escultórico pudiera presentar. Si bien es cierto que sus propiedades son inferiores a la de otros laminados G.R.P. , éstas son suficientes para la escultura, sin duda superiores a las de la mayoría de materias que se pudieran usar en la ejecución de la misma escultura. El segundo, el tejido de vidrio unidireccional, se usa esencialmente en el refuerzo de las zonas de unión de las distintas piezas en que obtenemos el positivo, zona sometida a las máximas presiones en la escultura y de más fácil ruptura. Sus altas prestaciones hace a este laminado idóneo para el refuerzo de estas zonas más débiles.

Es interesante conocer las variaciones en cuanto a la polimerización que la resina de poliéster sufre cuando se aplica en estratificados de fibra de vidrio. Estas variaciones vienen determinadas por la temperatura de inicio de la polimerización así como por la cantidad de catalizador añadida. En los cuadros siguientes se puede observar dicho comportamiento en la aplicación de estratificados con mat de fibra de vidrio de 600g/m²:

TIEMPOS DE GEL

PERÓXIDO DE MEK	TEMPERATURAS		
	15 ⁰ C	20 ⁰ C	25 ⁰ C
0.5%	150'	60'	40'
1.0%	50'	25'	20'
1.5%	30'	20'	15'
2.0%	25'	15'	10'

TIEMPOS DE CURADO

PERÓXIDO DE MEK	TEMPERATURAS		
	15 ⁰ C	20 ⁰ C	25 ⁰ C
0.5%	500'	250'	240'
1.0%	450'	150'	115'
1.5%	300'	125'	105'
2.0%	250'	110'	90'

4.-DESARROLLO PRÁCTICO DE LA APLICACIÓN



DESARROLLO PRÁCTICO DE LAS APLICACIONES

En el presente capítulo de ésta tesis, abordaremos el desarrollo de la aplicación práctica de los materiales ensayados en el capítulo anterior, es decir, relacionaremos las diferentes **técnicas** de aplicación de los materiales objeto de la investigación y la adecuación en cada uno de los casos.

Si bien se apuntó en el apartado anterior la posibilidad de usar las pastas desarrolladas como materia modelable, **es su uso como materia moldeable en campo más amplio de aplicación en la escultura.** No por ser este el campo mas amplio obviaremos los demás que serán tratados en el capítulo 4 : *Acabado de las piezas.*

Los tipos de moldes, y por tanto los métodos de aplicación sobre estos, que podríamos usar para reproducir las obras en poliéster y sus derivados es considerable. En el mundo de la industria encontramos técnicas y tipos de moldes específicos para la aplicación de resinas de poliéster tales como la extrusión, el moldeo por inyección, conformación al vacío, colada centrífuga, laminación a baja presión, etc., usando para todos ellos moldes metálicos. En nuestro caso, el uso de estas técnicas industriales resulta en gran medida inviable, o cuanto menos inadecuado por los siguientes condicionantes :

- ⇒ Uso de moldes metálicos de elevado precio y complejidad.
- ⇒ Tecnología compleja.

- ⇒ Moldes preparados para alta tirada (lo cual no es nuestro objetivo).
- ⇒ instalaciones complejas.
- ⇒ sistemas preparados para reproducir formas muy simples.

Por estas razones ensayaremos la aplicación de nuestros materiales sobre moldes tradicionales. Los moldes usados han sido de dos tipos, los “moldes perdidos” de escayola y los moldes reutilizables elásticos de silicona. Se desestimó el uso del denominado “molde por piezas” ya que los resultados que se obtendrían serían los mismos que en un molde perdido (por estar realizados con el mismo material) aunque el molde fuera reutilizable (condición esta que conseguimos con moldes de naturaleza distinta).

En cuanto a los moldes elásticos usados, optamos por la silicona por ser un material de escaso nivel de contracción, por tanto de fidelidad en la reproducción^{*}, y por no verse alterado por las temperaturas de catálisis^{**}. La silicona elegida para la realización de moldes ha sido de curado por condensación de la casa comercial *DOW CORNING*^{***} denominada Silastic® 3481 con agente catalizador específico (Silastic® 81-R) para una

* De haber usado materiales como el látex para fabricación de moldes, la contracción elevada (\geq al 7%) podía haber provocado la no coincidencia en la unión de las piezas una vez reproducidas.

** La temperatura durante el proceso de catálisis puede provocar deterioros en el molde si este está realizado con materiales termofunfibles como sería el caso de elastómeros como el *plastoflex*.

*** El uso de esta marca comercial está motivado por se la única accesible en el mercado con las características que reseñamos.

mayor duración del molde ante coladas de poliéster. Las características del molde tras el curado durante siete días a 23°C son las siguientes* :

DUREZA, SHORE A	21
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MPa	4.7
ALARGAMIENTO DE ROTURA %	600
RESISTENCIA AL DESGARRE kN/m	22
PESO ESPECÍFICO	1.20
CONTRACCIÓN LINEAL %	0.2-0.4

* Datos ofrecidos por la marca comercial citada.

1.- APLICACIONES SOBRE MOLDE PERDIDO DE ESCAYOLA.

Antes de iniciar la relación de aplicaciones sobre molde perdido de escayola es necesario realizar unas consideraciones previas sobre el grado de humedad del molde usado así como de los aislantes y desmoldeantes idóneos para sus uso.

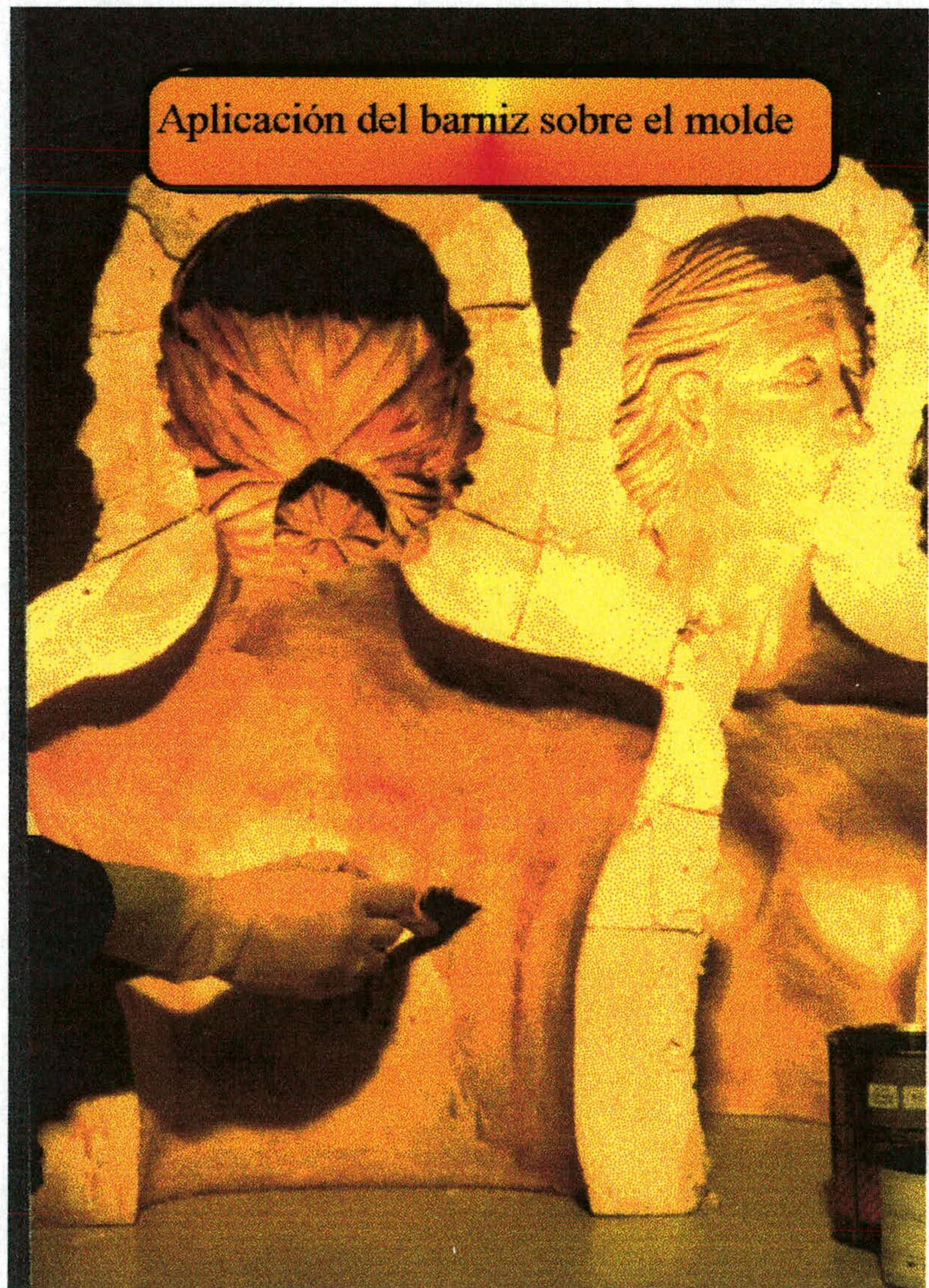
Si bien es cierto que determinados autores conceden escasa importancia al secado de moldes o incluso recomiendan que el vaciado con resinas de poliéster se realice con el molde húmedo o empapado en agua, en el transcurso de este estudio se observó que el exceso de humedad en el molde de escayola provocaba una catálisis no uniforme en la totalidad del producto usado, provocando un retraso en el proceso de catalizado y/o maduración de la superficie en contacto directo con el molde húmedo o empapado. En casos de aplicación a molde cerrado por colada de resina pura se pudo observar que este proceso de maduración se vio altamente afectado, retardando el proceso total de endurecimiento hasta un año.

Por lo anteriormente descrito se optó por usar moldes lo suficientemente secos para que el contenido en agua de estos fuera lo menos posible, secando los moldes durante al menos dos meses a temperatura ambiente. Una vez secos estos moldes, se impermeabilizó la cara interna de estos mediante la aplicación a brocha o pistola de un

barniz de poliuretano bicomponente para aprovechar dos características esenciales de este barniz :

1. Aislamiento total de la humedad del molde.
2. No verse afectado por la resina de poliéster ni por ninguno de sus disolventes una vez seco.

Otro de los aspectos importantes a considerar es la elección del desmoldeante que emplearemos para facilitar la eliminación del molde. Este no debe ser soluble en el poliéster ni en ninguno de sus disolventes, ya que la eventual mezcla de estas sustancias desmoldeantes con el vaciado pueden dificultar la posterior aplicación en superficie de otros materiales (gel-coats,



estucos, etc.). Esta condición descarta el uso de ceras, jabones, aceites y desmoldeantes silicónicos ya que estos son todos solubles en estireno. Se optó por el uso del teflón como desmoldeante ya que éste no solo no es soluble en los compuestos citados sino que tan siquiera deja restos en la superficie del vaciado.

En los apartados siguientes se especifica las diferentes aplicaciones sobre molde perdido ensayadas con los materiales descritos en el capítulo 2 :

1.A.- APLICACIONES A MOLDE ABIERTO :

El índice de contracción de las resinas de poliéster (\leq al 7%) puede provocar fracturas en los vaciados cuando éstos se realizan sobre moldes de gran tamaño por colada. Este inconveniente presentado ante los moldes rígidos de tamaño grande se puede solventar con la simple aplicación en estos por piezas separadas, consiguiendo además un vaciado hueco. Los vaciados realizados sobre molde perdido a molde abierto son los siguientes :

1.A.a.- Estratificado de poliéster reforzado con fibra de vidrio (G.R.P.)

Tras la aplicación del desmoldeante sobre todas las partes del molde a reproducir, aplicamos la fibra de vidrio por dos métodos diferentes. Previa adición del catalizador a la resina de poliéster, colocamos pequeños trozos de fibra de vidrio seca sobre el molde, los cuales son posteriormente impregnados con la resina catalizada hasta conseguir que el porcentaje de resina y fibra sea uniforme en toda la superficie de contacto con el molde.

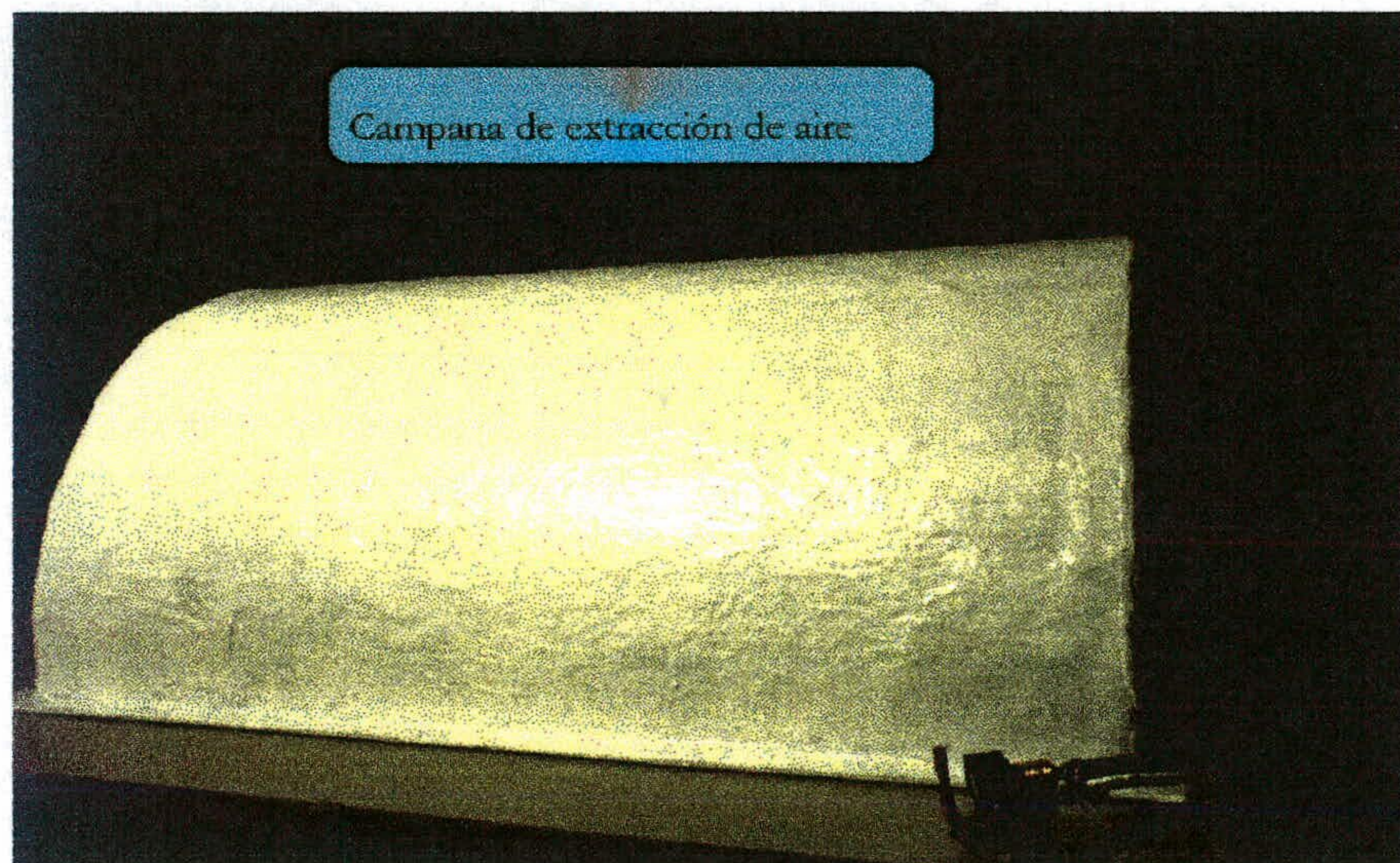
Una vez aplicada una primera capa G.R.P. eliminamos las burbujas de aire existentes mediante un rodillo dentado. con la eliminación de estas burbujas perseguimos dos cometidos ; por una parte evitar zonas “huecas” que debilitan la consistencia del producto final y por otro evitar defectos superficiales que mermen la calidad de la reproducción. Una vez catalizada esta capa se procede a aplicar por el mismo procedimiento cuantas capas sea necesario para conseguir la consistencia perseguida* . La otra forma de proceder es aplicando la fibra preimpregnada de resina catalizada, lo cual facilita su adaptación a las formas del molde. Se requiere en este caso como en el anterior la eliminación de burbujas que se pudieran producir. Si bien los resultados obtenidos son aceptables, la presencia de pequeñas burbujas en la superficie de contacto con el molde, por tanto en la superficie del vaciado, son inevitables por este procedimiento. Este handicap es remediable por dos métodos :

1.- Aplicación previa de poliéster tixotropado. Aplicamos una capa fina de resina de poliéster a la cual hemos añadido hasta un 15% ** de gel de sílice coloidal pirogenado. Esta aplicación es fácilmente realizable a brocha, lo cual nos asegura la aplicación y adherencia a toda la superficie del molde, evitando así la presencia de burbujas en la superficie. Tras el endurecimiento de esta capa se procede a realizar el estratificado como anteriormente se ha descrito.

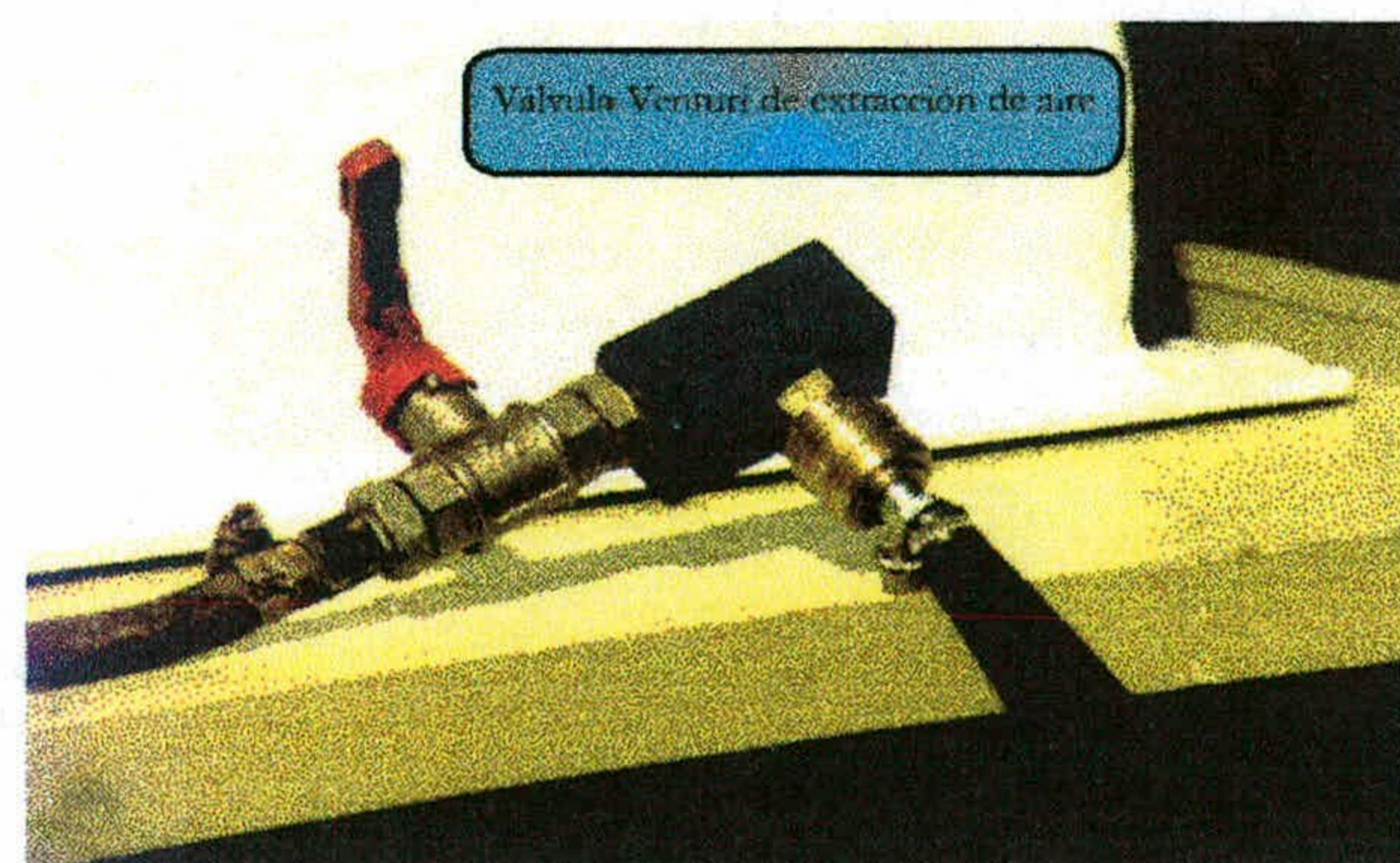
* El número de capas del estratificado depende del tipo de fibra de vidrio usado. Usando mat de fibra de vidrio de 600 gr/m² se requiere un mínimo de dos capas de fibra impregnada.

** Por encima de este porcentaje hemos comprobado que se dificulta la aplicación del producto.

2.- Introducción en una cámara de extracción de aire . Ante el problema de las burbujas creadas en el laminado G.R.P. desarrollamos un sistema de extracción de aire por enrarecimiento del ambiente. El sistema consiste en la fabricación de una campana con capacidad para contener los moldes que empleamos, la cual fue construida con laminado de fibra de vidrio. Se le dio forma curva para que absorbiera la presión interna producida por el vacío creado mediante la extracción de aire. Esta campana se conectó a una *válvula Venturi* para la extracción del aire



conectada a su vez a un compresor de 4 atmósferas de presión. El enrarecimiento del ambiente creado en el interior de la campana, es decir, el vacío producido, hace salir a la superficie las burbujas contenidas en el interior del laminado, propiciando no solo la



mayor consistencia del producto final sino también la perfecta adhesión a la superficie del molde, por tanto un nivel de copia bastante aceptable. Se comprobó así mismo que era necesario mantener en estas condiciones el molde con el estratificado hasta el principio del tiempo de maduración de la resina, ya que de lo contrario las contracciones del material durante la catálisis provocaría movimientos que harían de nuevo aparecer las burbujas en la superficie de contacto.

Una vez desmoldeada la copia y unidas las diferentes piezas se puede optar por aplicar una capa de Gel-coats superficial protegiendo así el laminado G.R.P. de los procesos de fotodegradación y facilitando la posterior policromía.

1.A.b.- Aplicación de Gel-coats reforzado con laminado G.R.P.

Aplicamos como primera capa de contacto un gel-coats, preferiblemente a pistola, asegurándonos de esta forma que el producto ha llegado a la totalidad de la superficie de las partes del molde y que el reparto ha sido uniforme. Una vez aplicada una o varias de estas capas (dependiendo del grosor perseguido) y catalizadas estas, se realiza el laminado G.R.P. de la forma descrita en el apartado anterior, pudiendo así mismo ser introducida en la campana de extracción de aire para eliminar burbujas de la superficie de contacto con el gel-coats.

No se hace recomendable el uso en este procedimiento de Top-coats, ya que los aditivos parafinados que éste contiene dificultan la posterior adición del laminado. Así

mismo, tras el desmoldeado y unión de piezas dificulta los procesos de policromía por el mismo motivo.

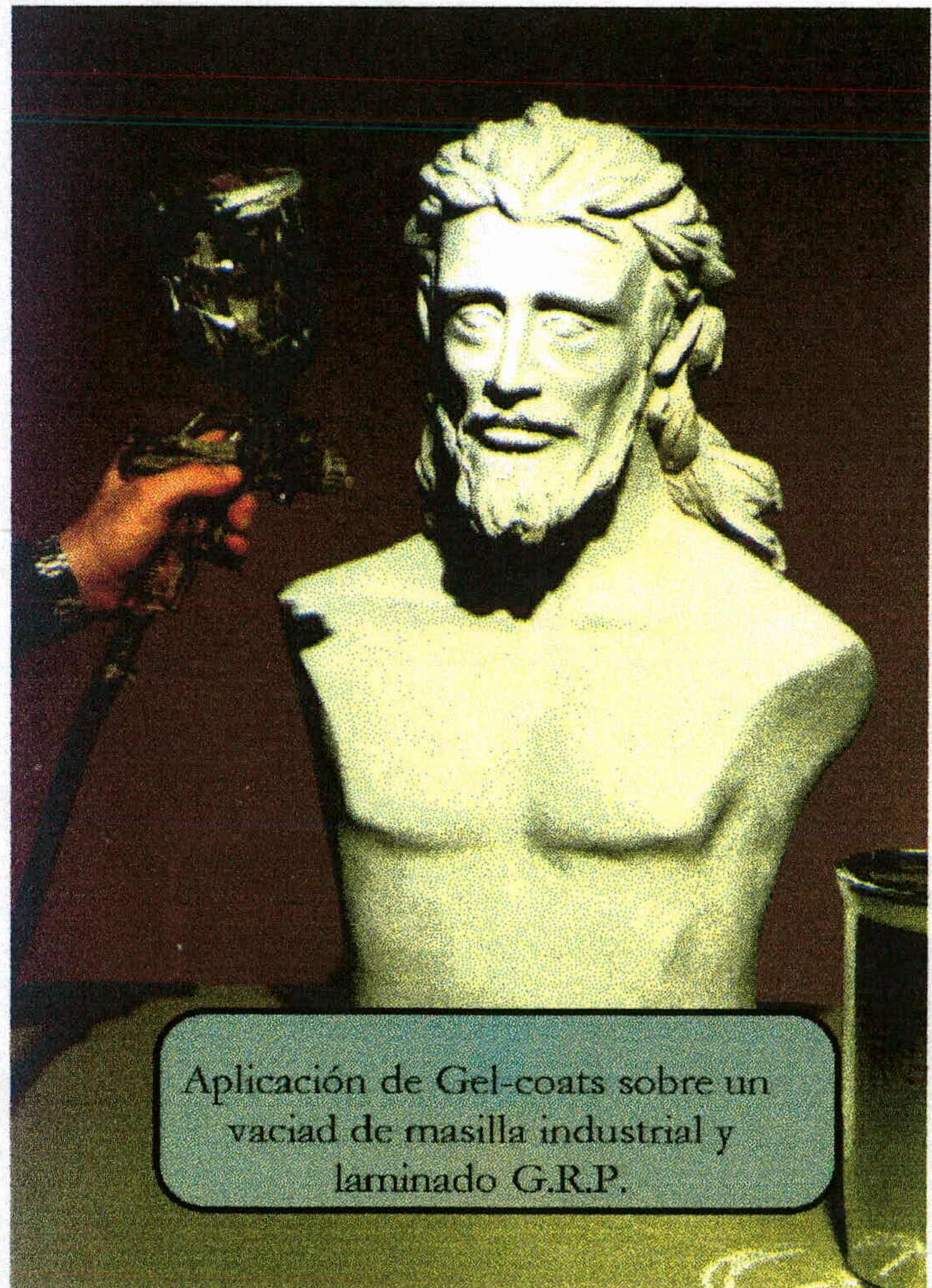
1.A.c.- Masilla industrial spray reforzada con laminado G.R.P.

Los métodos de aplicación de estas masillas spray son similares a los descritos para la aplicación de Gel-coats. Si bien su aplicación es similar, el grosor que este material puede alcanzar nos reporta una ventaja esencial, la posibilidad de leves repasos una vez desmoldeada la pieza. Este grosor nos permite el lijado de las superficies para eliminar posibles defectos superficiales e incluso la posibilidad de añadir detalles que en el momento del modelado del original se obviaron por su complejidad y que ahora podemos realizar tallando con mayor facilidad.

En ocasiones, en previsión de un posible repaso posterior, pueden ser necesarios grosores mayores a los admitidos por la masilla spray, en este caso aplicaremos, una vez catalizada ésta, una capa de masilla industrial de acabados hasta conseguir el grueso que consideremos. Tras el catalizado de esta masilla reforzaremos con el laminado como en el caso anterior.

1.A.d.- Masilla industrial reforzada con laminado G.R.P.

Previa impermeabilización del molde y tras la aplicación de desmoldeantes, procedemos a aplicar la masilla industrial catalizada en la superficie del molde. La aplicación se realiza a espátula, pudiendo antes del inicio del proceso de catálisis suavizar la superficie mediante un pincel humedecido en acetona, con ello eliminamos las huellas posteriores y se optimiza así la superficie de contacto donde se aplicará el refuerzo por laminado con G.R.P. El laminado se realizará según lo descrito en el apartado 1.A.a.



Una vez desmoldeadas las

piezas, unidas y repasadas, se puede aplicar una capa de gel-coats que suavice las superficies y las prepare para la posterior policromía. En caso de hacerse necesario podemos optar de nuevo por lijar las superficies en este caso del gel-coats.

1.A.e.- Gel-coats y masilla industrial reforzados con laminado G.R.P.

Aplicamos en este caso una primera capa a pistola de gel-coats directamente sobre el molde a fin de asegurar un mayor grado de copia. Una vez catalizada esta primera capa aplicamos una segunda de masilla industrial con un grosor aproximado de un centímetro. Catalizada ésta procederemos finalmente al refuerzo del conjunto mediante el laminado G.R.P. que en este caso bastará con una sola capa de fibra de vidrio (600 gr/m^2) impregnada de poliéster. Las principales características de este laminado vienen determinadas por la capa intermedia de masilla industrial aplicada entre la de gel-coats superficial y el laminado. El carácter plástico de esta masilla (mayor que la del laminado y menor que la del gel) actúa como “amortiguador” entre ambas capas y absorbe las diferentes contracciones que los materiales pudieran tener, evitando así posibles deterioros. Su uso es recomendable cuando la copia es definitiva y no se prevé la necesidad de repasos.

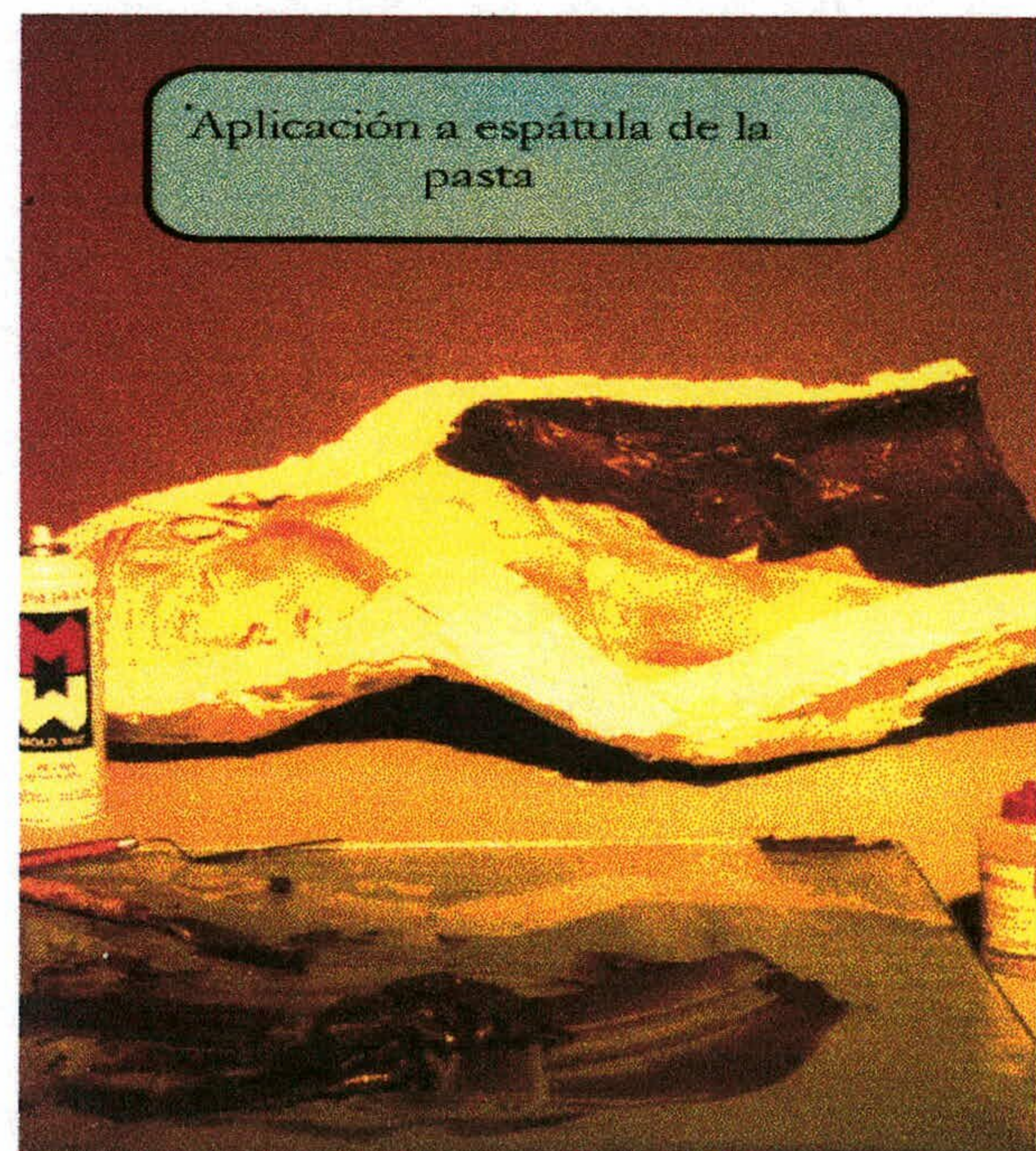
1.A.f.- Pastas propias reforzadas con laminado G.R.P.

La pasta usada en estas aplicaciones ha sido la desarrollada en el capítulo 2 como *pasta n° 11*. La elección de esta pasta viene determinada por sus propias características, explicitadas en el capítulo citado. Esencialmente nos permitirá desarrollar la posterior

aplicación de estucos tradicionales de cola de conejo para la policromía tradicional (capítulo 4).

Previamente hemos preparado la cantidad suficiente de esta pasta sin catalizar , por dos motivos esencialmente; por un lado, para aligerar el trabajo de aplicación sobre el molde y, por otro, para favorecer la absorción de la resina en las materias de carga ; a mayor tiempo de mezcla, mayor nivel de absorción y por tanto mayor homogeneidad.

Tras la adición de un 2% de peróxido de Mek como catalizador y perfecta homogeneización de la pasta, aplicamos esta a la superficie del molde a la que previamente se ha aplicado un desmoldeante de tefón. El grosor de la capa aplicada ha sido de 1 cm. aproximadamente, grosor que nos permitirá posteriormente las rectificaciones que se hagan necesarias tras el desmoldeado de la pieza.

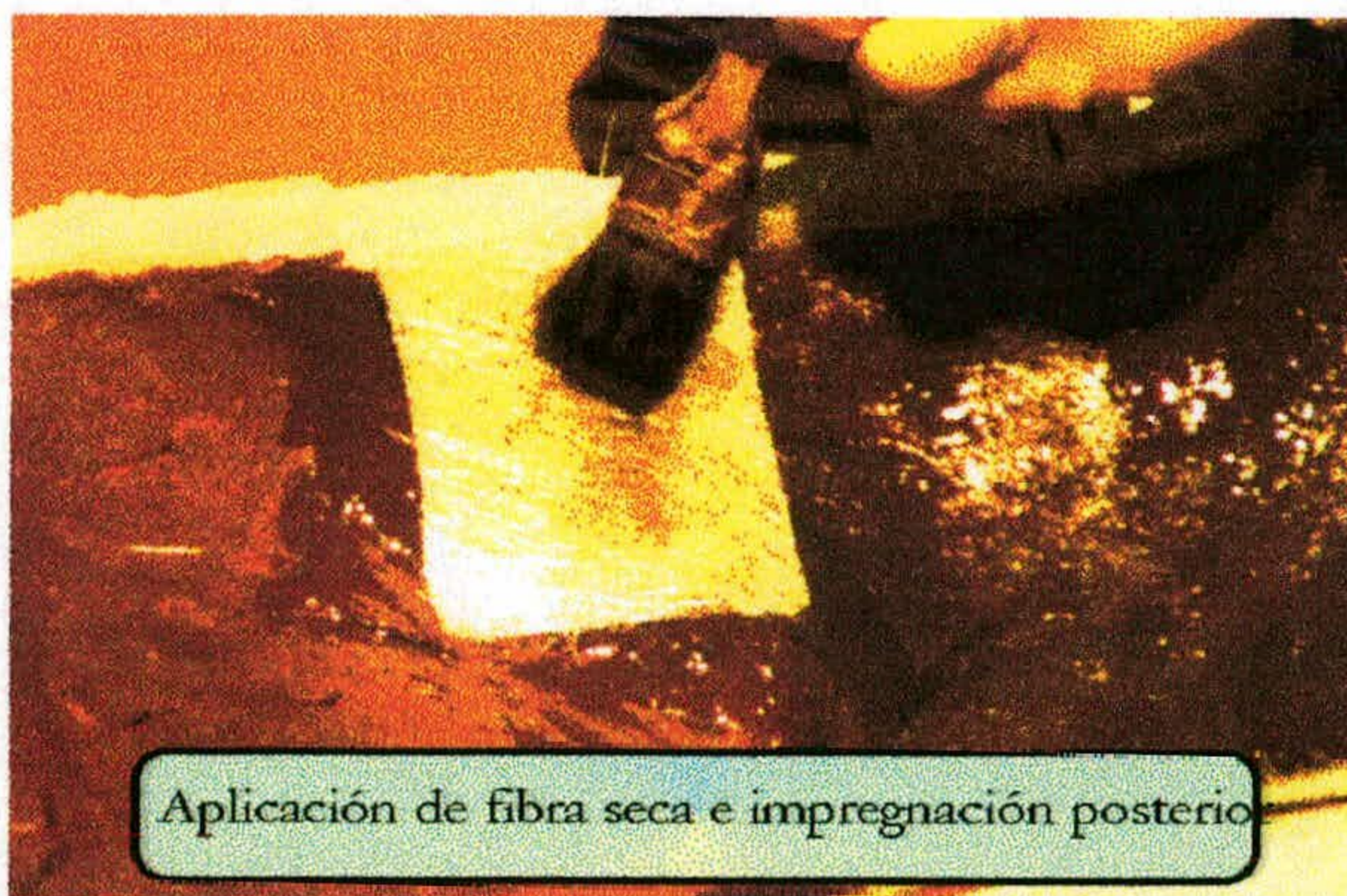


Una vez aplicada esta pasta y antes de que se inicie el proceso de catálisis, procedemos a alisar la superficie interior a fin de eliminar rugosidades y favorecer la mejor adhesión posterior del laminado. Alisamos esta superficie con un pincel impregnado de estireno, que si bien disuelve la superficie (por tanto ayuda a alisarla) no retarda el proceso de catálisis de la pasta. En caso de ser necesario retrasar este proceso usaríamos acetona como disolvente, actuando así mismo como retardante.

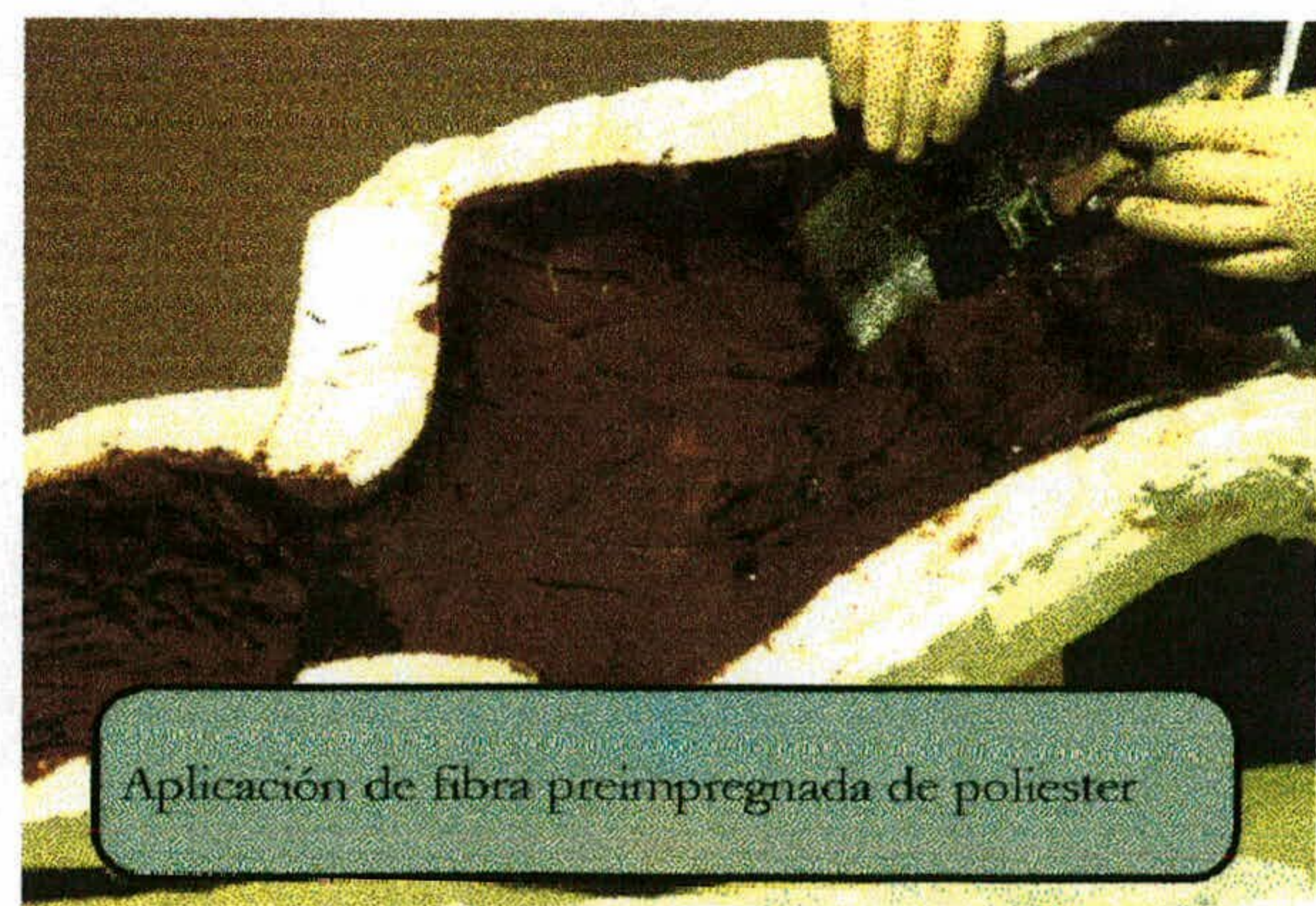


Alisado superficial con estireno

Finalizado el proceso de catálisis de la pasta, procederemos al refuerzo mediante laminado con poliéster reforzado con fibra de vidrio del conjunto. Este proceso lo



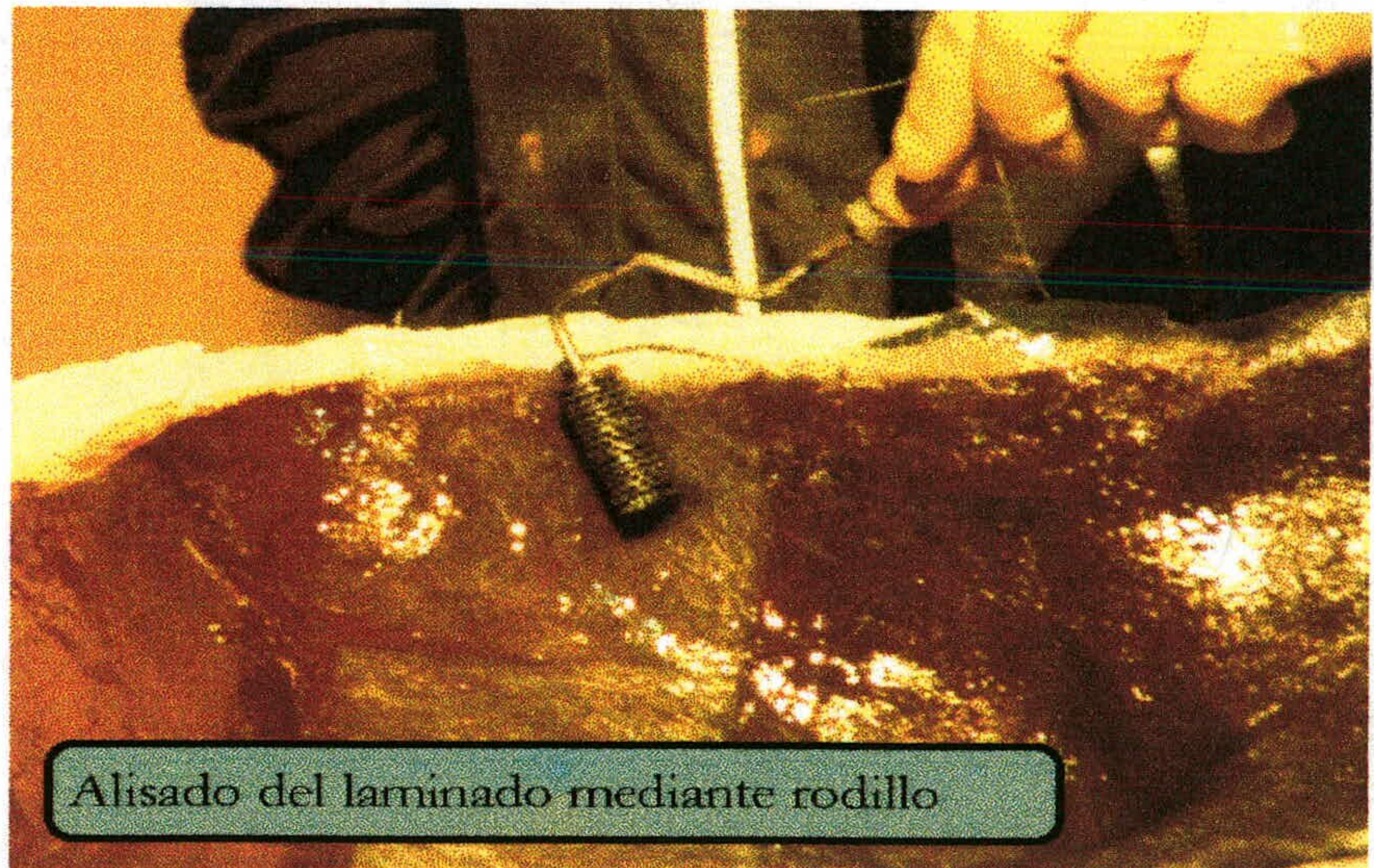
Aplicación de fibra seca e impregnación posterior



Aplicación de fibra preimpregnada de poliéster

realizaremos tanto con fibra seca y posterior impregnación de esta con poliéster, como con la fibra previamente impregnada de resina .

Antes del endurecimiento de la resina extraeremos las posibles burbujas de aire contenidas en el laminado mediante un rodillo dentado o bien mediante su inclusión en la campana de extracción de aire descrita anteriormente.



Alisado del laminado mediante rodillo

Las principales características de esta aplicación vienen determinadas por la naturaleza misma de la pasta empleada, es decir, además de las ya mencionadas de porosidad y nivel de absorción, ligereza de peso, escasa contracción y posibilidad de talla y lijado tras su catálisis.

1.B.- APLICACIONES A MOLDE CERRADO :

Desarrollamos en este apartado la realización de vaciados sobre molde perdido de escayola a molde cerrado. Como se avanzó en el apartado 1.A, los niveles de contracción del poliéster imposibilitan la realización de grandes moldes por colada sin correr el riesgo de fracturas en el material, las cuales no solo afectarían estéticamente a la obra , lo cual sería fácilmente remediable empastando las grietas superficiales, sino que esencialmente afectarían a la consistencia del material, lo cual es mas difícil de remediar. Así pues, reduciremos este tipo de aplicación a moldes de pequeño formato.

Con respecto a este tipo de moldes es necesario hacer otras consideraciones al respecto de los materiales empleados para los vaciados. Para realizar un vaciado por colada son diversas las características que el material debe tener :

- Fluidez suficiente para permitir llegar el material a la totalidad del molde.
- Índice de contracción suficientemente bajo para evitar roturas durante la catálisis.
- Fiabilidad en la copia del molde.
- No mermar las propiedades propias de la resina líquida.

Basándonos en las premisas anteriores desarrollamos dos tipos principales de aplicaciones que a continuación se desarrollan :

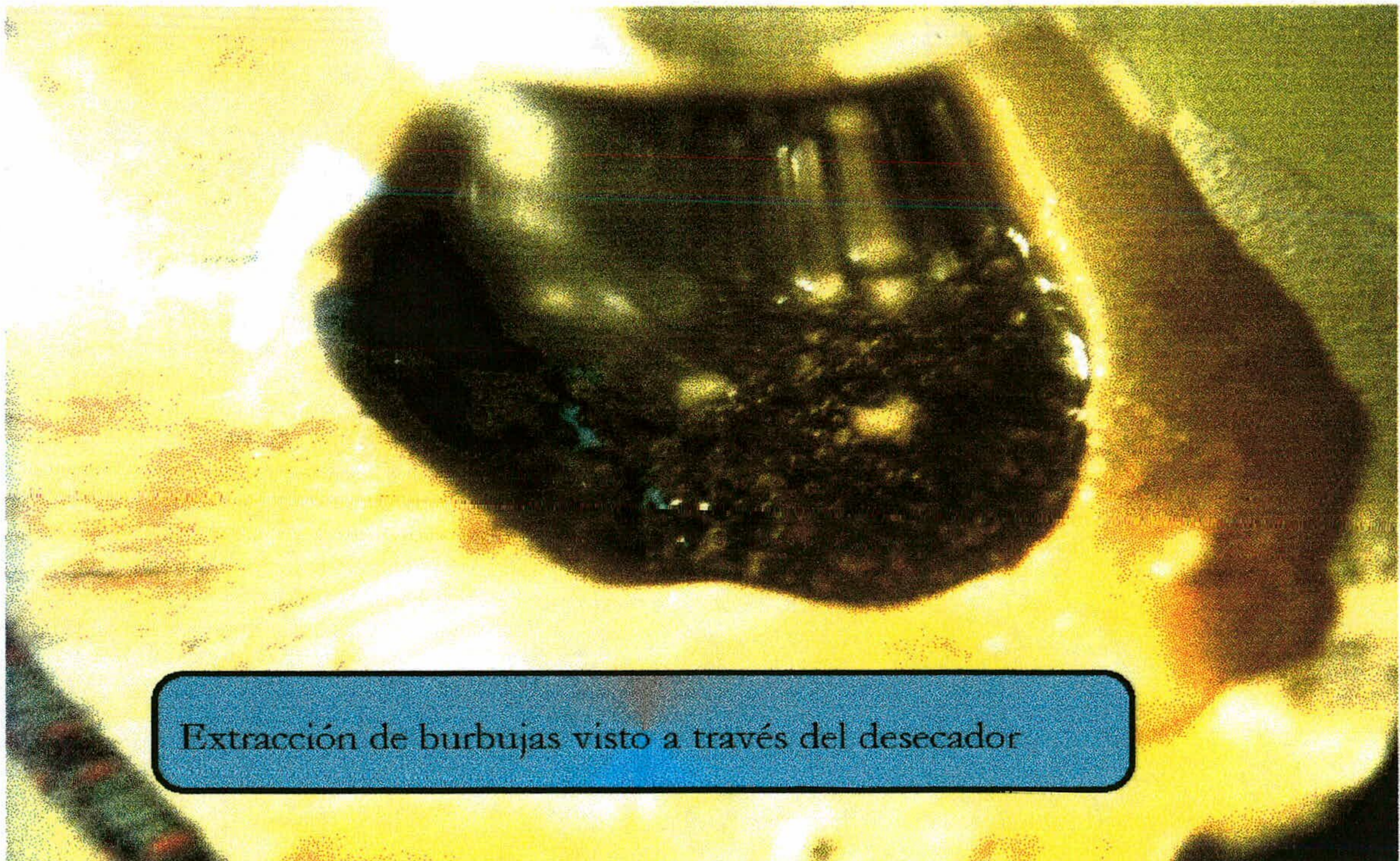
1.B.a.- Vaciado con resina líquida tixotropada.

Aprovechamos las características propias de viscosidad de la resina líquida para permitir la mejor penetrabilidad en el interior del molde, intentando simultáneamente reducir sus niveles de contracción mediante la adición de algún agente que lo posibilite. En este caso el aditivo empleado ha sido el gel de sílice coloidal pirogenado, que, si bien aumenta la viscosidad de la resina líquida y por tanto disminuye la capacidad de penetrabilidad, usado en cantidades moderadas (10% del volumen total de la resina) reduce significativamente los niveles de contracción en el proceso de catálisis aumentando casi despreciablemente su densidad.



Realizada la mezcla de la resina con el agente tixotropante y previa catálisis, vertemos el producto en el interior del molde al que previamente hemos aplicado el agente desmoldeante. En estos procesos, a molde cerrado por colada, hemos sustituido el sistema de extracción de aire, desarrollado en el apartado anterior, por un sistema de vacío, para el cual utilizamos un desecador de cristal al cual aplicamos una válvula Venturi de vacío. El uso de este desecador de cristal nos permite controlar visualmente el proceso de

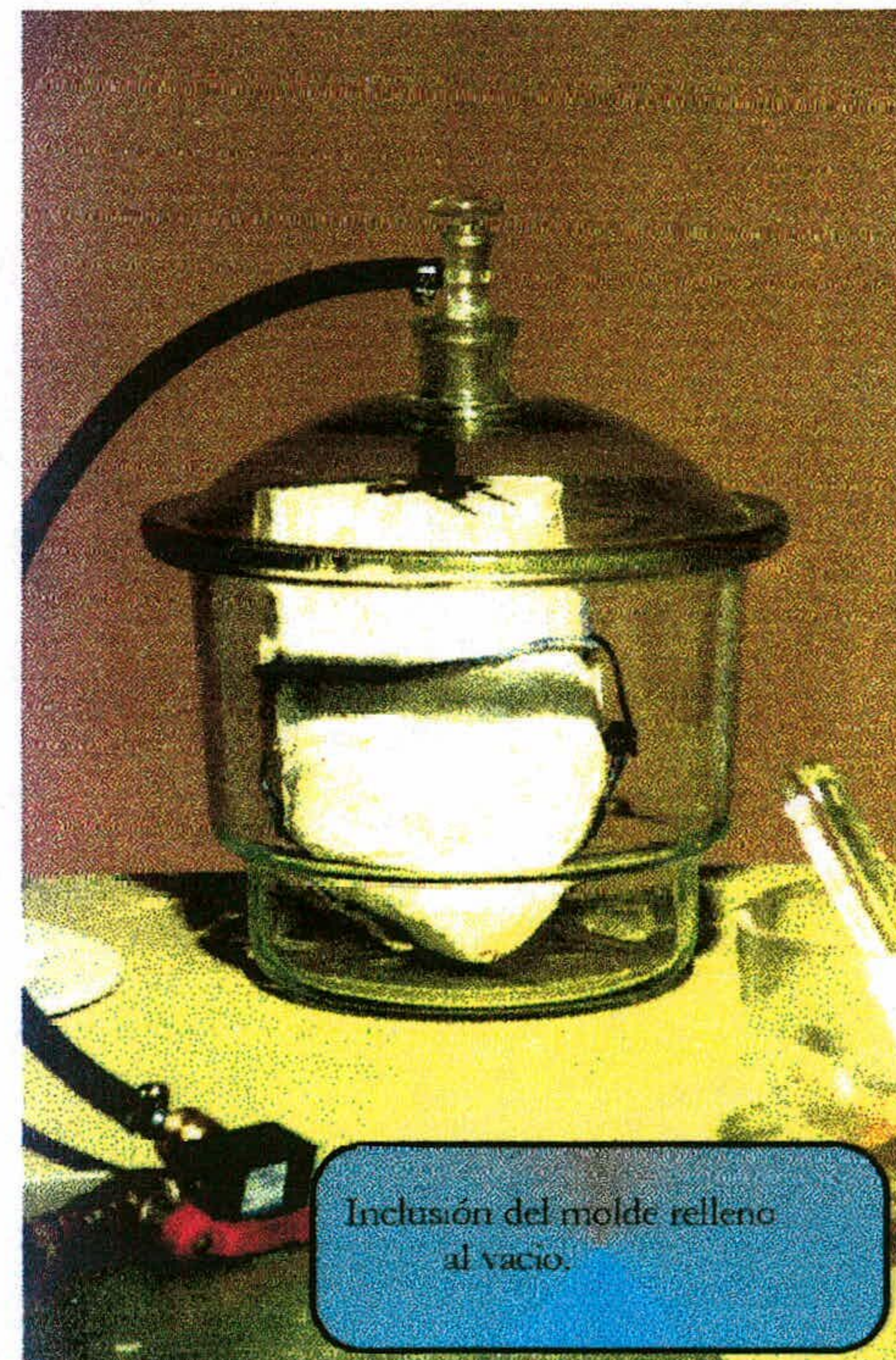
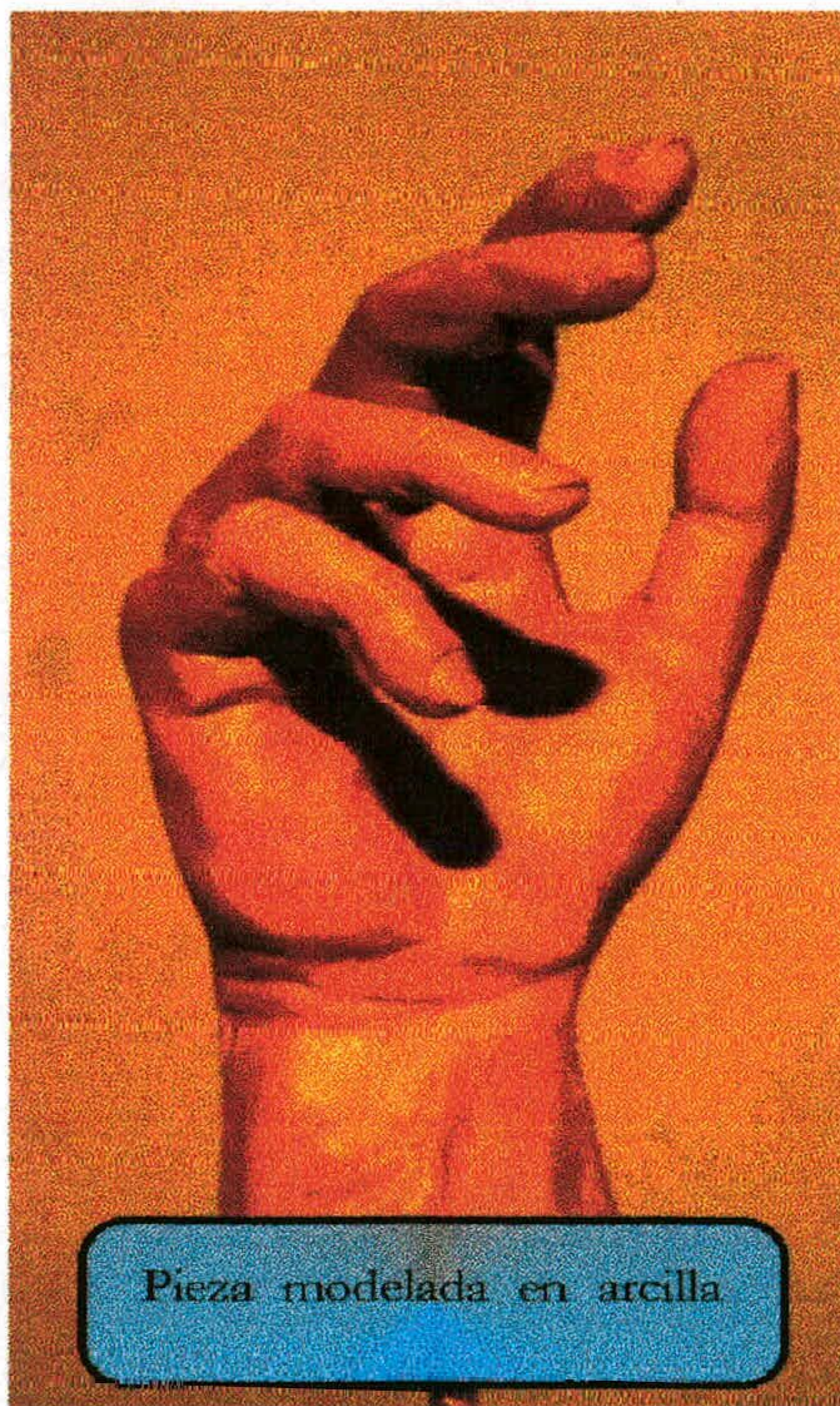
extracción de las burbujas de aire del interior del molde, tal como se observa en la imagen siguiente.



Una vez eliminadas todas las burbujas del interior, extraemos el molde del desecador antes de iniciar el proceso de catálisis, lo que permitirá, en el caso de este ejemplo que vemos, incluir en la misma pieza los elementos de fijación que usaremos para adaptar la mano al conjunto del candelero.

1.B.b.- Resina líquida tixotropada con materias de carga.

Partiendo de los mismos principios que en el caso anterior, es decir, reducir los niveles de contracción sin mermar en exceso las propiedades líquidas de la resina de poliéster, adicionamos a la resina previamente tixotropada* una materia de carga que en



* En este caso reducimos en un 50% la cantidad de gel de sílice coloidal pirogenado para contrarrestar el aumento de viscosidad que supondrá la adición de la materia de carga.

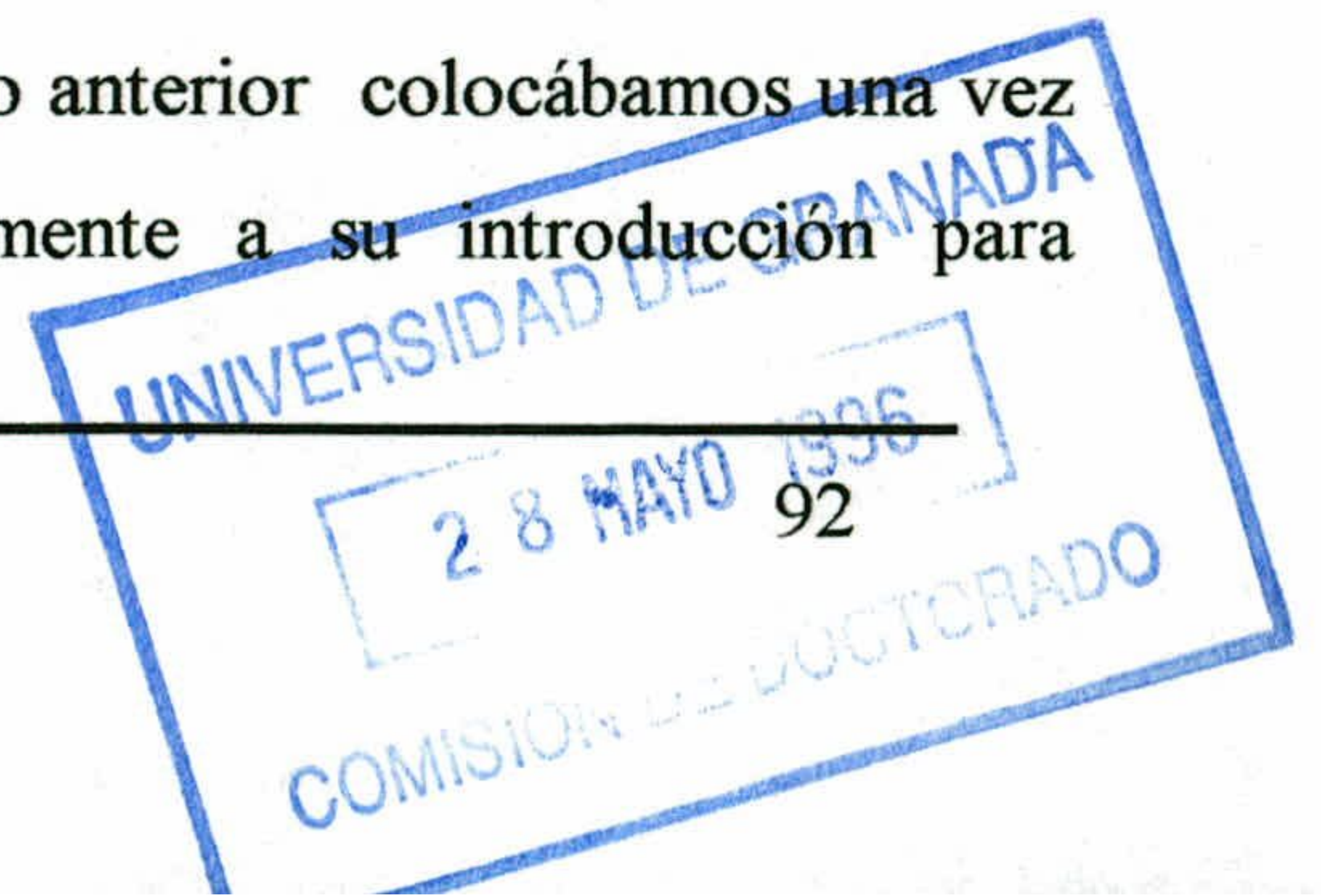
este caso será polvo de ladrillo, eligiendo este material por sus comprobadas propiedades de porosidad que nos permitirá la aplicación posterior de estucos.

Si bien ha sido este el material de carga empleado, es factible de ser usado cualquiera de los empleados en el desarrollo de las pastas del capítulo 2. El porcentaje óptimo para que el aumento de viscosidad sea mínimo es de un 10% del volumen total de la resina tixotropada.

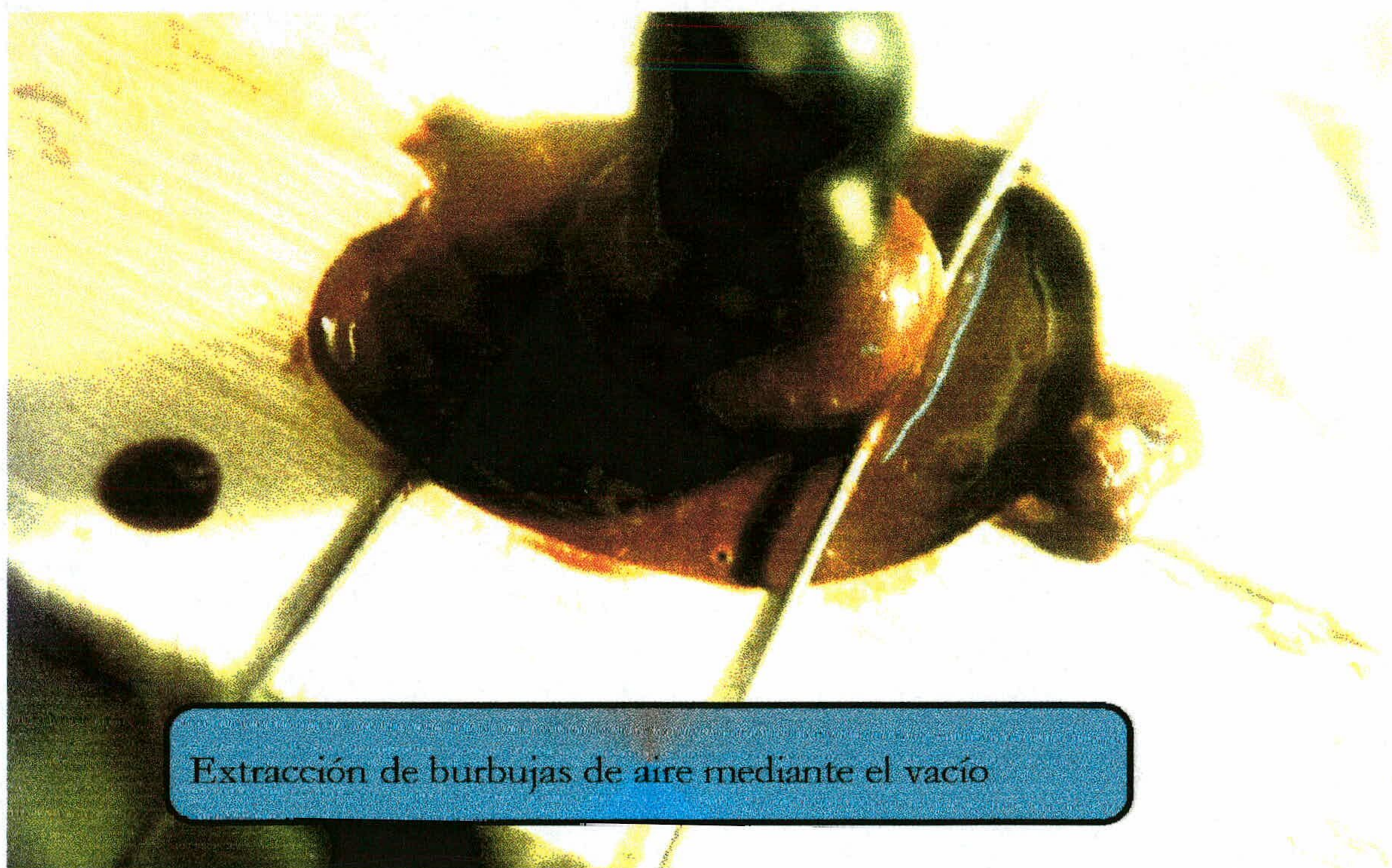
En un intento de reducir al máximo el aumento de densidad de la mezcla, se eliminó el agente tixotropante de esta, pudiéndose comprobar que, a pesar de la finura de la molienda del polvo de ladrillo, este se decantó en el fondo antes del proceso de catálisis, siendo pues el resultado de la mezcla no homogéneo por tanto inútil para nuestras pretensiones .

Realizada pues la mezcla adicionando a la resina líquida catalizada un 5% de gel de sílice coloidal pirogenado y un 10% de polvo de ladrillo, esta se vertió en el molde de escayola impermeabilizado y con el desmoldeante aplicado, introduciendo el conjunto como en el apartado anterior en el desecador para practicarle el vacío y extraerle las burbujas de su interior.

En este caso, el elemento de fijación, que en el caso anterior colocábamos una vez extraído el molde del desecador, es colocado previamente a su introducción para



practicarle al vacío, con el objetivo de no tener que sacar el molde antes del proceso de catálisis y así mantener el máximo tiempo posible el proceso de extracción de burbujas en previsión de que la adición de la materia de carga dificultara este proceso.



Terminado el proceso de catálisis, el desmoldeo se realizó antes de finalizar el proceso de maduración inicial de la mezcla, aprovechando esta circunstancia, se empleó acetona para disolver la capa superficial de poliéster y así dejar a vista partículas de la



Desarrollo práctico de la aplicación

materia de carga para con ello aumentar su posterior capacidad de absorción al aplicar los estucos para policromía.

2.- APLICACIONES SOBRE MOLDE ELÁSTICO.

Además de las propiedades propias del material utilizado para la realización del molde (descritas al principio de este capítulo), aprovecharemos su *resistencia a la presión y su memoria plástica*, es decir, aprovecharemos la posibilidad de ejercer una fuerte presión sobre la superficie del molde sin por ello deformarlo ni causarles deterioros, lo que nos posibilitará mediante la aplicación de presión manual una mejor adhesión al molde, por tanto una mayor fidelidad de copia , y una mejor homogeneización de los laminados.

Otra ventaja importante de este tipo de molde elástico sobre los moldes perdidos de escayola es que no es necesaria la aplicación de ningún agente desmoldeante en el molde, lo que nos evitará la persistencia de productos en el vaciado que dificulten los posteriores procesos de estucado y/o policromía.

Como última ventaja de estos moldes, destacar la facilidad de desmoldeo, aspecto este en principio secundario, pero a considerar si tenemos en cuenta que esto supone que el vaciado resultante no “sufre” en la misma medida que en los moldes perdidos de escayola, ya que evitamos tener que golpear para la extracción de la obra.

En los apartados siguientes se describen los vaciados ensayados sobre este tipo de moldes elásticos :

2.A.- APLICACIONES A MOLDE ABIERTO :

La justificación de realizar este tipo de vaciados a molde abierto sobre moldes elásticos de silicona, es similar a la de molde perdido de escayola, es decir, evitar las roturas que por contracción de la resina de poliéster se podrían provocar de ser realizados a molde cerrado por colada, así como la posibilidad de realizar los vaciados huecos. Si bien es recomendable realizarlos por este sistema, en el caso de los moldes de silicona, debido a su elasticidad, el material del molde puede absorber las contracciones de la resina en mayor medida que los moldes rígidos, evitando de esta forma gran parte de grietas y fracturas internas en el vaciado de poliéster por colada. Así pues podremos realizar vaciados por colada de moldes de mayor tamaño que si fueran rígidos.

2.A.a.- Estratificado de poliéster reforzado con fibra de vidrio (G.R.P.)

Al realizar este tipo de vaciado podemos proceder (como en el caso de los moldes perdidos) de dos formas distintas :

- 1.- Colocando fibra de vidrio seca e impregnándola posteriormente sobre el molde.
- 2.- Colocando la fibra de vidrio preimpregnada de la resina previamente catalizada.

En la primera capa del laminado hemos sustituido en este caso el mat de fibra de vidrio por velo de vidrio* , consiguiendo de esta forma un aspecto superficial mucho mas fino que con el mat de fibra de vidrio directo.

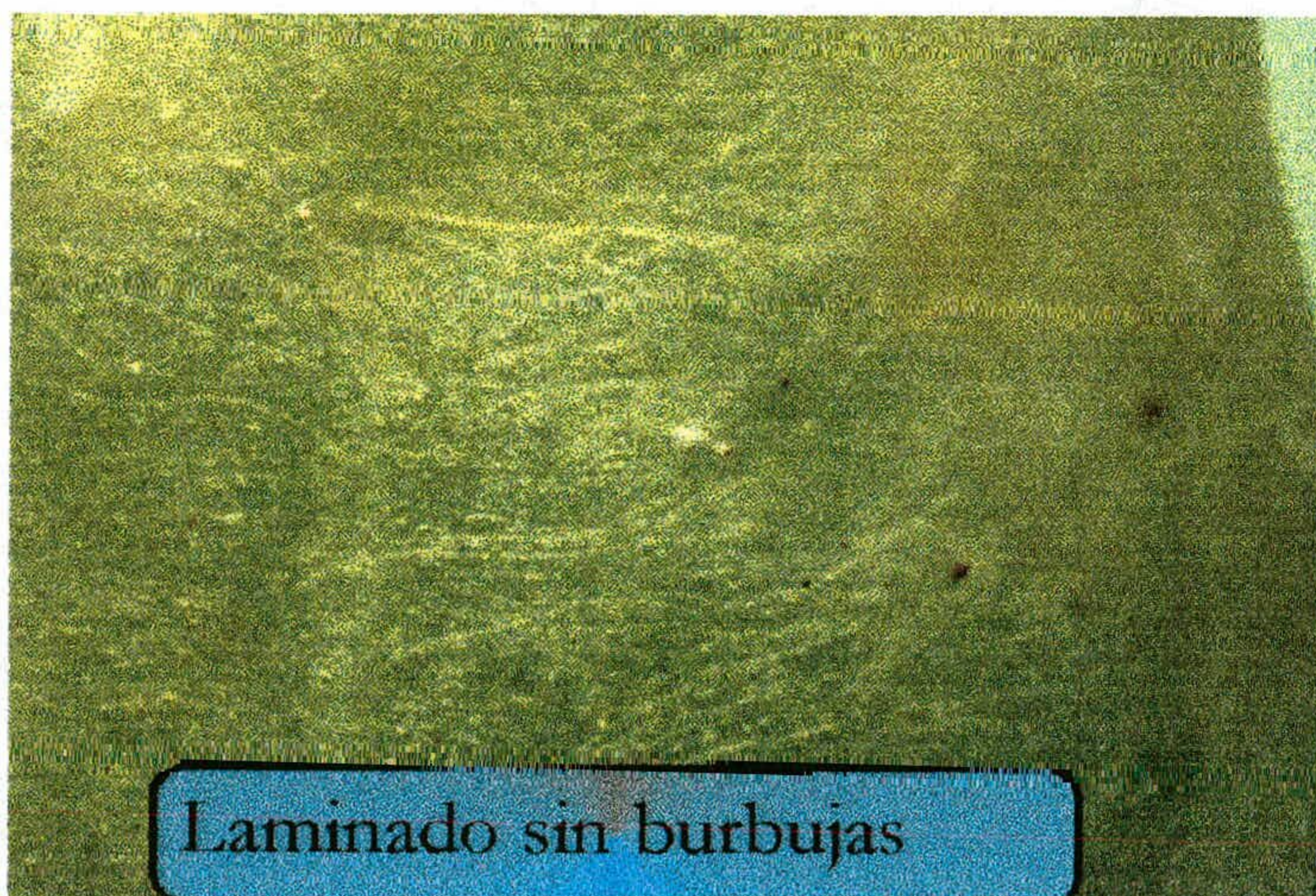


Eliminadas las burbujas de esta primera capa del laminado, bien mediante un rodillo dentado o por su inclusión en la campana de extracción de aire descrita anteriormente y habiendo esperado el final de su proceso de catálisis, aplicaremos las capas sucesivas del laminado G.R.P., usando ya en este caso mat de fibra de vidrio de gramajes variables** .

* Velo de fibra de vidrio de 27 gr/m².

** Como en el caso de los vaciados a molde perdido, para un gramaje de 600 gr/m² se hacen necesarias dos capas de refuerzo.

Tras la aplicación de cada una de las capas del laminado, procedemos a eliminar las burbujas internas por uno de los dos métodos mencionados.



Desmoldeadas las piezas, podemos observar como superficialmente no aparecen burbujas, evitando por un lado los engorrosos repastos tras el desmoldeo y eliminando desperfectos que merman en resistencia al laminado que realizamos.

La aplicación posterior sobre este laminado de una capa de gel-coats facilitará los procesos de policromía.

2.A.b.- Aplicación de gel -coats reforzado con laminado G.R.P.

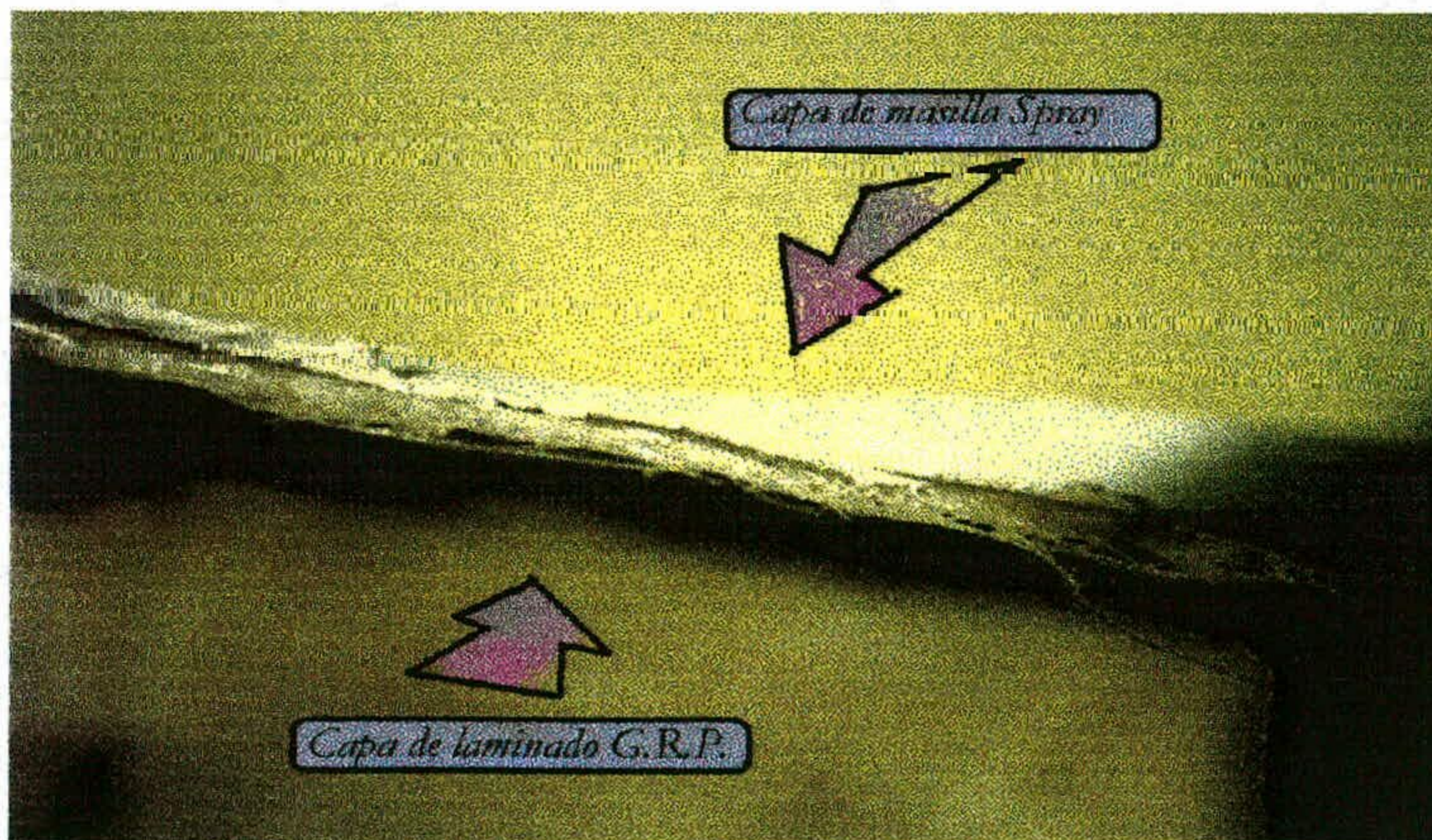
Sobre el molde de silicona, aplicamos directamente una capa de Gel-coats a pistola para asegurar que el material está llegando a todas partes y favoreciendo así una perfecta copia. Catalizada esta primera capa, procederemos como en el caso anterior a realizar un laminado G.R.P. que actúe de refuerzo del vaciado.

2.A.c.- Aplicación de masilla industrial spray reforzada con laminado G.R.P.



Aplicamos en primer lugar una capa de masilla Spray directamente sobre el molde. La aplicación es conveniente realizarla a pistola para favorecer el nivel de copia. Catalizada esta aplicamos sucesivas capas, en este caso a brocha, hasta conseguir el grosor deseado, siendo el óptimo de 400 micras.

Catalizadas las capas de masilla Spray, aplicamos un refuerzo G.R.P. que dará consistencia al conjunto del vaciado. Podemos aplicar en las zonas mas inaccesibles del molde un relleno de resina de poliéster tixotropada con gel de sílice coloidal para facilitar así la aplicación del laminado.



La gran ventaja de este tipo de vaciado es que no necesita imprimación previa para ser policromado así como su ligereza de peso. En caso de ser necesario puede aceptar incluso un leve lijado. La consistencia, resistencia a la rotura y peso estarán

determinadas por el número de capas que contenga el laminado de refuerzo así como el material empleado en este.

2.A.d.- Masilla industrial reforzada con laminado G.R.P.

Aplicamos como primera capa de masilla industrial de acabados, pudiendo suavizar las superficies con un pincel impregnado de acetona para así eliminar las huellas de la espátula que dificultarían la posterior aplicación del refuerzo G.R.P. Para mejorar el nivel de copia, podemos aplicar una capa previa a la masilla industrial de masilla spray. finalizados los procesos de endurecimiento de las masillas aplicaremos el refuerzo G.R.P.

La principal ventaja de este tipo de vaciado sobre el anterior (2.A.c.) es el grosor de la capa de masilla, que nos permitirá posibles repasos de mayor envergadura en caso de ser necesario. Por lo demás, sus características son similares al anterior y sus propiedades están sujetas a las mismas variables.

2.A.e.- Gel-coats y masilla industrial reforzados con laminado G.R.P.

Iniciamos esta aplicación con una capa de gel-coats. Catalizada esta reforzamos y damos grosor en primera instancia con una capa de masilla industrial de acabados aplicada a espátula. catalizada ésta segunda capa procedemos al refuerzo definitivo del conjunto con el laminado de fibra de vidrio y poliéster. La capa intermedia actuará como capa amortiguadora entre las otras dos, evitando deterioros posibles por la diferencia de plasticidad entre ellas.

2.A.f.- Aplicación de pastas propias reforzadas con laminado G.R.P.

La pasta usada para estos vaciados sobre molde elástico ha sido la misma que para este tipo de vaciado aplicamos sobre molde perdido, es decir, la *pasta n° 11* descrita en el capítulo 2.

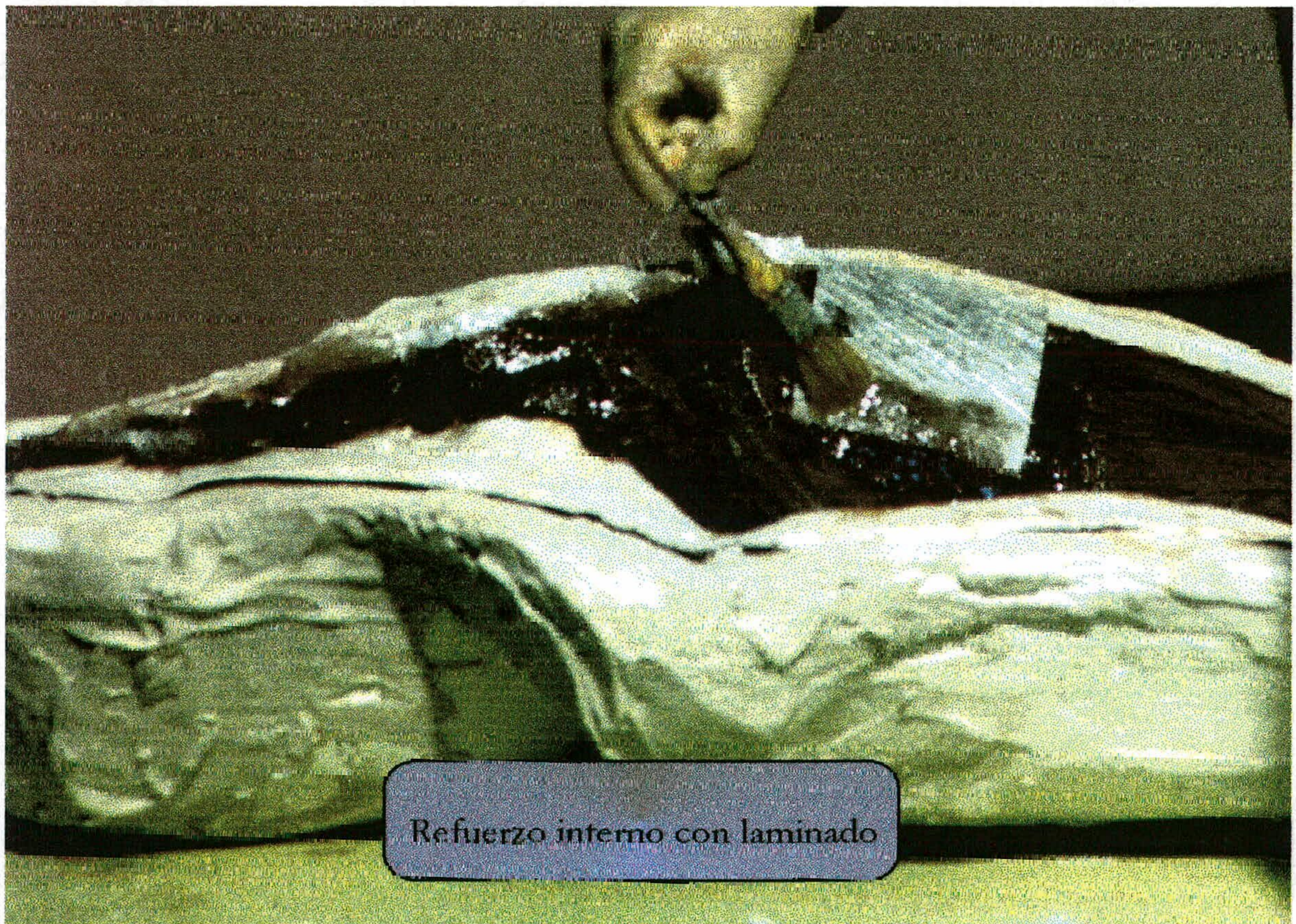
Preparada la pasta previamente (25% de polvo de ladrillo, 50% de talco ventilado y 25% de gel de sílice coloidal pirogenado) en cantidades suficientes, se le practicó el vacío a la pasta para extraerle el aire del interior y conseguir de esta forma una mezcla lo mas homogénea posible.

Tras la adición del catalizador, la aplicación sobre el molde se realiza de la forma descrita en el apartado 1.A.f., si bien el carácter elástico del molde permitirá ejercer mayor presión durante la aplicación, por tanto conseguir mejor adhesión y fidelidad en la copia.



Aplicada la pasta suavizaremos la superficie posterior mediante un pincel impregnado en estireno, facilitando así la aplicación posterior del laminado.

Antes del inicio del proceso de catálisis, incluiremos el molde en la campana de extracción de aire para la eliminación total de burbujas en la pasta aplicada.



Refuerzo interno con laminado

Catalizada esta capa de pasta aplicaremos un refuerzo posterior de laminado G.R.P. , dependiendo la consistencia del conjunto del número de capas de poliéster y fibra de vidrio que se apliquen en el laminado.

Se extraerán las burbujas de aire del interior del laminado antes de que la resina de este comience a catalizar por uno de los dos métodos ya descritos, bien mediante un rodillo o bien mediante la inclusión del conjunto en la campana de extracción de aire construida a tal efecto.

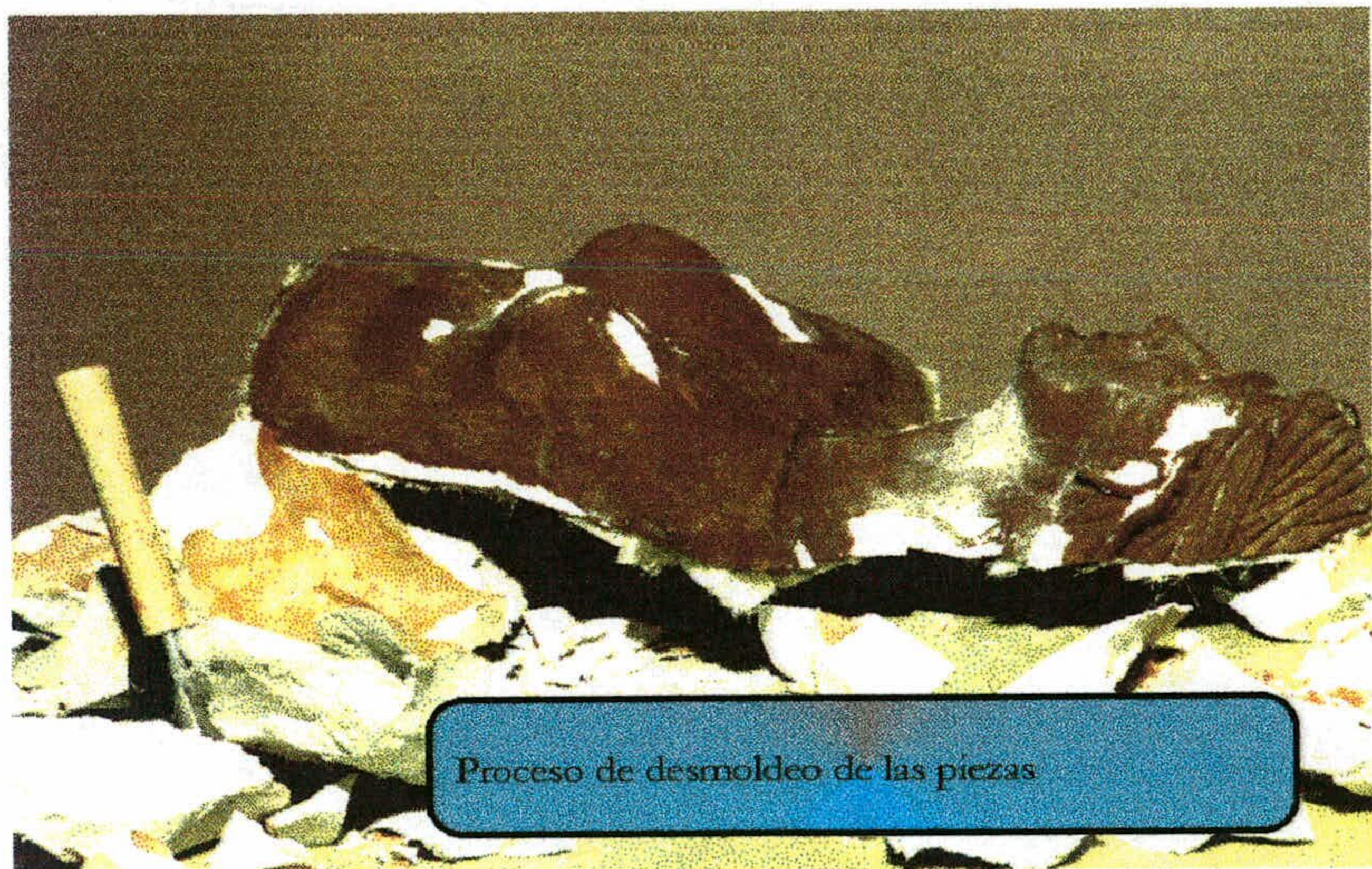
2.B.- APLICACIONES A MOLDE CERRADO :

Los procedimientos de aplicación a molde cerrado sobre molde elástico de silicona son similares a los descritos en el apartado 1.B para molde cerrado perdido de escayola, si bien las características elásticas del material propician, como se dijo en el apartado 2.A, la realización de moldes cerrados de mayor tamaño que si fueran de escayola, ya que las contracciones que el vaciado pudiera tener durante el proceso de catálisis, pueden ser más fácilmente absorbidas por la elasticidad de la silicona que sobre un molde perdido de escayola.

El material del vaciado a emplear vendrá determinado por las características que deseemos conseguir para su posterior policromía, es decir, con carga de materias como el polvo de ladrillo para su posterior estucado o simplemente con resina tixotropada para la posterior aplicación de gel-coats y policromía directa.

3.- UNIÓN DE PIEZAS :

Extraídas cada una de las partes de las que se compone el vaciado y repasadas de posibles imperfecciones en sus bordes, procedemos a unir estas partes para conseguir el vaciado total.



En cuanto al material empleado para las uniones, son tres las premisas mas importantes que atendemos :

- Máxima afinidad del producto usado en la unión con el del resto del vaciado.
- Consistencia suficiente para soportar las tensiones de la unión.
- No interferencia de este material de unión en posteriores proceso (dorado, policromía, etc.).

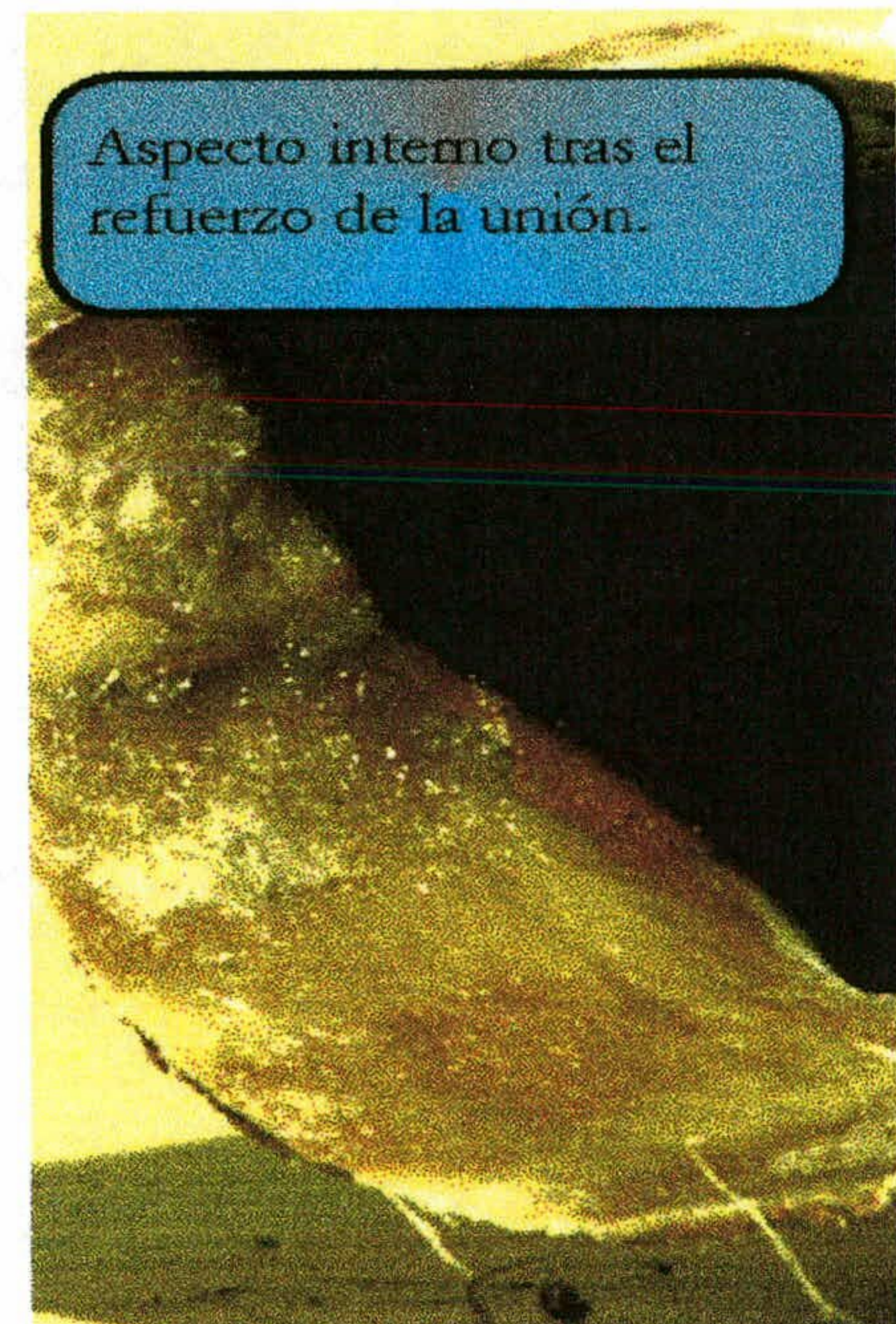
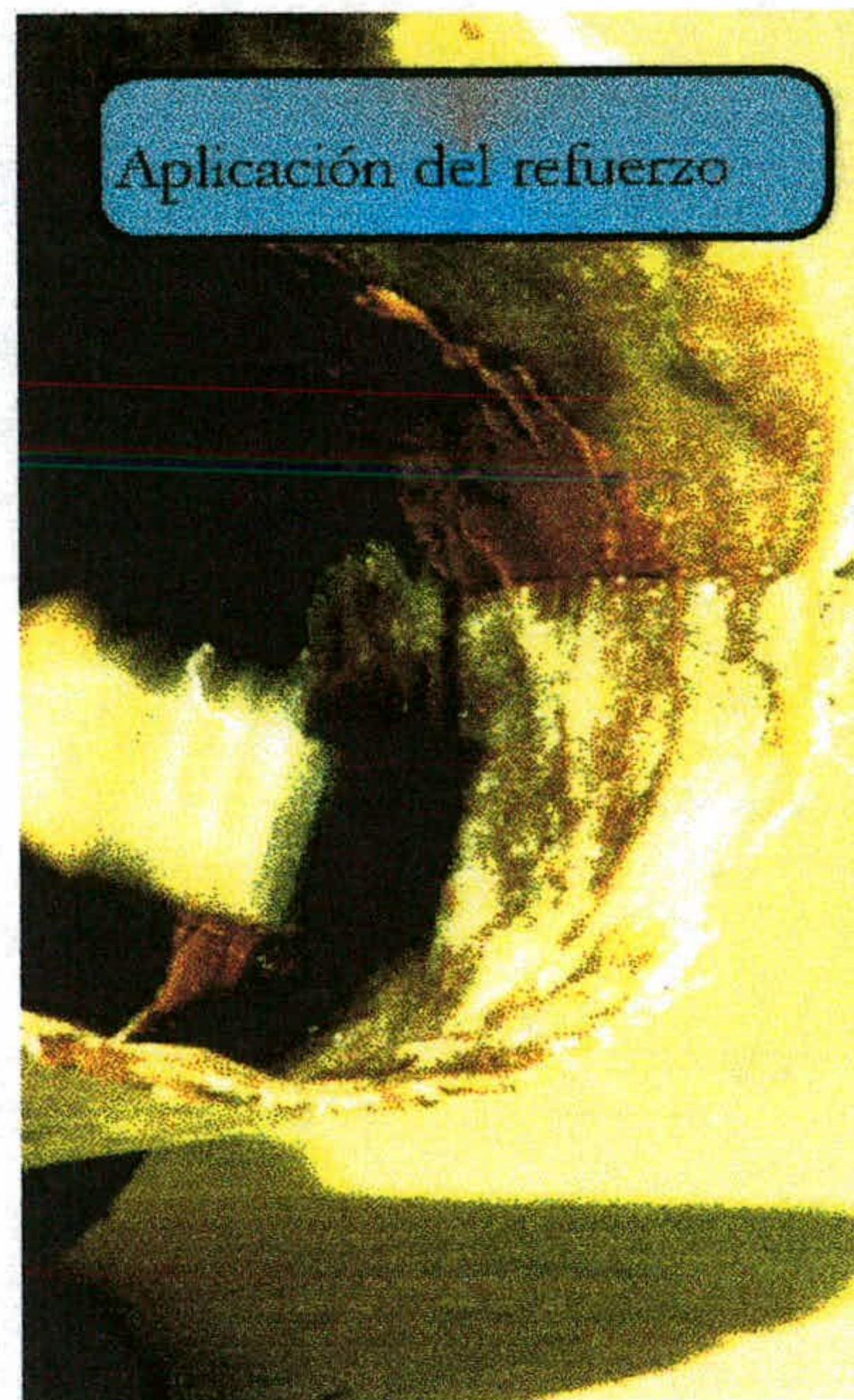
Observadas estas premisas, los materiales de unión elegidos para cada uno de los vaciados descritos en el apartado *1.A.- Aplicaciones a molde abierto*. han sido los siguientes :



Unión de las piezas resultantes con pasta nº 11

	TIPO DE VACIADO	MATERIAL DE UNIÓN
1.A.a	Estratificado G.R.P.	Poliéster tixotropado con gel de sílice coloidal pirogenado
1.A.b	Gel-coats + estratificado G.R.P.	Poliéster tixotropado con gel de sílice coloidal pirogenado.
1.A.c.	Masilla Spray + laminado G.R.P.	Masilla industrial
1.A.d.	Masilla industrial + laminado G.R.P.	Masilla industrial
1.A.e.	Gel-coats + masilla industrial + laminado G.R.P.	Masilla industrial
1.A.f.	Pastas propias + laminados G.R.P.	Pasta de la misma composición

Unidas las piezas con los materiales descritos, se hace necesario el refuerzo interior de estas uniones. Las zonas de unión recogen las tensiones creadas en cada una de las piezas del vaciado así como las producidas entre las distintas partes, siendo,



por tanto, la zona con mas posibilidades de fractura como se verá en el capítulo 5. El refuerzo se realizará aplicando en la zona posterior de la unión poliéster reforzado con fibra de vidrio.

De otro lado, la experiencia nos ha demostrado que ante una unión en la cual el ajuste entre las distintas partes de vaciado es deficiente, es preferible rellenar con el material idóneo la zona donde no ajustan las piezas a forzarlas hasta conseguir la unión, ya que las tensiones creadas en el conjunto puede abrir grietas e incluso hacer saltar la uniones ya reforzadas con G.R.P.

5.-ACABADO DE LAS PIEZAS

ACABADO DE LAS PIEZAS.

El auténtico reto al realizar una imagen religiosa en un material no tradicional no viene determinado tanto por el material de soporte de la obra como por el acabado de las mismas. En este capítulo abordaremos los procesos que, tras la realización de un vaciado por cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente, será necesario realizar para la conclusión de la obra. Abordaremos este capítulo desde tres fases diferentes :

1. Talla y modelado tras el vaciado.
2. lijado.
3. La policromía y el dorado.

1.- TALLA Y MODELADO TRAS EL VACIADO :

La cualidad de material *plástico* que en el capítulo 2 atribuíamos a la resina de poliéster, será determinante en el acabado final de las piezas. Aclarábamos en el citado capítulo 2 que un material plástico era aquel que en una u otra fase de su fabricación presenta una textura plástica ; así mismo, atribuíamos a las resinas de poliéster otra cualidad más en relación a su estabilidad térmica y era la de ser un material *termoestable* debido a la fortaleza de sus uniones tridimensionales.

La cualidad de material plástico nos posibilitará el modelado con este material y la cualidad de material termoestable nos posibilitará la talla tras los procesos de catálisis ; es decir, usar *procedimientos aditivos y sustractivos sobre un mismo material* .

1.A.- Modelado :

Aprovecharemos la calidad plástica de la resina de poliéster durante su proceso de catálisis para, mediante la adición de materias de carga y de agentes tixotropantes, disminuir considerablemente su carácter fluido y proporcionarle una densidad apta para ser utilizada como materia modelable.

Tomamos como material de referencia la pasta nº11 que en los apartados anteriores hemos usado por sus buenas cualidades de porosidad y absorvencia para, partiendo de ella, conseguir que, por un lado no perdiera estas propiedades necesarias para la posterior policromía, y por otro lado aumentara su carácter tixotrópico que nos posibilitara el modelado sin que se produjeran “descuelges” en el material.

La mezcla de material de carga desarrollada para la preparación de esta pasta modelable fue la siguiente :

25% de polvo de ladrillo.

40% de talco ventilado.

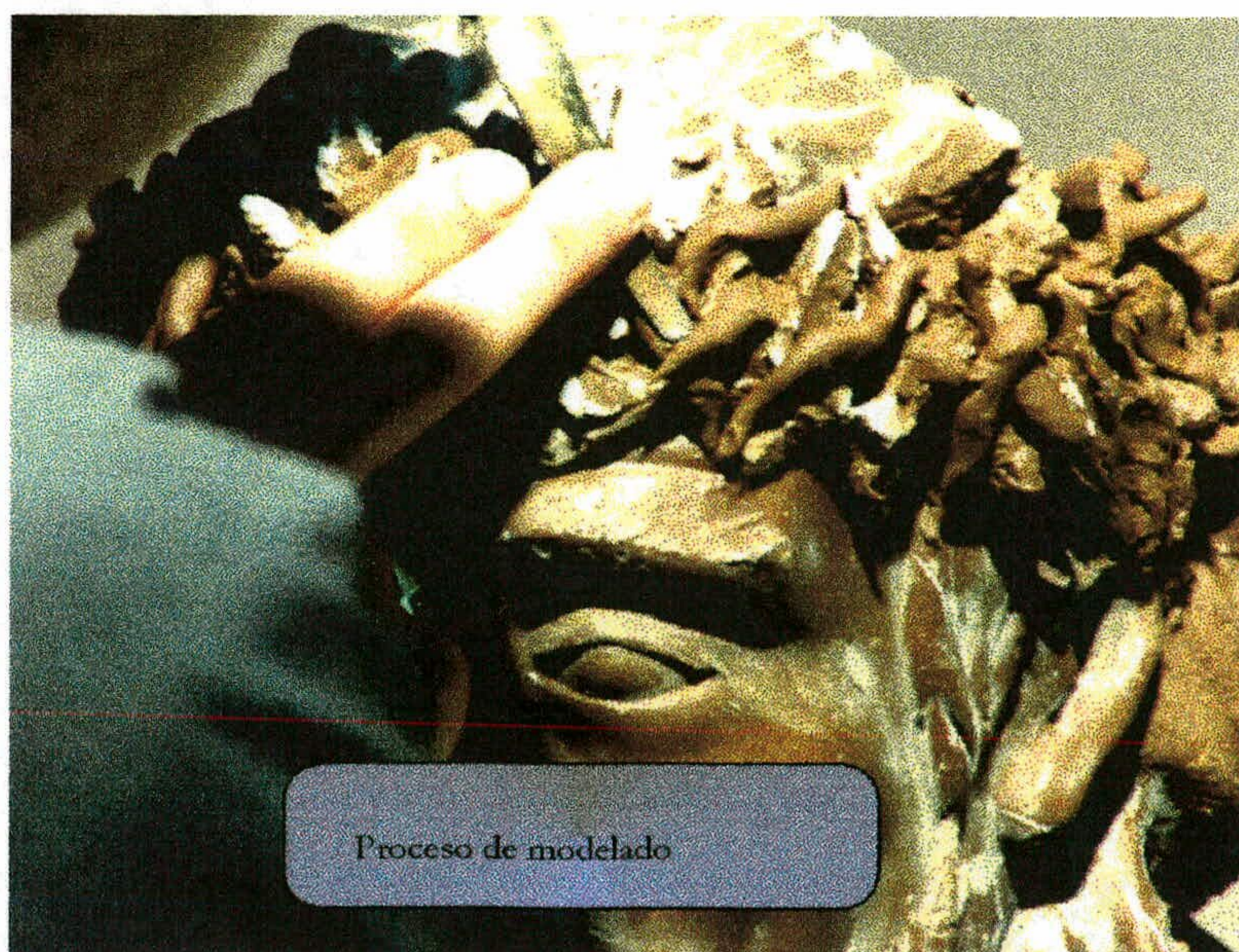
35% de gel de sílice coloidal pirogenado.

A esta mezcla de materias de carga adicionamos la resina de poliéster, si bien la cantidad de ésta fue reducida en un 30% para dar un carácter mas denso a la pasta resultante. El producto obtenido fue una pasta de densidad, dureza y plasticidad similar a la de una arcilla de modelar.



El modelado con este material es factible de ser realizado tanto con espátula como con las manos, pudiendo ser perfectamente alisado con la simple aplicación en superficie de acetona o de vinilbenzeno con un pincel antes de la finalización del proceso de catálisis.

Hemos restringido el uso de esta pasta modelable sólo a la aplicación sobre vaciados previamente realizados para su repaso, transformación o modelado de detalles posteriores, si bien es posible realizar obras completamente modeladas con este material. La principal ventaja del modelado directo con esta pasta es la inmediatez de los resultados, eliminando pasos intermedios como moldes y vaciados, si bien, el aumento considerable de peso, la dificultad para el refuerzo interior con laminados de poliéster reforzado con fibra de vidrio y la posible presencia de grietas que mermaran en consistencia al producto final motivadas por la contracción en los procesos de catálisis y maduración, nos hicieron desestimar esta posibilidad de trabajo.



1.B.- Talla.

Complementaria a la posibilidad de modelado tras el vaciado aplicamos la talla también después del vaciado.

La formación de redes tridimensionales o reticulares en las resinas de poliéster, le confiere además de la cualidad de material termoestable otras cualidades aprovechables en el transcurso del trabajo. La principal de ellas es la proximidad existente en el comportamiento de las redes reticulares de polimerización cruzada del poliéster con las redes cristalinas de los materiales pétreos ; es decir, un comportamiento parecido de las resinas de poliéster durante sus procesos de talla al que pudieran tener determinados materiales pétreos. Si bien esto es así, la menor dureza de la resina de poliéster catalizada frente a los materiales pétreos debido al tipo de enlaces cruzados que posee, facilita la talla frente a la piedra.

Este comportamiento “pseudo-cristalino” vendrá favorecido o desfavorecido en función de la naturaleza cristalina o amorfa de las materias de carga usadas en la realización de las pastas moldeables o modelables aplicadas en los vaciados.

En el caso de la pasta modelable descrita anteriormente su comportamiento es prácticamente similar al de una piedra ante la talla, frente a las pastas comerciales también con base de resina de poliéster cuyo comportamiento está más cercano a la talla de materias como la madera.



La importancia de la posibilidad de talla después de haber realizado el vaciado radica no sólo en la posibilidad de realizar los necesarios repasos de la obra sino en la capacidad de realizar cambios substanciales en la obra, pudiendo llegar a transformar esta casi por completo.

Las herramientas usadas en estos procesos de talla son las habituales tanto para talla de madera como para talla de piedra.



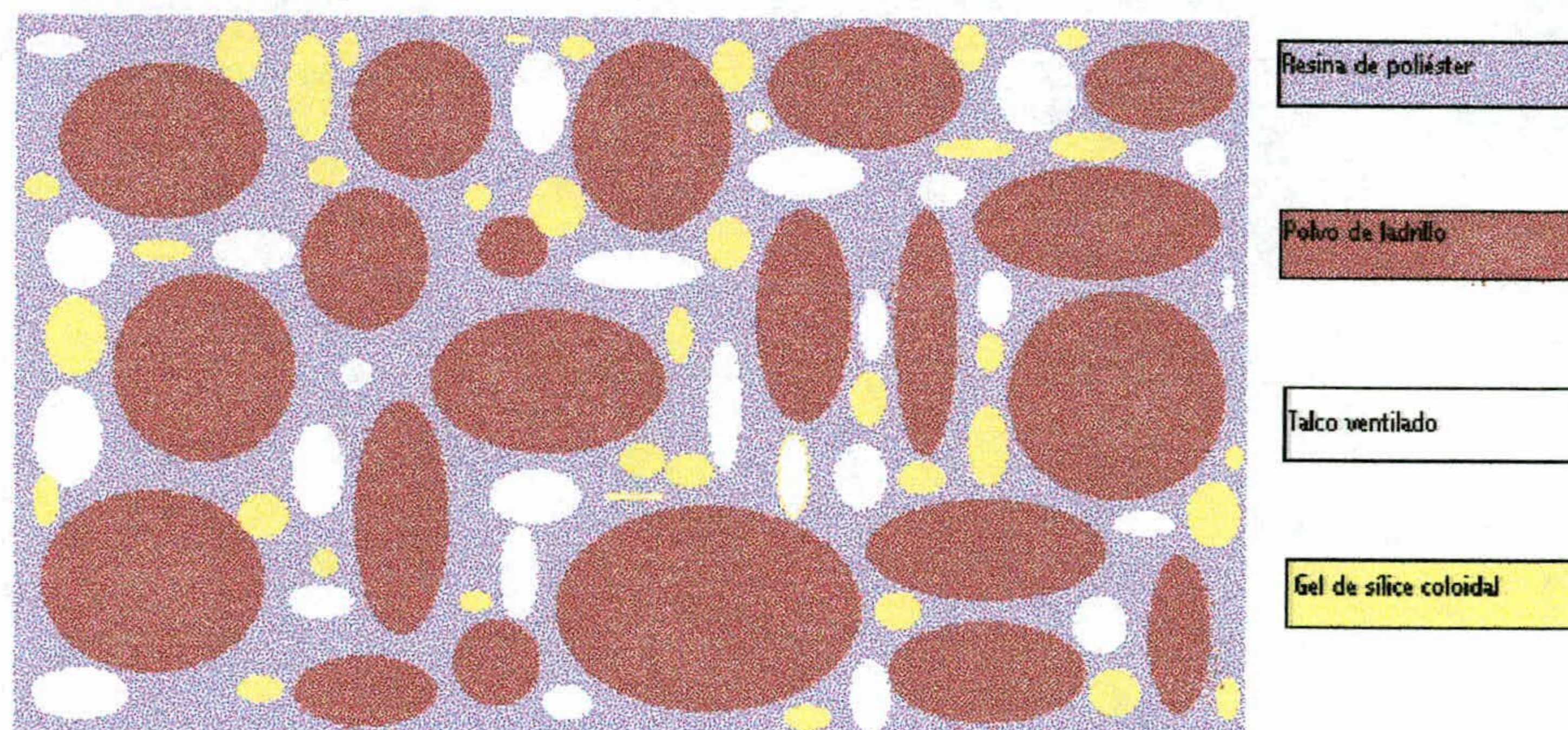
2.- LIJADO:

Un procedimiento en principio tan prosaico como el del lijado superficial del vaciado puede adquirir especial importancia cuando mediante este proceso favorecemos y aumentamos las propiedades propias de la materia.



Además de los evidentes repasos con escofinas y lijas de las zonas empastadas de las uniones de piezas y de las zonas empastadas para corregir posibles errores superficiales, se comprobó la necesidad de acometer procesos de lijado en toda la superficie de la pieza, sobre todo cuando se utilizaron las pastas de creación propia.

En el dibujo esquemático siguiente representamos la distribución ideal de la pasta nº11 que se ha desarrollado y aplicado en los capítulos anteriores. Las materias de carga se



muestran homogéneamente distribuidas en el conjunto de la pasta y perfectamente “envueltas” grano a grano por la sustancia conglomerante, es decir, por la resina de poliéster.

Este recubrimiento de poliéster de las materias de carga merma evidentemente la porosidad de la pasta desarrollada una vez ha catalizado, dificultando por tanto la aplicación posterior de otros productos como el estuco necesarios para la policromía.

Al acometer procesos de lijado en la totalidad de la superficie, romperemos esa capa superficial que envuelve el grano de las materias porosas, rompiendo incluso este grano para dejar en superficie la mayor cantidad posible de estas materias de carga y facilitar así al máximo la adhesión de las colas constituyentes del estuco.

En el dibujo siguiente podemos observar como tras el lijado se rompe esta superficie dejando a vista el grano de materia de carga.



En caso de ser masillas de tipo industrial las usadas en la realización del vaciado, la importancia del proceso de lijado no viene determinada tanto por favorecer la porosidad y absorción, que como se vio es prácticamente nula, sino para determinar una superficie lo mas uniforme posible para favorecer la aplicación del gel-coats que actuará como imprimación para la policromía posterior.

3.-POLICROMÍA Y DORADO :

La idea tradicional de separación de las artes ha motivado que a través de la historia del arte se considerara la policromía y el dorado como un elemento auxiliar dependiente de pintores y que no atañe en nada al escultor. Tal fue así que es fácil encontrar documentos de los siglos XVI y XVII, ordenanzas, contratos mercantiles, donde se establecen los perfectos límites entre unas y otras tareas, siendo necesario, como en el caso de Alonso Cano, que el escultor estuviera en posesión del *examen de pintor* para policromar sus propias imágenes.

Incluso en fechas mucho mas recientes encontramos textos que ratifican esa separación entre ambas labores, la del escultor y la del policromador o pintor : *“Tal y como en nuestra tradición imaginera se la practicó, la policromía de la madera se suele confiar a los doradores y se la considera por esta causa, extraña al arte de los escultores, constituyendo una especialidad”**

No es extraño, a pesar de esto, encontrar escultores imagineros que, en todas las épocas, policroman sus propias imágenes, conscientes de la indisolubilidad de la talla y la policromía. Tal es así que desde 1652 Alonso Cano policroma sus imágenes *“completando así con los pinceles el trabajo de la talla”*** .

* Navarro, Vicente. “Técnica de la escultura”. Edic. Enrique Meseguer. Barcelona 1944. Pag. 162.

** Sanchez-Mesa Martín, D. “Técnica de la escultura policromada Granadina”. Edic. Univ. de Granada. 1971. Granada. Pag. .35.

De forma similar José de Mora realiza las policromías de su propia obra, tal como describe Gallego y Burín :”*La pintura de sus imágenes que, al parecer, el mismo hacía, procura siempre que guarde relación con sus tipos y con el instante de estos.*”*

En otras ocasiones son miembros de una misma familia quienes aceptan el encargo de talla por un lado y de policromía por otro, tal es el caso de la familia Salzillo o de la familia Rojas y Razzi.

En cualquiera de los casos, queda patente la importancia que a la policromía de las esculturas se ha dado en la historia, conscientes de que el color es parte intrínseca de la obra, máxime cuando esta obra es de imaginería. Esta importancia es tal que podemos decir que una buena policromía revaloriza una talla en tanto que una mala puede incluso ocultar los valores de la obra.

Así pues, valorando la importancia de la policromía, hemos encauzado el desarrollo de esta tesis hasta llegar a conseguir policromías, por tanto acabados, sobre poliéster que asimilen las técnicas tradicionales de la policromía, así como otras que, desligándose de la ejecución técnica tradicional, permita resultados análogos.

* Gallego y Burín, A. “José de Mora” Edic. Univ. de Granada. 1988. Granada. Pag. 106.

3.1.- POLICROMÍA SOBRE ESTUCOS TRADICIONALES :

La policromía ejecutada mediante técnicas tradicionales, ya fuera esta al temple o al óleo, ya fuera de acabados pulimentados o mates, se ejecutó siempre aplicándola sobre estucos que actuaban como *imprimación o aparejo* del soporte.

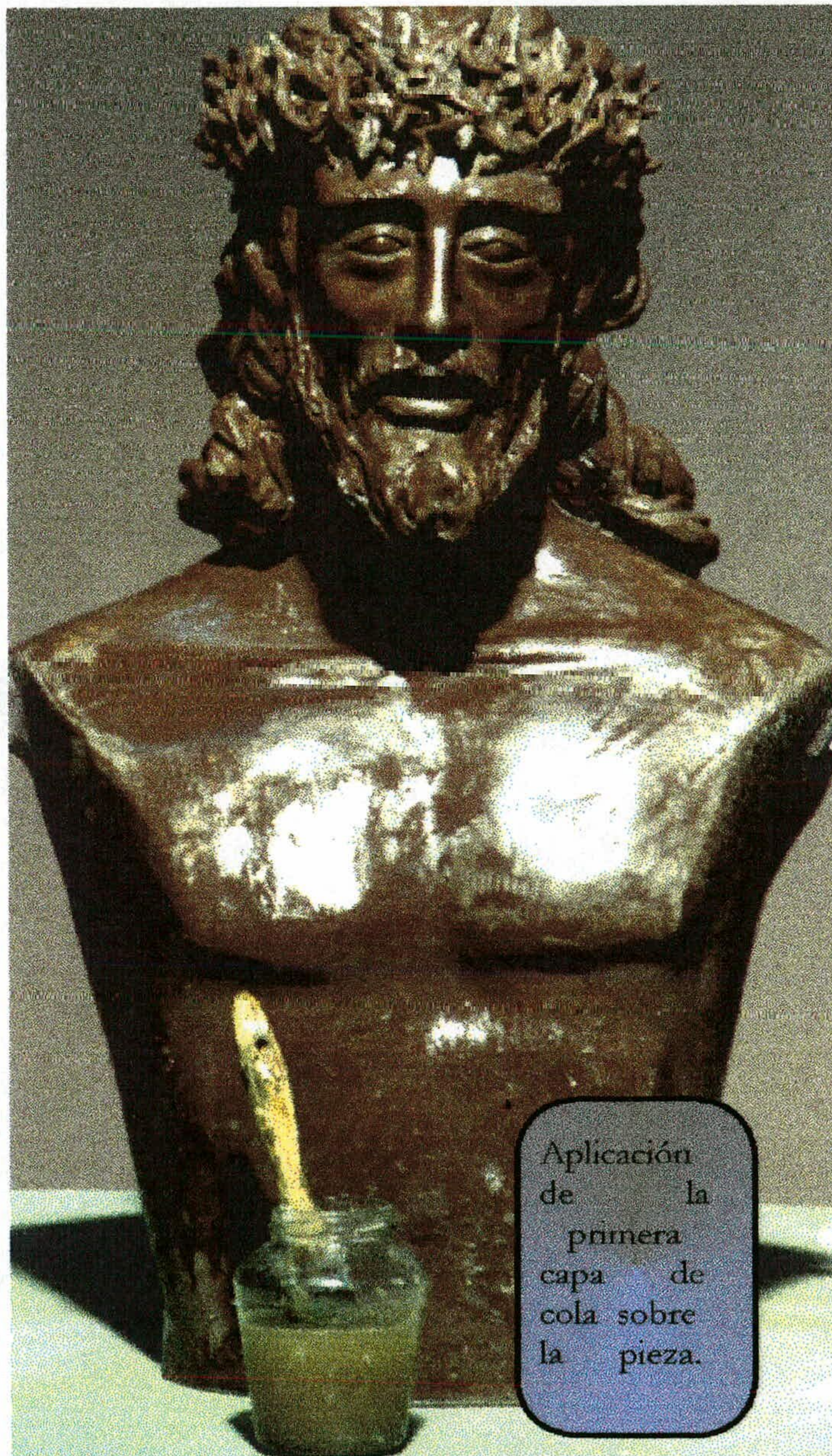
La composición, tipos de materias de carga, fuerza de las colas y número de capas del aparejo depende, como comenta el pintor y tratadista Pacheco, tanto de quien lo realiza como de la zona donde este se realiza.

A pesar de estas posibles variaciones, hay una serie de elementos y procedimientos comunes a todos ellos de los cuales extraeremos el método y proporciones que aplicaremos en la realización de un tipo genérico de *aparejo* o *imprimación* tradicional aplicable sobre pastas con base de poliéster.

3.1.a.- El aglutinante :

El aglutinante o cola usado por la práctica totalidad de autores es el denominado *giscola*. Esta cola no es más que cola de cuero o de conejo a la que “*se solía añadir a la cola unas cabezas de ajos mondados, que daría mayor resistencia a las grietas y a los poros de la madera, y por otro lado justificaría el nombre de giscola*”^{*}.

^{*} “Técnica de la escultura policromada granadina”. Sanchez-mesa Martín, D. Edic. Universidad de Granada. 1971. Granada. Pag.38.



El tedioso proceso de preparación de la cola de cuero o de pieles puede muy bien ser sustituido por cola de conejo preparada "al uso". El porcentaje para la preparación de esta cola que hemos usado ha sido de 75 gramos de cola de conejo deshidratada por cada litro de agua empleado en su hidratación. Se ha eliminado así mismo la adición de las cabezas de ajos mondadas para fortalecer la fibra de la madera ya que no se aplicará esta cola sobre madera sino sobre pasta de poliéster* .

En nuestro caso añadiremos unas gotas de vinagre a la cola ya que este

* Actualmente, no es usual añadir ajos tampoco para madera.

actúa como humectante y aumenta el nivel de penetración de la cola. Añadiremos así mismo un elemento fungicida para evitar posteriores ataques de microorganismos sobre la cola que puedan mermar su nivel de adhesión. El fungicida utilizado ha sido el Nipagín Sódico.

Aplicamos, pues, la cola preparada en caliente para facilitar su nivel de penetración en la pasta, procurando una distribución lo mas homogénea posible. Esta primera capa de cola actuará como capa intermedia entre el soporte y las posteriores capas del aparejo, facilitando la adhesión de la imprimación al soporte con base de poliéster.

3.1.b.- El aparejo o estuco.

Una vez perfectamente seca la primera capa de cola aplicada sobre el vaciado, iniciaremos el proceso de aplicación de aparejos o estucos propiamente dichos.

Al igual que en el caso de la cola, la forma de proceder en su aplicación así como las proporciones entre cola y materia de carga y naturaleza de esta, es variable dependiendo del autor. *“No se lee en las obras antiguas que fuera el yeso lo que, mezclado con cola, sirviese para la imprimación de la madera, sino que se empleaba tierra blanca bien tamizada. Esta tierra blanca puede ser, sin embargo, yeso de dorador, o de pintor, que es*

*lo mismo, yeso macerado y tamizado, que por haber perdido toda su fuerza ya no fragua.”**

En el mismo sentido, otros autores abogan también por este yeso muerto, “...y luego se dan las manos de aparejo compuesto de cola flor y tierra blanca perfectamente tamizada o yeso muerto, o sea, yeso que ha perdido su capacidad de fraguar, al que también se le llama yeso de dorador o de pintor.”**

Otros autores apuntan que las primeras capas de la imprimación se realizaban con yeso vivo y cola, siendo posteriormente cuando se daban varias capas de yeso muerto. “Una vez seca la mano de giscola se comenzaba a dar la capa de yeso grueso. Este se hacía con yeso vivo y fresco y cola de la anterior rebajada.”***

Observadas estas indicaciones bibliográficas, optamos por realizar la imprimación de las esculturas en pasta con base de poliéster con yeso muerto y cola de la preparada para la primera capa aplicada.

La mezcla de cola y yeso usada ha sido la misma para todas las capas, conseguida la proporción mediante la adición del yeso a la cola caliente hasta su total saturación.

* “Técnica de la escultura”. Vicente Navarro. Edic. Enrique Meseguer. Barcelona 1944. Pag. 163.

** “Técnicas de la escultura” Gutiérrez Larraya, Tomás. Edic. Molino. Barcelona 1953. Pag.101-102.

*** “Técnica de la escultura policromada granadina.” Sanchez-Mesa Martín, D. Edic Univ. de Granada. 1971. Pag. 38.



Las capas de este aparejo se aplican siempre en caliente y esperando el total secado de la anterior antes de aplicar una nueva capa.

Siguiendo las indicaciones de los tratados clásicos de policromía, se han aplicado un total de siete capas, todas ellas lo mas uniformes posibles y sin cargar en exceso cada capa para evitar el agrietamiento durante los procesos de enfriamiento y secado de cada capa.



La imprimación se ha realizado a pincel, pudiendo aplicarse o bien tamponando o bien peinando sucesivamente el estuco cruzando la pincelada en cada capa. De ambas formas se eliminan las burbujas que pudieran quedar en la superficie del estuco. Se desestimó la adición en las últimas capas del estuco de aceites para evitar estas burbujas. Estos aceites pueden provocar desigual nivel de absorción en las policromías e incluso llegar a impedirlo (sobre todo en el caso de los temple magros).



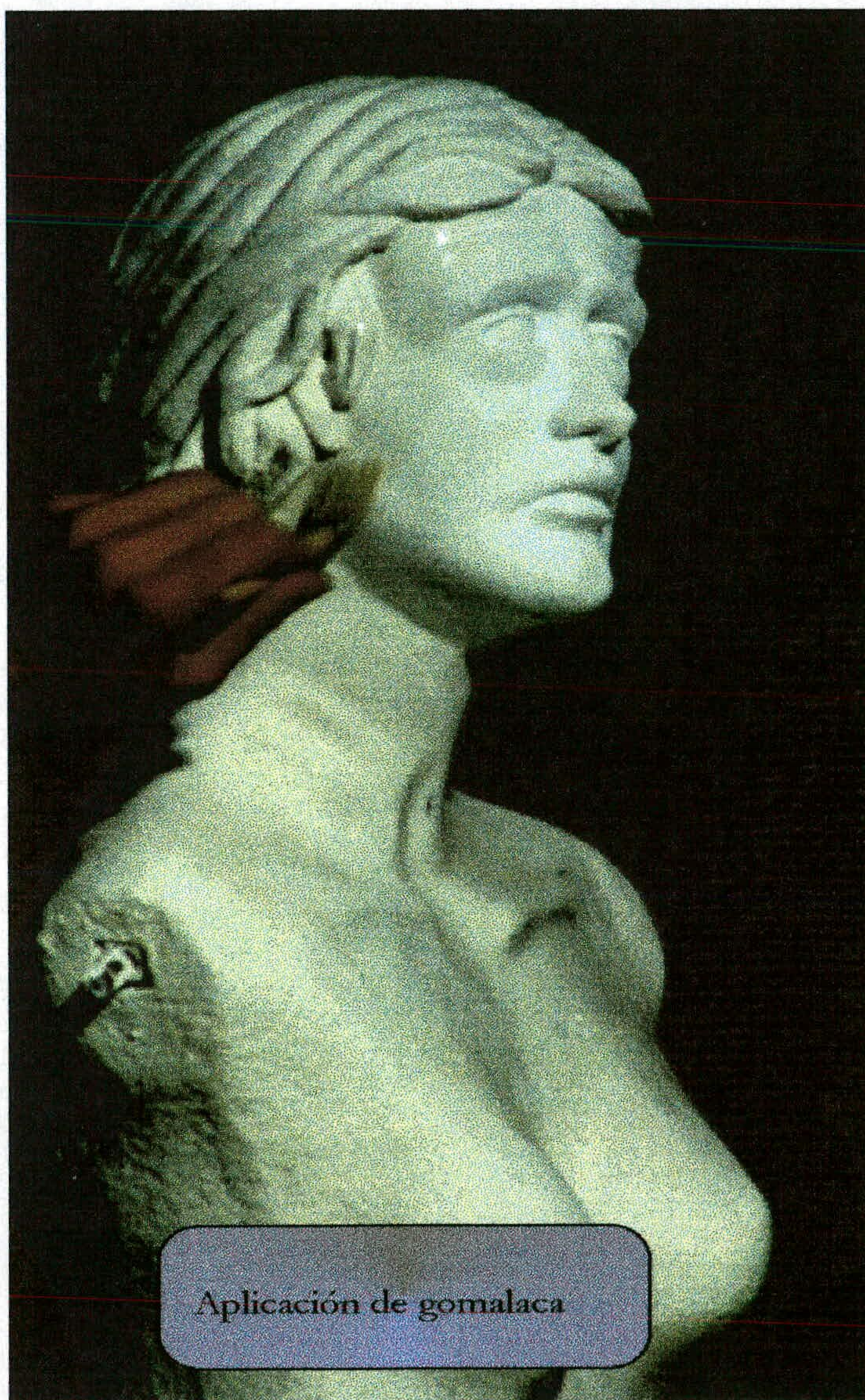
Perfectamente secas las capas que en número de siete se han aplicado, se inician los procesos de lijado y talla sobre el estuco de detalles.

En algunos casos, como en el de la imagen adyacente, añadimos en la última capa como materia de carga adicional una proporción pequeña de *Albayalde* o carbonato básico de plomo, pigmento de una gran opacidad

y que aportará mayor luminosidad a la posterior policromía.

El último proceso que acometeremos sobre la imprimación será la aplicación de dos capas de goma-laca rubia muy disuelta en alcohol para disminuir el nivel de absorción de los estucos que podrían absorber los *medium* del óleo o de los temple provocando pulverulencias y falta de adhesión en la superficie de las policromías.

Dentro de este apartado de aparejos o estucos podemos incluir también los trabajos de *enlienzados* o *telas encoladas*, tan despreciados en algunos momentos históricos por ser considerados un recurso de “mal escultor” pero que en cambio ha sido muy utilizado en el ámbito

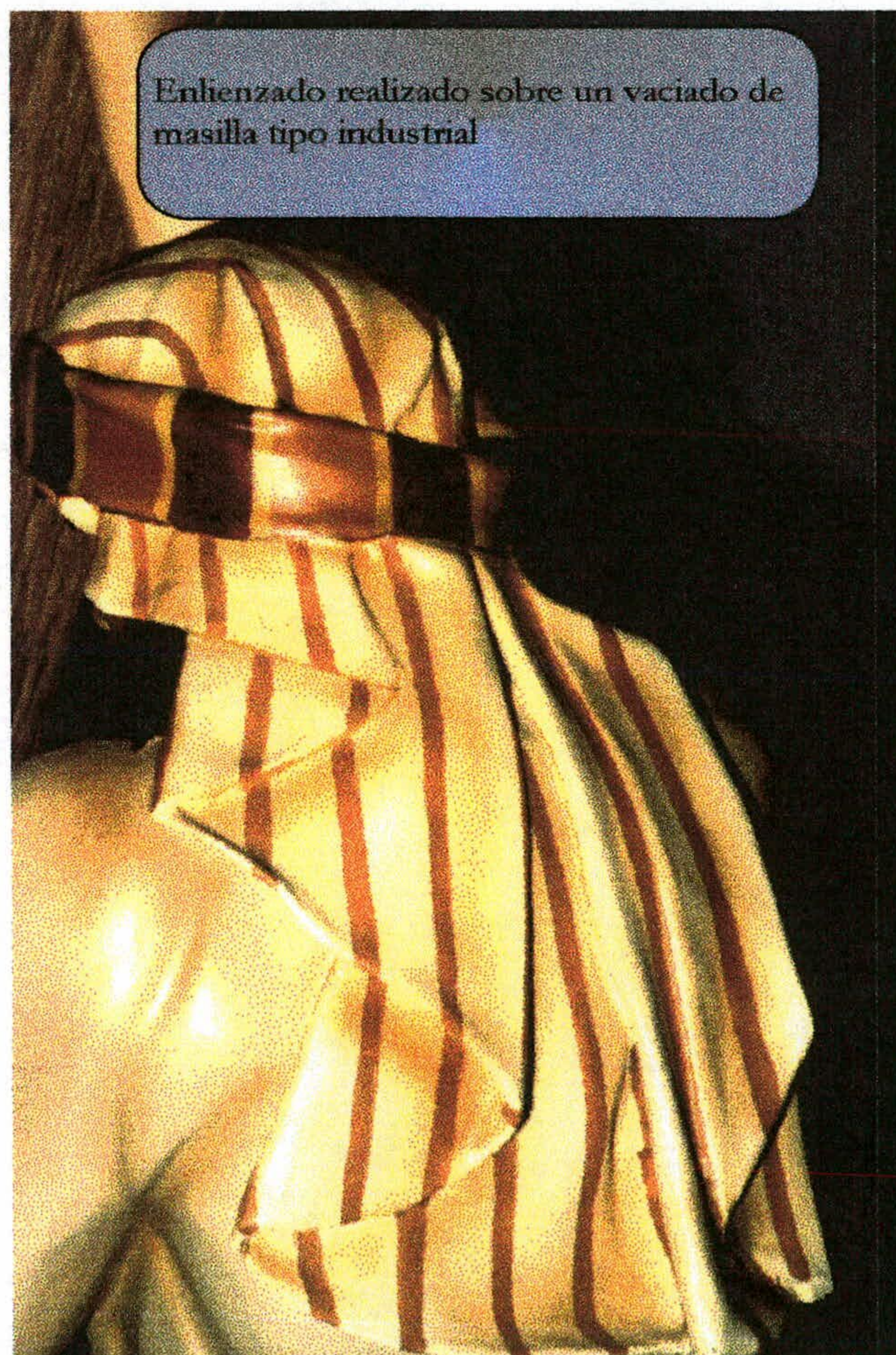


Aplicación de gomalaca

de la imaginería.

El procedimiento que hemos empleado para la realización de estos enlienzados ha sido el mismo para cualquiera de las técnicas empleadas en la imprimación de los vaciados.

Preparada la cola como se describió en apartados anteriores, sumergimos en ella la tela o arpillera que utilizaremos para entelar la escultura. Empapada esta, esperaremos a que el proceso de enfriado de la cola haya finalizado, adquiriendo una consistencia gelatinosa que nos permitirá modelar la tela con facilidad sobre la superficie que queremos enlienzar. Colocada la tela y seca ya la cola, iniciaremos los procesos descritos en el apartado anterior de aplicación de estucos o aparejos sobre la tela endurecida. En este caso el número de capas vendrá determinado por la conveniencia o no de mantener la textura del lienzo utilizado así como por la consistencia final deseada.





3.1.c.- El color :

Acabado el trabajo sobre estucos comienza el trabajo de policromía en sentido estricto. Históricamente han sido principalmente dos las técnicas empleadas en la ejecución de policromías sobre estucos : el óleo (sobre todo para las carnaciones) y el temple (relegado esencialmente a las vestiduras desde que apareció el óleo).

POLICROMÍA AL ÓLEO :

Tradicionalmente, el uso del óleo en las policromías se ha reservado para las carnaciones, si bien no es difícil encontrar obras íntegramente policromadas al óleo donde incluso las estofas han sido realizadas por este procedimiento.

Son innumerables las variantes que respecto a la aplicación de técnicas de policromía al óleo podemos encontrar, dependiendo estas tanto del tratadista como del autor de la policromía, si bien, genéricamente podemos establecer dos grandes variantes o subgrupos de policromías al óleo : *policromías pulimentadas* y *policromías mate*.

Aunque el resultado final sea ostensiblemente distinto, el procedimiento de aplicación de uno u otro tipo es similar exceptuando la parte final donde se procede al pulimentado. La elección de cualquiera de las dos opciones dependió más del gusto de la época que de ningún otro factor, baste con citar las palabras de Pacheco para darnos cuenta que se trata de una cuestión de gusto mas que técnica : *“Quiso Dios, por su misericordia, desterrar del mundo estos platos vidriados y que con mejor luz y acuerdo se introduxesen*

*las encarnaciones mates, como pintura más natural, y que se dexa retocar varias veces, y hacer en ella los primores que hoy vemos”**

A pesar de la evidencia de las palabras de Pacheco, el pulimentado de las policromías al óleo se realiza en la práctica totalidad de obras, aunque este pulimentado sea suave y sirva no tanto para sacar los brillos del óleo como para uniformar y hacer desaparecer las huellas del pincel sobre la escultura.



* Pacheco. "Arte de la pintura" Apartado de cómo se hacen las encarnaciones de pulimento que se usan hoy. Pag. 101. Citado por D.Sanchez-Mesa Martín. "Técnica de la escultura policromada Granadina". Pag.51.

En cualquiera de los dos casos, el proceso se inicia aplicando a pincel el óleo sobre la superficie previamente “impermeabilizada” con goma-laca para evitar que el estuco



Primera capa de policromía

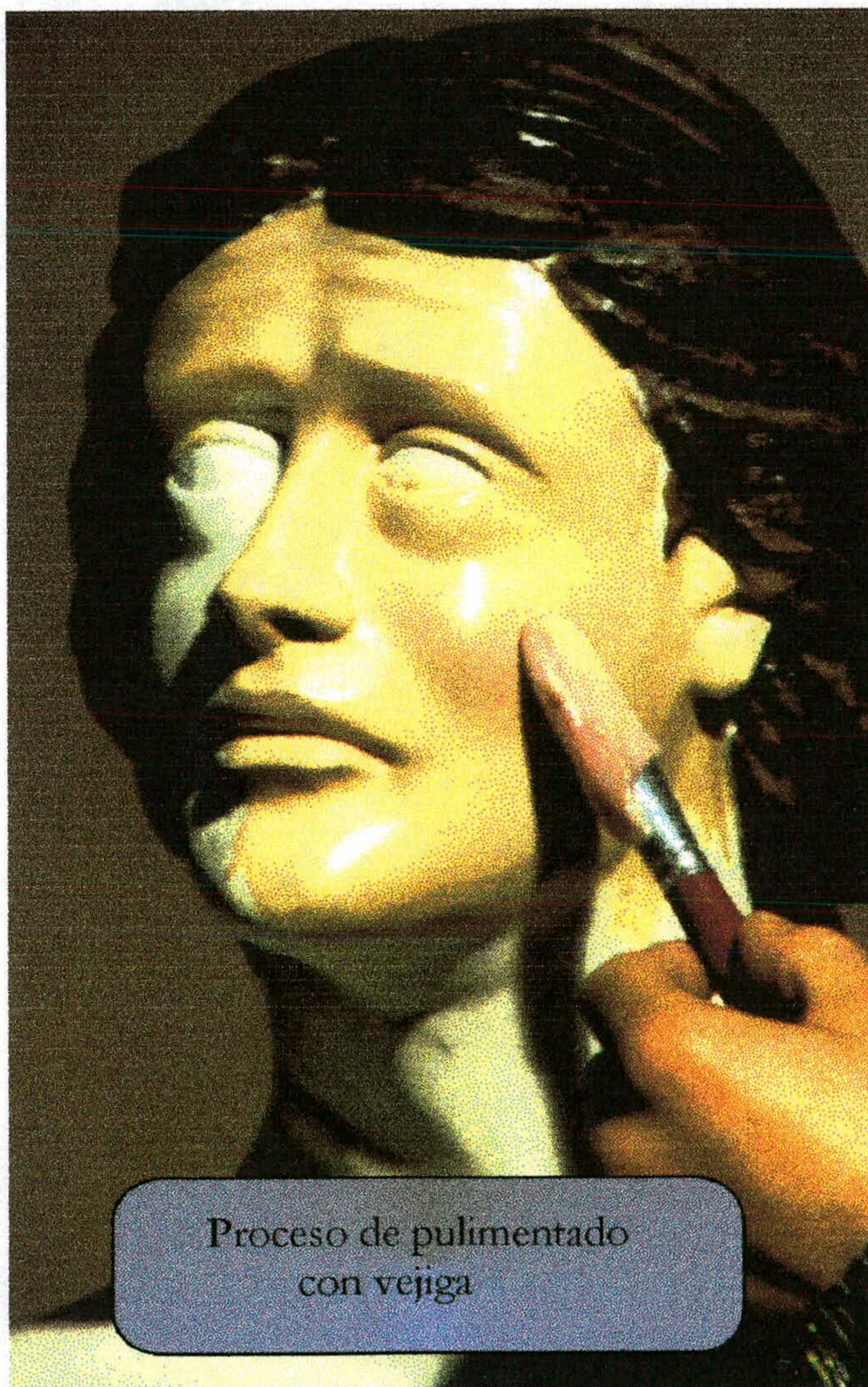
absorba los aceites del óleo en exceso. En caso de no haber aplicado esas capas de goma-laca, se considera conveniente aplicar una primera capa de óleo diluido para “empapar” los estucos antes de la aplicación del óleo que determinará la policromía definitiva de la obra, iniciando ya desde este punto la aplicación de los colores definitivos que la obra tendrá.

Absorbida, aunque no seca, esta primera capa, aplicamos a pincel la capa definitiva de óleo, difuminando los distintos

matices de color en la medida de lo posible.

Es en este punto donde se inicia el pulimentado de la policromía.. Para la realización de este proceso hemos empleado, como históricamente se hizo, vejigas de cordero “...y se han de tener en agua siquiera dos días, haciendo uno como cabeza del dedo del que señala hasta la mitad, y otro suelto, que parte de él se puede revolver en un pincel para polir los hondos...”*

Es necesario esperar un tiempo prudencial (en torno a 30 minutos) antes de proceder al pulimentado con vejiga para que el óleo haya secado mínimamente y no sea arrastrado por la acción de esta.



Proceso de pulimentado
con vejiga

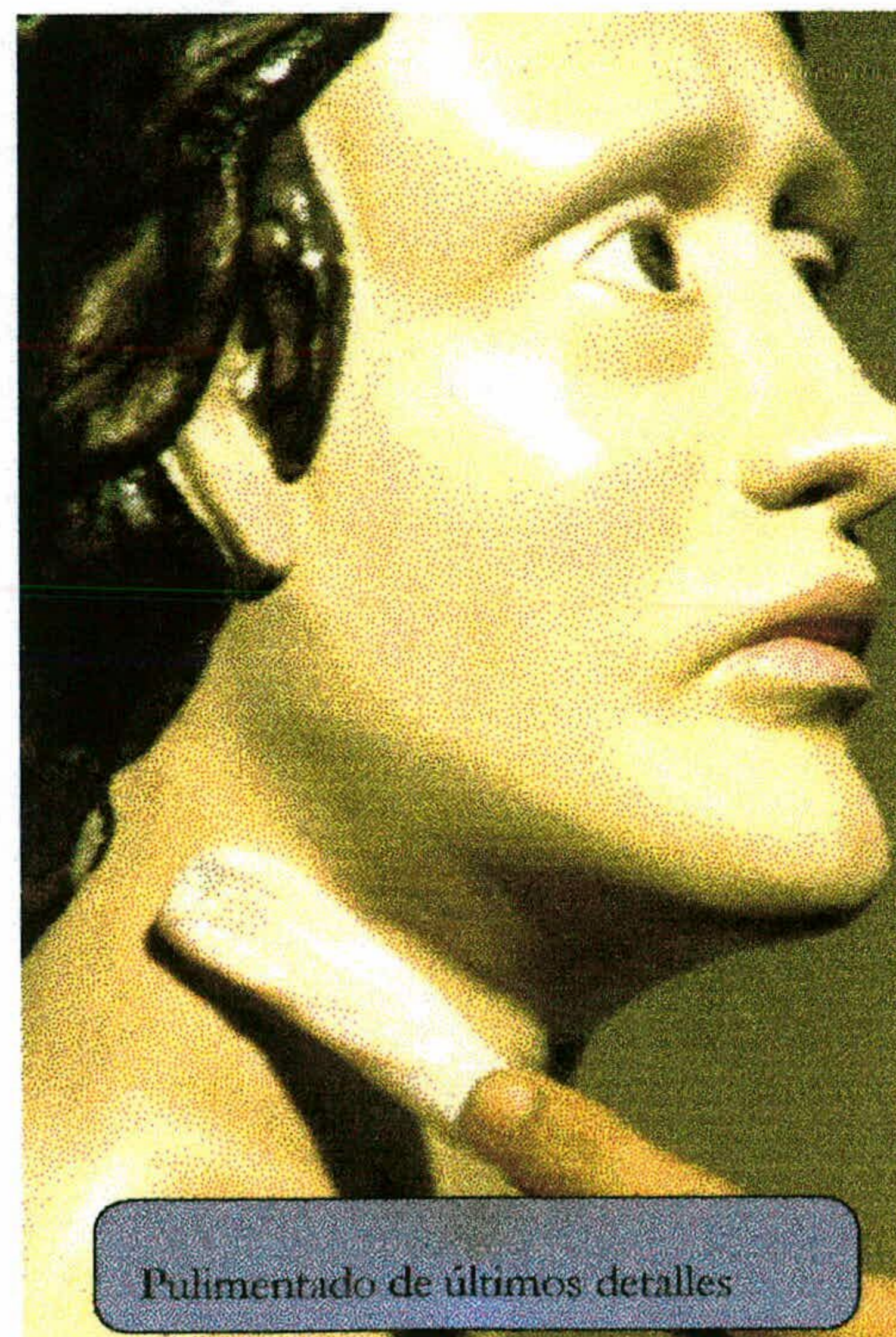
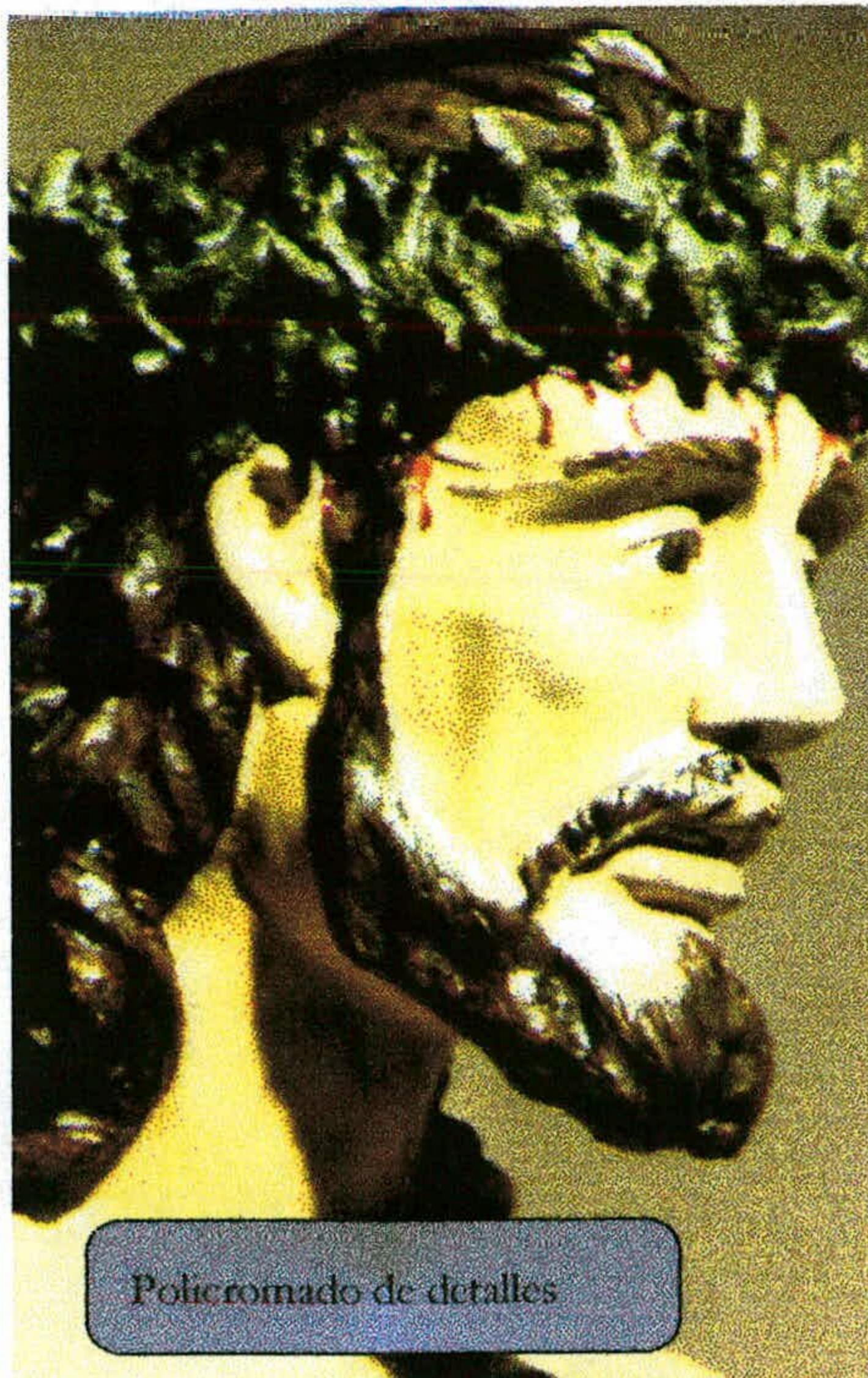
* Pacheco. “arte de la pintura”. Apartado de cómo se hacen las encarnaciones de pulimento que se usan hoy. Citado por D. Sanchez-Mesa Martín. “Técnica de la escultura policromada granadina. Edic. Univ. de Granada. 1971. Pag. 53.

Mediante el frotado por rotación conseguimos el difuminado de los colores, teniendo en cuenta que a mayor insistencia mayor nivel de brillo tras el secado.



Finalizado este proceso de pulimentado de las zonas de carnaciones, hemos continuado policromando los detalles de la obra ; es decir, ojos, cejas, pestañas, detalles de cabellos, sangre, labios, etc.

Si bien estos detalles pueden ejecutarse una vez secas las carnaciones, hemos optado por realizarlas cuando éstas estaban todavía frescas para propiciar un secado uniforme del óleo y evitar por tanto craqueladuras y marcas en la superficie de la policromía.



Efectuados los últimos retoques de color y de pulimento sobre la obra, concluimos los procesos de “encarnadura” de la imagen.

POLICROMÍA AL TEMPLE

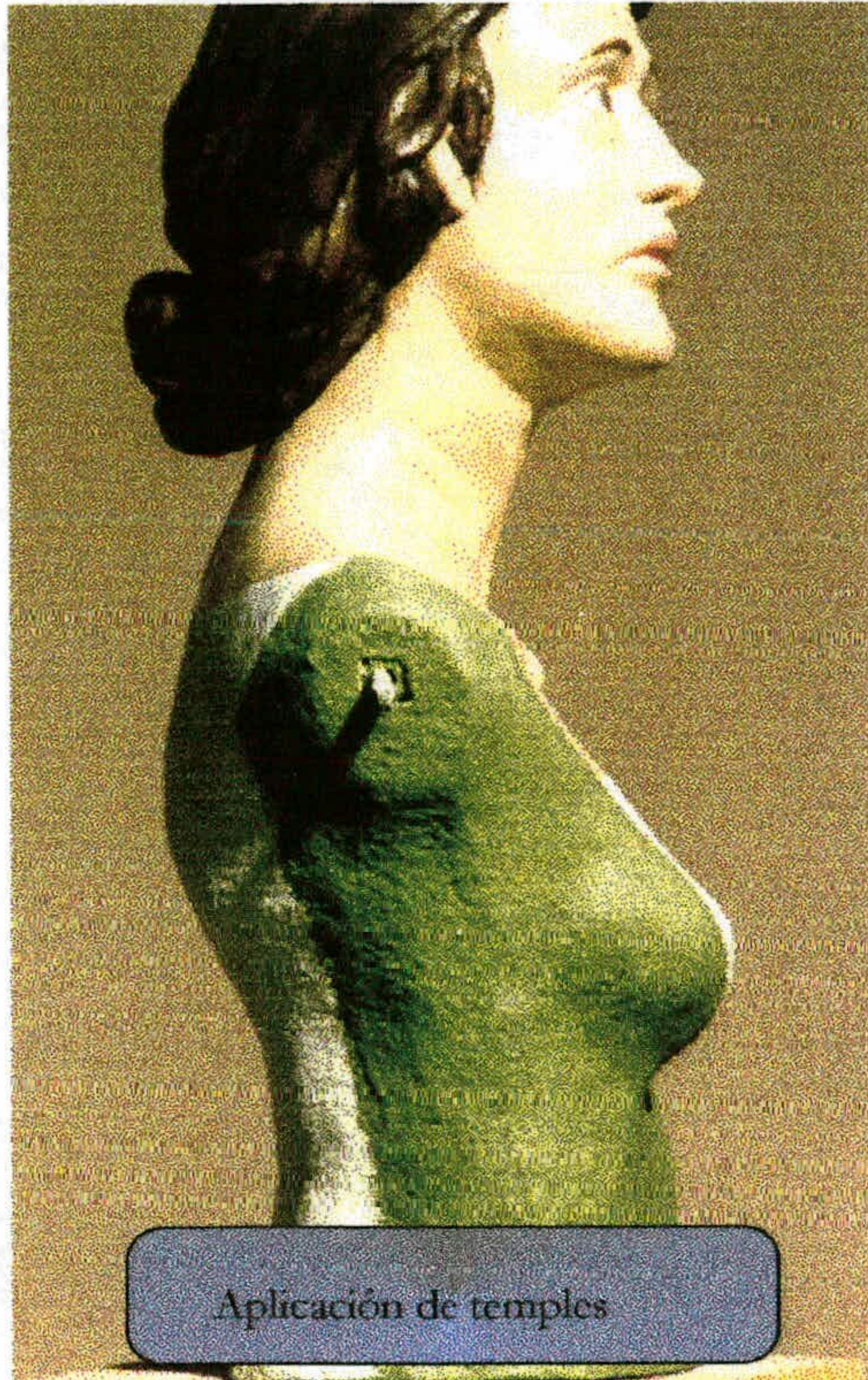
Como comentamos anteriormente, las zonas de vestiduras se realizaban al temple, mayoritariamente al huevo, y no al óleo como las encarnaduras.

El temple al huevo, no solo se ha usado históricamente como color plano para las vestiduras, sino que fue la técnica esencial en las policromías decorativas sobre oro ;

estofas, brocados, dibujos de hojarasca, fueron durante la época barroca motivos ornamentales esenciales en cualquier imagen con los ropajes tallados. En las imágenes en “candelero” o imágenes de vestir, las zonas ocultas por las telas solían así mismo estar policromadas al temple de huevo, el cual era en ocasiones protegido por un barniz superficial.



Preparación de temple



3.2.-POLICROMÍA SIN ESTUCOS :

En el apartado anterior hemos descrito los procesos de estucado y policromía de imágenes con estucos tradicionales aplicados sobre pastas con base de poliéster que por su carácter poroso, permitían la aplicación de estos estucos tradicionales. Sin embargo, como vimos en los capítulo nº2 y nº3, no todas las pastas ni todos los tipos de vaciados poseen estas propiedades de porosidad y absorción necesarias para la aplicación de estucos tradicionales.

Si bien hemos comprobado que es posible policromar directamente al óleo con buenos resultados sin aplicar ningún tipo de imprimación sobre los vaciados no porosos, los mejores resultados, tanto de adherencia de la policromía al soporte como de luminosidad de la obra policromada, los hemos obtenido mediante la aplicación de una capa de Gel-coats .

Esta capa de Gel-coats aplicada sobre el vaciado acabado cumple los siguientes objetivos :

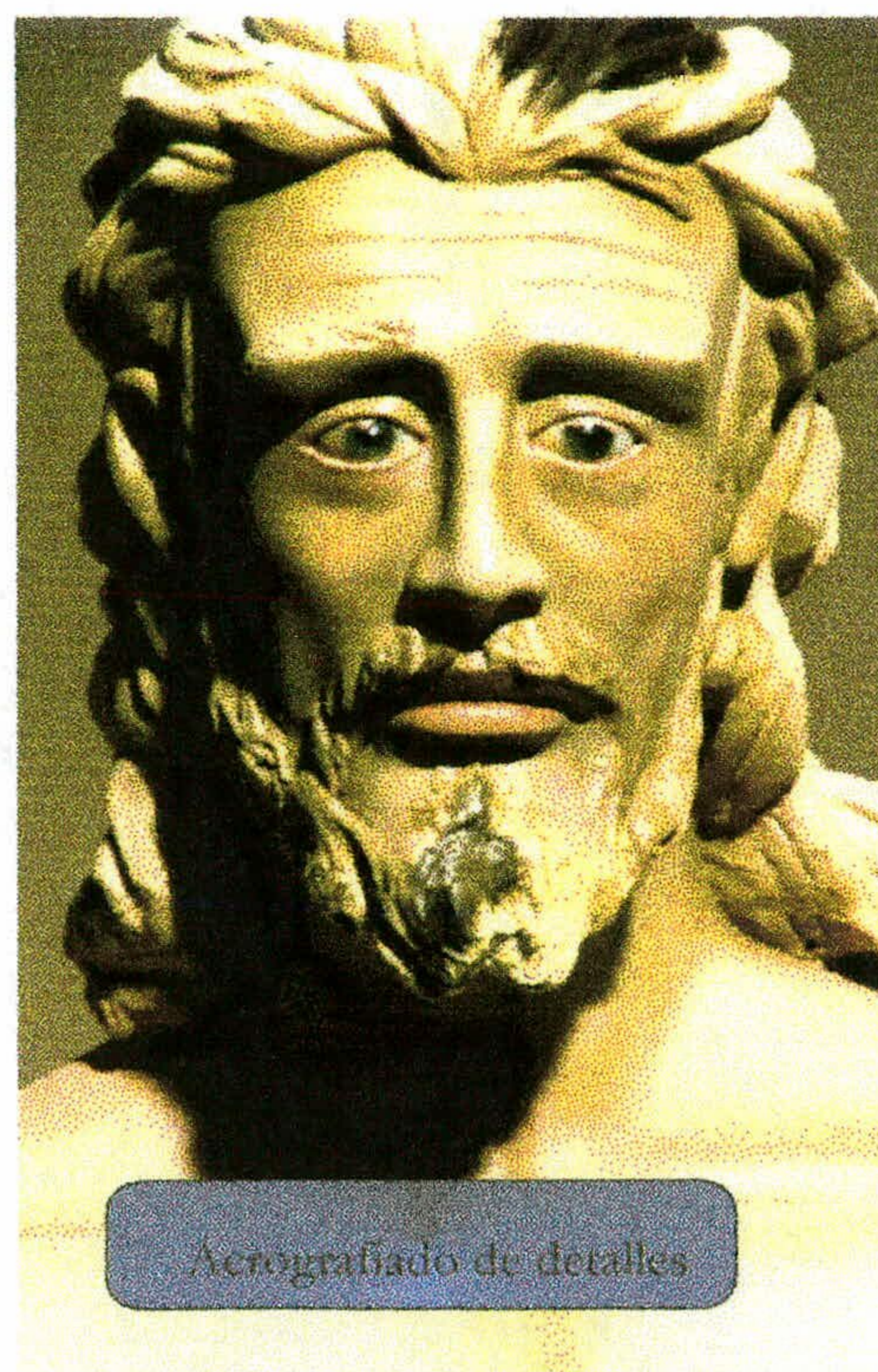
1. Uniformar la superficie del vaciado.
2. Igualar el color de base.
3. Eliminar la transparencia(en caso de vaciados con laminado G.R.P.).
4. Facilitar la adhesión posterior de la policromía.

La aplicación de la capa de Gel-coats la realizaremos aerografiando a pistola para facilitar una distribución uniforme y asegurar que el producto haya llegado a todas partes.

En caso de ser necesario, el producto puede ser disuelto en una proporción no superior al 5% en vinilbenzeno, no sobrepasando nunca esta proporción ya que de lo contrario el gel disminuiría sus propiedades tixotrópicas provocando “descuelges” en la superficie, siendo preferible aplicar sucesivas capas, tras el secado siempre de la anterior, a aplicar una capa gruesa que provoque estos descuelges.



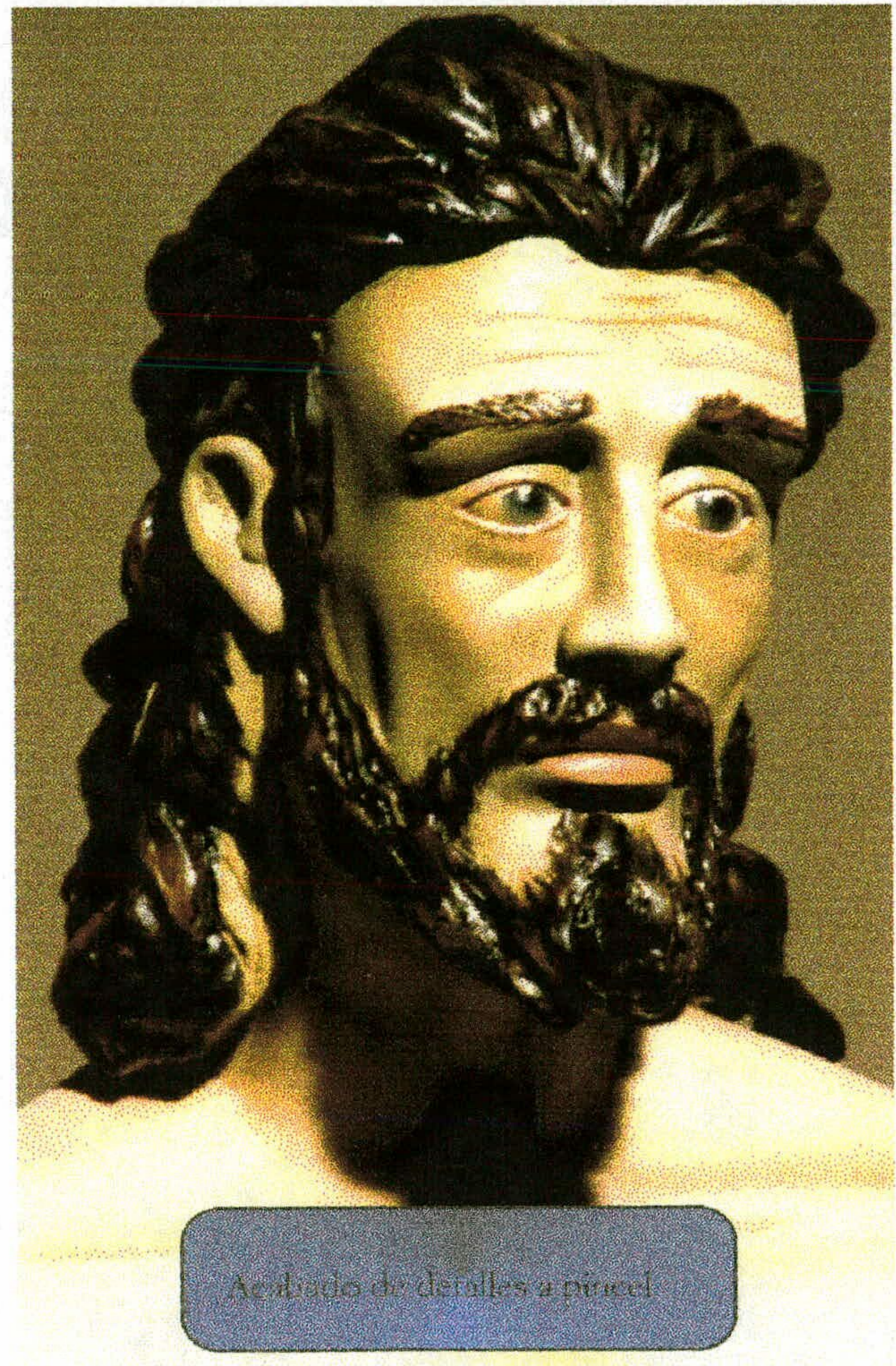
Seca esta capa de gel que actuará como imprimación, la obra está preparada para recibir la policromía. Hemos optado en este caso por realizarla aerografiando con óleo, ya que si bien es factible de realizarse a pincel, la dificultad del fundido de colores queda subsanada con la aplicación con aerógrafo, así como la posibilidad de sucesivos retoques y veladuras aunque la capa anterior de óleo esté completamente seca.



Acabados los procesos de aerografiado de las encarnaduras, policromaremos ya con pincel el resto de la obra; cabellos, cejas, pestañas, etc. serán dibujadas sobre las encarnaciones previamente realizadas ya secas.

En el caso de la imagen adyacente, una vez finalizada la policromía se optó por sombrear determinadas zonas también aerografiando, pero en este caso con un barniz satinado coloreado, el cual no solo uniformó la pieza sino que además protegió superficialmente el óleo y evitó la necesidad del pulimentado.

En caso de optarse por pulimentar con vejiga este tipo de policromía aerografiada, es necesario tener en cuenta que no podemos dejar secar ninguna capa de óleo, de lo contrario este proceso será imposible.



3.3.- EL DORADO :

Al igual que en el caso de la aplicación del color, el trabajo sobre materiales con base de poliéster nos ha permitido el trabajo tanto sobre imprimaciones o preparaciones tradicionales como sobre otras no tradicionales, consiguiendo en ambos casos resultados óptimos.

El trabajo sobre poliéster nos ha permitido, además de los dorados a la sisa o al agua sobre bol de dorar aplicado sobre estucos tradicionales, desarrollar otros tipos de dorado mas rápidos y en los cuales evitamos los tediosos procesos de lijado y bruñido del Bol de dorar además del posterior asentamiento del oro sobre el bol.

3.3.a.- Dorado al barniz :

El procedimiento de dorado al barniz o mixtión sobre vaciados realizados con resina de poliéster tiene un comportamiento similar al de este mismo modo de aplicación sobre otro tipo de materiales de esta misma variedad de dorado, si bien hay que tener en cuenta ciertas consideraciones para su aplicación :

1. Si aplicamos el barniz mixtión sobre una imprimación no absorbente, la cantidad de éste debe ser menor que sobre una imprimación absorbente. Evitaremos de esta forma “arrugas” en el pan de oro y un proceso de secado lento.

2. Imposibilidad de realizar pulimentado o bruñido del oro aplicado por este método.
3. Mayor dificultad al realizar policromías decorativas tales como la estofa. La capa de barniz, aunque esté completamente seco, aplicada entre el oro y la imprimación, puede provocar levantamientos del oro al rascar la superficie del temple o del óleo al realizar la estofa.

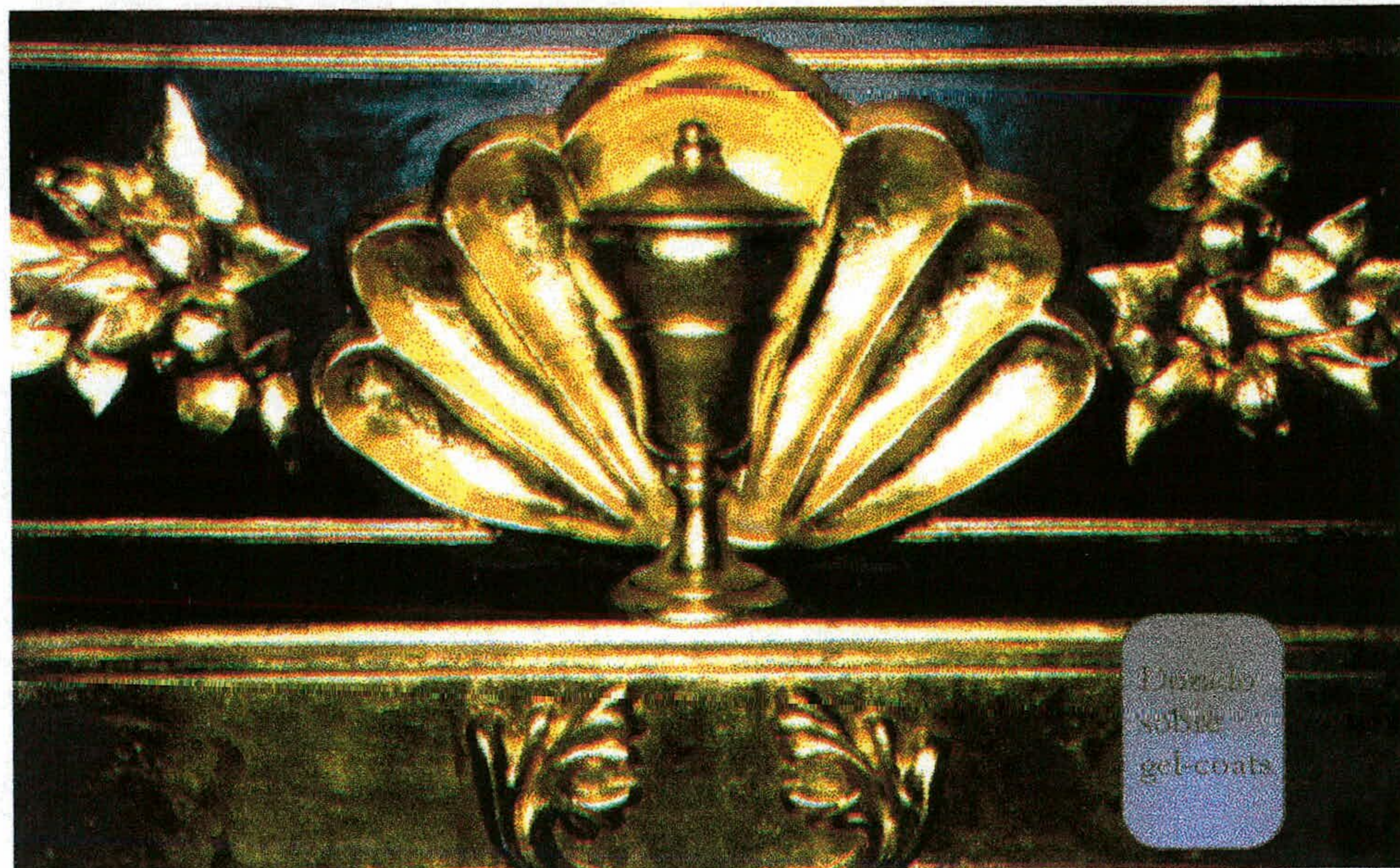


Esta serie de dificultades, motiva que el uso que de esta aplicación hemos desarrollado haya sido solamente para dorados que no recibirán posteriormente otro procedimiento pictórico o decorativo.

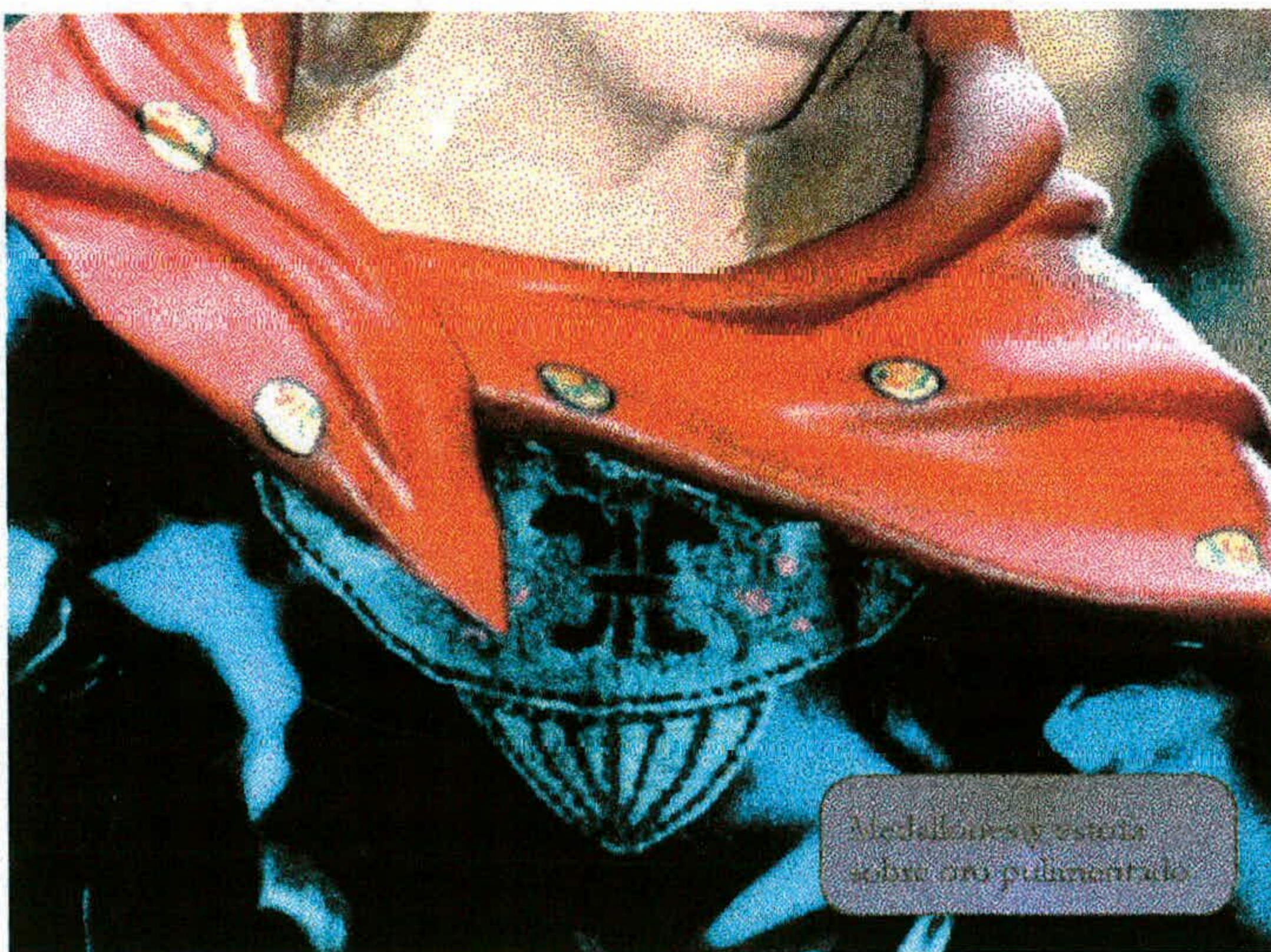
3.3.b.- Dorados sobre Gel-coats.

Las dificultades que encontramos en la aplicación de dorados con barniz mixtión motivó la búsqueda de otro método que, sin ser el tradicional sobre bol de dorar, ya que no se puede aplicar sobre materias no absorbentes, no necesitara ningún adhesivo intermedio para su aplicación.

Para ello hemos aprovechado las propiedades que durante el proceso de maduración tiene uno de los materiales empleados como acabado superficial, el Gel-coats.



Hemos aprovechado el carácter “mordiente” de la superficie del gel-coats durante su proceso de maduración para aplicar el oro. Finalizado este proceso hemos podido comprobar que la adhesión al soporte del pan de oro es perfecta, además de que, debido a la no existencia de materias intermedias entre la imprimación y el oro, soporta perfectamente los procesos de bruñido y pulimentado tras el final del proceso de maduración del gel-coats.



Este sistema de dorado, permite así mismo realizar técnicas decorativas al temple y al óleo sin deteriorar el pan de oro subyacente.



***6.-PREVENCIÓN DE LOS PROCESOS DE
DEGRADACIÓN DE LOS POLÍMEROS***

PREVENCIÓN DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LOS POLÍMEROS.

Conscientes de la importancia de la conservación a través del tiempo de las Obras de Arte, se consideró interesante la inclusión de un apartado específico en esta tesis dedicado a los posibles deterioros que los materiales desarrollados pudieran presentar, deterioros observados durante el transcurso mismo del trabajo y otros posibles que, conocidos mediante test acelerados de envejecimiento o por referencias bibliográficas, pudieran afectar a la perdurabilidad de la obra.

Abordamos este apartado desde el punto de mira de la prevención de los deterioros durante el proceso escultórico más que desde la resolución de estos una vez presentados, si bien los datos obtenidos son fácilmente extrapolables al campo de la restauración de esculturas realizadas en resinas de poliéster y derivados.

El primer dato a tener en cuenta es la definición misma del término *deterioro*. Entendemos como tal la *tendencia natural de cualquier material a equilibrarse con el ambiente que le rodea*, es decir, deterioros son los cambios que cualquier material sufre en su intento de equilibrio con su medio ambiente mas próximo y que le hace variar sus propiedades fisico-químicas específicas en función de los agentes externos.

Todo polímero, sea este saturado o insaturado como el poliéster, tras su catálisis debiera ser inalterable, ya que se trata de una materia químicamente estable, sin embargo, esto no es así. Las tensiones a las que pueda estar sometido el material así como los agentes medioambientales y elementos químicos de la atmósfera, pueden provocar cambios físicos y químicos que degraden las obras realizadas en cualquier tipo de material y, como no, las realizadas en polímeros orgánicos sintéticos como es el caso del poliéster.

Genéricamente podremos englobar los deterioros en dos grandes grupos :

- **Deterioros estructurales o macroscópicos**
- **Deterioros internos o microscópicos.**

Todos los deterioros vendrán así mismo condicionados por la presencia del refuerzo de fibra de vidrio en todos los procesos descritos en los capítulos anteriores, así como por las materias de carga empleadas en la fabricación de pastas y masillas.

En cuanto al deterioro de las materias de carga empleadas en la fabricación de pastas propias, será abordado someramente. Los procesos de degradación se ven sensiblemente reducidos debido al aislamiento a que se ven sometidos estos elementos tras su inclusión en la resina. Este aislamiento imposibilita en gran medida, por ejemplo, la oxidación del hierro contenido en el polvo de ladrillo debido a su aislamiento de la humedad ambiente o, en el caso del carbonato cálcico, detiene los procesos de bicarbonatación producidos por la humedad ambiente y la presencia de CO₂ en el aire. Si

bien superficialmente se pueden ver afectadas estas materias de carga, la forma en que estos deterioros pudieran afectar al conjunto de la obra es prácticamente despreciable.

1.- PREVENCIÓN DE DETERIOROS ESTRUCTURALES O MACROSCÓPICOS.

Cambios físicos.

En el conjunto de cada obra, los procesos de deterioro, y por tanto los criterios a seguir durante su realización para evitarlos, vienen determinados en gran medida por la presencia del refuerzo de fibra de vidrio, su relación con la resina y el proceso de fabricación del laminado. Los poliésteres reforzados con fibra de vidrio son en general materiales durables, siempre que se den desde el proceso de fabricación las siguientes premisas genéricas :

1. *Selección adecuada de las materias primas.*
2. *Control durante el proceso de realización.*
3. *Polimerización correcta.*

El comportamiento y la perdurabilidad de los laminados G.R.P. dependen de una forma especial del proceso de polimerización de la resina elegida. En las indicaciones de cualquier fabricante se recogen las condiciones de temperatura y tiempo necesarias para asegurar la polimerización del producto tras la catálisis, indicaciones técnicas tendentes a conseguir una polimerización rápida a la menor temperatura posible (generalmente a temperatura ambiente).

Así pues, en cuanto a las características de la resina y en cuanto a su polimerización, deberemos observar las siguientes premisas :

- Rigor en la mezcla de la resina con sus aditivos.
- Comprobación del proceso de polimerización para que este sea el recomendado.
- Características finales del producto afines a las descritas por el fabricante de la resina.
- No variación de estas características durante el proceso de fabricación.

En cuanto a la mezcla de las resinas con la fibra de vidrio, es necesario observar otra serie de indicaciones para evitar posibles deterioros ulteriores :

1. Observación estricta de la polimerización de la resina según lo descrito anteriormente.
2. Distribución uniforme de la resina, catalizadores y fibra de vidrio en el conjunto del vaciado.
3. La fibra de vidrio debe estar completamente impregnada de resina en el conjunto del vaciado
4. El laminado debe estar perfectamente compactado, evitando al máximo la presencia de burbujas o bolsas de aire que debiliten el conjunto.
5. La temperatura de realización del laminado no debe nunca ser inferior a la de la posterior conservación de la obra para de esta forma evitar una

polimerización complementaria tras el acabado de la obra que pueda provocar variaciones o deformaciones.

6. La adhesión de cualquier recubrimiento superficial que apliquemos al laminado G.R.P. (ya sea un gel-coats, un estuco, una masilla spray, etc.) debe ser uniforme y continuo en toda la obra para evitar posteriores grietas, abolsamientos, etc..

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el perfecto refuerzo en la unión de las diferentes piezas de que se componga un vaciado, para lo cual será necesario tener en cuenta dos premisas esenciales :

1. Aplicación exhaustiva del refuerzo en la parte posterior de todas las zonas de unión del laminado.
2. No someter a tensiones fuertes las distintas piezas del vaciado para su unión ya que estas se pueden desatar tras la polimerización llegando a romper estas uniones. En caso de ser necesario es preferible aplicar algún relleno adecuado para cubrir los huecos en las uniones que forzar las piezas hasta conseguir la perfecta unión.

En la imagen siguiente se puede observar como una unión de piezas deficiente unida a una tensión excesiva entre las distintas piezas del vaciado, ha provocado la separación de estas marcando en superficie una grieta transcurridos dos años de la realización de la imagen.



Podemos, pues, resumir las condiciones que es necesario observar para la correcta realización de una imagen con resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio, y, por tanto, su mejor conservación en el tiempo, en el cuadro siguiente :

CONTROL DE LAS MATERIAS BRUTAS	ALMACENAMIENTO CORRECTO	NO CONTAMINACIÓN DEL PRODUCTO	NO SOBREPASAR LA VIDA REAL DE LA RESINA	CONTROL DE TEMPERATURA ANTES DEL INICIO DEL TRABAJO
CONTROL DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	PRODUCTOS QUÍMICAMENTE CORRECTOS	PRODUCTOS COMPATIBLES ENTRE SI	COMPATIBLES CON LOS PROCEDIMIENTOS.	EL RESULTADO DEL PRODUCTO FINAL ES EL PERSEGUIDO
CONTROL DE LAS MATERIAS DE CARGA	COLOCACIÓN CORRECTA DEL REFUERZO	PROPORCIÓN CORRECTA RESPECTO A LA RESINA	PRENSADO CORRECTO	ELIMINACIÓN TOTAL DE LAS BURBUJAS DE AIRE
CONTROL DEL CICLO DE POLIMERIZACIÓN	NO HAY DESPLAZAMIENTOS EN EL REFUERZO COLOCADO	BUENA DISPERSIÓN DE LA RESINA EN LAS PASTAS DE MOLDEO	DEFINICIÓN Y CONTROL DEL CICLO DE MOLDEO	VALORACIÓN DE DAÑOS DURANTE EL DESMOLDEO
CONTROL DEL REFUERZO DE UNIÓN DE PIEZAS	PERFECTO REPASO DE LAS ZONAS A UNIR	DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE LA FIBRA Y LA RESINA EN EL REFUERZO	NO PROVOCAR TENSIONES DURANTE EL PROCESO DE UNIÓN	CONTROL DEL PROCESO DE POLIMERIZACIÓN DEL REFUERZO DE LA UNIÓN

(*)

(*) Datos extraídos del Instituto Torroja de la construcción y el cemento.

En caso de considerarse necesario, las propiedades del producto final pueden ser comprobadas por ensayos de control de calidad tales como ensayos de penetración, inmersión en agua hirviendo, colocación en estufas, arco de Xenon, curva de deformación de la resina por el calor, etc.

2.- PREVENCIÓN DE LOS DETERIOROS INTERNOS O MICROSCÓPICOS.

Cambios químicos.

Un cambio químico implica una reacción química, es decir, un proceso en el cual los enlaces de los elementos son reagrupados para producir un nuevo elemento químico. Genéricamente podemos decir que las resinas de poliéster son químicamente bastante estables, sin embargo, hay una excepción considerable a esta generalidad, su susceptibilidad a la oxidación. Baste recordar con respecto a la oxidación la facilidad de combustión de estas resinas (Combustión = Oxidación rápida)

De entre los agentes causantes de la oxidación en las resinas de poliéster, el más importante es la acción de los rayos U.V.A., no tanto por su acción en si sino como agente acelerador de los procesos de oxidación, es decir, acelerador de los procesos de *fotooxidación*. Si bien los enlaces C-C y los C-H son difíciles de romper, no ocurre lo

mismo con el enlace C=C, mucho más susceptible a la ruptura. Esto hace que los poliésteres junto a las poliamidas y poliuretanos sean particularmente propensos a la fotooxidación.

La fotooxidación puede ser inhibida, pero no erradicada u omitida mediante la aplicación de agentes antioxidantes en la formulación de la resina. Estos agentes antioxidantes actúan por reacción preferencial con el oxígeno que se difunde en el polímero o con las impurezas activas que pueden hallarse presentes. Generalmente los fabricantes añaden a la formulación genérica estos agentes, a pesar de lo cual debemos tener en cuenta una serie de consideraciones específicas en el caso que nos ocupa.

El hecho de ser uno de los objetos del estudio los tratamientos de policromía sobre obras realizadas en resina de poliéster, trae consigo una cierta protección de éstas resinas, protección que les aporta la misma policromía al aislarlas de la exposición directa a la luz y a la acción del oxígeno en superficie, por tanto retardando la acción fotooxidante. No obstante, las técnicas de policromía más usuales son las realizadas con pigmentos aglutinados con aceites y barnices, aglutinantes estos que no sólo sufren ellos procesos de oxidación, sino que, debido a su comportamiento permeable ante el oxígeno, no actúan como barrera eficazmente protectora para prevenir la oxidación de el laminado G.R.P.

Por esto, se hace recomendable la aplicación de un gel-coats sobre el laminado antes de acometer los procesos de policromía, actuando éste como barrera más eficaz ante los agentes oxidantes.

En los procedimientos de policromía en los cuales hemos aplicado previamente un estuco, no es necesario aplicar protección alguna contra la acción oxidante sobre la obra, ya que tanto el estuco como la materia de carga del soporte supone una eficaz barrera sobre todo para los rayos U.V.A.

7.-MEDIDAS DE SEGURIDAD

MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Todas las operaciones que un escultor realiza en su taller puede representar un riesgo para su salud cuya gravedad dependerá del carácter, intensidad y duración de la exposición.

La evaporación de sustancias volátiles, la emanación de sustancias provenientes de reacciones químicas y el polvo en suspensión son sin duda un importante riesgo en el taller del escultor. La presencia en los procesos de nuestro trabajo de estos tres elementos exige la instalación de un sistema de extracción de aire adecuado, así como un equipo de protección respiratoria adecuado. La toxicidad por contacto de estos mismos productos determinará así mismo la utilización de barreras protectoras para ojos y manos así como las precauciones necesarias en cuanto a vestimentas y calzado.

La selección del equipo de protección respiratoria vendrá determinada por la minuciosa evaluación de los riesgos derivados de los contaminantes, debiendo seguir las siguientes directrices para su evaluación :

- Suficiencia de oxígeno en la atmósfera para mantener la vida y la capacidad de trabajo.
- Determinación de los contaminantes provenientes del material a los que se estará expuesto.
- Efectos en el organismo de estos contaminantes.

- Inmediatez del peligro.
- Concentración del contaminante en el ambiente y máximos permitidos.
- Necesidad de uso continuo del equipo de protección o para casos de emergencia. En caso de ser para casos de emergencia determinar cuales son estas.
- Determinar con cuanta frecuencia y por cuanto tiempo ha de ser usado el equipo de protección de vías respiratorias.

En cuanto a las barreras de seguridad por contacto, tanto en la piel como en los ojos, hay que tener en cuenta las siguientes premisas :

- Temporalidad del posible contacto.
- Impermeabilidad del material de fabricación de los medios de protección.
- Solubilidad del material de fabricación de los medios de protección.

Teniendo en cuenta que el principal agente tóxico a que nos referiremos es el Vinilbenceno o monómero de estireno, y que la evaporación de este no solo se produce durante el proceso de manipulación del producto como disolvente, sino durante todo el proceso de manipulación de la obra y que la presencia de la fibra de vidrio (de muy difícil eliminación del organismo) es constante tanto en la realización de la escultura como en los procesos de lijado, se hace imprescindible el uso continuado de las medidas de protección durante todos los procesos del trabajo.

Los datos especificados seguidamente son referidos al principal agente tóxico que utilizamos, el monómero de estireno, necesarios para la protección durante su manipulación.

Monómero de Estireno o Vinilbenceno :

En el envase del monómero de estireno o de cualquier materia que lo contenga (resina de poliéster) deberá constar las siguientes indicaciones de peligrosidad para el hombre y el medio ambiente :

Nº CE : 601-026-00-0

- Xn, nocivo.
- R-10 Inflamable.
- R-20 Nocivo por inhalación.
- R-36/38 Irrita los ojos y la piel.
- S-23 No respirar los vapores.
- S-37 Usar guantes adecuados.

En caso de contacto con el producto, los primeros auxilios deben ser :

- Contacto con la ropa : Cambiar inmediatamente la ropa manchada.
- Tras la inhalación : Reposo, respirar aire fresco, buscar ayuda médica.
- Tras el contacto con la piel : Lavar abundantemente con agua y jabón.

- Tras el contacto con los ojos : Lavar abundantemente bajo agua corriente durante 15 minutos con los párpados abiertos y buscar ayuda médica.
- Tras la ingestión : Reposo, respirar aire fresco y buscar ayuda médica.
- En caso de peligro de pérdida del conocimiento : Colocar y transportar en posición lateral estable. En caso de ser necesario aplicar respiración asistida y buscar ayuda médica.

En caso de incendio del material :

- Medios de extinción adecuados :
 - Medios de extinción en seco
 - Medios de extinción en espuma.
 - Dióxido de carbono.
- No usar nunca agua.
- Refrigerar preventivamente con agua los envases en caso de peligro de inflamación.

Indicaciones para la manipulación y almacenamiento :

- Evitar condensación de vapores, en contacto con el aire pueden ser explosivos.
- Evitar acumulación de cargas electrostáticas.
- Proteger de fuentes de ignición.
- No fumar.

- Para su almacenamiento, el producto debe ser estabilizado al menos con 10 ppm de butilpirocatequina terc. (TBC).
- El contenido en estabilizantes debe ser regularmente controlado.
- La temperatura de almacenaje no debe superar 40°C.

Indicaciones toxicológicas :

- LD₅₀ (oral rata) : 5.000 mg/kg.
- LC₅₀ (inhalación rata) : 11,9 mg/ l/ 4h.
- Efecto de irritación primaria en piel de conejo : Irritante.
- Sensibilización : No tiene efecto sensibilizante.
- Experiencia en personas : puede producir incidencia sobre el sistema nervioso central.

Indicaciones ecológicas :

- Grado de eliminación \geq del 60%.
- Fácilmente biodegradable.
- El vertido de pequeñas cantidades no provoca variaciones en la función del lodo activado de una planta depuradora biológicamente adaptada.



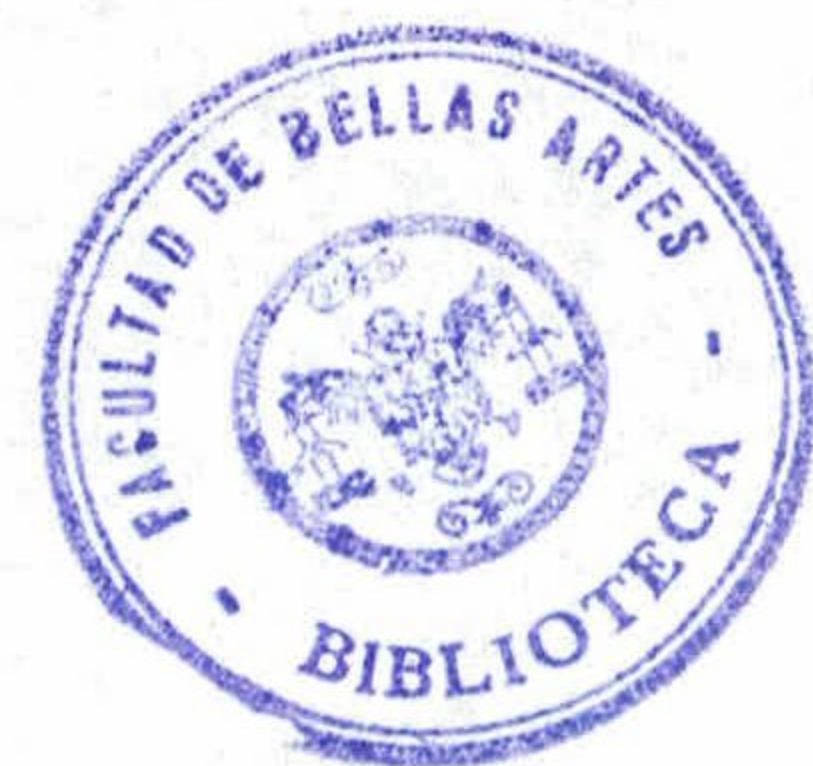
Medidas de seguridad

Teniendo en cuenta todos los datos anteriores, el equipo de protección personal para la manipulación del monómero de estireno o de cualquier compuesto que lo contenga debe ser el siguiente :

PROTECCIÓN DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	En caso de sobrepasar los valores MAK : Filtro A (para vapores y gases orgánicos) DIN 3181
PROTECCIÓN DE LAS MANOS	Guantes de goma o plástico
PROTECCIÓN DE LOS OJOS	Gafas de protección
PROTECCIÓN CORPORAL	Zapatos de protección y vestimenta antiestática.
MEDIDAS GENERALES DE PROTECCIÓN E HIGIENE	<ul style="list-style-type: none">• Mantener separado de alimentos y bebidas.• Evitar el contacto con la piel, ojos y vestimentas.• Evitar la inhalación de vapores.• Lavar/limpiar la piel tras el trabajo.

Todas las medidas de seguridad contempladas anteriormente para el Vinilbenceno, son así mismo aplicables para otros aditivos usados durante el trabajo tales como la **acetona** y los **peróxidos orgánicos** usados como catalizadores. Será necesario prestar especial atención a la presencia del **octoato de cobalto**, ya que su mezcla accidental con cualquiera de los catalizadores provoca una reacción virulenta que puede ser explosiva e incendiaria

El uso de mascarillas de protección con filtro para vapores y gases orgánicos debe usarse incluso una vez finalizado el proceso de catálisis y maduración del poliéster, y, sobre todo, durante cualquier proceso de lijado de laminados que contengan fibra de vidrio y gel de sílice coloidal. La presencia de silicatos en estos compuestos puede provocar graves daños en las vías respiratorias tales como la silicosis.



8.-CONCLUSIONES

CONCLUSIONES :

A lo largo de este trabajo, hemos ido entrelazando conclusiones parciales en cada uno de los apartados, por lo que aquí, de una manera mas amplia, vamos a recoger la confluencia de los diversos aspectos que han hecho posible desarrollar unas técnicas concretas en función de unas necesidades concretas. Esta pequeña parcela de investigación nos ha aportado el conocimiento necesario para seguir adelante con unas propuestas plásticas que con los métodos tradicionales de la imaginería comportaban unos largos procesos de ejecución o incluso la imposibilidad de realizarlos con las debidas garantías de perdurabilidad.

La complejidad de la presente investigación parte desde la escasa existencia de bibliografía (salvo muy contadas excepciones) relativa al uso en escultura de las resinas de poliéster, máxime si nos referimos a un tema específico como su uso en la imaginería religiosa. Así mismo, las técnicas tradicionales de imaginería religiosa y las de policromía de las mismas, ha formado siempre parte de esos “secretos de taller” que han dificultado su expansión y conocimiento.

No se pretendió mediante esta tesis presentar ningún “invento” en cuanto a técnicas o materiales que sin duda llevan desarrollándose durante años en la industria y en otros ámbitos escultóricos, pero si provocar un revulsivo en este “reducto” de la imaginería para

que, mediante la dotación de recursos técnicos diferentes, pueda evolucionar en sus vías de expresión tan estancadas y a veces tan denostadas.

Esta circunstancia ha hecho que las obras desarrolladas no sean el fin de esta tesis, sino el punto de apoyo para, con un espíritu didáctico, desarrollar la interacción de técnicas nuevas con otras clásicas que puedan ser de utilidad en las Bellas Artes.

Exponemos a continuación las conclusiones que hemos extraído durante el proceso de trabajo a modo de ventajas, y también desventajas, que en el transcurso del trabajo hemos percibido :

1.- Inmediatez en la realización.

Los largos procesos de modelado del modelo, talla de la imagen , preparación, etc, hacen de la talla de imágenes un proceso extremadamente lento y tortuoso, tanto que puede hacer perder el horizonte final de la misma obra. Por los métodos que hemos desarrollado se simplifican enormemente los procesos intermedios entre el inicio de la obra y el acabado de esta, tal como podemos comprobar en el cuadro siguiente :

PROCESOS DEL TRABAJO	Talla en madera	Vaciados estucados	Vaciados sin estucar
Preparación del boceto	X	X	X
Estructura para modelado a tamaño real	X	X	X
Modelado a tamaño real	X	X	X
Moldes	X	X	X
Vaciado en materia estable	X	X	X
Preparación del embón de madera	X		
Talla del conjunto	X		
Ahuecado de la talla	X		
Lijado de superficies	X	X	X
Unión de piezas sueltas (manos, mascarilla, etc.)	X		
Enlienzado de uniones del embón	X		
Aplicación de imprimaciones o estucos	X	X	X
Repaso de estucos	X	X	
Policromía	X	X	X
pulimentado de la policromía	X	X	

2.- Posibilidad de adición y sustracción en un mismo material.

El uso de estos materiales nos ha permitido modelar y tallar sobre un mismo material, con un comportamiento de materia plástica para el modelado durante su proceso de catálisis y de materia pseudo-cristalina para la talla una vez catalizado el conjunto.

3.- Menor peso que en materiales tradicionales.

Esta ligereza de peso no merma en absoluto en consistencia a la obra.

4.-Mayores posibilidades formales.

Estas posibilidades vienen determinadas por su ligereza de peso, que nos permitirá puntos de apoyo para la escultura, más inestables que si ésta estuviera realizada en madera. Nos permite este material sacar incluso de ejes verticales las obras sin que suponga riesgos de ruptura en el material.

5.-Mayor facilidad en rectificaciones.

Esta facilidad viene determinada por la posibilidad de modelado y talla sobre el mismo material. En el caso de la madera sería necesario cortar el bloque, añadir otro nuevo y comenzar de nuevo los procesos de talla.

6.- Posibilidad de modificaciones substanciales sobre el vaciado.

Esta posibilidad viene así mismo determinada por la posibilidad de talla y posterior remodelado de la pieza.

7.- Interacción de técnicas nuevas y técnicas tradicionales.

8.- Interacción de materiales naturales y materiales sintéticos.

Posibilidad de aplicar, sobre una misma obra, soportes de resina de poliéster y estucos con bases de cola animal.

9.- Bajo índice de deterioro.

Este índice es significativamente bajo si lo comparamos con el de la madera. Si bien es cierto que no disponemos de resina de poliéster envejecida naturalmente, los test de envejecimiento acelerado así parecen indicarlo.

En las fichas siguientes de obras podemos comprobar mediante aplicaciones prácticas sobre obras reales las características y comportamiento final de los vaciados descritos en los capítulos anteriores así como de las policromías tradicionales o no.

Fichas de recogida de datos sobre las obras :

OBRA Nº 1 : *IMAGEN DE STª VERÓNICA*

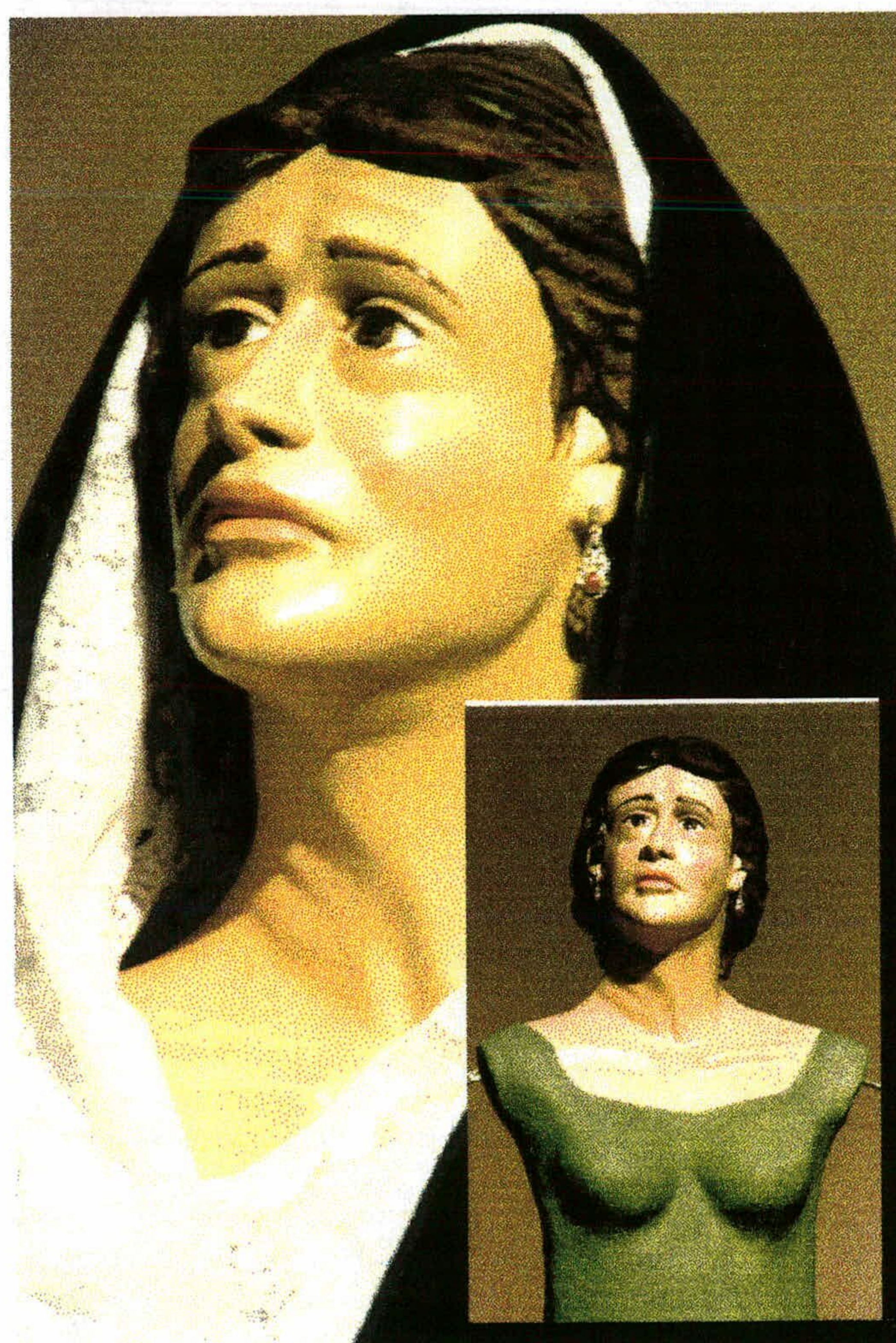
TIPOLOGÍA : Imagen en candelero. 170 cm. de altura

TIPO DE MOLDE : Vaciado realizado sobre molde perdido de escayola

TIPO DE VACIADO : Vaciado realizado con resina de poliéster. Materias de carga : Polvo de ladrillo, gel de sílice coloidal pirogenado y talco ventilado. Refuerzo G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN : Estuco tradicional de cola animal.

TIPO DE POLICROMIA : Policromía al óleo pulimentada con vejiga.



OBRA N°2 :

IMAGEN DE JESUS CAUTIVO

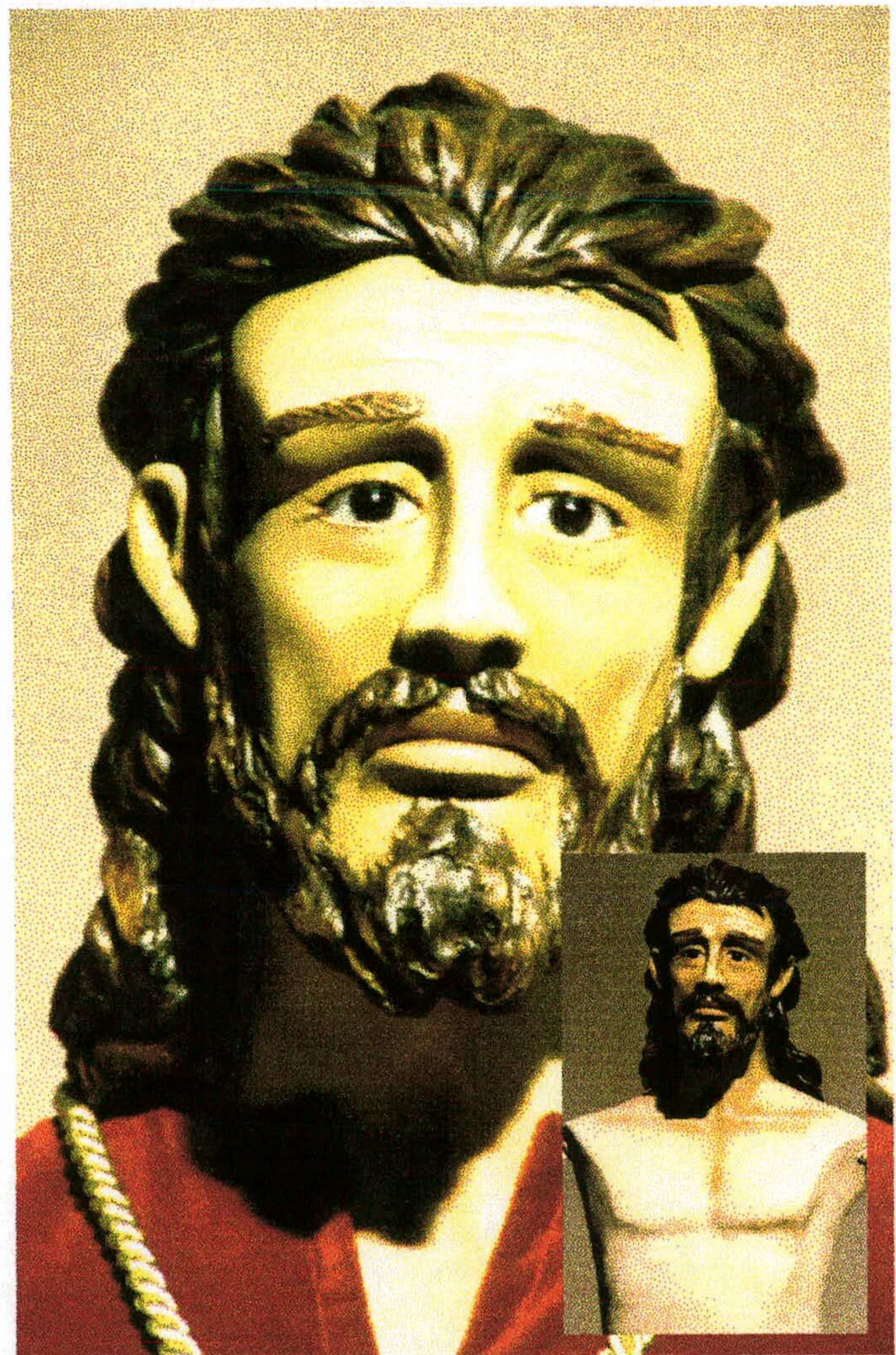
TIPOLOGÍA : Imagen en candelero. 185 cm.

TIPO DE MOLDE : Molde elástico de silicona

TIPO DE VACIADO : Masilla industrial reforzada con laminado G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN : Gel-coats

TIPO DE POLICROMÍA : Óleo aerografiado



OBRA N°3

IMAGEN DEL NAZARENO

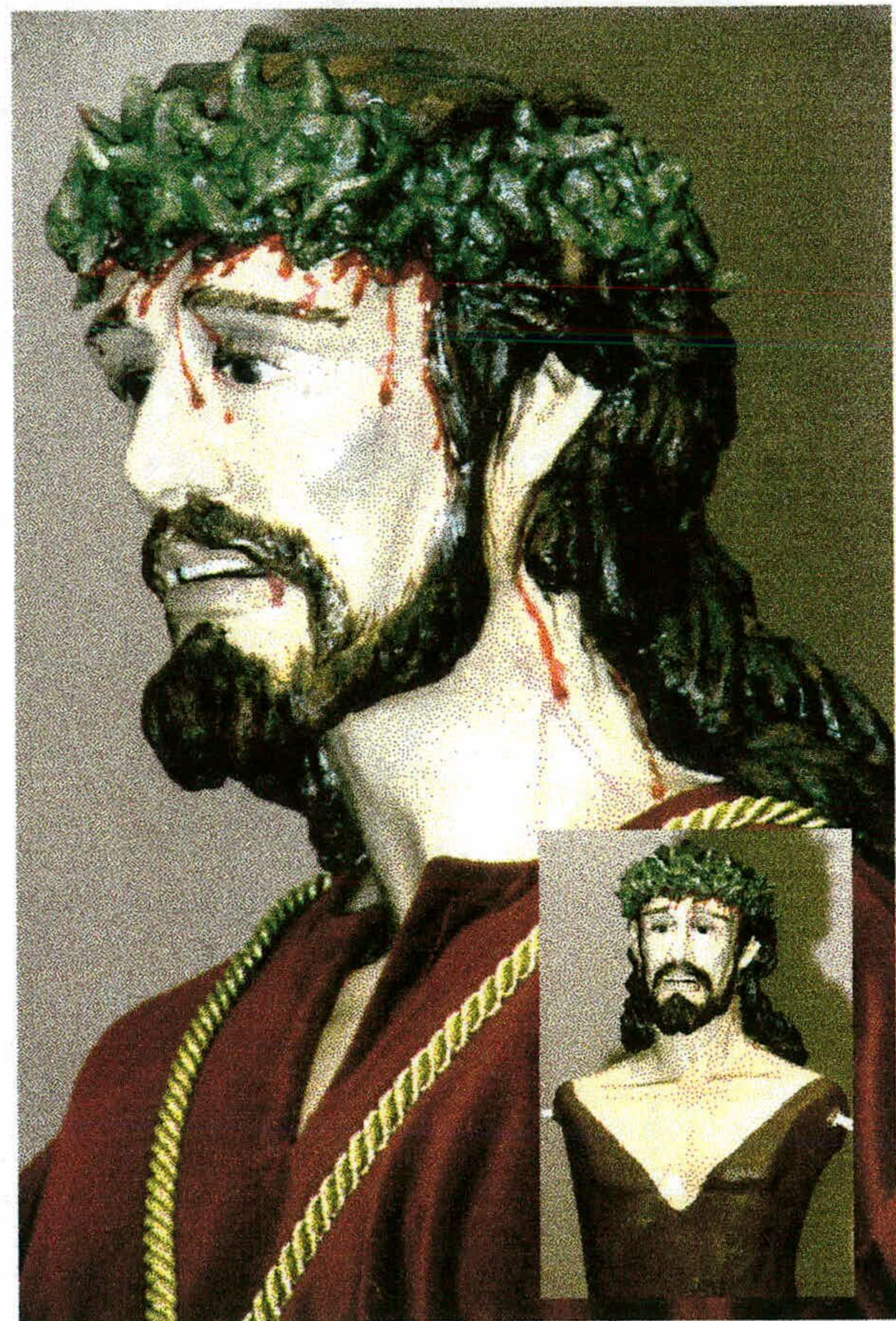
TIPOLOGÍA : Imagen en candelero. 185 cm.

TIPO DE MOLDE : Molde elástico de silicona

TIPO DE VACIADO : Resina de poliéster con carga de polvo de ladrillo, talco ventilado y gel de sílice coloidal. Imagen retallada y remodelada obtenida del mismo molde que la obra n°2

TIPO DE IMPRIMACIÓN : estuco tradicional de cola animal

TIPO DE POLICROMÍA : Óleo pulimentado a la vejiga en las carnaciones y temple al huevo en el candelero.



OBRA Nº4

CRISTO CRUCIFICADO

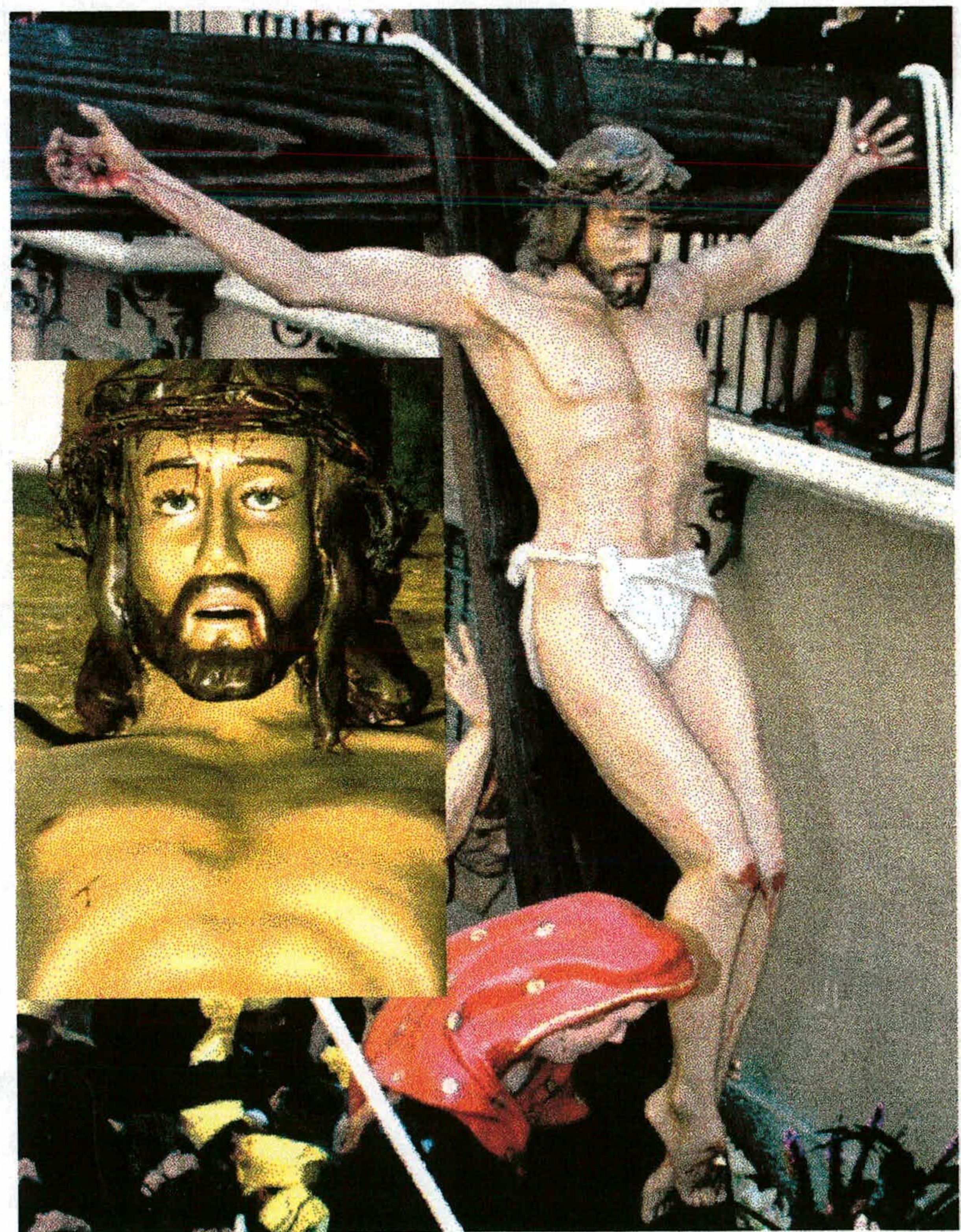
TIPOLOGÍA : Imagen completa. 190 cm .

TIPO DE VACIADO :
Laminado G.R.P.

TIPO DE MOLDE : Molde perdido de escayola.

TIPO DE IMPRIMACIÓN :
Gel-coats

TIPO DE POLICROMÍA :
Óleo aerografiado



OBRA Nº5

SANTA MARÍA MAGDALENA

TIPOLOGÍA : Imagen completa.
180 cm.

TIPO DE MOLDE : Molde
perdido de escayola.

TIPO DE VACIADO : Masilla
industrial reforzada con laminado
G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN :
Gel-coats.

TIPO DE POLICROMÍA :
Dorado sobre gel-coats.
Carnaciones al óleo aerografiado.
Vestiduras al temple de huevo.
Barnizado total de la obra.



OBRA N°6

IMAGEN DE SAN JUÁN

TIPOLOGÍA : Imagen completa.
190 cm.

TIPO DE MOLDE :
Molde perdido de escayola.

TIPO DE VACIADO :
Gel-coats reforzado con laminado
G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN :
Gel- Coats.

TIPO DE POLICROMÍA :
Óleo aerografiado con las
carnaciones pulimentadas a la
vejiga.



OBRA Nº 7

VIRGEN

TIPOLOGÍA : Imagen completa.
110 cm. (Sentada)

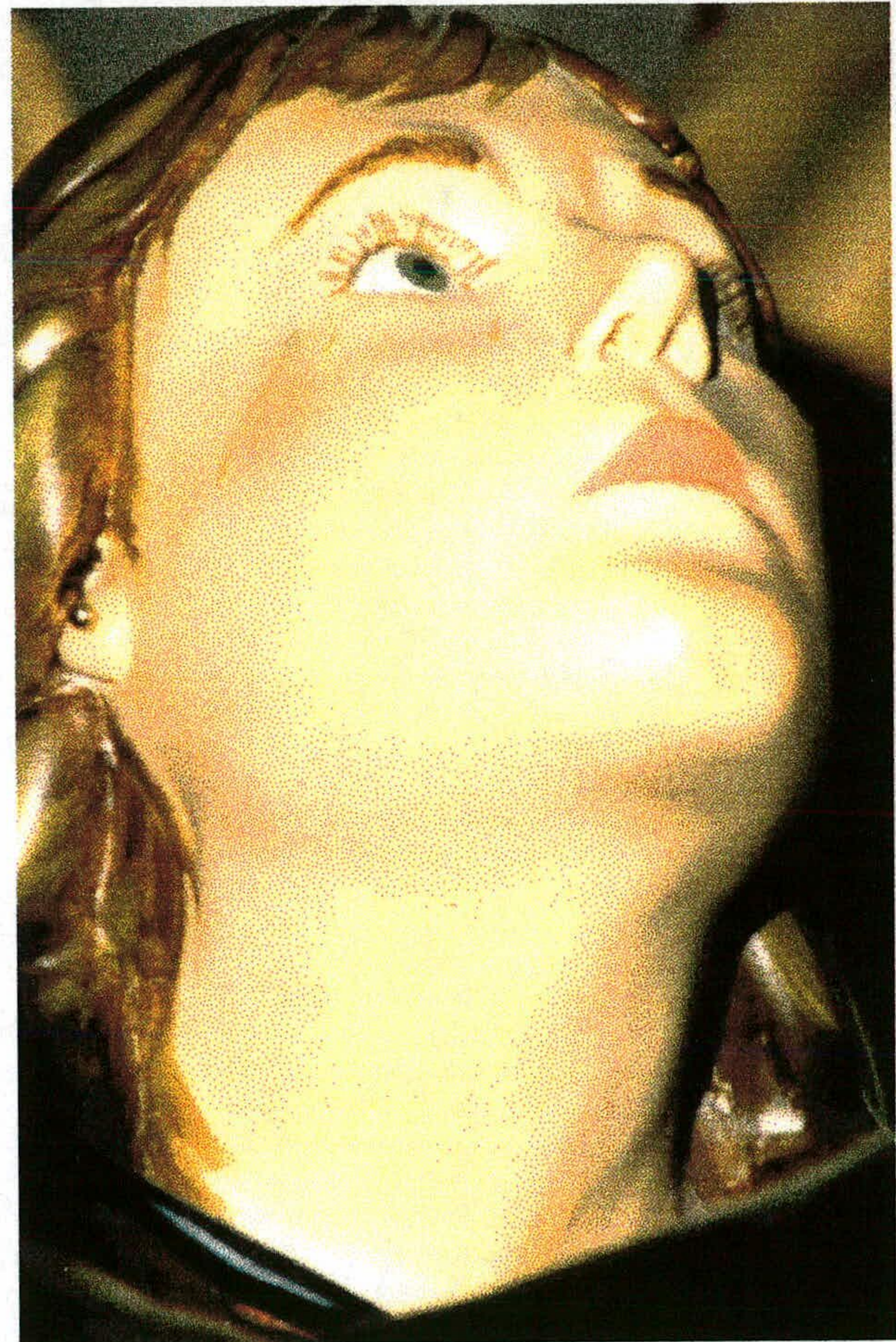
TIPO DE MOLDE :
Molde perdido de escayola.

TIPO DE VACIADO :
Vaciado realizado con la pasta nº 11
(Resina de poliéster, polvo de ladrillo,
talco ventilado y gel de sílice)

TIPO DE IMPRIMACIÓN :
Imprimación tradicional con base de
cola de conejo.

TIPO DE POLICROMÍA :

- Dorado al agua sobre bol.
- Temple en las vestiduras.
- Óleo peinado en las carnaciones.



OBRA N° 8

SAYÓN 1º

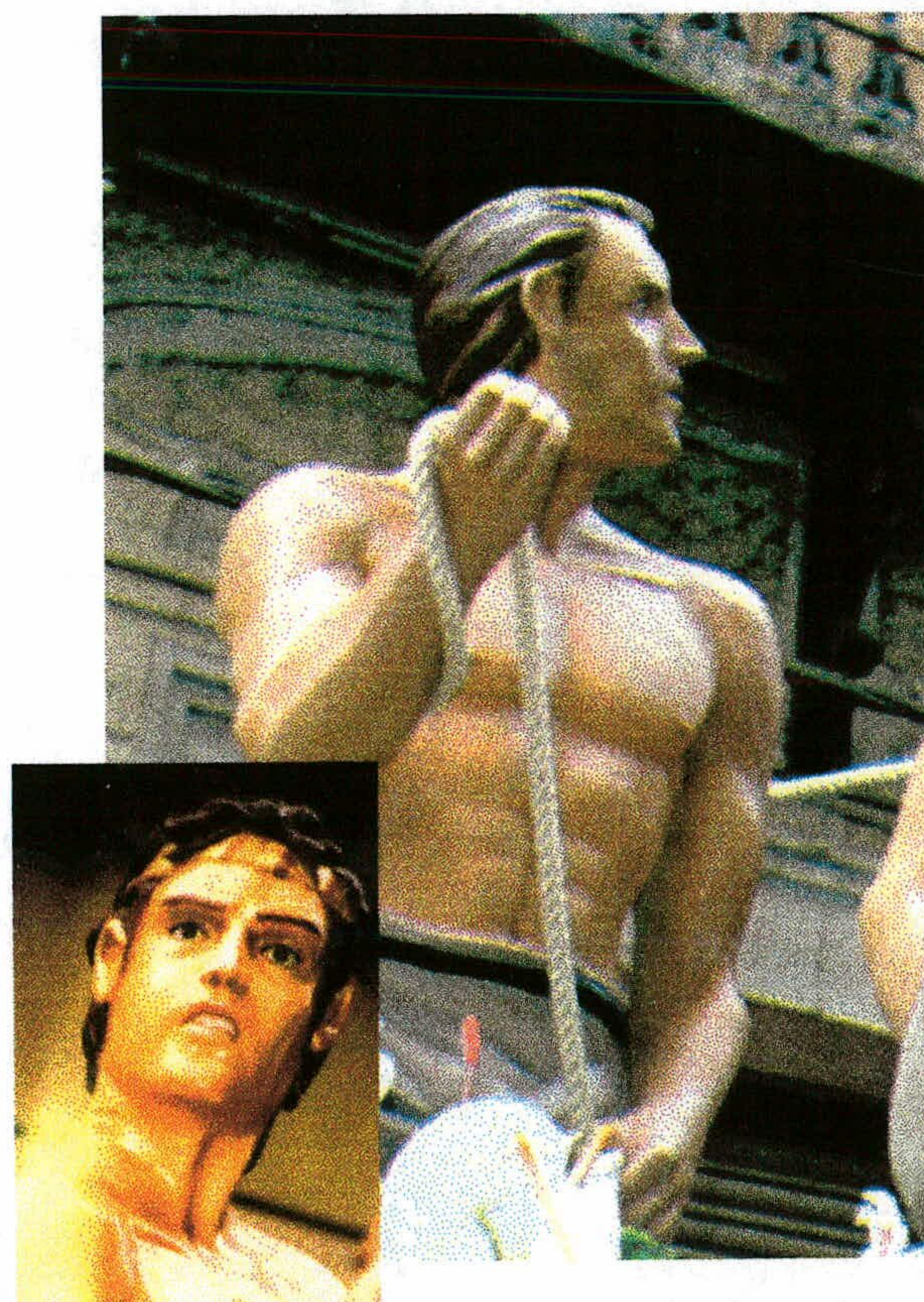
TIPOLOGÍA : Imagen completa.
175 cm.

TIPO DE MOLDE : Molde
perdido de escayola.

TIPO DE VACIADO :
Masilla industrial con refuerzo de
laminado G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN :
Gel-coats

TIPO DE POLICROMÍA :
Óleo aerografiado sin pulimentar.



OBRA N° 9

SAYÓN 2

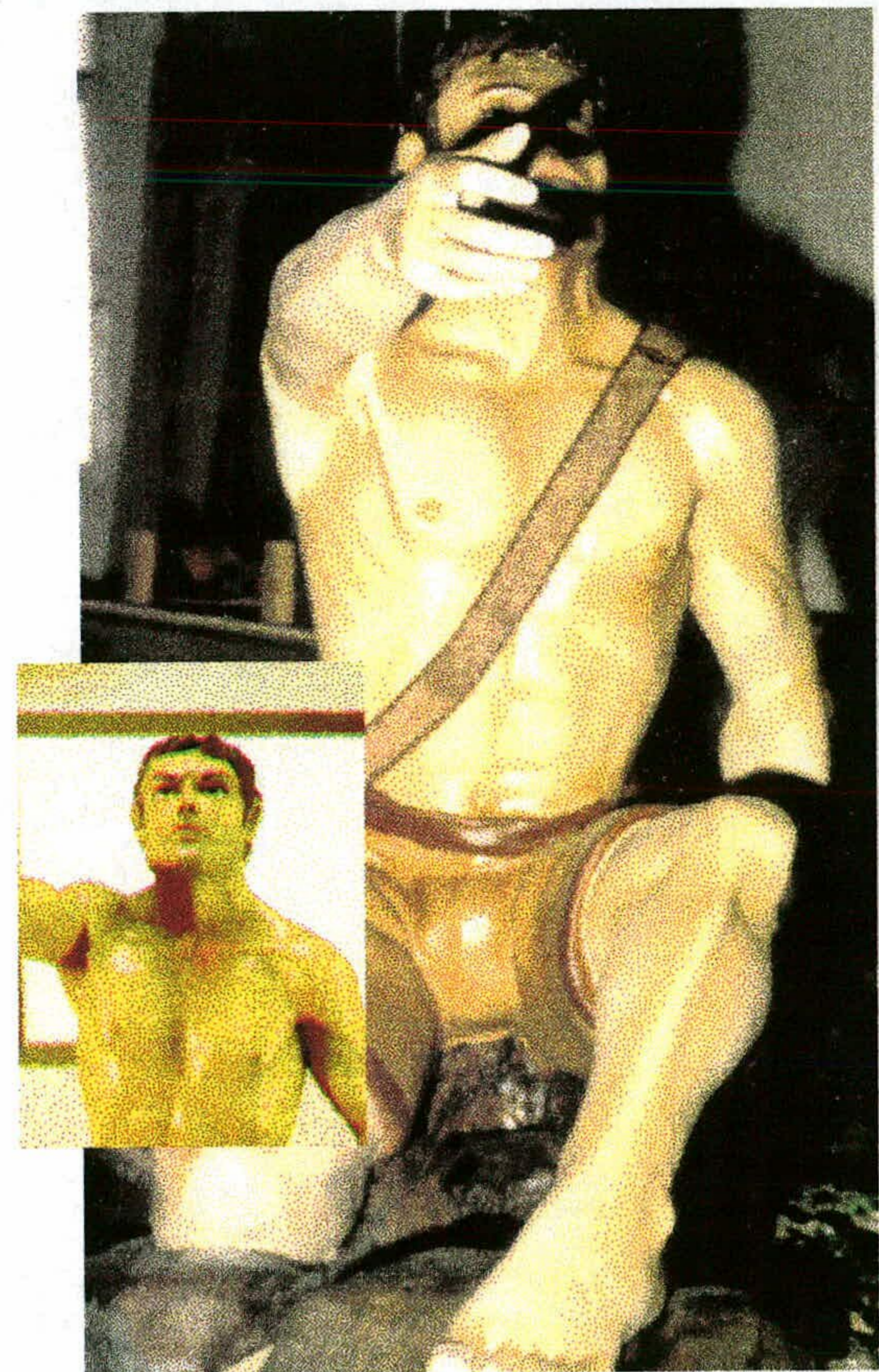
TIPOLOGÍA :
Imagen Completa.
120 cm. Sentado.

TIPO DE MOLDE :
Molde perdido de escayola.

TIPO DE VACIADO :
Masilla industrial reforzada con
laminado G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN :
Gel-coats.

TIPO DE POLICROMÍA :
Óleo aerografiado sin pulimento.



OBRA Nº 10

ANGEL 1

TIPOLOGÍA :

Obra completa . 120 cm.
Arrodillado.

TIPO DE MOLDE :

Molde perdido de escayola.

TIPO DE VACIADO :

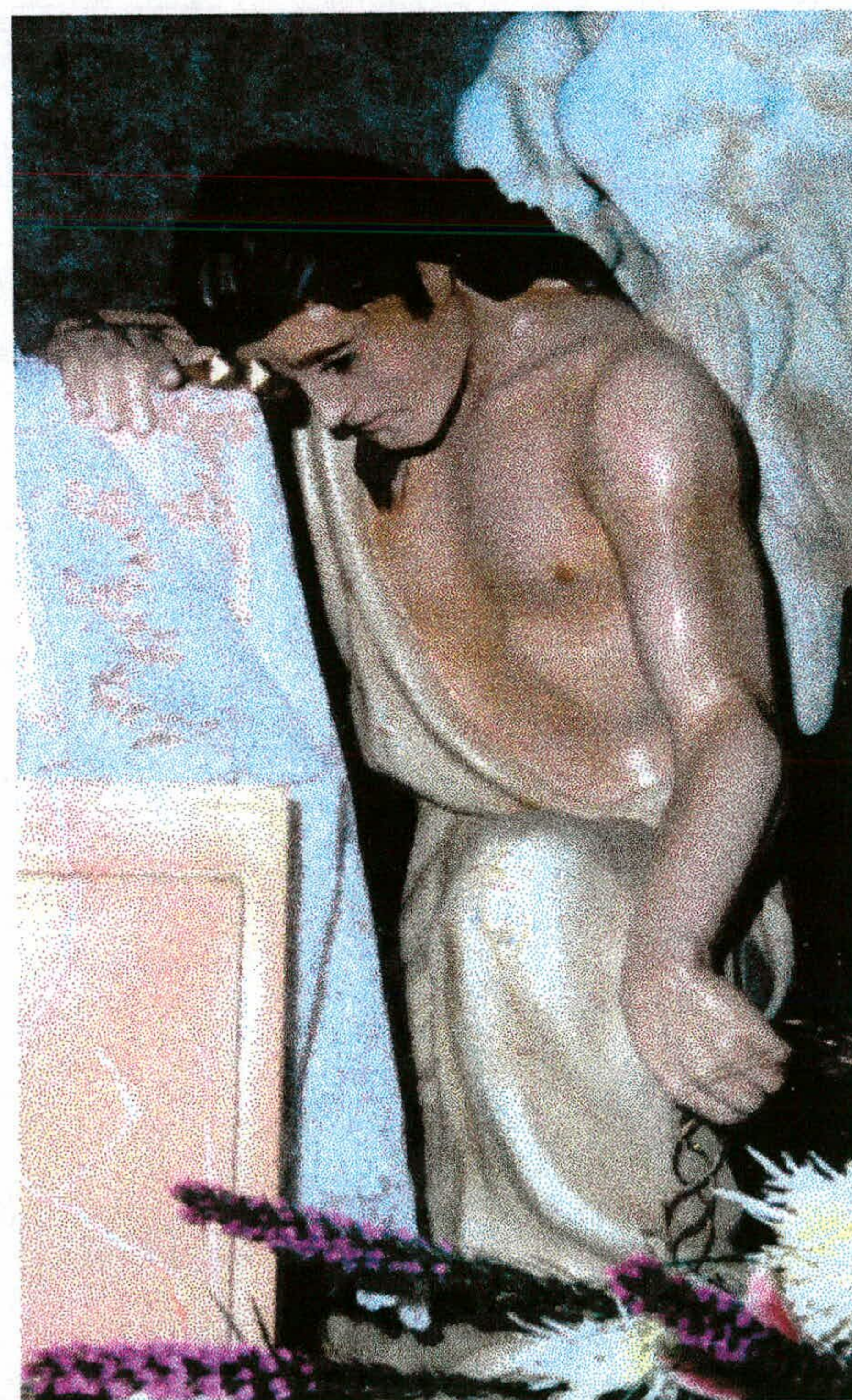
Masilla Spray reforzada con
laminado G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN :

Ninguna.

TIPO DE POLICROMÍA.

Aerografiado de óleo.



OBRA N° 11

ANGEL 2

TIPOLOGÍA : Imagen completa.
170 cm.

TIPO DE MOLDE :
Molde perdido de escayola.

TIPO DE VACIADO :
Masilla Spray reforzada con laminado
G.R.P.

TIPO DE IMPRIMACIÓN :
Ninguna

TIPO DE POLICROMÍA :
Óleo aerografiado.



OBRA Nº 12

TRONO DORADO

TIPOLOGÍA :

Trono procesional.
450cm x230cm x 70cm



TIPOS DE MOLDE :

Molde elástico de silicona.

TIPOS DE VACIADO :

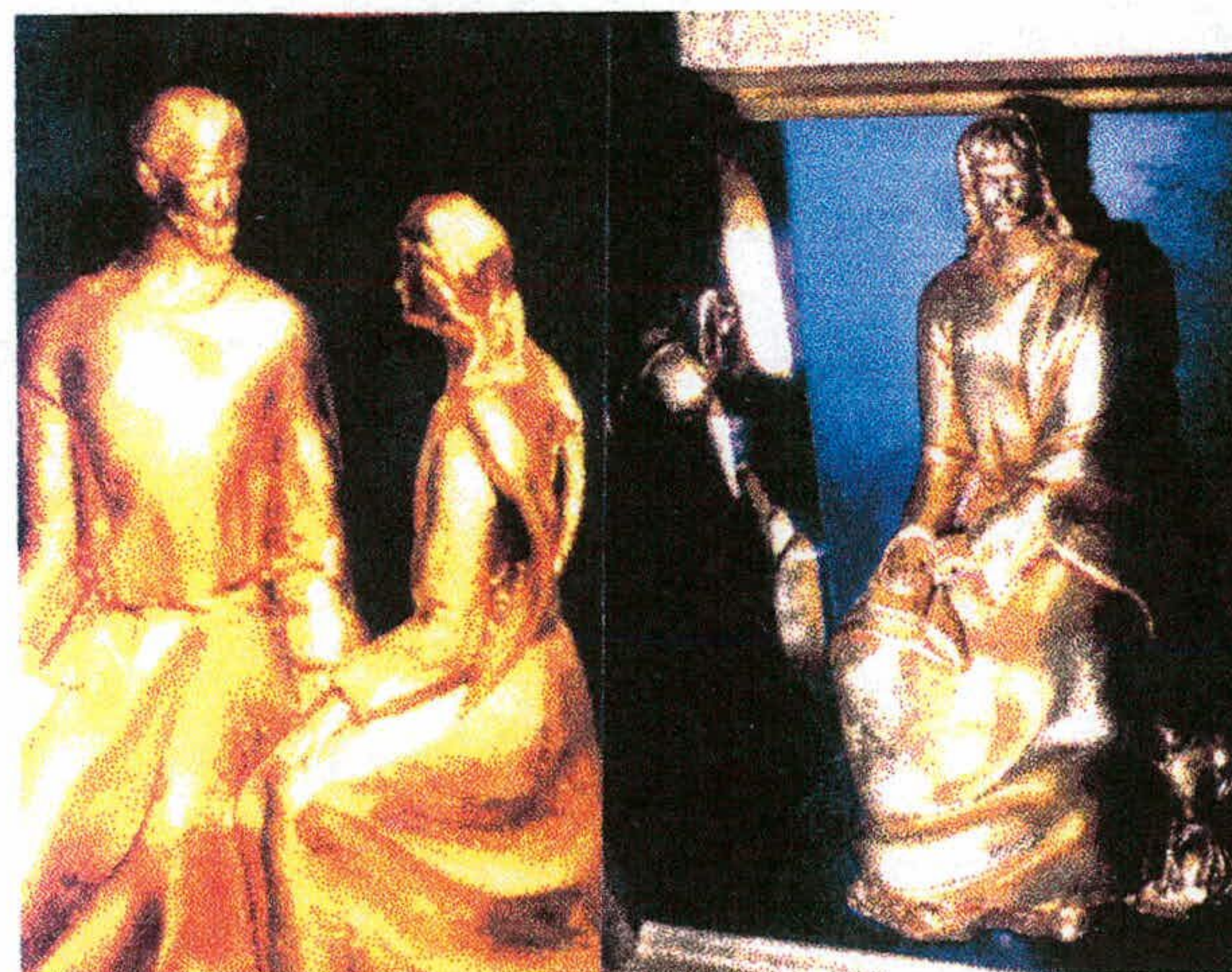
Resina tixotropada al vacío.

TIPOS DE IMPRIMACIÓN :

Imágenes : Ninguna.
Relieves ornamentales : Gel-coats.

TIPOS DE DORADO :

Imágenes : Dorado al barniz mixtión.
Relieves ornamentales : Sobre gel-coats sin mixtión y bruñido.



9.-BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA :

A.A.V.V.

“Investigación en las Bellas Artes.”

Univ. Complutense. Notas del congreso. 1989. Madrid.

A.A.V.V.

“Historia de un Arte : Escultura”

Edic. Skira Caroggio. 1993. Barcelona.

A.A.V.V.

“Science for conservators” Books 3.

Edic. Craft Council. 1983. North Yorkshire.

A.A.V.V.

“La sculpture. Methode et vocabulaire”

Edic. Imprimeries Nationales. 1984. París.

A.A.V.V.

“Tecnología de la madera.”

Edic. Don Bosco. 1977. Barcelona.

A.A.V.V.

“Actas del Primer Simposio Nacional de Imaginería”

Edic. COLBA. 1994. Sevilla.

A.A.V.V.

“Les méthodes scientifiques dans l'étude et la conservation des oeuvres d'art.”

Edic. Ecole du Louvre. 1985. París.

ACCARDO, GIORGIO y VIGLIANO, GIUSEPPINA.

“Strumenti e materiali de restauro”

Edic. Kappa. 1989. Roma.

ALBADALEJO GONZALEZ, J.C.

“Los tratamientos superficiales en el proceso escultórico”.

Edic. Universidad de la laguna. 1987. Tenerife.

ALBADALEJO GONZALEZ, J.C.

“Técnicas y procedimiento escultóricos : La madera y el poliéster.”

Edic. Universidad de la Laguna. 1987. Tenerife.

ALBRECH, H. J.

“La escultura en el S.XX”

Edic. Blume. 1981. Barcelona

AMICCHI BADOSA, CONSTANCIO.

“Manual del dorador sobre madera.”

Edic. Sintesis. 1969. Barcelona.

ANCESCHI, LUCIANO.

“La idea del Barroco”

Edic. Tecnos. 1991. Madrid.

ANTEQUERA BENITEZ, PABLO.

“Procesos de transformación de la fibra de vidrio”

Edic. Vetrotex España. 1994. Madrid.

ARHEIM, R.

“El pensamiento visual”

Edic. Audeba. 1971. Buenos Aires.

ARHEIM, R.

“Hacia una psicología del arte. Arte y entropía”

Edic. Alianza. 1980. Madrid.

ARHEIM, R.

“Arte y percepción visual. Psicología del ojo creador.”

Edic. Alianza. 1984. Madrid.

ASTOR VIGNAU, J. y VARA DEL CAMPO, A.

“Nomenclatura y formulación química.”

Edic. S.M. 1980. Madrid.

BABOR - IBARZ

“Química general moderna”

Edic. Marín S.A. 1979. Barcelona.

BLAKSEAW & DANIELS

“De Conservator” Book 2

1979. Endgland.

BONET CORREA, A.

“Historia de las artes aplicadas e industriales de España”

Edic. Cátedra. 1987. Madrid.

BORRÁS GUALIS, G.M. , ESTEBAN LORENTE, J.F. y ALVARO ZAMORA, I.

“Introducción general al Arte”.

Edic. Istmo. 1990. Madrid.

BOZAL, V.

“El lenguaje artístico”

Edic. Península. 1970. Barcelona.

CABRERA ORTÍ, M^a ANGUSTIAS.

“Los métodos de análisis físico-químicos y la Historia del Arte.”

Edic. Univ. de Granada. 1994. Granada.

CARO QUESADA, M^a SALUD.

“Noticias de escultura (1700-1720)”

Edic. Guadalquivir. 1992. Sevilla.

CELLINI, BENBENUTO.

“Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura” Traducción de Calatrava Escobar, Juan.
Edic. Akal. 1989. Madrid.

CHASTEL, ANDRÉ Y KLEIN, ROBERT.

“Pomponio Gaurico. Sobre la escultura”
Edic. Akal. 1989. Madrid.

COLLINS, J.

“Técnicas de los artistas modernos”
Edic. Blume. 1984. Madrid.

CORRADO MALTESSE

“Las técnicas artísticas”.
Edic. Cátedra. 1985. Madrid.

DEAND H. PARKER.

“Enciclopedia de la química industrial”
Edic. Urmo. 1970. Bilbao.

DENINGER, Dr.

"Métodos de aplicación y ensayo para los barnices de poliéster"

Edic. Cedel. José O. Avila Montes. 1980. Barcelona.

DEVENAT I FERRATER, E.

"La escultura, técnicas y procesos."

Tesis doctoral. 1982. Barcelona.

DIVERT WALTER, E.

"Química y tecnología de los plásticos"

Edic. CECDESA. 1982. México D.F.

FATÁS, G. y BORRÁS, G.M.

"Diccionario de términos de Arte y Arqueología."

Edic. Alianza. 1989. Madrid.

FIESCHI, R.

"De la piedra al láser."

Edic. El Serval. 1983. Barcelona.

FRANCASTEL, P.

“Arte y técnica”

Edic. Fomento de cultura. 1961. Valencia.

FREEDBERG, D.

“El poder de las imágenes”

Edic. Cátedra. 1992. Madrid.

GACÉN GUILLÉN, JOAQUÍN.

“Fibras de poliéster”

Edic. Universidad Politécnica de Barcelona. 1984. Barcelona.

GACÉN GUILLÉN, J. y MAILLÓ GARRIDO, J.

“Variación de microestructura del poliéster en tratamientos térmicos”

Edic. Universidad Politécnica de Catalunya, dep. de Ingeniería textil y Papelera.

1994. Barcelona.

GALLEGO y BURÍN, ANTONIO.

“Granada : Guía artística e histórica de la ciudad.”

Edic. Comares. 1995. Granada.

GALLEGO Y BURÍN, ANTONIO.

“José de Mora”.

Edic. Univ. de Granada. 1988. Granada.

GARCÍA GUTIERREZ, P y LANDA BRAVO, J.

“La escultura : del Renacimiento a la actualidad”.

Edic. Antiquaria. 1994. Madrid.

GOMBRICH, E.

“Arte e ilusión”

Edic. Gustavo Gili. 1982.

GOMEZ MORENO, MANUEL.

“La gran época de la escultura española”.

Edic. Noguer. 1970. Barcelona.

GÓMEZ SEGADE, JUAN MANUEL.

“Arte actual y Arquitectura religiosa en la sociedad contemporánea”.

Edic. Univ. de Granada. 1985. Granada.

GRANDOU, P. y PASTOR, P.

“Peintures et vernis”

Edic. Hermann. 1969. París.

GUTIERREZ, T.

“Técnicas de la escultura”

Edic. Molino. 1953. Barcelona.

HERNANDEZ, FELIX.

“Directrices comunes para la apreciación técnica de los productos en poliéster reforzado con fibra de vidrio para la construcción”

Edic. Instituto Eduardo Torroja. 1975. Madrid.

HISCOY, G.D.

“Recetario industrial”

Edic. Gustavo Gili. 1981. Barcelona.

HOLT, F.T. y SMIT, S.

“Manual del artista”

Edic. Blume. 1982. Madrid.

IRVING, D.J.

“Sculpture, material and process.”

Edic. Reinhold. 1981. New York.

KOEPPE, E.F.

“Introducción a la tecnología de talleres”

Edic. Trillas. 1980. México D.F.

KOGAN, J.

“El lenguaje del arte. Psicología y sociología del arte”

Edic. Paidós. 1964. Buenos Aires.

KOWALCZYK, J.

“Escultura decorativa”

Edic. Gustavo Gili. 1927. Barcelona.

LAUWERYS, R.

“Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles”.

Edic. Masson. 1990. París.

LONGOBARDO, J.A.

“Estilos escultóricos”

Edic. La Muralla. 1985. Madrid.

MACCHI, A.

“Técnicas de la escultura”

Edic. Editor de América Latina. 1976. Buenos Aires.

MALTESSE, C.

“Las técnicas artísticas.”

Edic. Cátedra. 1985. Madrid.

MARCHÁN FIZ, SIMÓN.

“El S.XX (Escultura)”

Edic. Magisterio Español. Madrid.

MAYER, R.

“Materiales y técnicas del arte”

Edic. Blume. 1988. Madrid.

MERLEAU PORTY.

“El ojo y el espíritu”.

Edic. Paidós. 1986. Barcelona.

MEYER, F.S.

“Manual de ornamentación”.

Edic. Gustavo Gili. 1929. Barcelona.

MIDGLEY, B.

“Guía completa de escultura modelado y cerámica.”

Edic. Herman Blume. 1982. Madrid.

MIRAVENT DE MARCO, ANTONIO.

“Cálculo y diseño de estructuras. Materiales compuestos de fibra de vidrio”

Edic. Universidad de Zaragoza, Secretariado de Publicaciones. 1993. Zaragoza.

MUNDFORT, L.

“Arte y técnica”

Edic. Nueva Visión. 1968. Buenos Aires.

NAVARRO, V.

“Técnicas de la escultura”

Edic. Messeguer. 1976. Barcelona.

OROZCO DIAZ, EMILIO.

“Introducción al barroco” (Vol. I y II)

Edic. Univ. de Granada. 1988. Granada

OSUNA LUQUE, CARMEN.

“Ideas y hechos. Introducción a la escultura contemporánea”

Edic. Padilla. 1995. Sevilla.

PADOVANO, A.

“The process of sculpture.”

Edic. Zwemmer. 1981. New York.

PARIS, J.

“El espacio y la mirada”

Edic. Taurus. 1967. Madrid.

PEREZ DOLZ, FRANCISCO.

“Teoría y prácticas ornamentales.”

Edic. Labor. 1937. Madrid.

PIRSON, J.F.

“La estructura y el objeto. Ensayos, experiencias y aproximaciones.”

Edic. PPU. 1988. Barcelona.

PIVA, GINO.

“L’arte del restauro”

Edic. Ulrico Hoepli. 1988. Milano.

PLAZAOLA, J.

“El Arte Sacro actual”

Edic. BAC. 1965. Madrid.

PLOWMAN, JOHN

“Enciclopedia de las técnicas escultóricas”

Edic, Acanto S.A. 1995. Barcelona.

PLUNKETT, M.D.

“Manual de toxicología industrial”

Edic. Urmo. 1968. Bilbao.



PRIETO GORDILLO, J.

“Noticias de escultura (1761-1780)”

Edic. Guadalquivir. 1995. Sevilla.

QUARMBY, A.

“Materiales plásticos y arquitectura experimental”

Edic. Gustavo Gili. 1976. Barcelona.

RICH, J.C.

“The materials and methods of sculpture.”

Edic. Oxford University Press. 1973. London.

ROSIER, P.D.

“La sculpture : Methodes et matériaux nouveaux.”

Edic. Dessain et Tolra. 1992. París

ROUKES, N.

“Sculpture in plastics”

1968. New York.

RUDEL, JEAN.

“Técnica de la escultura”

Edic. Fondo de cultura económica. 1986. México D.F.

SANCHEZ-MESA MARTÍN, DOMINGO.

“José Risueño Escultor y Pintor granadino (1665- 1732)”.

Edic. Univ. de Granada. 1972. Granada.

SANCHEZ-MESA MARTÍN, DOMINGO.

“Técnica de la escultura policromada granadina”

Edic. Univ. de Granada. 1971. Granada.

SLOBODKIN, L.

“Sculpture : Principles and practice.”

Edic. Zwemmer. 1973. New York.

TAPIE, VICTOR L.

“Barroco y clasicismo”

Edic. Cátedra. 1981. Madrid.

TAPIE, VICTOR L.

“EL Barroco”

Edic. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 1963. Buenos Aires.

VERHELST, WILBERT.

“Sculpture : Toos, Materials, and techniques.”

Edic. Prentice-Hall. 1988. New Jersey.

WALCKER, AIDAN.

“Acabado de las superficies de madera”

Edic. Guías de artesanía CEAD. 1990. Barcelona.

WARING, RONAL HORACE.

“Manual práctico del poliéster y la fibra de vidrio”

Edic. Borrás. 1981. Barcelona.

WITTKOWER, R.

“La escultura, procesos y principios”

Edic. Alianza Forma. 1981. Barcelona.

YOUNG, R. & FENNELL, R.

“Methods for modern sculptors.”

Edic. Zwemmer. San Rafael.

ZEVI, B.

“Saber ver la escultura”

Edic. Poseidón. 1981. Barcelona.

ARTÍCULOS DE REVISTAS

ARESO, M.A.

“Proceso de transformación del PRFV : Proyección e inyección”

Revistas de plásticos modernos. nº 32. 1981. pag. 206-211.

ARROYO, M.

“Materiales compuestos. composites estructura. Comportamiento.”

Revista de plásticos modernos. nº 61. 1991. Pag. 558-560.

DE CASTELAR, M.D. - TURA, J.M. - MANICH, A.M. - MARSAL, M.

“Caracterización de las fibras de vidrio de una estructura plana laminar tejida con ligamento tafetán”.

Deformación metálica. 1986. pag. 349-353.

ESTRADA, J.

“Nuevas tecnologías : El sistema IMC-HPIP para el pintado de plásticos”

Pinturas y acabados industriales. nº 32. 1990. Pag. 63-67.

FREIRE DE AQUINO, E.M. - ROS FELIP, A.

“Comportamiento mecánico y fracturas de laminados industriales quasi-isótropos, de PRFV”.

Revista de plásticos modernos. nº 65. 1993. pag. 54-58.

FERRY, D.

“Envejecimiento comparado de estratificados poliésteres”

Revista de plásticos modernos. nº 38. 1979. pag. 475-479.

LAGUNA, O.

“ Introducción a los materiales compuestos”

Revista de plásticos modernos. 1986. pag. 349-353.

LAGUNA, O. -TARANCO, J.

“Materiales poliméricos en la construcción. Prefabricación.

Revista de plásticos modernos. nº 53. 1987. pag. 761-768.

LARRALDE, J. - SILVIA RODRIGUEZ, R.

“Nuevo tipo de refuerzo para hormigón.”

Revista de obras públicas. nº 139. 1992. Pag. 65-71.

LOBA, J.E.

“Comparación de procedimientos de moldeo : contacto-inyección, inyección bajo vacío.”

Revista de plásticos modernos. nº 32. 1981. pag. 202-205.

MANSO GARCÍA, J.

“Hacia la edad del plástico.”

Química e industria. nº 39. 1993. Pag. 40-41.

MATEO DE VICENTE, M.

“La resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio y su aplicación en la seguridad vial”

Revista de obras públicas. nº 137. 1990. Pag. 33-36.

MIRAVETE, A.- ARRARAS, M.

“Tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Métodos teóricos y ensayos.”

Anales de ingeniería mecánica. nº2. 1984. pag. 198-194.

MIRAVETE, A. - VERA. C.

“Micromecánica de laminados de poliéster reforzado con fibra de vidrio y criterios de rotura”.

Anales de ingeniería mecánica. nº2. 1984. Pag. 195-200.

ROVIRA, J. - VALOR, J. - CERVERA, J.R. - CHINESTA ,F.

“Variación de propiedades mecánicas a tracción y compresión en laminados reforzados superficialmente”.

Anales de ingeniería mecánica. nº9. 1992. pag. 25-33.

VILA MIRO. J.

“Aproximación al conocimiento del poliéster reforzado con fibra de vidrio”

Revista de Obras Públicas. nº 130. 1983. pag. 601-606.

VIÑA, J. - BELZUNCE, F.J. - ARGÜELLES, A. - FERNANDEZ CANTELI, A.

“Contraste experimental de modelos micromecánicos para la predicción de propiedades mecánicas de compuestos con fibras cortas.”

Anales de ingeniería mecánica, nº9. 1992. Pag. 109-114.

ÍNDICE GENERAL

LOS NUEVOS MATERIALES EN LA IMAGINERÍA TRADICIONAL .

Imágenes en derivados de poliéster.

1.- INTRODUCCIÓN :.....	4
• La condición del material en la obra de arte.....	5
• La herencia de la imagería : El barroco anacrónico y la imagería actual.....	9
2.- METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	23
3.- LOS MATERIALES SINTÉTICOS :	
Las resinas de poliéster y sus derivados :.....	27
• Los materiales plásticos. Polímeros y polimerización.....	27
• Resinas de poliéster. Caracterización.....	31
• Pastas con base de poliéster.....	46
• Poliéster reforzado con fibra de vidrio.....	62

4.- DESARROLLO PRÁCTICO DE LA APLICACIÓN :	72
• Aplicación sobre molde perdido de escayola :	75
• Aplicaciones a molde abierto.....	77
• Aplicaciones con molde cerrado.....	87
• Aplicaciones sobre molde elástico :	95
• Aplicaciones a molde abierto.....	96
• aplicaciones con molde cerrado.....	104
• Unión de piezas.....	105
5.- ACABADO DE LAS PIEZAS :	109
• Talla y modelado tras el vaciado :	109
• El modelado	110
• La talla.....	114
• lijado.....	117
• La policromía y el dorado :	120
• Policromía sobre estucos tradicionales :	122
• El Aglutinante.....	122
• El aparejo o estuco.....	124
• El color.....	131
• Policromía sin estucos.....	139
• El dorado :	143
• Dorado al barniz.....	143
• Dorado sobre Gel-coats.....	144

6.- PREVENCIÓN DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LOS POLÍMEROS.....	148
7.- MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	159
• Medidas de protección.....	164
8.- CONCLUSIONES :	166
• Fichas de recogida de datos sobre las obras.....	171
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	184
10.- INDICE.....	207