

tf g
bellas artes **memoria**



MENCIÓN: Artes Plásticas

TÍTULO: Prototipado para la Integración de la Impresión 3D en Resina y la Técnica de Fundición a la Cera Perdida con Cascara Cerámica

ESTUDIANTE: Gaël Acebal Anta

DIRECTOR/A: David Vila Moscardó

Palabras Clave: Investigación, impresión 3D, fundición, cascarilla cerámica, adaptación técnica

Resumen: Esta investigación técnica pretende adaptar la nueva tecnología de la impresión 3D mediante resina, a la fundición a la cera perdida por medio de la cascarilla cerámica.

Esta investigación busca fusionar la impresión 3D con resina y la técnica de fundición a la cera perdida, mediante el uso de cascarilla cerámica. El propósito es modernizar esta antigua técnica de fundición, posibilitando la creación de modelos más intrincados y precisos a través de la impresión 3D. En este proceso, la resina se emplea para construir el modelo tridimensional inicial, que luego se recubre con cascarilla cerámica. Tras el endurecimiento de la cerámica, la resina se derrite, dejando una cavidad que se llena con metal fundido. Este enfoque amalgama las ventajas de ambas metodologías, abriendo nuevas perspectivas en la producción de piezas detalladas y refinadas.



ÍNDICE

1.PROPOSTA Y OBJETIVOS.....	4
1.1.PROPOSTA.....	4
1.2.OBJETIVOS.....	5
2.1.REFERENTES VISUALES.....	6
3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPOSTA.....	7
4. PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	8
5. RESULTADOS.....	11
6. BIBLIOGRAFÍA.....	16



1.PROPUESTA Y OBJETIVOS

1.1.PROPUESTA:

El propósito central de esta propuesta es revitalizar y modernizar la tradicional técnica de fundición a la cera perdida, introduciendo elementos de la impresión 3D en resina como un medio de construcción del modelo tridimensional inicial. Este enfoque apunta a superar las limitaciones inherentes a la fundición a la cera perdida y, al mismo tiempo, capitalizar las ventajas que la impresión 3D ofrece en términos de precisión y complejidad.

En este proceso integrado, la resina se convierte en la herramienta clave para materializar la visión artística. Se utiliza para dar forma al modelo tridimensional, permitiendo la creación de diseños intrincados y altamente detallados que serían difíciles de lograr mediante las técnicas tradicionales. La resina, moldeada con la ayuda de la tecnología de impresión 3D, se convierte en la base sobre la cual se construye la obra final.

La integración de la cascarilla cerámica es un elemento distintivo de esta propuesta. Al recubrir el modelo tridimensional en resina con cascarilla cerámica, se establece un puente entre el pasado y el presente.

El potencial de esta fusión es amplio y emocionante. No solo ofrece a los artistas la capacidad de crear obras de arte más detalladas y refinadas, sino que también promueve una exploración más profunda de las posibilidades artísticas y técnicas. La combinación de la tecnología de impresión 3D y la tradicional fundición a la cera perdida con cascarilla cerámica impulsa la creación artística hacia nuevos horizontes, alentando la experimentación y la innovación en la producción de arte.

Para llevar a cabo las pruebas necesarias en esta investigación, se optó por utilizar un modelo propio que rinde homenaje al icónico artista MF Doom. Este modelo, captura la esencia distintiva del artista a través de la representación de su característica máscara y su firma con letras de estilo grafiti.

En resumen, esta propuesta de investigación busca establecer un vínculo entre el arte y la tecnología al fusionar la impresión 3D en resina y la técnica de fundición a la cera perdida con cascarilla cerámica. Mediante esta fusión, se pretende modernizar y revitalizar la antigua técnica de fundición, abriendo nuevas perspectivas para la creación de piezas artísticas detalladas y refinadas. Al unir lo tradicional con lo contemporáneo, esta investigación aspira a contribuir al enriquecimiento del patrimonio artístico y a impulsar la evolución de las expresiones creativas en la era digital.

1.2.OBJETIVOS:

- Investigar la viabilidad técnica y las ventajas de fusionar la impresión 3D en resina con la técnica de fundición a la cera perdida y cascarilla cerámica.
- Diseñar y optimizar los parámetros de impresión 3D en resina para la creación de patrones de fundición precisos y detallados.
- Evaluar la precisión, complejidad y calidad de las piezas resultantes.
- Seleccionar y analizar los materiales de impresión 3D más adecuados para el proceso de fundición.
- Analizar los beneficios económicos y de tiempo que esta adaptación podría ofrecer en comparación con los procesos convencionales.
- Desarrollar un proceso de producción que integre eficientemente ambas tecnologías, desde la creación del modelo en resina hasta la obtención de la pieza fundida final.



2.1.REFERENTES VISUALES:



Fig. 1 MF Doom, Los Angeles (2003) Fotografía:
Eric Coleman
Dirección de arte: Jeff Jank

MF Doom

En el universo del hip-hop, pocos nombres resplandecen con la misma aura de misterio y maestría que el de MF DOOM. Nacido como Daniel Dumile, este enigmático rapero y productor se convirtió en una leyenda en el género gracias a su ingenio lírico, su producción innovadora y su inconfundible máscara de metal que lo convertía en un verdadero supervillano del micrófono.

MF DOOM no solo adoptó el nombre de uno de los villanos más icónicos de Marvel, el Doctor Doom, sino que también encarnó su espíritu en el mundo del rap. Con una habilidad única para mezclar palabras y narrativas, DOOM creó un universo lírico propio lleno de referencias cómicas, culturales y literarias. Sus rimas eran como acertijos enrevesados que requerían una mente aguda para descifrar, y sus metáforas eran tan oscuras y profundas como las sombras en las que se ocultaba.

Una de las cumbres de su carrera llegó con el álbum "Madvillainy," una colaboración con el talentoso productor Madlib. Este disco, que rompía con las convenciones del hip-hop convencional, fue aclamado por la crítica y se convirtió en un referente del subgénero underground. Las pistas de este álbum eran como paisajes sonoros surrealistas que desafiaban las expectativas, y las letras de DOOM eran una oda al ingenio y la creatividad.

Pero MF DOOM no solo era conocido por su música, sino también por su misteriosa identidad en el escenario. Rara vez se mostraba sin su máscara de metal, lo que solo aumentaba el misticismo que lo rodeaba. A pesar de su imagen esquiva, su presencia en el escenario era magnética, y su habilidad para controlar una multitud con su voz y su presencia era innegable.

Tristemente, en diciembre de 2020, el mundo recibió la noticia de la partida de MF DOOM. Su legado perdurará a través de su música atemporal y su influencia en una generación de artistas del rap que admiraban su genialidad. MF DOOM no solo fue un rapero; fue un artista que desafió las normas y creó un mundo único en el que las palabras eran armas y la música era magia. Su legado como "el super villano del rap" vivirá para siempre en los corazones de aquellos que lo apreciaron y encontraron inspiración en su obra maestra musical.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La intersección entre la tecnología y la creatividad ha sido un campo de constante innovación y exploración, dando lugar a nuevas formas de expresión artística que desafían las limitaciones previamente establecidas. En este contexto, se plantea una propuesta que busca amalgamar la impresión 3D con resina y la técnica tradicional de fundición a la cera perdida, haciendo uso de la cascarilla cerámica. Esta convergencia de técnicas presenta una oportunidad emocionante y revitalizante para la comunidad artística y creativa, en su constante búsqueda de nuevas formas de materializar conceptos y visiones artísticas en el mundo tridimensional.

Desde tiempos inmemoriales, el arte ha servido como el vehículo a través del cual los artistas han desafiado y extendido los límites de la expresión humana. Es el medio por excelencia mediante el cual se comunican ideas, emociones y perspectivas únicas. A medida que la tecnología ha evolucionado, ha desempeñado un papel fundamental en la expansión de estas posibilidades artísticas, proporcionando nuevas herramientas y medios para la materialización de la creatividad. La integración de la tecnología de impresión 3D en resina con la técnica tradicional de fundición a la cera perdida, con la incorporación de cascarilla cerámica, representa un salto significativo que puede revolucionar la forma en que los artistas otorgan vida a sus creaciones.

La tecnología de impresión 3D en resina posee la habilidad de generar modelos tridimensionales de una complejidad y precisión sin precedentes. Visualiza a un escultor que puede esculpir en un espacio virtual y, posteriormente, materializar su visión con una fidelidad asombrosa en la realidad tangible. La convergencia entre la impresión 3D y la fundición a la cera perdida trasciende las restricciones que han caracterizado las técnicas de fundición tradicionales, abriendo un abanico de posibilidades para la experimentación y la realización de obras de arte que, previamente, podrían haber sido difíciles de concebir.

El corazón de la creación artística radica en el diálogo incesante entre la visión del artista y los medios a su disposición para llevarla a cabo. A lo largo de los siglos, el proceso de fundición a la cera perdida ha perdurado como un método valioso para la creación de obras de arte de metal detalladas y elaboradas. Sin embargo, esta técnica tradicional también ha llevado consigo sus propias limitaciones, particularmente en términos de la complejidad que puede lograrse y del tiempo requerido para realizarla. En este punto es donde la fusión de la tecnología de impresión 3D en resina se erige como un revitalizador del proceso centenario de la fundición a la cera perdida, ofreciendo la capacidad de producir modelos iniciales con niveles de detalle y precisión sorprendentes, y a su vez, con mayor facilidad y rapidez.

La justificación radica en el poder transformador de esta propuesta para la comunidad artística, abriendo horizontes y posibilidades inexploradas para la producción de piezas detalladas, refinadas y sumamente expresivas, preservando la esencia artesanal inherente al proceso de fundición a la cera perdida y donde al mismo tiempo que se integran las ventajas de la tecnología de impresión 3D en resina para la etapa inicial de creación.

4. PROCESO DE PRODUCCIÓN

La investigación comienza con la búsqueda de diferentes resinas que puedan ser fundibles, conocidas como calcinables, ya que el material se pierde por completo, a diferencia de la cera que puede ser recuperada. Se seleccionan cinco marcas distintas: Siraya Tech Cast, Liqcreate, Fun To Do Castable Blend, Form Futura y Blue Cast X5.

Se lleva a cabo un estudio detallado de cada una de las resinas y de los diversos parámetros recomendados por cada fabricante para lograr una correcta impresión y calcinación.

Siraya Tech Cast

Precio: 79,99 €/kg

Precautado 150°	Transición 370°	Descere 730°
1 hora	1 hora de subida 1 hora estable	2 horas de subida 2 horas estable

Liqcreate

Precio: 109,99 €/kg

Precautado 150°	Transición 450°	Descere 750°
2 horas	1 hora de subida 2 horas estable	1 hora de subida 2 horas estable

Fun to do Castable Blend

Precio: 78,90 €/kg

Precautado 485°	Descere 800°
Subida libre 1 hora estable	Subida libre 1 hora y media estable

Form Futura

Precio: 159,98 €/kg

Precautado 150°	Transición 370°	Descere 750°
1 hora de subida 3 horas estable	1 hora de subida 2 horas estable	2 horas de subida 4 horas estable

Blue Cast X5

Precio: 285,98 €/kg

Precautado 450°	Descere 790°
1 hora estable	2 horas de subida 6 horas estable

En el primer ensayo, se crea un árbol de colada básico, similar al que se utilizaría para una pieza de cera, con una copa de microfusión. Al intentar unir la cera con la resina se observa que la segunda no se adhiere con el calor ni se funde, sino que se sublima dejando algunos residuos líquidos. Sin embargo, al fusionar los bebederos con la base de la pieza de resina, se logra una conexión entre los dos materiales. Aunque la unión parece frágil, resiste tanto la aplicación de goma laca como el grafito, permitiendo aplicar los baños (papilla + dos de grano fino + uno de grano grueso).

El primer intento de descerar se realiza con la resina de Siraya Tech utilizando fuego directo a través de uno de los sopletes de gas disponibles en el taller de Fundición, siguiendo la misma técnica empleada para descerar piezas tradicionales. Sin embargo, aquí surgen complicaciones ya que la resina, al ser un monómero y no una cera, experimenta una mayor expansión con el calor. Esto provoca que la cascarilla cerámica se quiebre en la primera fase de calentamiento. Manteniendo la pieza a 150°C durante unos 30 minutos, se observa la aparición de una pequeña grieta. Al intentar aumentar la temperatura del horno a 250°C, la cascarilla explota. Esta dificultad se suma al desafío de mantener una temperatura constante dentro de la campana de descere. Se realiza una prueba con una muestra de resina sometida al fuego para comprender su comportamiento y considerar posibles soluciones. Estas soluciones varían desde probar con un baño de cera en la pieza completa para evaluar su capacidad de absorber la expansión, hasta la inserción de chimeneas que permitan la salida del material y del humo.

Finalmente, se opta por crear un solo bebedero que sea hueco en su interior y que cubra toda la superficie de la base de la pieza. Esta elección se basa en dos consideraciones importantes: en primer lugar, permite espacio para la expansión de la resina, y en segundo lugar, facilita la evacuación de los residuos. Todo esto se tiene en cuenta considerando que la cera se derrite por completo antes de que la resina comience a sublimarse.



Fig. 2 Pieza unida al unico bebedero



Fig. 3 Sistema de riego y copa

En este punto, se investiga los diversos componentes que conforman la cascarilla cerámica con la intención de determinar si existe algún material refractario capaz de absorber la expansión de la resina y, de esta manera, simplificar el proceso. Sin embargo, este descubrimiento podría requerir un proyecto de investigación independiente y completo.

Debido a la inestabilidad térmica que presenta el proceso de descere utilizando un soplete de gas bajo la campana, solicito las autorizaciones necesarias para llevar a cabo pruebas de descere en los hornos de cerámica. Para ello, es necesario construir una caja de cerámica que albergue los moldes, con el propósito de proteger el horno en caso de que estos sufran algún tipo de ruptura.

Luego, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes y sus respectivos parámetros, se elaboran tablas de descere específicas para cada tipo de resina. Estas tablas incluyen información sobre los tiempos y los ajustes de temperatura, los cuales son adaptados de acuerdo a las capacidades de los hornos disponibles.

A partir de este punto, se inicia la impresión en serie de dos prototipos por cada tipo de resina. Luego, se procede a la construcción del árbol de colada y la copa de microfusión en cera, y se comienza el proceso para la preparación de los moldes cerámicos. Todo este proceso implica un trabajo mecanizado y continuo que demanda un considerable período de tiempo.



Fig. 4 Pieza impresa (resina blue cast)



Fig. 5 Pieza unida al sistema de riego y copa



Fig. 6 Proceso de elaboración de la cascarilla cerámica



Fig. 7 Detalle molde cerámico



A medida que los moldes cerámicos se completan, se introducen en los hornos de cerámica siguiendo las indicaciones previamente mencionadas. De los cinco moldes sometidos al proceso, lamentablemente, solo dos logran resistir, ya que los otros tres se rompen de manera irreversible.



Fig. 8 Molde roto no apto para reparación



Fig. 9 Molde roto no apto para reparación

Para lograr que los dos moldes sobrevivientes sean utilizables, se aplica fibra de vidrio en áreas específicas para reforzarlos y sellar algunas grietas que puedan haberse formado.



Fig. 10 Grieta reparable



Fig. 11 Grieta reparada con fibra

Finalmente se procede a realizar la colada por microfusión en ambos moldes, utilizando bronce en uno de ellos y latón en el segundo, dando así por finalizada la labor practica del proyecto.



Fig. 12 Ambos moldes válidos listos para la colada. Derecha con bronce, izquierda latón



Fig. 13 Proceso de colada



Fig. 14 Proceso de colada



Fig. 15 Horno de fundición



5. RESULTADOS

Este proyecto marca el comienzo de una investigación profunda en el ámbito de la impresión 3D aplicada a la fundición artística. Inicialmente, el objetivo era encontrar una resina que permitiera la creación de moldes de cascarillas cerámicas, y este objetivo se logró con éxito. Sin embargo, queda un camino por recorrer para perfeccionar la técnica y llevar a cabo una serie de pruebas exhaustivas que profundicen en el comportamiento de los diferentes materiales, tanto la resina como la cascarilla cerámica.

A medida que los moldes cerámicos se completaban, se seguía con el proceso de descere, que es una parte crítica en la fundición a la cera perdida. Sin embargo, surgió un desafío significativo debido a la diferencia en las propiedades de la resina en comparación con la cera tradicional. La resina, al ser un monómero en lugar de una cera, mostraba una mayor dilatación térmica, lo que provocaba la ruptura de la cascarilla cerámica durante el proceso de descere. Esto presentaba un obstáculo importante que requería solución.

Para abordar este problema, se realizaron experimentos adicionales, como someter muestras de resina al fuego para observar su comportamiento bajo diferentes temperaturas. Se consideraron posibles soluciones, como sumergir completamente la pieza en cera para absorber la dilatación o agregar chimeneas para permitir que el material y el humo escaparan.

Aunque no se logró obtener moldes válidos con todas y cada una de las resinas, dos de ellas proporcionaron los resultados esperados, siendo estas las marcas Form Futura y Liqcreate. Esto marca el inicio de una segunda línea de investigación centrada en la búsqueda de materiales refractarios capaces de generar moldes cerámicos que puedan soportar o absorber las dilataciones de estas resinas.

A pesar de los desafíos encontrados en el proceso, las piezas finales en bronce y latón exhiben una precisión excepcional. Aunque algunas grietas que se formaron en los moldes durante el proceso de descere quedaron registradas en las piezas, estas imperfecciones son completamente manejables mediante un proceso de post-procesado.

Es importante destacar el alto coste de los materiales necesarios para llevar a cabo esta investigación. No obstante, a pesar de los desafíos económicos, esta técnica se presenta como una herramienta excepcional con el potencial de expandir significativamente los horizontes de la producción artística a través de la fundición.

En resumen, este proyecto representa un paso crucial en la exploración de nuevas posibilidades en el campo de la fundición artística, aprovechando la tecnología de impresión 3D. A pesar de los obstáculos encontrados, los resultados obtenidos hasta ahora son prometedores y ofrecen un camino hacia la creación de obras de arte más intrincadas y precisas en el futuro. La investigación continúa, y se espera que este enfoque híbrido de arte y tecnología siga evolucionando y enriqueciendo el mundo del arte contemporáneo.



Fig. 16 Descascarillado (bronce)



Fig. 17 Descascarillado (bronce)



Fig. 18 Descascarillado (latón)



Fig. 19 Piezas descascarilladas

6. BIBLIOGRAFÍA

Pérez Conesa, Itahisa; Vila Moscardó, David; Del Pino De León, Soledad. (2021). *La evolución de los moldes de revestimiento cerámico para la fundición a la cera perdida: desde la edad primitiva hasta la actualidad.*

Fun to do. «s.f». *Propiedades de la resina castable blend.* <https://www.3dfilamento.es/index.php?mod=products&ID=11496561&p=3dfilamento>

Blue cast.«s.f». *Propiedades de la resina Blue cast X5.* https://www.bluecast.info/download/Features-BC%20X5_eng.pdf

Siraya Tech.«s.f». *Guía de usuario para resina Siraya Purple cast.* https://docs.google.com/spreadsheets/u/0/d/1m2JOi054N9dFiQk2e8x1ijl09gSv_qChY_65AMDaHxI/edit?pli=1#gid=0

Liqcreate.«s.f». *Propiedades de la resina Wax Castable.* <https://www.liqcreate.com/es/art%C3%ADculos-de-apoyo/trabajar-con-resina-de-impresi%C3%B3n-3d-moldeable-de-cera-liqcreate/>

Form Futura.«s.f». *Descripción y hojas de datos de la resina Castable LCD Series.* <https://formfutura.com/product/castable-lcd-series-castable-wax-resin/>