

Diseño e impresión 3D de una serie de piezas cerámicas basadas en las ollas de la alfarería tradicional de Casira.



Autores

Andrés Federico Ruscitti^{(a)*}, Paltrinieri Agustina^(b), María Florencia Serra^(b), Nicolás Maximiliano Rendtorff Birrer^(bc)

a. Laboratorio de Diseño, Departamento de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Lanús, 29 de Septiembre 3901, Remedios de Escalada (1826), Buenos Aires, Argentina.

b. CETMIC Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CIC-CONICET La Plata-UNLP) Cno Centenario y 506 M.B. Gonnet (1897), Buenos Aires, Argentina.

c. Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 47 y 115, La Plata 1900 Buenos Aires, Argentina.

*autor responsable : aruscitti@unla.edu.ar

Informe técnico: El presente documento de trabajo se ha realizado en el marco del proyecto “ Desarrollo de una tecnología de impresión 3D por sistema de extrusión-deposición de materiales cerámicos” de la convocatoria a Proyectos de Investigación Orientados de la Universidad Nacional de Lanús y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas PIO UNLa-CONICET 2016-2017

Agosto 2021

Palabras clave: Impresión 3D, Cerámica, Modelado paramétrico / 3Dprintig, ceramic, parametric modeling

Resumen

En este trabajo nos proponemos documentar la experiencia de diseño y fabricación de una serie de piezas cerámicas basadas en las ollas de la alfarería tradicional del pueblo jujeño de Casira. Hemos partido de la forma de una de sus ollas para realizar un modelo 3D digital sobre el que se aplicó una textura en relieve a partir de la imagen del material obtenida por un microscopio SEM. Los modelos digitales fueron luego usados para el conformado por impresión 3D en una pasta cerámica arcillosa.

La configuración de las diversas variables del proceso de diseño y producción permitieron la obtención de cuatro piezas cerámicas de 150 x 150 mm y 2 a 3 mm de espesor que remiten a la silueta básica de la olla y cuyas texturas en altura incremental “revelan” la imagen microscópica de su material.



En este trabajo nos proponemos documentar la experiencia de diseño y fabricación de una serie de piezas cerámicas basadas en las ollas de la alfarería tradicional de Casira y modeladas digitalmente y conformadas por impresión 3D.

La motivación de esta actividad experimental fue la exploración de la convergencia de las prácticas de las diferentes disciplinas involucradas en el equipo de investigación de la UNLa y el CETMIC sobre Impresión 3D de cerámica desde 2012.

Los elementos de partida de la exploración fueron:

- Las muestras y el estudio de la producción del pueblo alfarero de Casira en la provincia de Jujuy. (Rendtorff Birrer et al., 2016) (Paltrinieri et al., 2019)
- Las imágenes digitales obtenidas en las microscopías realizadas para el análisis del material de las ollas,
- La evaluación del software de modelado digital paramétrico *Grasshopper®*
- El equipamiento de impresión 3D de pasta cerámica (Ruscitti et al., 2018) (Ruscitti et al., 2017a) (Ruscitti et al., 2017b) (Ruscitti et al., 2017c)

La búsqueda inició en torno al problema de cómo representar con las geometrías matemáticas propias de las herramientas digitales a objetos únicos completamente formados por las huellas de la mano del alfarero. Este pasaje formal también implicaba el paso de un objeto utilitario a un objeto simbólico. Otra de las ideas motoras fue aprovechar el modelado paramétrico para crear una textura en la nueva forma que “revele” la estructura del material a nivel microscópico.

Etapas del proceso

- Análisis y relevamiento de las ollas de Casira

Fig. 1 Imagen macroscópica de una olla de Casira

- Elaboración del modelo digital tridimensional de un volumen básico que sintetice sus rasgos característicos

Fig. 2 Modelado 3d de un sólido de revolución a partir de la silueta típica de la olla

- Selección de imágenes de microscopías

Se seleccionó la imagen de 2700X de una serie de microscopías sobre fractura fresca del cerámico, metalizada con oro y caracterizada mediante microscopio electrónico de

Figura 1: Imagen macroscópica de una olla de Casira



barrido (MEB) *JEOL JMC-6000*. Empleando 15 volts de corriente, detector de electrones retrodispersados (back-scattering) en un aumento de 2000 veces.

Fig. 3 Imagen microscópica de una olla de Casira

- Construcción del algoritmo de conversión de la imagen microscópica en

textura macroscópica y de aplicación de la textura en el volumen

En el plugin Grasshopper© del software Rhinoceros© se construyó el algoritmo de asignación de alturas de la textura según los valores de gris de la imagen microscópica

Fig. 4 Algoritmo paramétrico de aplicación de textura al sólido básico de la olla

- Modelado 3D paramétrico, previsualización, ajuste de variables del

algoritmo y exportación de archivo 3D para impresión

Se previsualizaron diversas configuraciones de los parámetros del algoritmo y se definieron cuatro valores de altura máxima de textura: 0, 2, 4 y 7mm

Fig. 5 Renderizado de sólido con textura aplicada en forma simétrica, valor 2

Fig. 6 Renderizado de sólido con textura aplicada en forma simétrica, valor 7

- Programación de impresión

Los archivos *.stl de las cuatro piezas exportados desde el *Rhinoceros©* se cargaron en el software de programación de impresión 3D *Repetier-Host©*, con un escalado al 70% de su tamaño. Se realizó el slicing con *Slic3r©* con altura de capa 1,5mm y en modo Spiral.

Fig. 7 Captura de pantalla de programación de la impresión de sólido textura valor 0

- Preparación de pasta

Su usó una pasta compuesta por 65% arcilla Tinkar, 30% cuarzo y 5% bentonita, mezclada en seco, hidratada hasta estado barbotina y reposada en bolsa de tela hasta lograr la consistencia de extrusión

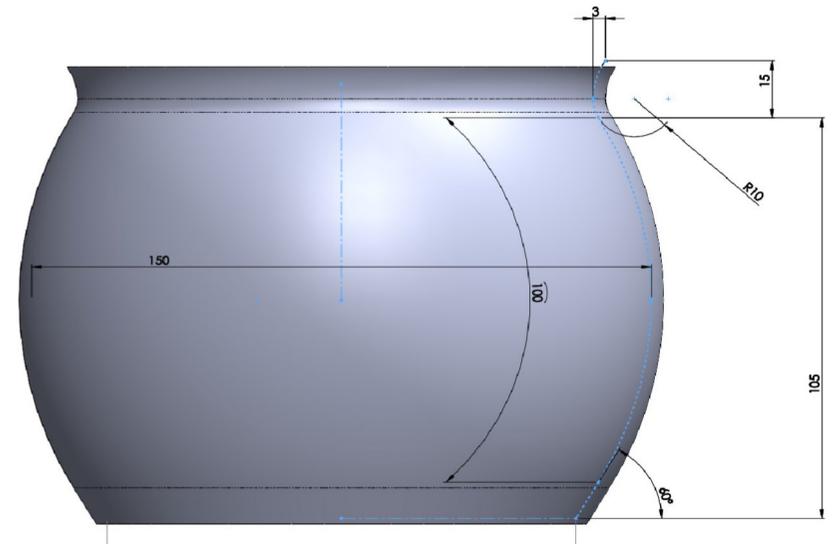
- Impresión 3D

Se empleó el dispositivo de extrusión-deposición V4 con boquilla $\varnothing 1,6\text{mm}$, montado sobre la impresora cartesiana FlyngBear 902 adaptada.

Fig. 8 Equipo de impresión en funcionamiento

Fig. 9 Extrusor imprimiendo probetas

Figura 2: Modelado 3D de sólido de revolución a partir de la silueta típica de la olla



- Secado

Fig. 10 Piezas impresas en estado cuero, De derecha a izquierda, valores de textura 7, 4, 2 y 0 mm

Fig. 11 Pieza en estado cuero textura 0

Fig. 12 Pieza en estado cuero textura 2

Fig. 13 Pieza en estado cuero textura 4

Fig. 14 Pieza en estado cuero textura 7

- Cocción y terminación

Se realizó una primera cocción a 900°C, se aplicó una pátina de arcilla APM y fundente y luego una segunda cocción a 1040°

Fig. 15 Piezas cocidas texturas 4 y 7

Fig. 16 piezas cocidas texturas 4 y 7

Fig. 17 pieza cocida textura 7

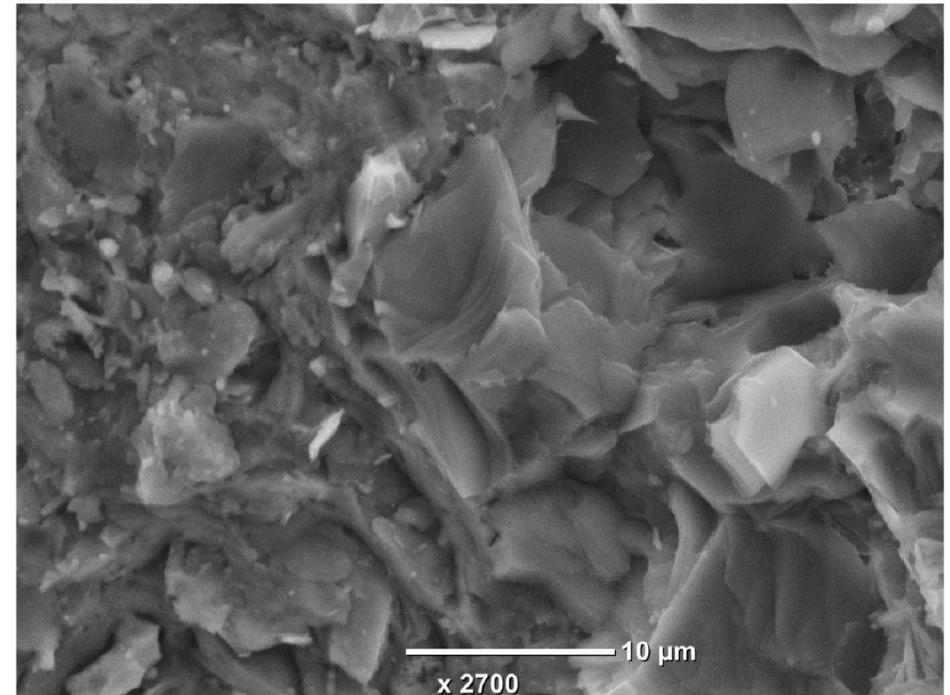
Fig. 18 pieza cocida textura 2

Comentarios finales

En el marco de un proyecto de investigación y desarrollo “ Desarrollo de una tecnología de impresión 3D por sistema de extrusión-deposición de materiales cerámicos“, en esta particular experiencia se logró realizar un proyecto de diseño y fabricación relativamente exitoso basándose en impresión 3D de pastas cerámicas-arcillosas y usando como insumo proyectual la morfología (a escala humana) y la microestructura (escala microscópica) de cerámicos de alto valor cultural pertenecientes a la producción alfarera de los artesanos tradicionales actuales del pueblo de Casira, en la provincia de Jujuy, en la república Argentina.

Asimismo, se logró imprimir una serie de piezas mediante la metodología propuesta lo que permitió ajustar y experimentar variables de proceso que dan cuenta de las posibilidades y limitaciones de la estrategia de conformado. La configuración de proceso usada permitió obtener piezas de Ø150, 150 mm de altura y 2 a 3 mm de espesor de pared, con buen resultado en el efecto de textura buscado.

Figura 3: Imagen microscópica de una olla de Casira



Agradecimientos

Los autores agradecen a CONICET y UNLa por el financiamiento (PIO UNLa 2016-2021); MFS agradece por la beca posdoctoral CONICET.

Referencias

- Paltrinieri, A., Rendtorff, N., & Fuente, G. D. L. (2019). Casira: pueblo alfarero argentino. Procesos de producción, circulación y materialidad en el arte cerámico local contemporáneo. *Investigación Joven, 6* (Especial), 91-92. ISSN 2314-3991
- Rendtorff Birrer, N., Serra, M. F., Paltrinieri, A., Hernandez, M. F., Gauna, M. G., Moyas, E., & Conconi, M. S. (2016). Cerámica roja artesanal contemporánea de Casira, Jujuy Argentina, caracterización del material. *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación cerámica, 3*.
- McNeel Robert & Associates. (2009, 2021). *Grasshopper*®. <https://www.rhino3d.com/features/#grasshopper>
- McNeel Robert & Associates. (1993, 2021). *Rhinoceros*®. <https://www.rhino3d.com/mcneel/about/>
- Ranellucci, A. (2011, 2017). *Slic3r* ©. <https://slic3r.org/>
- Hot-World GmbH & Co. KG. (s. f.). *Repetier-Host*®. Repetier Software. <https://www.repetier.com/about-us/>
- Ruscitti, A., Rendtorff Birrer, N. M., & Serra, M. F. (2017). *Dispositivo de Impresión 3D de Pasta Cerámica UNLa-CETMIC, por alimentación neumática y extrusión a tornillo, Versión 1*. <https://doi.org/10.18294/rdi.2019.175797%20>
- Ruscitti, A., Rendtorff Birrer, N. M., & Serra, M. F. (2017). *Dispositivo de Impresión 3D de Pasta Cerámica UNLa-CETMIC, por alimentación neumática y extrusión a tornillo, Versión 2*. <https://doi.org/10.18294/rdi.2019.175798%20>
- Ruscitti, A., Rendtorff Birrer, N. M., & Serra, M. F. (2017). *Dispositivo de Impresión 3D de Pasta Cerámica UNLa-CETMIC, por alimentación neumática y extrusión a tornillo, Versión 3*. <https://doi.org/10.18294/rdi.2019.175799%20>
- Ruscitti, A., Rendtorff Birrer, N. M., Serra, M. F., & Stabile, M. (2018). *Dispositivo de Impresión 3D de Pasta Cerámica UNLa-CETMIC, por extrusión con pistón mecánico para jeringa estándar*. <https://doi.org/10.18294/rdi.2019.175801%20>

Figura 4: Algoritmo paramétrico de aplicación de textura al sólido básico de la olla

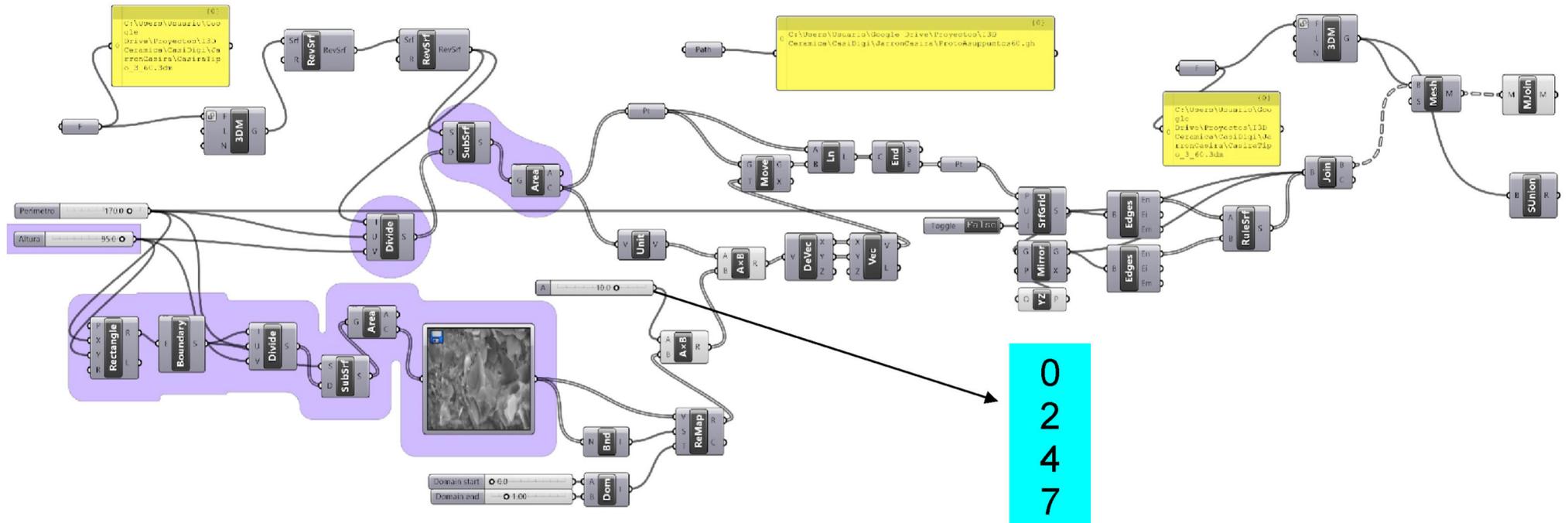


Figura 5: Renderizado de sólido con textura aplicada en forma simétrica, valor 2

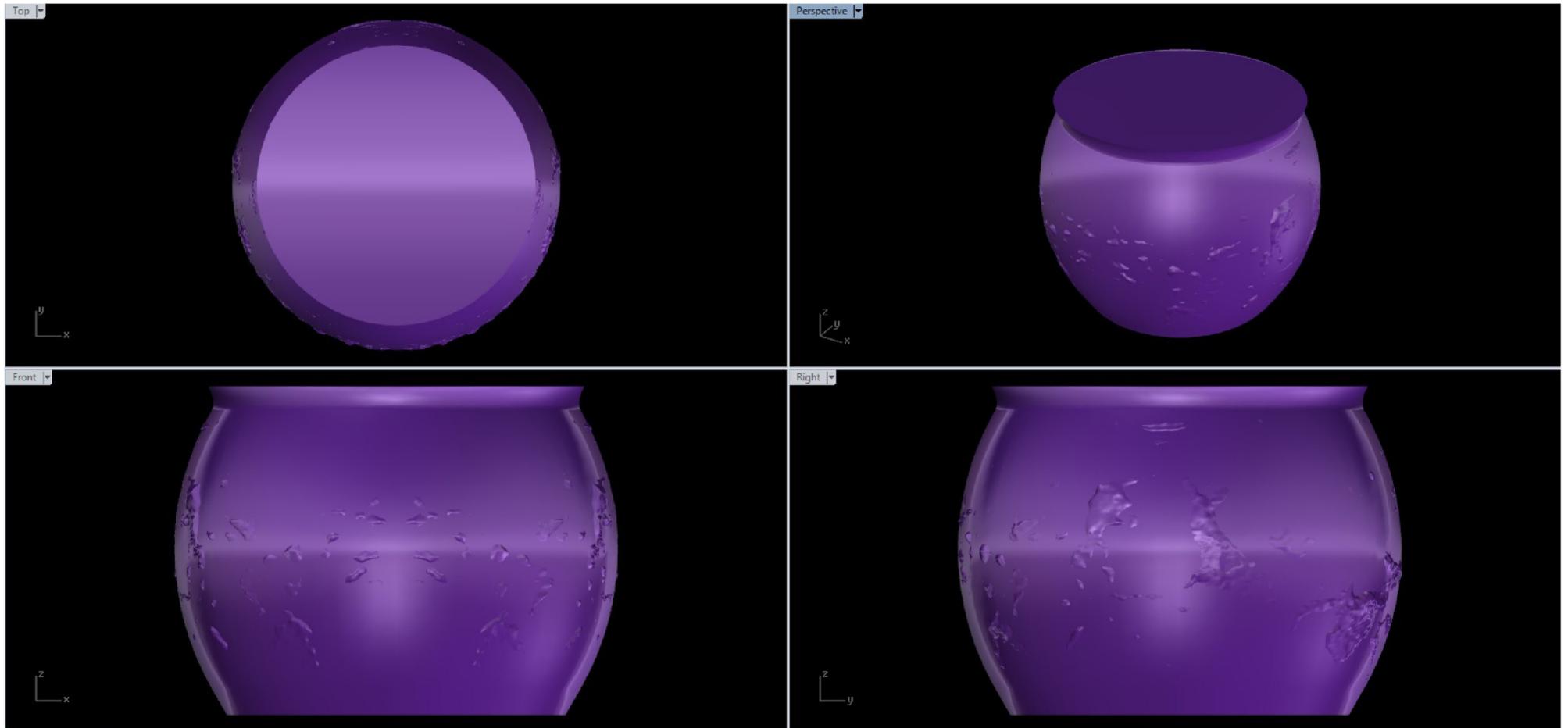


Figura 6: Renderizado de sólido con textura aplicada en forma simétrica, valor 7

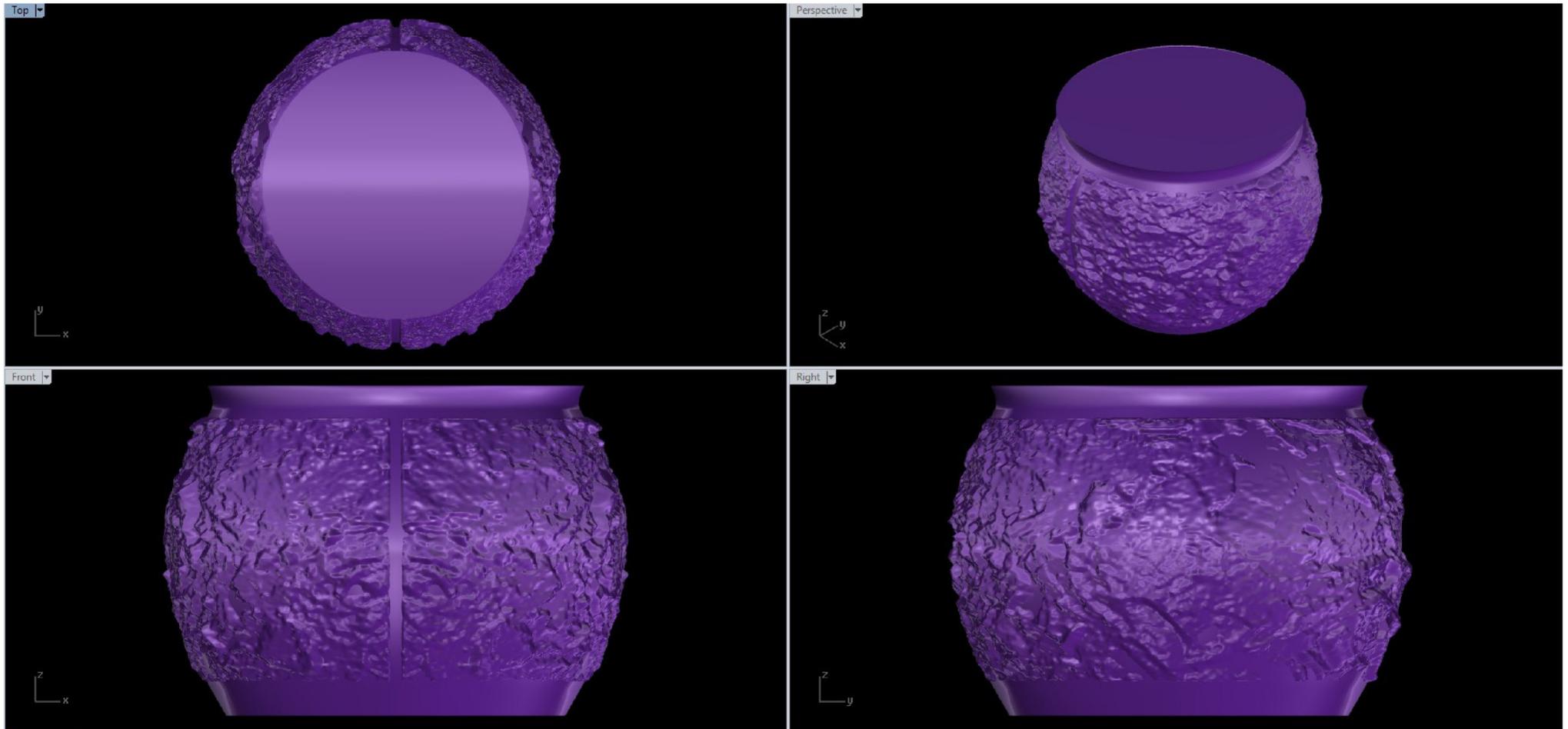


Figura 7: Captura de pantalla de programación de la impresión de sólido textura valor 0

The screenshot displays the Repetier-Host V2.1.6 interface. The main window shows a 3D view of a yellow, textured bowl-like object on a grey grid. The software's menu bar includes 'Archivo', 'Ver', 'Configuración', 'Impresora', 'Servidor', 'Herramientas', and 'Ayuda'. The toolbar contains icons for 'Conectar', 'Archivo', 'Registro', 'Filamento', and 'Desplazamientos'. On the right, there are buttons for 'Configurar Impresora', 'Modo Fácil', and 'Parada de Emergencia'. The 'GCode' panel on the right shows the following code:

```
1: generated by Slic3r 1.3.1-dev on 2021-07-30 at 15:21:34
2:
3: external perimeters extrusion width = 3.00mm (41.78mm³/s)
4: perimeters extrusion width = 3.00mm (41.78mm³/s)
5: infill extrusion width = 3.00mm (97.49mm³/s)
6: solid infill extrusion width = 3.00mm (97.49mm³/s)
7: top infill extrusion width = 3.00mm (97.49mm³/s)
8:
9: (hipodermica 1.6)
10: G28 ; home all axes
11: G1 Z5.000 F1000 ; lift nozzle
12: M302 ;habilitar impresion en frio
13: ; Filament gcode
14:
15: G21 ; set units to millimeters
16: G90 ; use absolute coordinates
17: M82 ; use absolute distances for extrusion
18: G92 E0 ; reset extrusion distance
19: G92 E0 ; reset extrusion distance
20: G1 Z1.500 F6000.000 ; move to next layer (0)
21: G1 E-2.00000 F2400.00000 ; retract extruder 0
22: G92 E0 ; reset extrusion distance
23: G1 X43.179 Y61.874 F6000.000 ; move to first external small perimeter
24: G1 E2.00000 F2400.00000 ; unretract extruder 0
25: G1 F900
26: G1 X44.789 Y60.787 E5.24389 ; external small perimeter
27: G1 X45.790 Y60.161 E7.21519 ; external small perimeter
28: G1 X46.800 Y59.565 E9.17405 ; external small perimeter
29: G1 X47.817 Y58.998 E11.11986 ; external small perimeter
30: G1 X48.849 Y58.456 E13.06499 ; external small perimeter
31: G1 X49.892 Y57.941 E15.00888 ; external small perimeter
32: G1 X50.941 Y57.456 E16.93815 ; external small perimeter
33: G1 X51.996 Y56.999 E18.85964 ; external small perimeter
34: G1 X52.932 Y56.620 E20.54520 ; external small perimeter
35: G1 X54.124 Y56.169 E22.67365 ; external small perimeter
36: G1 X55.192 Y55.796 E24.56237 ; external small perimeter
37: G1 X56.263 Y55.452 E26.44289 ; external small perimeter
38: G1 X57.333 Y55.136 E28.30589 ; external small perimeter
39: G1 X58.407 Y54.846 E30.16354 ; external small perimeter
40: G1 X59.481 Y54.584 E32.00903 ; external small perimeter
41: G1 X60.556 Y54.348 E33.84822 ; external small perimeter
42: G1 X61.626 Y54.140 E35.66800 ; external small perimeter
```

Below the G-code, there are settings for 'Visualización' (Visualización) with options for 'Mostrar Todo', 'Mostrar una Capa', and 'Mostrar Rango de Capas'. The 'Primera Capa' is set to 0 and 'Última Capa' is set to 1. The status bar at the bottom shows 'R1 C1 Insertar Capa 0 Extrusor 0 Tiempo de impresión:37m:40s' and 'Idle'.

Figura 8: Extrusor imprimiendo probetas



Figura9: Equipo de impresión en funcionamiento

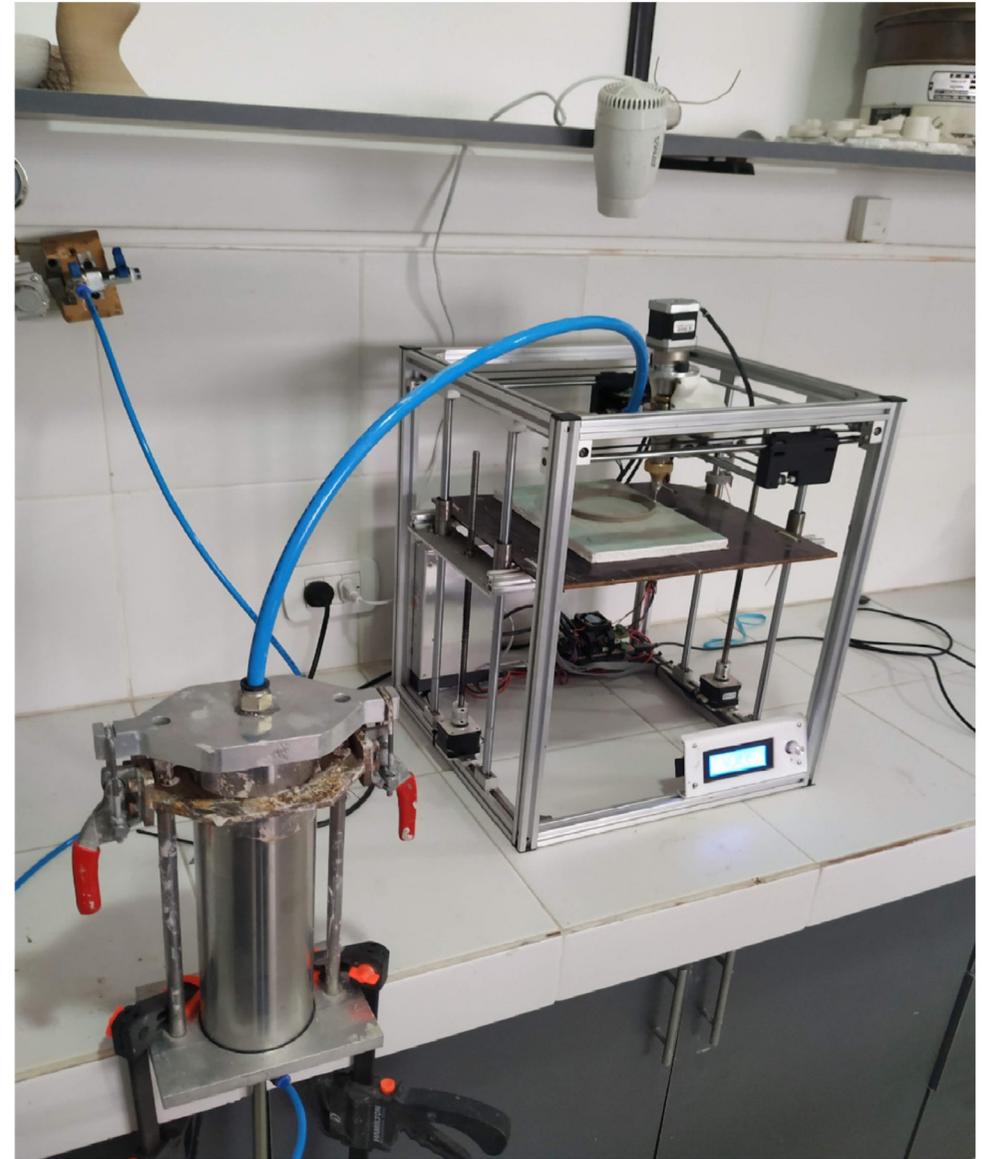


Figura 10: Piezas impresas en estado cuero. De derecha a izquierda, valores de textura 7, 4, 2 y 0 mm



Figura 11: Pieza en estado cuero textura 0



Figura 12: Pieza en estado cuero textura 2



Figura 13: Pieza estado cuero textura 4



Figura 14: Pieza estado cuero textura 7



Figura 15: Piezas cocidas texturas 4 y 7



Figura 16: Piezas cocidas texturas 4 y 7



Figura 17: Pieza cocida textura 2



Figura 18: Pieza cocida textura 7

