



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del
Producto**

**El diseño de la cerámica Vaccea, su
influencia en nuestros objetos y una
reinterpretación actual**

Autor:

Rodríguez Jiménez, Sara

Tutor:

**Portillo de la Fuente, Ana María
Matemática Aplicada**

Valladolid, julio 2018.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

El diseño de la cerámica Vaccea, su influencia en nuestros objetos y una reinterpretación actual

Sara Rodríguez Jiménez
Tutora: Ana María Portillo de la Fuente

Índice general

1. Abstract
2. Memoria
 - 2.1. Introducción y objetivos
 - 2.1.1. Introducción (Historia)
 - 2.1.2. Enunciado
 - 2.1.3. Estudio de mercado
 - 2.1.4. Objetivos
 - 2.2. Comparativa de la cerámica vaccea con los diseños actuales
 - 2.2.1. Cerámicas a mano
 - 2.2.2. Cerámicas a torno
 - 2.2.3. Elementos singulares
 - 2.3. Diseño
 - 2.3.1. Fase analítica
 - Elección y justificación
 - Desarrollo del diseño
 - Consideraciones estéticas
 - Consideraciones ergonómicas y técnicas
 - Ecodiseño
 - 2.3.2. Fase creativa
 - Descripción de elementos diseñados
 - Renders
 - 2.3.3. Fase ejecutiva
 - Materiales
 - Proceso de fabricación
 - 2.4. Estudio de volúmenes
 - 2.5. Conclusiones
3. Bibliografía
4. Planos
5. Anexos
 - 5.1. Anejo I: Presupuesto
 - 5.2. Anejo II: Diagramas de proceso
 - 5.3. Anejo III: Determinación de aspectos ambientales
 - 5.3.1. Anexo I: Rueda de Lids
 - 5.3.2. Anexo II: Matriz MET
 - 5.4. Anejo IV: Planificación del proyecto
 - 5.4.1. Gant fabricación
 - 5.5. Anejo V: Análisis DAFO

ABSTRACT

Índice

1. ABSTRACT

1. Abstract

Abstract

Repaso a toda la cultura vaccea, en concreto a la región de *Pintia*, situada en Padilla de Duero (Valladolid). Se estudian las cerámicas encontradas en estos yacimientos y se hace una comparativa en profundidad de estas piezas con los diseños cerámicos actuales. También se realiza un diseño de vajilla basado en estas cerámicas, más concretamente en las cerámicas negras bruñidas. Por último, se realiza un estudio de volúmenes de vasijas incompletas que no han sido posibles de analizar por los métodos tradicionales, mediante un fórmulas matemáticas de cuadratura numérica.

Palabras clave: vacceos, cerámica vaccea, Pintia, vajilla, volúmenes.

MEMORIA

Índice

2. Memoria	
2.1. Introducción y objetivos	1
2.1.1. Introducción (Historia)	
2.1.2. Enunciado	
2.1.3. Estudio de mercado	
2.1.4. Objetivos	
2.2. Comparativa de la cerámica vaccea con los diseños actuales	7
2.2.1. Cerámicas a mano	
2.2.2. Cerámicas a torno	
2.2.3. Elementos singulares	
2.3. Diseño	23
2.3.1. Fase analítica	
- Elección y justificación	
- Desarrollo del diseño	
- Consideraciones estéticas	
- Consideraciones ergonómicas y técnicas	
- Ecodiseño	
2.3.2. Fase creativa	
- Descripción de elementos diseñados	
- Renders	
2.3.3. Fase ejecutiva	
- Materiales	
- Proceso de fabricación	
2.4. Estudio de volúmenes	42
2.5. Conclusiones	59

2. Memoria

2.1. Introducción y objetivos

1

2.1.1. Introducción a los Vacceos

Los Vacceos son considerados el primer pueblo estable en la Meseta Norte, ya que su existencia está probada desde el s. IV a.C. Se instalaron en la zona central del Duero (Centro de Estudios Vacceos Federico Wattenberg (s.f.)).

Como consecuencia de las presiones ejercidas por los pueblos germanos, alcanzaron las tierras del interior peninsular a mitad del s. IV a.C. junto con otros pueblos como los Arévacos.

En el estudio de los diferentes yacimientos extendidos por la península Ibérica se encuentran evidencias de poblamiento desde el Neolítico hasta la II Edad del Hierro.

El apogeo del comercio del estaño en la época de los Tartessos puso en contacto a los Vacceos con otros pueblos más evolucionados del Sur de España. La base económica de los Vacceos era principalmente agropecuaria, con especial importancia en el cultivo de cereales, lo que proporcionó el desarrollo de este comercio exterior.

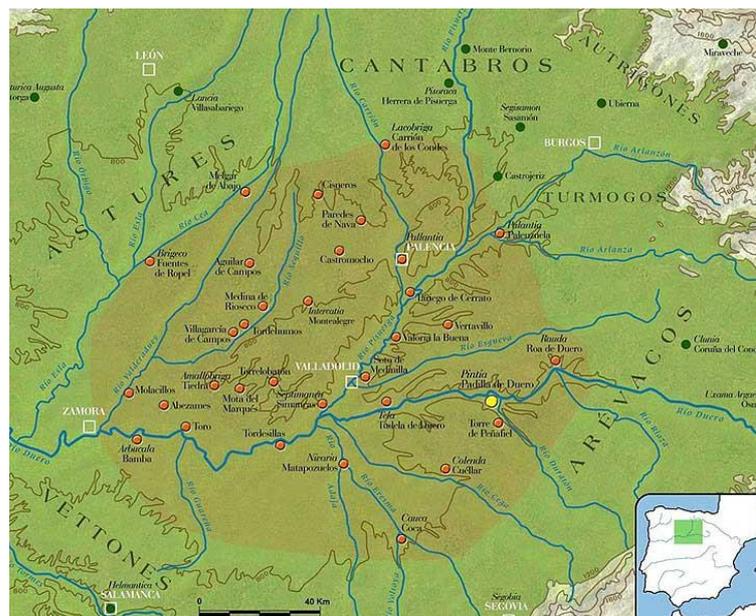


Ilustración 1. Distribución del territorio vacceo en la península

Los Vacceos, como hemos dicho, fueron de los primeros pobladores de la Meseta, con un patrón de poblamiento particular, habitando las primeras ciudades, regidas por una aristocracia guerrera. Estas ciudades estaban pobladas por unos cuantos miles de habitantes, y se diferenciaban por una evidente separación unas de otras, lo que formaban verdaderas ciudades-estado independientes.

De estas ciudades, la más conocida es *Pintia*, situada actualmente en la zona de Padilla de Duero/Pesquera de Duero, en la provincia de Valladolid. Esta ciudad estaba formada por diferentes áreas funcionales, encontrando un área principal de hábitat delimitado por murallas de adobe y madera, que hacían de defensa de la ciudad, y otras áreas como fosos, arrabales, barrios artesanales etc., que se encontraban fuera de estos muros.

En el interior de las murallas, es decir, en la zona residencial, se aprecia una racionalidad en la distribución de elementos como calles formando manzanas o viviendas en forma rectangular para facilitar la distribución.

Estas viviendas estaban fabricadas de adobe, tapial y madera, con cubiertas de paja y suelos de tierra apisonada. La vida doméstica quedaba a nivel del suelo, con diversos elementos semienterrados que facilitaban su uso a estos niveles. También encontramos en el interior de la vivienda zonas de almacenamiento, procesado de alimentos, hornos domésticos, telares, etc.



Ilustración 2. Ilustración que reproduce la vida doméstica vaccea.

La influencia vaccea se localiza en la zona donde se encuentra actualmente la provincia de Valladolid y provincias de alrededores, manifestada en múltiples aspectos como la arquitectura de adobe, la agricultura cerealista, la cultura de vino y banquete, etc.

Según los estudios realizados por el Centro de Estudios Vacceos Federico Wattenberg (Los Vacceos, (s.f)), las creencias del pueblo Vacceo están basadas en las de los Celtas, con una idea globalizadora, no antropomorfizada, donde la noche origina al día y el ser nace del no-ser. De esto se entiende que los celtas contaran por noches y fijaran el inicio del año en la noche del 1 de noviembre, de donde nacen las festividades del Día de los Santos o Halloween.

Teniendo en cuenta la poca conceptualidad de los vacceos a la hora de las representaciones, ya que la mayoría se basan en elementos geométricos como círculos o rombos, cabe destacar unas enigmáticas piezas encontradas en los yacimientos en las que se representa, al parecer, unos animales en perspectiva cenital. Probablemente estén aludiendo a algún tipo de cosmogonía o mito del que no se ha podido averiguar su interpretación.

Además, en lo que respecta a las creencias en el Más Allá del pueblo vacceo, debemos hablar de rituales funerarios, en los cuales se practicaba normalmente la cremación de los cadáveres, salvo casos de guerreros, que se exponían a los buitres, y los neonatos, que eran enterrados bajo el suelo de sus casas. Estos datos se reducen al único cementerio encontrado de la región vaccea (Las Ruedas, de *Pintia*), cuyo desarrollo cronológico abarca desde el siglo IV a. C. hasta el final del I d. C.

Una evidente creencia en la inmortalidad llevó a estas gentes a trasladar a las tumbas muchos elementos que en vida habían simbolizado su estatus social. Esto ha ayudado enormemente a los arqueólogos e historiadores a conocer mejor el funcionamiento de la sociedad vaccea, mediante los objetos encontrados en la mayoría de las tumbas exploradas en los yacimientos. Por ello, la gran cantidad de estas piezas, se traduce en una sociedad de compleja jerarquización, dirigida por una minoritaria oligarquía guerrera y sustentada por una amplia base social.

Este proyecto está dedicado principalmente al estudio de la Necrópolis de Las Ruedas de *Pintia*, y más concretamente a las cerámicas encontradas en estos yacimientos.

Al inicio de este proyecto, se realizó una visita al Centro de Estudios Vacceos Federico Wattenberg, situado en la localidad de Padilla de Duero, Valladolid. En ella, acompañados del director Carlos Sanz, se pudieron ver las instalaciones preparadas para la limpieza y restauración de las piezas encontradas en los yacimientos. También visitamos el almacén donde se encuentran estas piezas,

así como la documentación que esto conlleva. Se vieron las piezas reales de las que luego hablaremos y de las cuales se ha realizado el estudio de volúmenes. Además, se tomaron fotografías de la mano de Pablo Gabriel Calero, algunas de las cuales han sido utilizadas tanto para este proyecto, como para el artículo publicado en el Anuario Vaccea 2018, realizados por la autora y la tutora de este TFG.

En conclusión, se realizó una primera toma de contacto en la que tanto la tutora del proyecto Ana María Portillo, como la autora de este proyecto Sara Rodríguez, en la que nos empapamos de toda la cultura vaccea así como del ambiente y la metodología arqueológica, ambos necesarios para la correcta realización de este proyecto.



Ilustración 3. Visita al Centro de Estudios Vacceos Federico Wattenberg

2.1.2. Enunciado del proyecto

El desarrollo de este proyecto está basado en las cerámicas vacceas encontradas en los yacimientos de *Pintia*, en la zona de Padilla de Duero (Valladolid). Las excavaciones y el estudio de los restos arqueológicos

encontrados en estos yacimientos vacceos son llevados a cabo por el Centro de Estudios Vacceos Federico Wattenberg de la Universidad de Valladolid.

Este proyecto surge de la idea de aunar los conocimientos técnicos adquiridos en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto, con los conocimientos y estudios arqueológicos de la cultura vaccea realizados por nuestra universidad. De esta manera, confluyen en este proyecto campos que raramente coinciden dentro de los mismos estudios.

5

El proyecto se divide en dos partes. Por un lado, el diseño de una vajilla moderna de inspiración vaccea, en el cual se reúne el estudio arqueológico de las cerámicas vacceas para la inspiración de este nuevo diseño y la comparativa de estas cerámicas con las actuales de nuestro tiempo, es decir, se sustenta en el legado cultural que nos han dejado nuestros antepasados.

Por otro lado, se ha realizado un estudio de los volúmenes de varias piezas encontradas en estos yacimientos, algunas de las cuales al estar fracturadas o incompletas su volumen no puede calcularse con la técnica tradicional del rellenado con semillas. El volumen de revolución de piezas torneadas se ha aproximado mediante fórmulas compuestas de cuadratura numérica. Esto se ha implementado mediante la elaboración de un programa en Matlab que nos permite calcular con gran aproximación estos volúmenes.

2.1.3. Breve estudio de mercado

Inicialmente hemos realizado un pequeño estudio de mercado buscando las vajillas actuales que también inspirarán nuestro diseño. Existen todo tipo de vajillas en nuestros tiempos, de multitud de materiales, principalmente porcelana, loza, gres y melanina (Díez, T. 2015).

Normalmente, las vajillas se comercializan en piezas separadas o formando conjuntos que suelen estar formados por varias piezas de platos llanos, hondos y pequeños o de postre.

También existen algunos estudios dedicados solo al diseño de vajillas únicas, de alto coste y exclusividad, como: Luesma & Vega (Ilustración 4), Cookplay o Pedro León, entre otros. Estos estudios se dedican a crear vajillas exclusivas para restaurantes y marcas, siendo éstas de gran variedad de tipos y materiales como metal, mármol o jade (Ávalos, A., 2016).



Ilustración 4. 'Hojasanta'. Diseño de vajilla de Luesma & Vega

También encontramos las vajillas comercializadas en grandes superficies, que suelen ser de materiales cerámicos más típicos, pero que también tienen su etapa de diseño, habiendo miles de diseños diferentes.

Las tendencias actuales van en busca de exclusividad a bajo precio. El público busca gastar poco dinero en piezas con buena apariencia y funcionalidad, y eso es en lo que se centrará nuestro diseño principalmente.

2.1.4. Objetivos

En este apartado se enumeran los objetivos concretos que se pretenden conseguir con este proyecto.

- Hacer un estudio en profundidad de la cultura vaccea, concretamente de las piezas cerámicas encontradas en los yacimientos de Padilla de Duero (Valladolid).
- Comparar las cerámicas vacceas con los diseños actuales de cerámica y estudiar el legado que nos han dejado hasta nuestros días, viendo cómo ha evolucionado la cultura y también lo que perdura desde tiempos prerromanos.
- Diseñar una vajilla basada en las cerámicas vacceas, que sea fabricable y compuesta de varias piezas diferentes. En este caso, se presentarán los diseños con sus respectivos planos, procesos de fabricación, materiales, etc.

- Hacer un estudio de los volúmenes de las piezas cerámicas encontradas en los yacimientos de Padilla de Duero (Valladolid) que no se han podido conocer por encontrarse incompletos o rotos.
- Escribir un artículo basado en este proyecto, que se publicará en la revista *Anuario Vacceo 2018*, de la Universidad de Valladolid.

2.2. Comparativa de la cerámica vaccea con los diseños actuales

En este apartado, veremos cómo las civilizaciones prerromanas han dejado huella en los diseños actuales, y compararemos algunas de las piezas encontradas en los yacimientos de *Pintia* con piezas actuales que aún conservan un diseño similar.

Como podemos ver en el Anuario Vaccea 2011 (Sanz Mínguez, C., Carrascal Arranz, J.M.), a finales del s. IV a.C. asistimos a la aparición de un nuevo horizonte cultural, con la aparición de elementos como la generalización de la metalurgia del hierro, la intensificación del cultivo cerealista, la mayor complejidad social con la consolidación de una aristocracia guerrera, el crecimiento demográfico y el nacimiento de las primeras ciudades, los cambios de mentalidad en el ámbito funerario expresados en la aparición de cementerios de incineración, o la generalización de la fabricación de recipientes mediante el empleo de torno. Todas ellas son algunas claves de la cultura del pueblo vacceo, vigente durante la segunda mitad del Primer Milenio a.C.

Una de estas claves es la fabricación de piezas mediante torno, que poco a poco se va introduciendo cada vez más en la cultura, lo que indica una tendencia a la semi-industrialización.

Dentro de todas las piezas encontradas en las excavaciones, predomina la de las cerámicas. Estas son piezas con identidad propia de la cultura vaccea, bien diferenciables del resto, como la celtibérica, por su variado repertorio y características. Hablaremos a continuación de cada tipo y compararemos algunas de estas piezas con los elementos utilizados en la actualidad, diferenciando tres tipos principales: Cerámicas a mano, cerámicas a torno y producciones singulares.

2.2.1. Cerámicas a mano

La cerámica realizada a mano se da durante toda esta etapa, junto con la cerámica realizada a torno, y tiene su mayor apogeo durante los siglos IV y III a.C.

Como el resto de elementos, es un grupo con una gran variedad en cuanto a materiales y recursos formales y decorativos. Existen piezas toscas y otras muy depuradas, en las que se añaden partículas desgrasantes (especialmente calizas) con la intención de regular la plasticidad, facilitar el secado y dotar de una mejor resistencia. Esto es comparable a las técnicas de producción actuales, en las que se añaden aditivos a los materiales para dotarles de características diferentes a los de las materias primas.

El tratamiento de la superficie también difiere bastante de unas piezas a otras, encontrando piezas con acabados poco cuidados y otras con alisados e incluso bruñidos (pulidos para cerrar poros y dar brillo). Este tipo de técnicas también son utilizadas ahora, de forma más avanzada mediante máquinas pulidoras y herramientas como lijas, pero con la misma finalidad de embellecer las piezas, lo que demuestra una tendencia más del ser humano en cuanto a los diseños.

Por otro lado, se utilizan dos tipos de conchura: el horno reductor, en la que se provoca una disminución de oxígeno dentro de la cámara de cocción, y las oxidantes. Esto determina la coloración de la pieza, siendo las del horno reductor de colores grises y negros.

En cuanto a las formas, se diferencian más de una treintena de tipos de perfiles, aunque los más utilizados son los de cuenco y los de cuenco-taza.

Los recursos estéticos y decorativos poseen también un amplio repertorio, pudiéndose utilizar varios tipos combinados en la misma pieza. Destacan la técnica incisa (simple y a peine) y la impresa (a peina, punta de navaja, ruedecilla muelle, cazoletas y estampaciones) ver por ejemplo la Ilustración 5, existiendo también de manera más excepcional la acanalada, la excisa, la plástica de cordones, gallones o tetones, la incrustación de grapas de cobre, la calada o la pintada después de la cocción. Este tipo de técnicas se utilizan también en la actualidad, aunque de formas más actualizadas, en muchas decoraciones de piezas como vajillas, jarrones y demás elementos cerámicos, como se puede ver en la Ilustración 6.



Ilustración 5. Vasito hecho a mano con decoración impresa



Ilustración 6. Jarrones actuales con decoración grabada

Este tipo de ornamentación se dispone en las cerámicas vacceas en frisos horizontales, que pueden aparecer de forma individual o superpuestos y ocupando la parte media o superior formando series repetidas, dejando libres el borde y la zona inferior, que a veces se decora con esquemas radiales. Estas decoraciones se realizan principalmente con un peine inciso, creando trenzados, ondulaciones, etc. Aunque en la zona sur del territorio vacceo destaca más la técnica de peine impreso. Con estas última, se alcanza un alto grado de complejidad y variedad estética, y resulta un procedimiento casi exclusivo de las cerámicas realizadas a mano.

En conclusión, de este grupo en particular de cerámicas, deducimos que ya en tiempos prerromanos se utilizaban técnicas rudimentarias para mejorar la estética y las propiedades del barro de las cerámicas, que se ha ido actualizando hasta nuestros días con los mismos fines de embellecimiento estético y mejora de propiedades de los diseños.

2.2.2. Cerámicas hechas a torno

En el valle medio del Duero se empiezan a afianzar el uso del torno en la elaboración de cerámicas a comienzos del siglo IV a.C.

El aprendizaje de este nuevo sistema de producción alfarera viene de los contactos previos con el mundo ibérico y constituye un exponente más del desarrollo urbano que tiene lugar en ese momento, y surge como solución para cubrir las necesidades domésticas y funerarias vinculadas al desarrollo de los cementerios.

Se desconoce el alcance de estas producciones. Es posible que sirviera solo para cubrir necesidades internas, o que también existiera algún tipo de comercio externo. Sea como fuere, esta técnica confiere a las producciones una calidad notable, con recipientes de gran tamaño, torneados varias veces y con unos acabados excepcionales. Esto se traduce en la actualidad como una gran capacidad de mejora ante cambios demográficos, al igual que ahora existen grandes productores, en aquellos tiempos se adaptaron de esta forma a las necesidades de los pueblos.

Existen varias especialidades de cerámicas vacceas echas a torno, algunas de las cuales son una clara inspiración de las creadas a mano.

La más numerosa de las cerámicas encontradas es la llamada *cerámica fina anaranjada*, que encontramos en gran variedad de formas y con una rica decoración pintada. Se realiza con arcillas muy depuradas y se lleva a cabo la cocción en horno oxidante, lo que le otorga a este tipo de vasijas un tono anaranjado o rojizo uniforme, como puede verse en la Ilustración 7.

Este tipo de arcillas son comparables con las utilizadas en la actualidad por alfareros y artesanos, que siguen produciendo sus diseños únicos para comercializarlos en mercados y pequeños comercios. Este tipo de cerámicas no suelen quedar sin pintura, por lo que es difícil encontrarlas con el mismo color que las vacceas, pero sin pintura son del mismo color y material que éstas (Ilustración 8).



Ilustración 7. En la esquina superior derecha, cerámicas finas vacceas anaranjadas



Ilustración 8. Elaboración de una pieza cerámica artesanal

Cabe mencionar también, que las grandes dolias, que son recipientes de gran tamaño encontrados en las excavaciones, eran de este tipo. Estaban solo decoradas en la parte superior (el tercio más alto) porque normalmente se encontraban semienterradas en el suelo y se utilizaban para el almacenamiento de alimentos.



Ilustración 9. Dolias encontradas en los yacimientos de Pintia

Otro tipo característico de la cerámica a torno vaccea es la llamada *cerámica estampada*, que se puede considerar un subgrupo de la cerámica fina anaranjada, ya que comparte con ésta los colores y muchas de las decoraciones, pero difieren en que el barro utilizado no está tan depurado, quedando piezas algo más bastas y de peor calidad. Además, son piezas menos variadas, reduciéndose a vasos y cuencos simples de tamaño pequeño y mediano.

Otro gran conjunto básico de la cerámica vaccea es el de la *cerámica común*, que se utiliza en multitud de recipientes, normalmente de tamaño mediano, y de usos domésticos variados. Uno de los usos comunes es el de recipiente funerario, sustituyendo a las urnas cinerarias utilizadas hasta la segunda mitad del s. IV a.C. Se trata de piezas realizadas con barros poco decantados a los que se han añadido desgrasantes de grano medio y grueso. En estas piezas se percibe al tacto la huella del torno, ya que son piezas ásperas y toscas que no reciben un alisado tras su elaboración. Se cuece en horno reductor, lo que les confiere un tono gris, negro o pardo. No contienen variaciones formales y carecen de ornamentación. Este grupo es difícil de comparar con algún tipo de pieza actual, ya que son cerámicas básicas que no tienen gran relevancia en cuanto a diseño.

Por otro lado, nos encontramos la *cerámica gris bruñida*. Este grupo es importante en cuanto a la calidad de sus piezas, ya que son escasas en número las vasijas encontradas de este tipo, pero de una gran calidad técnica. Su color

gris homogéneo es resultado de su cocción en horno reductor, y la superficie brillante surge del bruñido de las piezas exteriores e interiores.

Este tipo es fácil de confundir con la llamada *cerámica gris argétea*, que se diferencia del grupo anterior por las decoraciones mediante incisiones, rehundidos, acanaladuras y estampillas, que se encuentran en las piezas formando frisos, imitando el repujado característico de los recipientes metálicos, en concreto de los vasos argéteos.

13

Por último, hablaremos de la *cerámica negra bruñida*, un tipo de cerámica localizada en la zona sur del Duero medio. Reúne piezas de tamaño mediano y pequeño, y, al igual que las anteriores, de gran calidad técnica. Sus colores son oscuros, casi metálicos, debido al bruñido al que son sometidas tras una cocción en horno reductor. Aparece decoración formada por acanaladuras o incisiones muy tenues realizadas con un instrumento de punta roma. Nos detenemos en este grupo para citar que este grupo es en el que se basa nuestro diseño de vajilla inspirada en la cerámica vaccea, por su gran calidad y resistencia, además de por su gran parecido con piezas de nuestros tiempos.



Ilustración 10. Cerámicas vacceas negras bruñidas



Ilustración 11. Diseño de jarrón actual

En las ilustraciones anteriores, podemos ver claramente la similitud de las formas y colores entre las cerámicas vacceas y los diseños actuales. Esto se traduce en que las tendencias seguidas se van depurando poco a poco y mejorando o que las tendencias y gustos vuelven a ser parecidos.

2.2.3. Producciones singulares

En este apartado, hablaremos de producciones realizadas en arcilla, encontradas en las excavaciones, caracterizadas por ser elementos únicos y producciones muy diferentes a las ya vistas en los apartados anteriores. Son objetos fabricados normalmente a mano, con pastas bien decantadas y de grano fino. Veremos varios tipos de objetos y los compararemos con los utilizados en la actualidad.

- *Cajitas*

Son los elementos más comunes de este grupo. Se elaboran con arcillas muy depuradas, partiendo de un bloque rectangular al que se somete a incisiones y vaciados para formar la cavidad, el asa y las patas. Algunas piezas carecen de decoración, pero otras, en cambio, poseen una gran calidad decorativa, formando cabezas de carneros, caballos o toros, que juntos con las patas, evocan claramente formas de cuadrúpedos (Ilustración 12). En cuanto al uso, no se tiene claro, pero basándose en los contextos recuperados en la necrópolis de las Ruedas de *Pintia*, se inclinan a pensar en su uso como saleros o especieros.

Aunque no sea una tendencia seguida, estas cajas zoomorfas nos recuerdan a los típicos saleros-pimenteros que vienen en pareja con formas de animales (Ilustración 13).



Ilustración 12. Cajitas vacceas zoomorfas



Ilustración 13. Diseño de salero y pimentero con forma de animales

- **Bolas de barro**

Esferoides de entre 1,5 y 5 cm conocidas como canicas. En ellos se aplican distintas técnicas decorativas como impresión puntillada, incisión, estampación o impresión. Su función, al igual que la de las cajas, no está del todo clara, en (Sanz, 2011) se habla de valor simbólico, representando el regreso a la vida, elementos de juego o proyectiles de honda.

En el caso de que fueran elementos de juego, se comparan con las canicas de cristal de nuestros tiempos, y los proyectiles de honda también podrían compararse con los conocidos para el mismo fin de la actualidad. En resumen, son pequeñas esferas utilizadas para los mismos fines que los utilizamos

ahora, pero fabricados con las materias primas de las que disponían en aquel tiempo (Sanz, 2015).

- **Sonajas**

Son recipientes huecos en cuyo interior se encierran piedrecitas o pequeñas bolas de barro, y al agitarlo hacen ruido. Poseen ornamentación impresa o estampada en los ejemplares esféricos, mientras que en los cilíndricos y fusiformes predomina la excisión. En (Sanz, 2011) se habla de un fin con valor protector y simbólico, orientado a ahuyentar los malos espíritus, aunque también cumple su misión de juguete infantil.

Estas pequeñas sonajas nos recuerdan a los sonajeros de los niños actuales, que siendo de nuevos materiales como plásticos, cumplen la misma misión, es decir, son los mismos objetos, pero actualizados en cuanto a componentes. También los diseños se han mejorado incluyendo una agarradera para que su uso sea más sencillo para los niños.



Ilustración 14. Sonaja vaccea cerámica



Ilustración 15. Sonajero infantil de plástico

- Fusayolas

Las fusayolas son piezas de cerámica se utilizaban como contrapeso, colocado en el huso de tipo vertical, para hilar. También sirven de tope cuando se sitúan en la parte inferior del huso.

Son piezas de diversa variedad, ya que existen desde piezas de barro toscas de grano grueso cocidas en ambiente reductor, y piezas muy depuradas cocidas en horno oxidante. En cuanto a las formas, encontramos anulares, cilíndricas, esféricas y bitroncocónicas con un orificio central para su uso.

Estos elementos, con el paso del tiempo han desaparecido, ya que las técnicas y máquinas actuales para tratar los tejidos están muy avanzadas, por lo que no podemos compararlo con ningún objeto actual.



Ilustración 16. Fusayola vaccea

- **Joyas de barro**

Son una serie de objetos encontrados en las excavaciones de Las Ruedas identificados como réplicas en arcilla de piezas metálicas. Las joyas se asociaban con la fortuna, como una manifestación del alto nivel social de los individuos o las familias. Se cree, como se explica en (Sanz, 2011), que este tipo de piezas cerámicas podrían pertenecer a las tumbas de individuos que, al morir de forma prematura sin posesión de joyas heredadas, se les fabricaban estas réplicas para que les acompañasen de forma simbólica en sus tumbas.

Estas joyas con algunas piezas para el pelo y algún abalorio, que no tienen mucho que ver con las utilizadas en la actualidad, por lo que no es necesaria una comparación exhaustiva, aunque sí citar que ya en aquellas épocas de utilizaban adornos en el pelo y joyas, lo que nos indica un deseo por parte de los individuos de exclusividad y de, como hemos dicho antes, necesidad de mostrar a la sociedad su estatus.

- **Fuentes**

En la foto de la Ilustración 17 se comparan dos fuentes que posiblemente tengan un uso similar: a la izquierda una fuente que en la actualidad se emplea para asar lechazo, tanto en las casas particulares de Peñafiel como en los asadores y a la derecha la fuente con aro encontrada en “la estancia del banquete”. A pesar de que ambas fuentes tengan un uso parecido, salta a la vista que la fuente actual es mucho más tosca que la vaccea recuperada en las Quintanas. Mientras que los alfareros vacceos utilizaron pastas muy decantadas para obtener cerámicas de gran finura y elegancia, en la actualidad se busca un objeto práctico sin intención estética. Puede observarse también la belleza de la decoración de la fuente vaccea que posiblemente tiene un carácter simbólico y que podría lucirse colgada en la pared del aro, cuando estuviera en desuso.



Ilustración 17. Ana Portillo, Sara Rodríguez y Carlos Sanz comparando una fuente actual con una fuente vaccea con asa

- **Jarros de pico**

Otro de los objetos que han llegado hasta nuestros días es el jarro de pico que sigue usándose en Peñafiel y otros pueblos castellanos como recipiente para el vino cuando se va a merendar a la bodega con los amigos.



Ilustración 18. Bajando de la bodega de El Corralillo, en Peñafiel, con el vino fresco listo para ser consumido; el jarro mayor de un azumbre de capacidad, el menor, que lleva el niño, de un cuartillo. En torno a 1958 (fotografía de la colección de Juan José Moral Daza).

Como en el caso anterior, se observa un retroceso en relación a los jarros de pico de la época vaccea, de más finura y con una rica y cuidada decoración, con respecto a los sobrios y prácticos jarros de pico actuales. Puede encontrarse detallada información sobre este tema en la publicación “Jarros rituales. Canecas rituais” (Sanz Mínguez, C.).

En la zona de *Pintia*, se han encontrado numerosas piezas de este tipo, destacando el ejemplar encontrado en la llamada “estancia del banquete”. Estos jarros, según (Sanz Mínguez C., 2017), fueron utilizados como jarras de vino pertenecientes a banquetes y rituales celebrados para amigos y parientes por los habitantes vacceos, es decir, tienen el mismo uso que en nuestros tiempos. Su característica forma, con gran cuidado ergonómico para su utilización como jarra para no verter el líquido interior, le confiere al diseño muy acertado en lo referente a su utilidad, y es por ello que se siguen fabricando en la actualidad sin cambiar dicha forma. Esto lo observamos en las Ilustraciones 19, 20 y 21, donde se pueden comparar los jarros encontrados en *Pintia* con los utilizados actualmente en multitud de regiones españolas.



Ilustración 19. Jarro ritual vacceo



Ilustración 20. Jarro de vino cerámico



Ilustración 21. Jarro de pico de cristal

- **Embudos**

Por último, nos encontramos con un objeto realmente característico, que ha sobrevivido prácticamente intacto en lo que a forma y utilidad se refiere. Este objeto es el embudo, que encontramos hecho de barro entre las piezas encontradas en los yacimientos. Podemos verlo en la famosa ilustración de la “estancia del banquete”, de la que hablamos regularmente en este proyecto, donde se representa la vida doméstica de los vacceos con cada tipo de pieza encontrada en los yacimientos. A través de las siguientes ilustraciones podemos comprobar que tiene la misma forma que actualmente.



Ilustración 22. Recorte de la ilustración "estancia del banquete" en el que se ve el embudo



Ilustración 23. Embudo cerámico encontrado en el yacimiento de Pintia

2.3. Diseño

Una de las partes de este proyecto es el diseño de una vajilla inspirada en la cultura vaccea. Para ello nos hemos centrado principalmente en las piezas cerámicas negras bruñidas, las cuales son consideradas piezas de gran valor y asociadas con las clases altas de la cultura vaccea.

2.3.1. Fase analítica

- Elección y justificación

La cerámica negra bruñida se localiza en una zona muy reducida al sur del Duero medio y, en su mayoría, son piezas de tamaño pequeño y mediano, con paredes delgadas y homogéneas. Son realizadas con pastas arcillosas, muy decantadas y duras y poseen colores oscuros y muy brillantes, entre el gris pardo y el negro intenso, debido a la gran calidad técnica que poseen y a la fuerte cocción reductora a la que son sometidos (Ilustración 24). Este acabado se da tanto por fuera como por dentro de cada pieza. Están realizadas a torno invertido pero se pueden confundir con cerámicas hechas a mano ya que se han borrado totalmente las huellas del torno al aplicar el bruñido. Como decoración aparecen en la mayoría de las piezas unas incisiones o acanaladuras realizadas con un instrumento de punta roma. Por último, apuntaremos que se asocian a contextos de gran riqueza, de ahí su espectacular acabado (Sanz, 2009).



Ilustración 24. Piezas cerámicas negras bruñidas encontradas en las excavaciones de Pintia

Tradicionalmente las vajillas estaban realizadas en cerámica, porcelana, loza y cristal o vidrio, pero en el mercado actual existen multitud de vajillas de diferentes tipos y materiales, así como una gran variedad de colores y formas. Muchas se realizan en melanina, otras están hechas de diferentes aleaciones o incluso de pizarra (como la mostrada en la ilustración 25), dependiendo de las características que se requieran para cada vajilla.



Ilustración 25. Vajilla fabricada en pizarra

Para nuestro diseño se ha elegido el gres, un tipo de cerámica más resistente que la porcelana debido a su cocción a altas temperaturas, unos 1300 °C. Este material, además de aportar gran resistencia, también aporta un aspecto robusto y opaco, lo que nos ayuda a conseguir una semejanza con las cerámicas vacceas que nos ocupan.

Se le dará un color negro semimate, imitando al negro bruñido, y dando un aspecto sobrio, elegante y limpio a nuestra vajilla.

Al contrario que las cerámicas vacceas negras bruñidas, que se asocian a familias de clase alta (Sanz, 2011), nuestra vajilla está pensada para hacer llegar a todos los públicos un diseño elegante a la vez que asequible.

- Desarrollo del diseño

Una vez fijados los objetivos que debía cumplir la vajilla, se procedió a elegir los elementos que formarían la misma.

Se decidió que estaría formada por los siguientes elementos: un plato llano grande, un plato llano pequeño, un plato hondo, un cuenco y una copa. Estos elementos son los que se han diseñado, pero a la hora de comercializarlo se podrían hacer packs de varios elementos de cada diseño, o incluso venderse individualmente cada uno.

También se pensó en diseñar una caja-salero, como las encontradas en los yacimientos vacceos, muy características de esta cultura por ser elementos únicos. Se trata de pequeños recipientes rectangulares con cuatro patas y un asa que evoca la testa de un animal y decorados con la técnica de excisión en el 'cuerpo'. Esta idea se descartó por ser demasiado diferentes a los elementos principales, ya que son unas cajas pequeñas cuadradas, con formas de animales, nada que ver con las cerámicas que nos ocupan.



Ilustración 26. Cajas zoomorfas Vacceas

Al ser un diseño basado en las cerámicas negras bruñidas, tiene un gran parecido con estas. El color será muy parecido así como las formas y los pequeños detalles introducidos.



Ilustración 27. Decoraciones de las cerámicas Vacceas

Por un lado, se ha intentado que sean lo más minimalistas posible, siguiendo las corrientes actuales de sobriedad, pero a su vez, se han introducido unas pequeñas cenefas en color gris alrededor de una parte de los perímetros de cada elemento, imitando a las decoraciones vacceas de las cerámicas. Estas normalmente estaban decoradas con técnicas de excisión o grabados, véase la Ilustración 27, pero en nuestro diseño se colocarán pintadas, utilizando la cenefa decorativa de la Ilustración 28, nuevamente pensando en el abaratamiento de costes y en la funcionalidad, para que a la hora de limpiar la vajilla no se produzca el problema de que queden restos de suciedad en los huecos grabados.



Ilustración 28. Cenefa decorativa de inspiración vaccea

- Consideraciones estéticas

En un primer momento, se decidieron los tamaños y formas de cada elemento de la vajilla, siguiendo una estética minimalista y poco decorada. Se eligieron los tamaños de cada elemento de acuerdo a los estándares normales de medidas y se escogieron los colores, que en un principio serían completamente negros semimates. Estos son los primeros bocetos realizados:

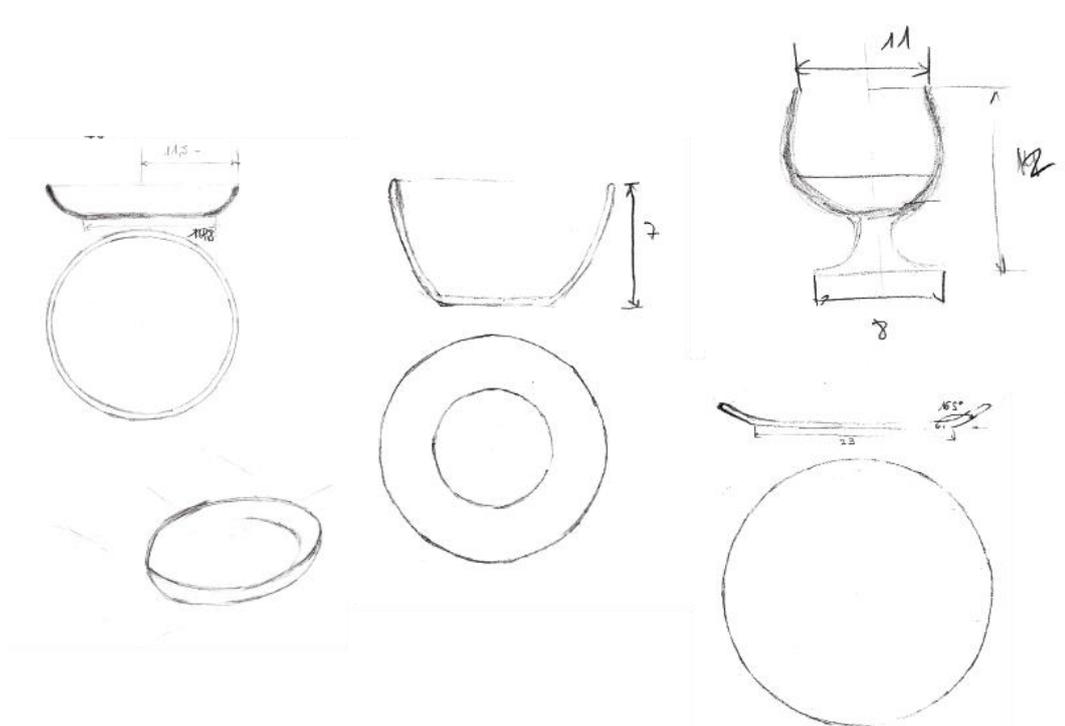


Ilustración 29. Primeros bocetos

Estos primeros bocetos fueron muy básicos, pero se consiguió plasmar la idea que se tenía sobre cada elemento de la vajilla, aunque el resultado final es bastante diferente, sobre todo en lo que respecta a la copa.

Después se decidió la decoración. En un principio iba a ser un grabado que rodeara cada elemento por todo su perímetro, pero como ya hemos dicho antes, se descartó esta idea por cuestiones de funcionales y económicas, y se decidió aplicar la decoración de la cenefa de forma pintada en color gris claro y únicamente sobre un cuarto del perímetro, por cuestiones estéticas.

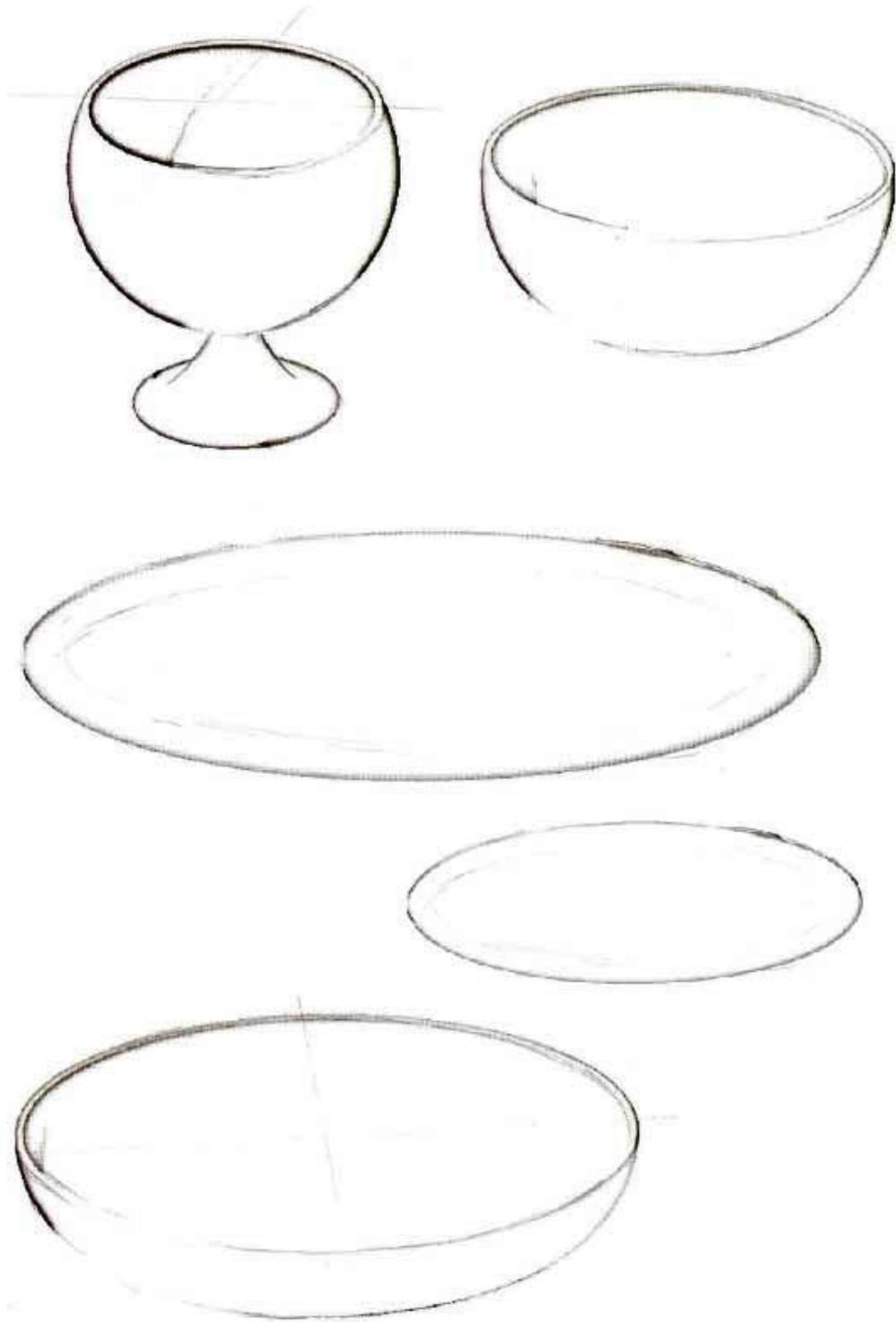


Ilustración 30. Bocetos finales de cada elemento



Ilustración 31. Boceto final de la vajilla completa

El resultado final (Ilustración 32) es un diseño de vajilla sobrio y elegante, que inspira mediante sus colores, formas y ornamentación a las cerámicas negras bruñidas de los Vacceos.



Ilustración 32. Diseño de vajilla de inspiración Vaccea

- Consideraciones ergonómicas y técnicas

Teniendo en cuenta la funcionalidad y manejabilidad de nuestro producto, se han tomado ciertas medidas en el diseño que faciliten estos aspectos. Por un lado, se han descartado completamente las aristas vivas, lo cual podría tener un grado de peligrosidad a la hora de utilizar el producto. Por otro lado, se han curvado todas las superficies consiguiendo así que la limpieza tanto manual como en máquina lavavajillas sea completa y sencilla.

Como se ha citado anteriormente, las medidas de cada elemento se han tomado en función al estándar de las ya existentes.

El plato llano tendrá 27 cm de diámetro y una altura máxima de 0.96 cm. La parte utilizable de este elemento, donde se colocará la comida tendrá una superficie de diámetro 22.8 cm.

El plato hondo tendrá 22.65 cm de diámetro máximo y una altura de 4 cm, quedando una capacidad aproximada de 1l.

El plato pequeño será igual al plato llano, pero de tamaño reducido. Tendrá 21 cm de diámetro y una altura máxima de 0.7 cm. La superficie utilizable tendrá un diámetro de unos 16 cm.

El cuenco será completamente curvado, con un diámetro máximo de 16 cm y una altura de 7 cm. Se apoyará sobre una base de 4 cm de diámetro y tendrá una capacidad aproximada de 0.8 l.

En cuanto a la copa, tendrá una altura máxima de 12 cm, con un diámetro superior de 10.6 cm. Su capacidad rondará los 0.65l.

Todas estas medidas se pueden consultar con claridad en el anexo de planos.

- Ecodiseño

En nuestro proyecto tratamos de integrar los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de la reducción de impactos adversos durante el ciclo de vida.

Por ello el material utilizado es el gres, un tipo de cerámica que se puede obtener de vidrio reciclado.

Este material posee una gran resistencia y durabilidad, mejorando así la vida útil de los productos, un aspecto importante a tener en cuenta cuando hablamos de medio ambiente.

En cuanto al proceso de fabricación de los productos (que se explicará con más detalle después), la forma de todos los elementos de la vajilla son fabricables de una sola pieza y con una cantidad determinada de materia prima, lo que nos permite generar pocos o nulos residuos y un gran ahorro de material, también aspectos importantes a tener en cuenta.

En cuanto a los esmaltados y pinturas utilizados, serán aptos para la industria alimentaria, y de bajo impacto con el medio ambiente, libre de APEO, amoniaco, formaldehido y metales pesados, certificada como pintura alimentaria apta para contacto directo con alimentos y bebidas, y cumple debidamente con toda la reglamentación europea vigente para materiales en contacto con alimentos, Reglamento CE 852/2004, Reglamento 1935/2004/CE, Reglamento CE 1895/2005, producción bajo APPCC y Reglamento CE 2023/2006 GMP, así como el RD 847/2011 y el Reglamento (UE) N° 10/2011 de la Comisión y su posteriores modificaciones, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos (Fakolith, s.f.).

2.3.2. Fase creativa

- Descripción de elementos diseñados

En este apartado, se van a describir cada uno de los elementos que componen nuestra vajilla.

· Plato llano

Este plato es el utilizado para comidas principales sólidas como pastas o arroces, o bien utilizado debajo de los platos hondos o cuencos en la presentación.

Sigue la línea de diseño de la vajilla que ya se ha explicado con antelación y tiene colocada la cenefa decorativa en la parte superior externa, evitando así que pueda ser tapada con la comida (Ilustración 33).



Ilustración 33. Diseño de plato llano de inspiración Vaccea

· Plato hondo

Este plato es utilizado para comidas principales líquidas o fluidas como sopas o purés. También sigue la línea decorativa de toda la vajilla y se ha colocado la cenefa en la parte interior, dejándose ver desde cerca del plato (Ilustración 34). Esto choca un poco con las cerámicas vacceas, ya que las decoraciones siempre estaban en la parte exterior de la vasija, pero se ha elegido así para que pueda utilizarse como línea delimitadora de la cantidad de alimento.



Ilustración 34. Diseño de plato hondo de inspiración Vaccea

· Plato pequeño o de postre

Este tipo de plato se utiliza para postres o raciones más pequeñas de comida. En este caso el diseño es el mismo que el del plato llano, pero con un tamaño más reducido (Ilustración 35).



Ilustración 35. Diseño de plato pequeño o de postre de inspiración Vaccea

· Cuenco

El cuenco diseñado para esta vajilla se utilizará para sopas o consomés, e incluso para tazón de desayuno. Se ha añadido la cenefa en la parte exterior, al revés que en el plato hondo, para que no quede tapada por el líquido de la comida (Ilustración 36).



Ilustración 36. Diseño de cuenco de inspiración Vaccea

· Copa

La copa diseñada es del mismo material cerámico, siguiendo la línea de todos los demás elementos. Además de inspirarse en las cerámicas negras bruñidas, se ha escogido una forma que recuerda a las copas de coñac, esto es, con un cuerpo ancho, y de poca altura. Tiene una capacidad superior a las copas convencionales, pudiéndose utilizar para todo tipo de líquidos, desde bebidas alcohólicas hasta agua o incluso de vaso de leche.

Al igual que en el cuenco, se ha incluido la cenefa en el exterior, para ser visible perfectamente desde fuera, formando una unidad con el resto de elementos (Ilustración 37).



Ilustración 37. Diseño de copa de inspiración Vaccea

· Conjunto vajilla

En la siguiente imagen (Ilustración 38) podemos apreciar como el conjunto de la vajilla crea un ambiente sobrio y de unidad, ligando todos los elementos mediante los colores, formas y decoraciones.



Ilustración 38. Diseño de vajilla de inspiración Vaccea

- Renders



Ilustración 39. Render de interior

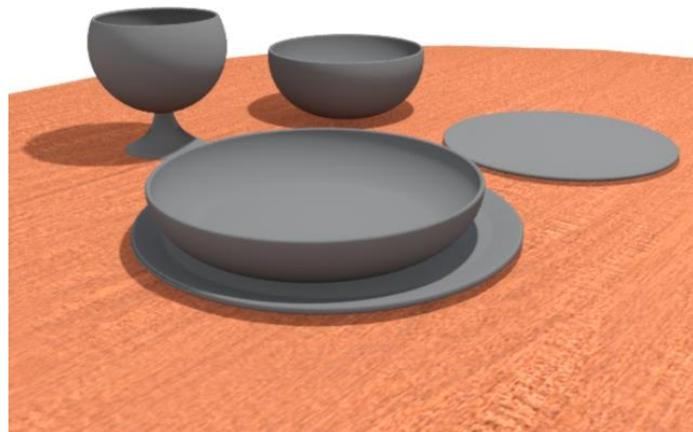


Ilustración 40. Render de estudio



Ilustración 41. Render de interior

2.3.3. Fase ejecutiva

- Materiales

Como ya hemos citado, el material utilizado en la vajilla es el gres, un tipo de producto cerámico con abundancia de fundentes, cuyos materiales son molidos en presencia de agua, y sometidos a un proceso de prensado y cocción que confieren al producto final una resistencia mecánica mayor que la de los materiales cerámicos convencionales. Normalmente es utilizado en piezas de exterior como suelos y pavimentos, aunque también se usa en productos como vajillas buscando una gran durabilidad y resistencia de los productos.

37



Ilustración 42. Pavimento de gres porcelánico

El gres se obtiene a partir de una pasta cerámica rica en fundentes, cocida a más de 1200 °C de temperatura. Químicamente está compuesto de alúmina, sílice y álcalis, óxidos que son aportados por distintos tipos de arcillas, cuarzos, feldespatos y caolines.

El gres se diferencia de la cerámica convencional en que la mezcla de componentes se produce en un “proceso húmedo” en molinos de bolas. De esta manera, el tamaño de las partículas obtenidas es menor que 200 micras, a diferencia de la cerámica convencional, que puede superar las 300 micras. La suspensión resultante, llamada barbotina, contiene entre un 25 y un 30% de agua. Esta pasta se seca por atomización, un proceso por el que se pulveriza

el material en presencia de aire caliente, hasta que la cantidad de agua de la mezcla se reduce a un 5%.

Esta pasta se conforma en prensas hidráulicas o mediante extrusión hasta adoptar su forma definitiva. Posteriormente se seca hasta que el contenido en agua no supera el 0,5% y se cuece a altas temperaturas.

Las piezas de gres también se pueden esmaltar, en cuyo caso el esmalte se suele aplicar antes de la cocción. El esmaltado consiste en la aplicación de una fina capa de vidriado, de grosor entre 75 y 500 micras (El Gres, 2009).

Tras el proceso de esmaltado, también se puede realizar un segundo proceso de esmaltado decorativo, normalmente mediante serigrafiado.



Ilustración 43. Vajilla de gres

Este material aportará a la vajilla un aspecto robusto y opaco, y les hace aptas para lavavajillas y microondas.

- Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de vajillas, y cerámica doméstica en general, sigue una serie de pasos principales que son: almacenamiento de materias primas, preparación de materias primas, moldeado, secado, cocción, esmaltado, decoración y tratamiento posterior (La Cartuja de Sevilla, s.f.). En la Ilustración 36 se puede ver esquemáticamente los pasos a seguir.

39

Para conseguir gres, se utilizan como materias primas feldespato, aproximadamente en un 30%, y sílice, aproximadamente en un 70%. Una vez obtenida la mezcla se almacenan en silos, bolsas y contenedores.

La preparación de las materias primas para la fabricación de cerámica doméstica se lleva a cabo en un proceso por vía húmeda o seca. Se producen predominantemente «pasta de extrusión» y «polvo de prensado en seco». Los componentes se miden de forma gravimétrica y se mezclan en agitadoras o mezcladoras. Después los compuestos se criban para quitar las impurezas y tras ello se lleva a cabo una desferrización mediante campos magnéticos. La barbotina se deseca mecánicamente en prensas de filtro o térmicamente en secaderos por pulverización, pasando de un 65% de humedad hasta un 20%. También se añaden aditivos y aglutinantes (se emplean celulosa carboximetilica, celulosa metilica, éter de celulosa, alcohol polivinílico, acetato polivinílico y polisacárido) para conseguir la homogenización de la pasta.

Una vez obtenida la materia prima, se procede al moldeado. Existen tres tipos distintos de procesos de moldeado en la fabricación de cerámica doméstica. La vajilla plana como platos y platillos se fabrica principalmente en el proceso de prensado en seco. Los recipientes cóncavos, como, por ejemplo, los jarrones, se fabrican en el proceso de colada, mientras que las copas y tazas se fabrican en el proceso de moldeado plástico. Por ello, en nuestro diseño utilizaremos el primero para cada plato y el último para el cuenco y la copa.

En el prensado en seco se utiliza el “polvo de prensado en seco”, que se vierte en una prensa que consta de una parte inferior con una membrana isostática que funciona como la parte principal de compresión, y una parte superior que es la que da la forma a la pieza, es decir, el molde. El polvo se prensa hasta conseguir la forma con una presión de 30 MPa. La ventaja de este proceso es el bajo contenido en agua de la pieza sin cocer. Para nuestro diseño se utilizarán cuatro prensas con diferentes diseños, una para cada plato.

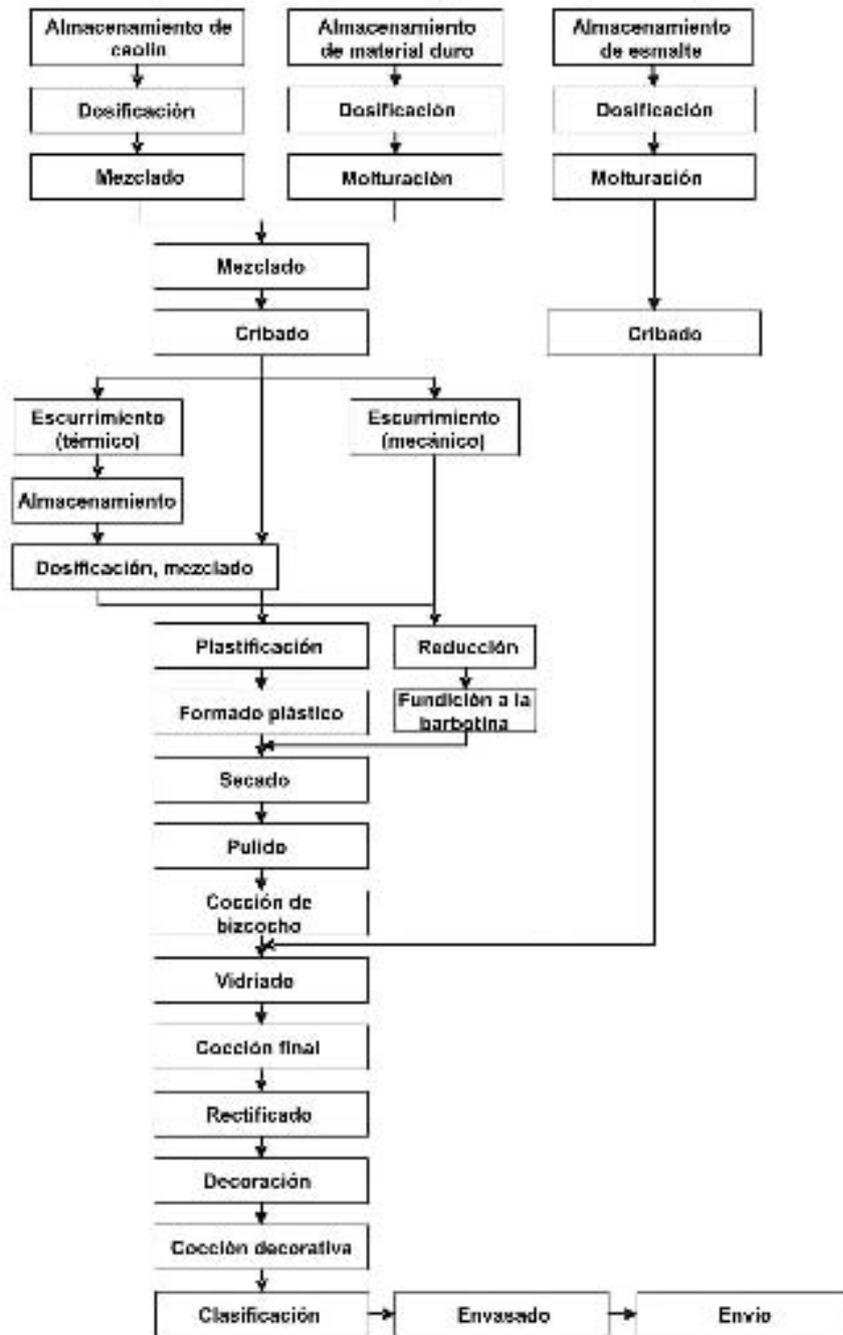


Ilustración 44. Vista esquemática de la fabricación de cerámica de mesa

En el proceso de moldeado plástico se utiliza “pasta de extrusión”, que se obtiene a partir del polvo de prensado en seco, pero con una humedad del 20%-25%. Para este proceso se utilizan máquinas de torno y moldes de yeso o de materiales de polímero. En nuestro proceso se utilizarán dos moldes diferentes para cada pieza.

Tras el moldeo se produce el secado. Los artículos producidos se deben secar en secaderos especiales hasta alcanzar un contenido en agua inferior al 2%. Para esta desecación se utilizan secaderos de cámara y de túnel calentados con calor residual del horno, gas natural o fueloil. También existen secaderos de infrarrojos y de microondas, que constituyen una alternativa al proceso de secado convencional. Estos secaderos se emplean para el secado previo de los componentes de moldeo y también para el secado de los moldes de yeso usados y nuevos. Los secaderos de microondas se construyen como secaderos de cámara, túnel y pasaje de cámara.

Las impurezas y marcas del moldeo y secado se corrigen en un proceso de embellecimiento, el cual se realiza mediante cuchillas, lijados y limados. En producciones industriales, los procesos de moldeo, secado y embellecimiento se agrupan en una sola fase de fabricación.

Tras estos procesos, se hace la cocción, que se denomina cocción de bizcocho, y se hace a temperaturas de entre 900°C y 1050°C. Estos procesos de cocción confieren al producto la resistencia y absorbencia necesarias para el esmaltado.

El esmaltado consta de compuestos vítreos con una mayor proporción de agentes fundentes dispersos en el agua. El esmaltado de los artículos cóncavos (copa y cuenco en nuestro caso) se realiza por inmersión manual. El esmaltado de la vajilla plana se efectúa mecánicamente en un proceso de esmaltado por vertido, mientras que en la producción a pequeña escala el esmaltado se realiza manualmente por inmersión.

Después se realiza la cocción de barnizado en hornos a temperaturas entre 1320°C y 1430°C y se realiza en una atmósfera de oxidación o de reducción.

El esmaltado, además de conferir el color de la vajilla, también cierra los poros del material cerámico, evitando así la filtración de agua en su utilización.

Una vez realizado el esmaltado base, se realizará el esmaltado decorativo encima de este anterior, llamado decoración sobre esmalte, y se le llevará a un proceso de cocción a más baja temperatura para su secado.

Finalmente, se realiza un tratamiento de pulido final y un control de calidad, para, posteriormente, terminar con la agrupación y embalado de las piezas. Aquí quedarían listos para su distribución y venta.

2.4. Estudio de volúmenes

En esta sección se detalla el procedimiento indirecto con el que se han aproximado los volúmenes de algunas vasijas fabricadas a torno encontradas en los yacimientos de *Pintia*.

El método utiliza reglas compuestas de cuadratura numérica, de las cuales se hablará brevemente en el siguiente apartado. Se han elaborado unos programas en Matlab para implementar dichas reglas.

De esta forma se puede conocer la capacidad de muchas vasijas que de forma directa no podían conocerse por estar incompletas o rotas.

2.4.1. Introducción a las reglas de cuadratura numérica

Las reglas de cuadratura numérica nos permiten conocer el valor aproximado de la integral definida de una función en un intervalo, que puede ser imposible de resolver de forma analítica, con un error lo suficientemente pequeño como para que el resultado sea una buena aproximación del valor exacto. Este error dependerá del método utilizado, ya que existen varios métodos o reglas que nos permiten resolver con mayor o menor grado de precisión este tipo de problemas.

Se entiende por cuadratura el cálculo de integrales definidas de funciones de una variable, esto es, el cálculo del valor

$$I(f) = \int_a^b f(x) dx$$

para ciertos valores $a < b$.

La idea básica de la cuadratura numérica es aproximar el valor de $I(f)$ por la integral de un interpolante,

$$I(f) \approx \int_a^b p(x) dx$$

bien sea éste el polinomio interpolador de f asociado a ciertos nodos, bien un interpolante a trozos asociado a una partición Δ de $[a, b]$. En el primer caso, la

aproximación da lugar a lo que se conoce como fórmulas de cuadratura simple; en el segundo caso a las fórmulas de cuadratura compuesta.

En cuanto a las reglas básicas, existe la llamada *regla del rectángulo*, la *regla del punto medio*, y la *regla del trapecio*.

La *regla del rectángulo* aproxima el valor de la integral por el área de un rectángulo, como se muestra en Ilustración 45. Con esta regla, podemos asegurar que hemos obtenido el valor exacto si f es una función constante, pero en general sólo obtenemos un valor aproximado.

43

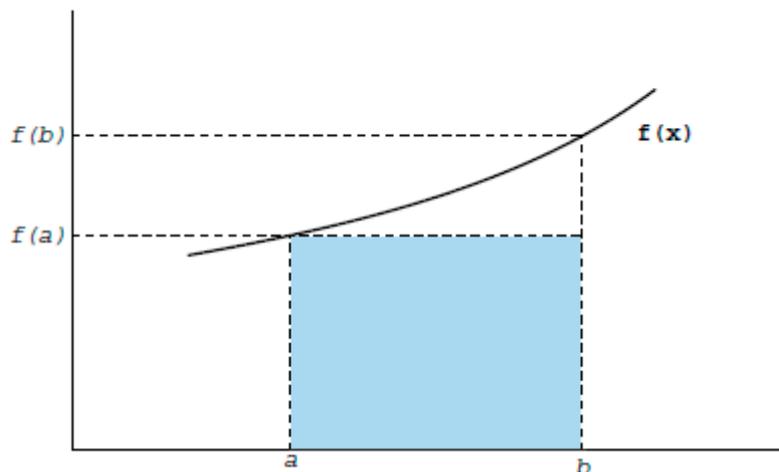


Ilustración 45. Regla del rectángulo

Se aproxima el valor de $I(f)$ por el área del rectángulo sombreado, es decir

$$I_{Rec}(f) = f(a)(b - a).$$

Esta regla tiene grado de precisión 0, que es el mayor entero k tal que la regla proporciona de manera exacta la integral de todos los polinomios de grado menor o igual que k . El grado de precisión podemos aumentarlo con la simple acción de cambiar el punto donde evaluamos f . Esto se ve de forma sencilla en la llamada *regla del punto medio* a la que corresponde a la siguiente fórmula

$$I_{Pm}(f) = f\left(\frac{a+b}{2}\right)(a+b)$$

y cuya interpretación grafica puede verse en la Ilustración 46.

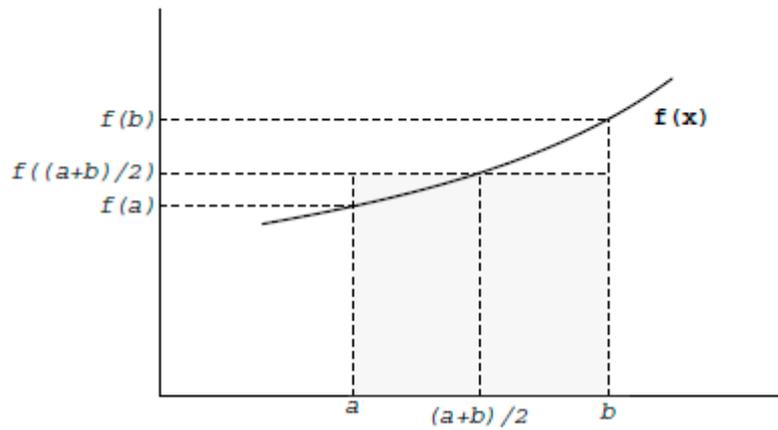


Ilustración 46. Regla del punto medio

Esta regla tiene grado de precisión 1.

Por otro lado, también con grado de precisión 1, existe la llamada *regla del trapecio*, cuya interpretación geométrica se representa en la Ilustración 47 y cuya fórmula es

$$I_{Tr}(f) = \frac{f(a)+f(b)}{2} (b - a).$$

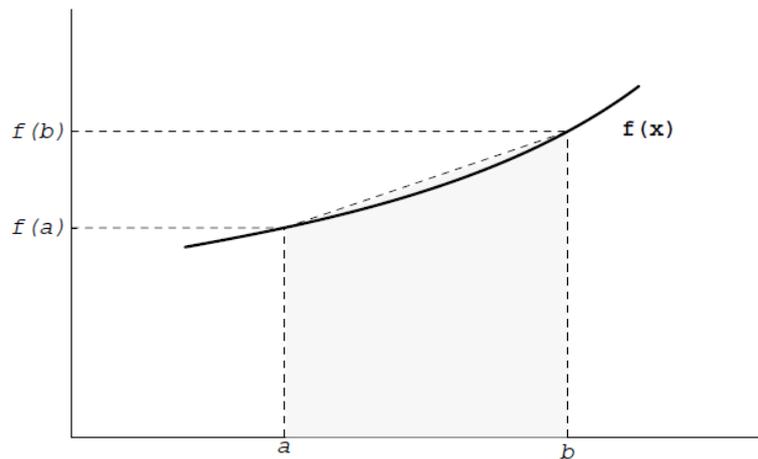


Ilustración 47. Regla del trapecio

Existe también otra regla de cuadratura de la cual no se conoce aún una interpretación geométrica evidente. Se trata de la *regla de Simpson* cuya expresión es

$$I_{Si}(f) = \left(\frac{b-a}{6}\right) \left(f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right).$$

Esta regla tiene grado de precisión 3.

Podemos comprobar que las reglas básicas anteriores se obtienen integrando de forma exacta los polinomios que interpolan a f en los nodos utilizados. Concretamente, los utilizados son el interpolante de grado 0 en el nodo a para la regla del rectángulo, el interpolante de grado 0 en el nodo $(a+b)/2$ para la regla del punto medio, el interpolante de grado 1 en los nodos a y b para la regla del trapecio, y finalmente el interpolante de grado 2 en los nodos a , $(a+b)/2$ y b para la regla de Simpson. Este método se puede generalizar fácilmente para obtener distintas reglas. Se utiliza la llamada fórmula de Lagrange, aunque no profundizaremos más en esto, ya que no será necesario para nuestro estudio de volúmenes.

También citaremos que, para cada regla de cuadratura obtenida por interpolación, se conoce la expresión del error de aproximación a la solución exacta.

Por último, hablaremos de las reglas compuestas. Estas nacen de la necesidad de obtener reglas que mejoren la precisión de la aproximación utilizando un mayor número de nodos. Por ejemplo se pueden conseguir reglas de cuadratura compuestas integrando de forma exacta interpolantes polinómicos a trozos.

Consideraremos en el intervalo $[a, b]$ una partición de nodos equiespaciados $x_i = a + ih$, $i = 0, \dots, N$ donde $h = (b-a)/N$. Denotaremos f_i a la imagen de f en el nodo x_i .

Si en cada subintervalo $[x_i, x_{i+1}]$ de la partición aproximamos la integral por la regla del trapecio y sumamos todas las aproximaciones así obtenidas, obtenemos la *regla compuesta del trapecio*, cuya presentación habitual, con objeto de ahorrar evaluaciones de f , es

$$I_{Tr}^C(f) = \frac{h}{2}(f_0 + f_N) + h \sum_{i=1}^{N-1} f_i$$

cuyo error si la función es de clase 2 se puede expresar como

$$E_{Tr}^C(f) = -\frac{f''(\xi)}{12}(b-a)h^2,$$

siendo ξ un punto entre a y b.

Lo primero destacable de esta fórmula es que, con la única hipótesis de que f sea de clase C^2 , permite deducir que cuando el parámetro h tiende a 0, entonces el error tiende también a 0 de manera al menos proporcional a h^2 y por tanto las aproximaciones proporcionadas por la regla compuesta del trapecio convergen al valor exacto de la integral.

Utilizando la regla de Simpson simple obtenemos la regla de Simpson compuesta

$$I_{Si}^C(f) = \frac{h}{6} \left(f_0 + f_N + 2 \sum_{i=1}^{N-1} f_i + 4 \sum_{i=1}^N f_{i-\frac{1}{2}} \right),$$

donde $f_{i-\frac{1}{2}}$ es el valor de f en el nodo $x_{i-\frac{1}{2}}$, punto medio del subintervalo $[x_{i-1}, x_i]$.

Suponiendo que f es de clase C^4 en el intervalo $[a, b]$ se obtiene que el error de la regla compuesta de Simpson es

$$E_{Si}^C = -\frac{f^{iv}(\xi)(b-a)}{2880}h^4$$

siendo ξ un punto entre a y b.

Con todo esto, ya tenemos las bases para entender el procedimiento seguido en el cálculo de volúmenes de las vasijas.

2.4.2. Estudio de volúmenes

En esta parte de la memoria reproducimos prácticamente de forma literal lo que escribimos para el artículo de Vaccea Anuario (Portillo y Rodríguez, 2018) y además incluimos las funciones de Matlab que elaboramos para aproximar los volúmenes de las piezas torneadas.

47

El uso de sistemas métricos estandarizados se inició con las antiguas civilizaciones por la necesidad de medir de forma comparable y permitir, entre otras cosas, la expansión del comercio, por ejemplo reconociendo una unidad de volumen para la venta de vino o aceite. Se cree que las primeras unidades en la zona del mar Egeo fueron tomadas de Egipto, aunque fueron variando según las ciudades, hasta la reforma del sistema griego de Solón, en el año 594 a. C., en la que se fijaron los patrones de Egina para el volumen (Pellicer 1997). Dentro de las unidades de capacidad en el sistema griego destacamos la cótila, que corresponde a 0,283 litros y que era utilizada tanto para áridos como para líquidos. Puede considerarse la cótila como ración individual de consumo y sus múltiplos otras unidades normalizadas, como por ejemplo sextario (2 cótilas), quénice (4 cótilas), hemichoes (6 cótilas), khous y xous (12 cótilas), hemiecton (16 cótilas), hekteis (32 cótilas), ánfora (72 cótilas), metreta (144 cótilas) y mediano (192 cótilas).

Hay muy pocos trabajos dedicados al estudio de las unidades de volumen en la Península Ibérica antes de la romanización, pero de ellos parece deducirse que en el desarrollo de la cultura ibérica tuvieron mucha influencia los modelos de origen griego. En esta parte del proyecto abordaremos un par de cuestiones, por una parte, nos preguntamos si existen medidas estandarizadas de capacidad en las civilizaciones prerromanas y por otra, trataremos de investigar la precisión de la estimación del volumen de un recipiente torneado, hallado en un yacimiento arqueológico, a partir de su sección.

Nos centraremos en el estudio de la cerámica del yacimiento vacceo de las Quintanas, de Padilla de Duero, situada a cuatro kilómetros de Peñafiel. Prestaremos especial atención a los materiales encontrados en 2003 dentro de la llamada “estancia del banquete”, de la casa 4 del nivel sectoriano que corresponde al primer tercio del siglo I a.C.



Ilustración 48. Reconstrucción de un ágape con el ajuar doméstico procedente de la 'estancia del banquete'.

En concreto nos interesa estimar el volumen de un dolium de la “estancia del banquete” de gran dimensión, cuya manipulación es complicada y comporta un riesgo para la pieza. Una foto de dicha pieza puede verse en la Ilustración 49.



Ilustración 49. Dolium de la 'estancia del banquete'

La forma física de calcular el volumen de aquellas piezas que lo permiten, es rellenar el recipiente con agua o, si la pieza es porosa o frágil, con semillas y después trasvasar a una probeta graduada. Sin embargo, calcular de esta manera la capacidad de los recipientes recuperados de las excavaciones tiene varias dificultades, por ejemplo no siempre es posible completar el puzle a partir de las piezas rescatadas o las vasijas son demasiado grandes o delicadas o no están disponibles para ser manipuladas con la técnica del rellenado, por lo cual sería deseable disponer de un método para estimar la capacidad de aquellas piezas para las que no es posible comprobar su volumen de forma material. Aprovecharemos el hecho de que, como parte del estudio de las piezas encontradas en las excavaciones, se hace de forma sistemática el dibujo de una sección del recipiente a escala. En el caso de las piezas torneadas, es decir hechas a torno, o en lenguaje matemático, figuras de revolución que se generan girando una curva plana alrededor de un eje, conocer la sección de la pieza es suficiente para calcular su volumen o al menos aproximarlos con bastante precisión.

La forma general de calcular el volumen de un conjunto acotado de tres dimensiones es calcular la integral triple sobre dicho conjunto de la función uno. Esta integral triple se reduce a una integral de una dimensión cuando se conoce el área de las secciones del conjunto sobre uno de los ejes, aplicando el principio de Cavalieri, que es un caso particular del Teorema de Fubini. Esto es aplicable en el asunto que nos ocupa, dado que en los cuerpos de revolución las secciones son círculos y, por tanto, tienen área conocida en función del radio, que en general es variable con la altura. De este modo, el volumen de un cuerpo de revolución alrededor del eje z , con radio $r(z)$ entre las alturas a y b viene dado por

$$\iiint_{V_{ab}} 1 dx dy dz = \int_a^b \pi r(z)^2 dz.$$

Conociendo entonces el radio en función de la altura evaluaríamos la integral, calculando la primitiva del radio al cuadrado y aplicando la regla de Barrow. El problema es que a partir del dibujo de la sección de la pieza no tenemos la expresión analítica de la función del radio y, por tanto, no podemos calcular la primitiva correspondiente. En este caso, podemos recurrir a una fórmula de cuadratura numérica, de las cuales hablamos en el apartado anterior, utilizando una tabla de valores de la función que obtendremos midiendo los radios de la vasija a distintas alturas y calculando después una combinación lineal de estos valores.

En (Calvo, J.C. 2007) se calculan aproximaciones al volumen de vasijas a partir del dibujo de su perfil con un procedimiento como el que hemos explicado, dividiendo el volumen en una suma de cilindros. Aunque el artículo no lo dice explícitamente, esto es similar a utilizar la regla del rectángulo compuesta, que tiene orden de convergencia uno. Nosotras, sin embargo, en este trabajo hemos usado la regla del trapecio compuesta y la regla de Simpson compuesta con espaciado fijo (Portillo y de Uña, 2005), cuya convergencia para funciones suficientemente regulares es cuadrática y cuártica respectivamente. Si llamamos h al espaciado de la partición, es decir, $h=(b-a)/N$, a los nodos equiespaciados $z_i = a + ih, i = 0, \dots, N$, al radio en esos nodos $r(z_i) = r_i$ y $r_{i-1/2}$ al radio en $z_i - \frac{h}{2}$, los puntos medios de los subintervalos, las reglas compuestas del rectángulo, trapecio y Simpson tienen respectivamente las siguientes expresiones

$$I_R^C(\pi r(z)^2, [a, b]) = \pi h \sum_{i=0}^{N-1} r_i^2,$$

$$I_T^C(\pi r(z)^2, [a, b]) = \pi h \left(\frac{r_0^2 + r_N^2}{2} + \sum_{i=1}^{N-1} r_i^2 \right),$$

$$I_S^C(\pi r(z)^2, [a, b]) = \pi \frac{h}{6} \left(r_0^2 + r_N^2 + 2 \sum_{i=1}^{N-1} r_i^2 + 4 \sum_{i=1}^N r_{i-1/2}^2 \right).$$

Cuando el tamaño h del espaciado con el que se miden los radios tiende hacia cero, los errores de cuadratura también tienden a cero, pero además cuanto mayor es el orden de convergencia más rápidamente convergen a cero los errores. Así, por ejemplo, para orden uno si el espaciado se divide a la mitad el error se divide entre dos; para orden dos si el espaciado se divide a la mitad el error se divide entre cuatro; para orden cuatro cuando el espaciado se divide entre dos el error se divide entre dieciséis (Sanz-Serna, 1998).

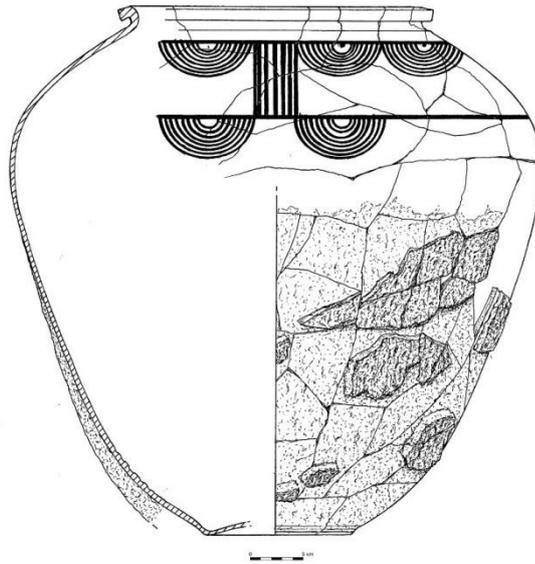


Ilustración 50. Sección del dolium de la 'estancia del banquete'

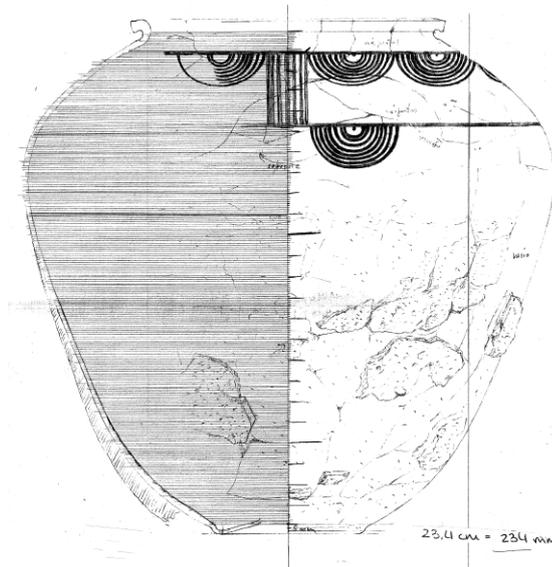


Ilustración 51. Sección del dolium con los radios marcados.

Tomamos medidas sobre la sección de la pieza a escala $\frac{1}{2}$ que nos proporcionó Carlos Sanz Mínguez, director del Centro de Estudios Vacceos Federico Wattenberg, a intervalos de 1 milímetro casi hasta el borde de la vasija. Teniendo en cuenta que en la regla del trapecio compuesta se usan los extremos de los subintervalos en los que se divide el intervalo de integración, mientras que en la regla de Simpson compuesta también se utilizan los puntos medios de los subintervalos, si el número de nodos de la partición es impar con los mismos datos se pueden aplicar ambas reglas (considerando espaciado h para el trapecio y $2h$ para Simpson).

En la Tabla 1 se muestran distintas aproximaciones al volumen del Dolium, considerando que la vasija esté llena casi hasta el borde, correspondiente a

46.8 centímetros de altura. Parece que los cálculos se estabilizan en 57.67 litros.

Tabla 1. Aproximaciones al volumen para 46.8 cm de altura para distintos tamaños de paso.

h(cm) escala 1/2	Regla Trapecio compuesta	Regla Simpson compuesta
0.8	57.4411	57.4934
0.4	57.4803	
0.2	57.6955	57.6704
0.1	57.6767	

Para realizar estos cálculos, se dispone de un programa realizado en Matlab, que nos permite realizar los cálculos rápidamente al introducir los datos de cada radio y el espaciado entre cada uno. Esto se consigue introduciendo las fórmulas de cuadratura explicadas en dicho programa matemático. A continuación mostramos las funciones que se realizaron.

```
function V=VolumenTrapecioCompuesta(x,h,fe)
%x contiene los radios a distintas alturas medidas en cm
%h es el espaciado con el que se miden los radios
%fe es el factor de escala
%V es el volumen del cuerpo de revolución
x=x';
N=length(x);
x2=x.^2;

%Aproximación del volumen con la regla del trapecio compuesta
V=0.5*(x2(1)+x2(N));
for j=2:N-1
    V=V+x2(j);
end
V=V*h*pi;
%Volumen en cm^3
V=(fe^3)*V; %volumen en ml
%%Volumen en litros
%V1=(1e-3)*V1

function V=VolumenSimpsonCompuesta(x,h,fe)
%x contiene los radios a distintas alturas medidas en cm
%h es el espaciado con el que se miden los radios. El subintervalo
mide 2h.
%fe es el factor de escala
%V es el volumen del cuerpo de revolución
x=x';
N=length(x); %número impar
x2=x.^2;

%Aproximación del volumen con la regla de Simpson compuesta
```

```

V=x2(1)+x2(N);
aux=0;
%índices pares son los puntos medios
for j=2:2:N-1
    aux=aux+x2(j);
end
V=V+4*aux;
aux=0;
%índices impares interiores son extremos interiores
for j=3:2:N-2
    aux=aux+x2(j);
end
V=V+2*aux;
V=V*h*pi/3;
%Volumen en cm^3
V=(fe^3)*V;
%Volumen en litros
%V2=(1e-3)*V2

```

Tras programar las funciones correspondientes a las reglas compuestas consideradas, el siguiente paso fue elegir el espaciado entre los radios a medir. Después se tomaron las medidas de forma manual y se introdujeron en el programa, obteniendo así los resultados de la tabla anterior.

Una vez realizados estos cálculos, necesitamos saber si nuestro método era válido y correcto, ya que experimentalmente no hay posibilidad de medir el volumen real del dolium.

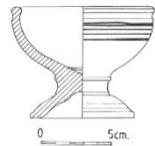
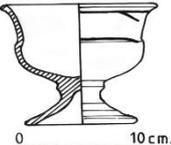
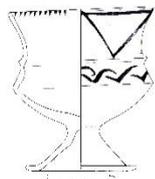
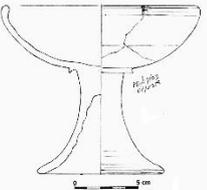
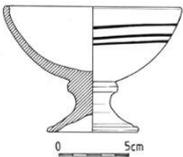
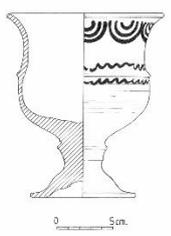
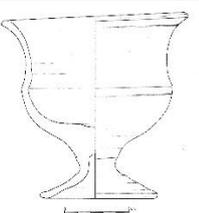
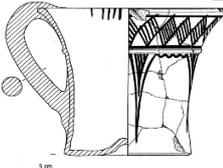
Para validar el método proponemos comparar el volumen medido con el método físico de llenado con semillas y probeta graduada (V_S) y el volumen calculado con los métodos de integración numérica (V_{IN}) descritos previamente, para un grupo recipientes en estado relativamente bueno: la copa y la jarra de la “estancia del banquete” y otras seis copas. Para ello se han seguido los mismos pasos que para realizar los cálculos del dolium. Precisamente en la Ilustración 52 se refleja la medida con semillas de la capacidad de la jarra del banquete.



Ilustración 52. Probeta con las semillas correspondientes al llenado de la jarra de la estancia del banquete

En la Tabla 2 se muestran las distintas piezas, junto con su volumen V_S , su volumen V_{IN} y el error relativo $|V_S - V_{IN}| / V_{IN}$ para así poder comparar errores de distintos recipientes.

Tabla 2. Volúmenes V_S y V_{IN} y el error relativo $|V_S - V_{IN}| / V_{IN}$ para varias piezas.

Sección	Identificación	V_S (ml)	V_{IN} (ml)	$ V_S - V_{IN} / V_{IN}$
	LR127 a_D	175	181	0.04
	LR98_D	480	512	0.06
	LR145_O	480	510	0.06
	Copa banquete	500	523	0.04
	LR128_K	500	345	0.45
	LR127b_AA	640	777	0.17
	LR172_D	735	661	0.11
	Jarra banquete	950	895	0.06

Como se puede ver en la Tabla 2, la pieza LR128_K es la que obtiene la peor aproximación con un error relativo del 45%. En la Ilustración 53 se presenta una foto cenital de dicha pieza en la que se observa claramente la deformación de la copa, especialmente en el cuarto superior derecho. Probablemente la sección de esta pieza se ha hecho desde algún ángulo de esa zona con un radio menor, por lo cual el volumen calculado con la sección queda por debajo del volumen medido físicamente con semillas.



Ilustración 53. Vista cenital de la copa LR128_K

Si llamamos V al volumen real de la pieza, V_{SR} al volumen calculado con la sección real y V_{SD} al volumen calculado con la sección dibujada, podemos considerar la siguiente acotación

$$|V - V_{IN}| \leq |V - V_S| + |V_S - V_{SR}| + |V_{SR} - V_{SD}| + |V_{SD} - V_{IN}|.$$

De esta manera desglosamos el error total en cuatro tipos de errores. Por una parte, $|V - V_S|$ correspondería al error al medir con semillas y probeta, por otra parte, $|V_S - V_{SR}|$ englobaría los errores debidos a que la pieza es artesana y la manipulación del alfarero puede hacer que la pieza no sea de revolución perfecta, junto con las posibles deformaciones a causa de haber estado enterrada durante 2000 años o más. Cuando el dibujante toma la pieza artesana y dibuja su sección, si la pieza no es muy irregular el principal error será el que cometa con el conjunto discreto de medidas que tome, pero si además la pieza está bastante deformada, dependiendo del ángulo que considere para hacer la sección puede haber bastante diferencia entre una sección y otra. Estos errores asociados al dibujo de la sección son los que denotaremos como $|V_{SR} - V_{SD}|$. Por último, cuando se pretende calcular el volumen de la pieza mediante el método de integración numérica descrito, usando la sección de la que se dispone, se pueden cometer errores al medir los radios y los errores de la propia fórmula de cuadratura, esto corresponde a $|V_{SD} - V_{IN}|$.



Ilustración 54. Sección de una copa industrial

Por último, hemos considerado un experimento en el que se calcula el volumen de una copa industrial cuya sección aparece en la Ilustración 54. En este caso hemos eliminado el error de medir con semillas porque hemos llenado de agua la copa hasta el borde y hemos utilizado un peso digital con tara, obteniendo de esta forma una capacidad de 525 ml. Como es una pieza industrial, los errores debidos a deformaciones son despreciables. Calculamos el volumen con las fórmulas de integración numérica resultando ser de 494 ml, lo que nos da un error relativo de 0.06. De los cuatro tipos de errores considerados, el primero y el último son despreciables frente a los otros dos relacionados con la deformación y dibujo de la pieza.

Volviendo al problema inicial de aproximar el volumen del dolium de la estancia del banquete, considerando un error relativo del 6%, estimamos que su capacidad estaría entre 54 y 61 litros.

Como conclusión del estudio realizado podemos decir que, al menos para los recipientes de tamaño pequeño, no parece que haya una medida estandarizada de capacidad. Quizá el volumen del dolium podría corresponder a un mediano. En cuanto a la cuestión de si podemos calcular el volumen de una pieza arqueológica cuya única información es la sección acompañada de la escala, obtenida directamente de una publicación o de otros medios sin más datos, nos parece conveniente alertar sobre la validez de las capacidades obtenidas. Después del estudio realizado nos parece conveniente comentar algunos de los pocos artículos dedicados a este tema. Por ejemplo, en (Alegre, E; Calvo, J.C., 2002), se explica que se desarrolla un método para calcular el volumen de cualquier vasija a partir de su perfil, basado en un método que es equiparable a la regla del rectángulo compuesta, y se valida con recipientes actuales que, como ya hemos visto es insuficiente, además, en ningún momento se habla de los errores cometidos. En (Sopena, M.C., 2006) y (Sánchez, A.; Cerdeño, M.L., 2014) se calcula el volumen de cerámica arqueológica a través de programas informáticos 3D. Se toman medidas de los radios a distintas alturas, se reconstruye una sección y girándola 360° se consigue un sólido de revolución. Es indudable que con estos programas se

gana en visualización tridimensional de las piezas pero, como hemos puesto de manifiesto, las cerámicas arqueológicas no son cuerpos de revolución perfectos sino que pueden tener deformaciones. Así, el sólido de revolución obtenido con esa técnica depende del ángulo que se elija para hacer la sección, y, por tanto, el volumen calculado de la vasija arqueológica puede tener un error de consideración. Sorprende que en este tipo de publicaciones no se apunte nada acerca de los posibles errores cometidos. Resumiendo, aunque el método del uso de la sección para calcular el volumen es aceptable si la pieza es regular, es necesario ser cautos porque, como hemos visto en el caso de la copa LR128_K, puede ocurrir que el error de la aproximación obtenida sea demasiado grande. Es necesario conocer la regularidad de la pieza para asegurarse de que el error de la estimación propuesta es aceptable.

2.4. Conclusiones generales

- Se ha realizado un estudio en profundidad sobre la cultura vaccea, y más concretamente sobre las cerámicas del yacimiento de Padilla de Duero, donde hemos podido conocer los detalles de estas cerámicas, así como ver la sociedad de estas civilizaciones prerromanas y las técnicas con las que se han fabricado estas piezas, comprobando que son muy parecidas a las actuales, aunque con recursos más limitados.
- Se ha hecho una comparación de las cerámicas vacceas con los diseños de la actualidad, comparando diseño, técnica y utilidad de cada tipo de piezas encontrado, y se ha podido comprobar el extenso legado que se ha llegado hasta nuestros días, tanto estético como funcional en cuanto a los diseños.
- Se ha realizado un diseño de vajilla inspirada en un tipo concreto de cerámicas vacceas, especificando cada medida, material y proceso de fabricación, lo que la hace fabricable y comercializable.
- Se ha realizado un estudio de los volúmenes de las vasijas incompletas, mediante un método de cuadratura numérica, el cual nos ha dado aproximaciones para varias vasijas de las cuales no era posible conocer mediante los métodos tradicionales.
- Por último, se ha escrito un artículo sobre el estudio del cálculo de volúmenes de recipientes torneados hallados en yacimientos arqueológicos (Portillo y Rodríguez, 2018) y una reseña sobre el diseño de vajilla de inspiración vaccea en la sección Noticiario vacceo, los cuales serán publicados en el *Vaccea Anuario 2017*, que se editará en octubre de 2018.

BIBLIOGRAFÍA

Índice

1. BIBLIOGRAFÍA

3. Bibliografía

- ALEGRE, E. y CALVO, J.C. (2002): Métodos matemáticos aplicados al estudio de los materiales cerámicos de Segeda. *Bolskan*, 19, pp. 221-226.
- ÁVALOS, A. (2016). ¿De dónde salen las vajillas de las estrellas Michelin españoles? *EL PAÍS*. Recuperado de: <https://smoda.elpais.com/placeres/las-vajillas-los-estrellas-michelin-espanoles/>
- CALVO GARCÍA, J.C. (2007): Sistemas metrológicos prerromanos en la península Ibérica. *STVDIVM. Revista de Humanidades*, 12, pp. 35-55.
- CENTRO DE ESTUDIOS VACCEOS FEDERICO WATTENBERG (s.f.). *Los Vacceos*. Valladolid, España: Pintia Vaccea. Recuperado de: <https://pintiavaccea.es/seccion.php?seccion=3>.
- DÍEZ, TOMÁS. (2015). El material adecuado para su vajilla. Blog hostelería. Recuperado de: <https://hosteleria10.com/blog/el-material-adecuado-para-su-vajilla.html>
- EL GRES. (2009). *Materiales de uso técnico*. Recuperado de: <https://villalbaestano.wordpress.com/el-gres/>
- FAKOLITH CHEMICAL SYSTEMS. (s.f.). *Fakolith*. Recuperado de: http://www.fakolith.es/pintura-alimentaria-pinturas-industria-alimentaria-contacto-con-alimentos-y-alta-resistencia-a-biofilm-mohos-y-microorganismos_sistema_4.html
- La Cartuja de Sevilla (s.f.). *Proceso de Fabricación de las vajillas paso a paso*. LA CARTUJA DE SEVILLA. Recuperado de: <https://lacartujadesevilla.com/es/content/10-paso-a-paso>
- PELLICER I BRU, J. (1997): *Repertorio paramétrico-metrológico antiguo*. Barcelona/Madrid, Asociación Numismática Española.
- PORTILLO DE LA FUENTE, A. y DE UÑA MARTÍN, A. (2005): *Prácticas de Cálculo Numérico con Matlab para Ingeniería Técnica. Ejercicios y Aplicaciones*. Universidad de Valladolid.
- PORTILLO DE LA FUENTE, A. y RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, S. (2018): Estudio del cálculo de volúmenes de recipientes torneados hallados en yacimientos arqueológicos. Aceptado en *Vaccea Anuario 2017*.
- SÁNCHEZ CLIMENT, A. y CERDEÑO SERRANO, M.L. (2014): Propuesta metodológica para el estudio volumétrico de cerámica arqueológica a través de programas free-software de edición 3D: el caso de las necrópolis celtibéricas del área meseteña. *Virtual Archaeology Review*, vol 5, 11, pp. 20-32.

- SANZ MÍNGUEZ, C. (2007): Vaccea Anuario 2007. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2008): Vaccea Anuario 2008. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2009): Vaccea Anuario 2009. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2010): Vaccea Anuario 2010. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2011): Vaccea Anuario 2011. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2012): Vaccea Anuario 2012. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2013): Vaccea Anuario 2013. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2014): Vaccea Anuario 2014. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2015). El Legado de los Vacceos sigue presente. National Geographic. Recuperado de: http://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/el-legado-de-los-vacceos-sigue-presente_8944/5
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2015): Vaccea Anuario 2015. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2016): Vaccea Anuario 2016. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".
- SANZ MÍNGUEZ, C. (2017): Jarros rituales. Canecas rituais. Vaccea la otra mirada, 11. Valladolid.
- SANZ MÍNGUEZ, C. (dir.): *Jarros rituales/Canecas rituais. VacceArte. 9.^a Exposición de Arte Contemporáneo de Inspiración Vaccea*, Valladolid, Centro de Estudios Vacceos Federico Wattenberg, Universidad de Valladolid, 2017.
- SANZ MÍNGUEZ, C. y CARRASCAL ARRANZ, J.M., (2011): 'La Cerámica Vaccea'. Anuario Vaccea 2011. Valladolid: Universidad de Valladolid, Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg".

- SANZ MÍNGUEZ, C. y ROMERO CARNICERO, F. (2009): El vino y el banquete en la Europa prerromana. Vaccea monografías, 2. Valladolid.
- SANZ-SERNA, J.M. (1998): Diez lecciones de Cálculo Numérico. Universidad de Valladolid.
- SERIE PREVENCIÓN Y CONTROL INTEGRADOS DE LA CONTAMINACIÓN (IPPC) (2002). Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea. Sector de la fabricación cerámica.
- SOPENA VICIÉN, M.C. (2006): La investigación arqueológica a partir del dibujo informatizado de cerámica. SALDVIE, 6, pp. 13-27.

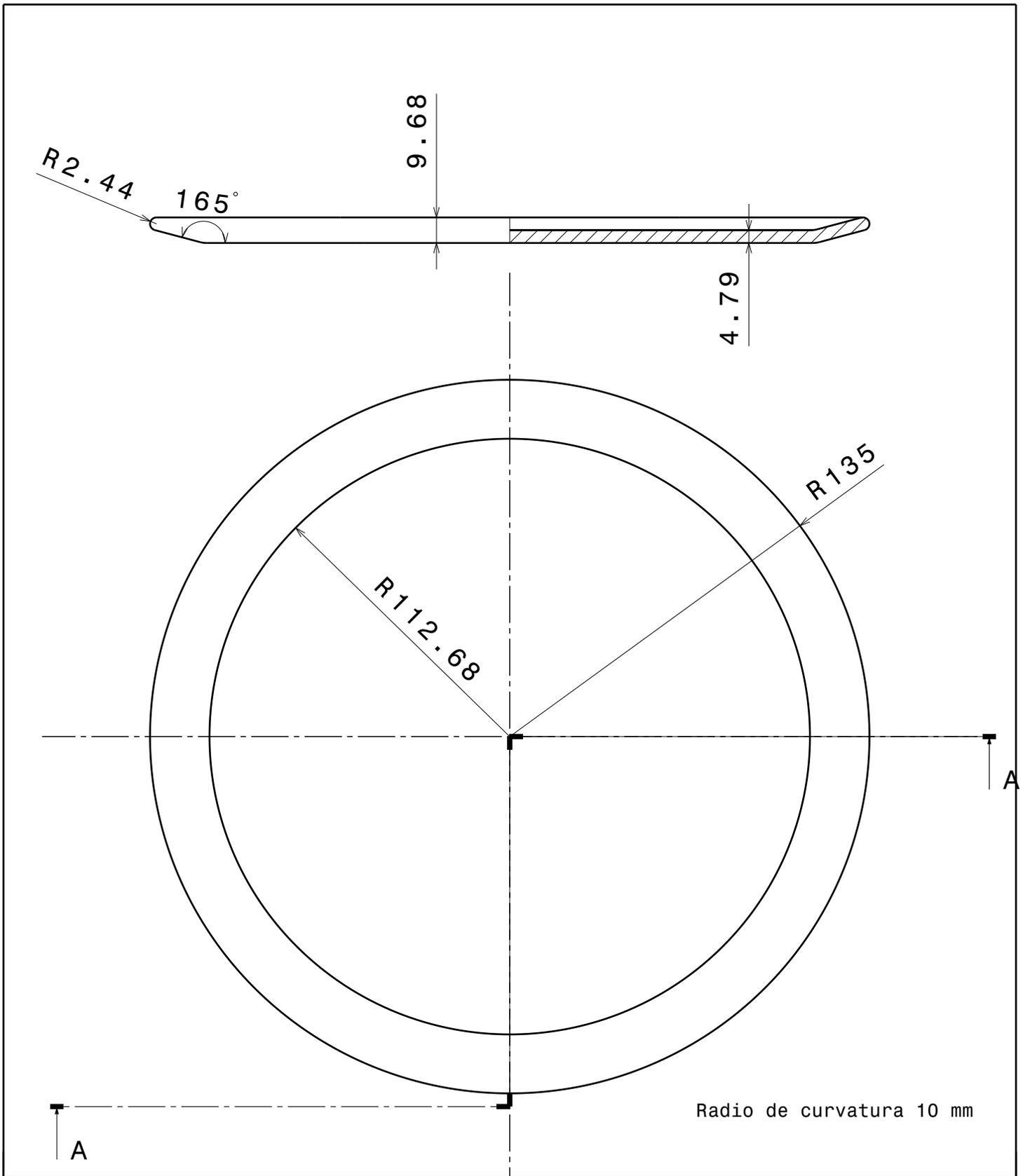
Enlaces de interés:

- <https://www.pintiavaccea.es/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=pP3sHKJA7i0>

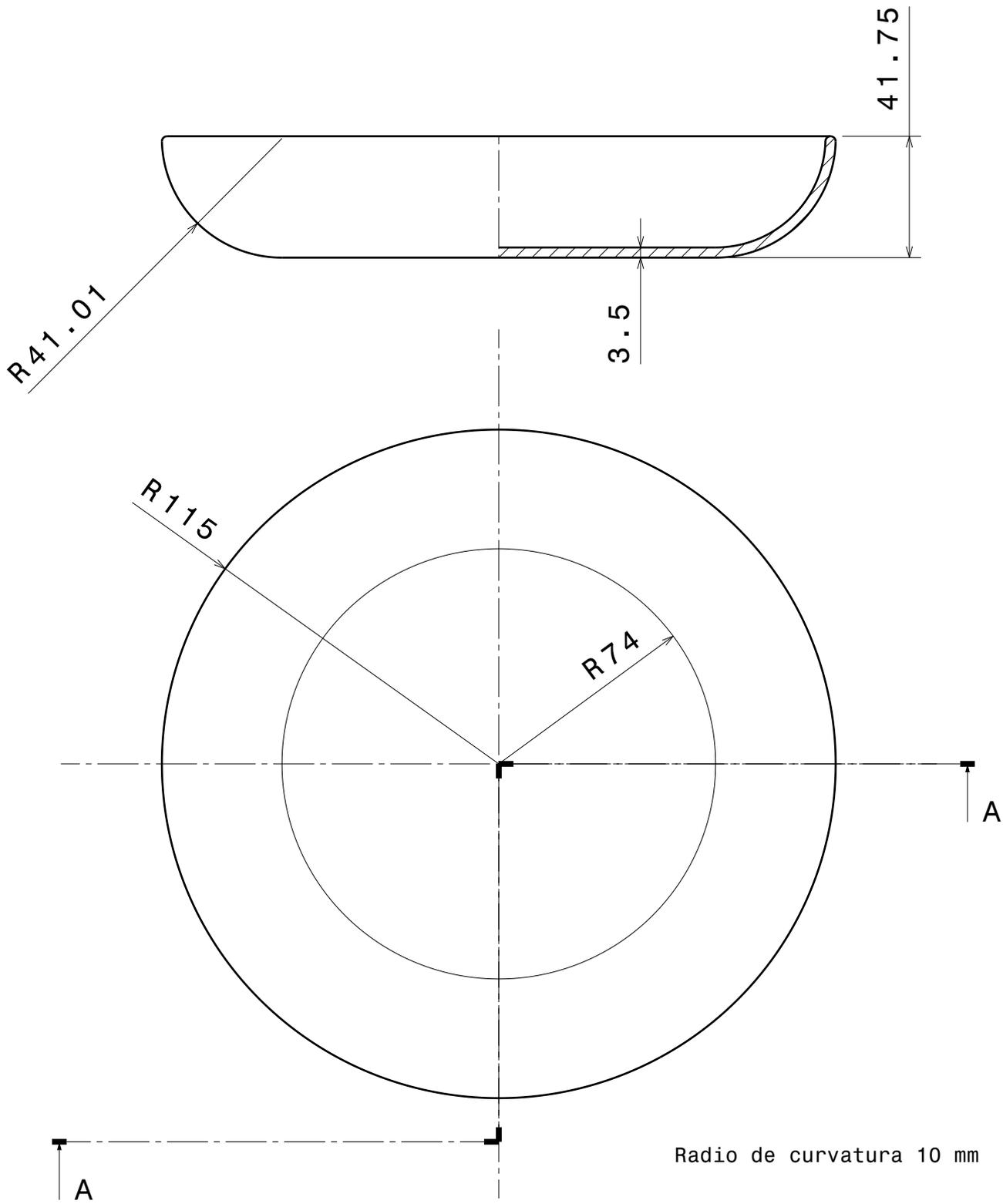
PLANOS

Índice

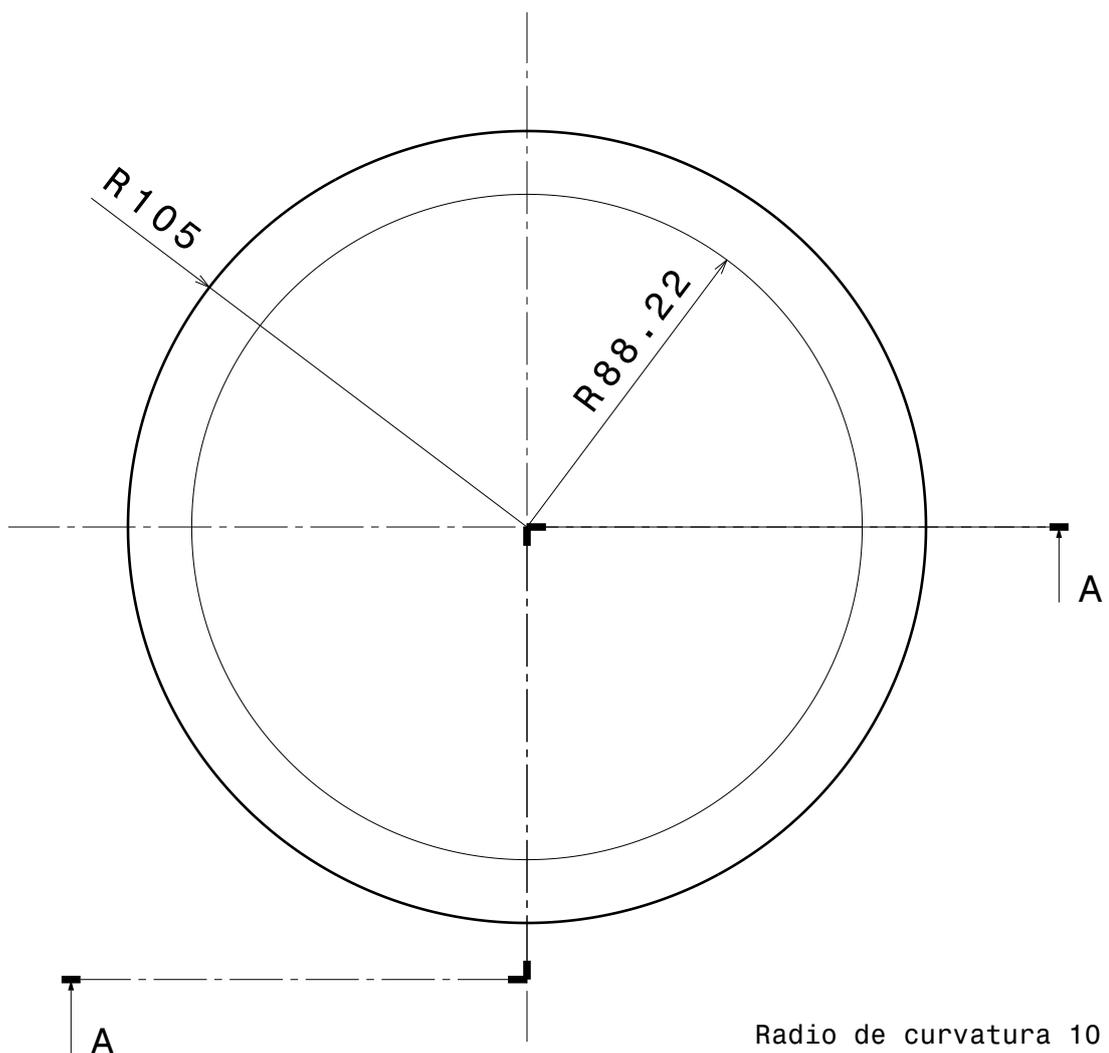
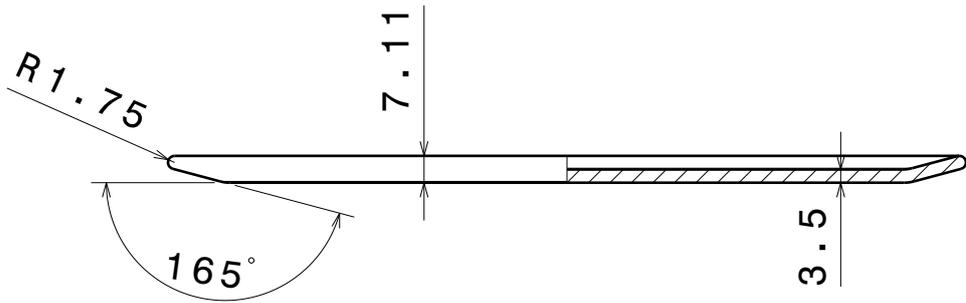
1. PLANO 1. PLATO LLANO
2. PLANO 2. PLATO HONDO
3. PLANO 3. PLATO PEQUEÑO
4. PLANO 4. CUENCO
5. PLANO 5. COPA



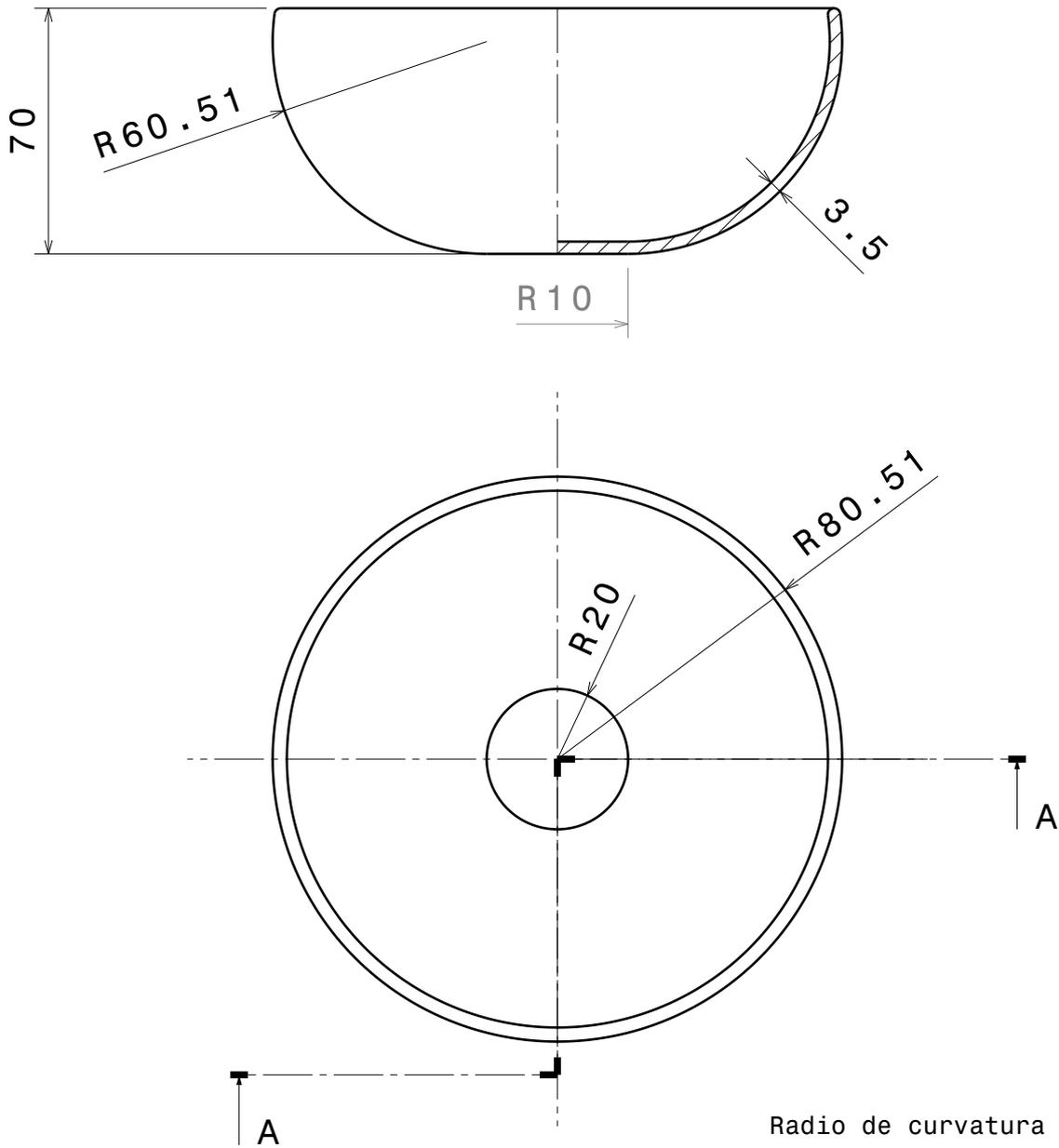
		TÍTULO DEL PROYECTO: EL DISEÑO DE LA CERÁMICA VACCEA, SU INFLUENCIA EN NUESTROS OBJETOS Y UNA REINTERPRETACIÓN ACTUAL		
REALIZADO POR: Sara Rodríguez Jiménez	FECHA: ABRIL-2018	NÚMERO DE PLANO: 1	PLANO: PLATO LLANO	
REVISADO POR:	FECHA:	ESCALA: 1:2	MATERIAL: Gres	TOLERANCIA GENERAL: $\pm 0,5$ mm



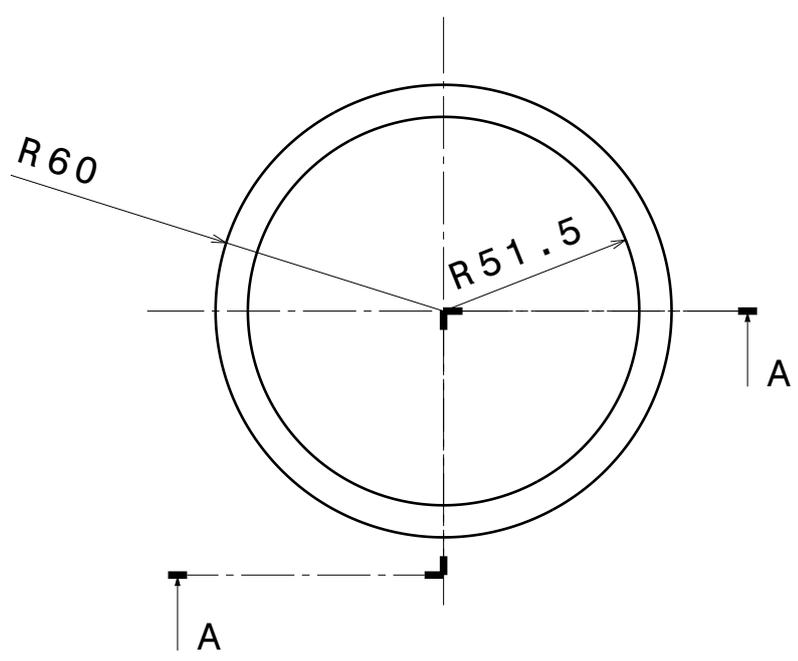
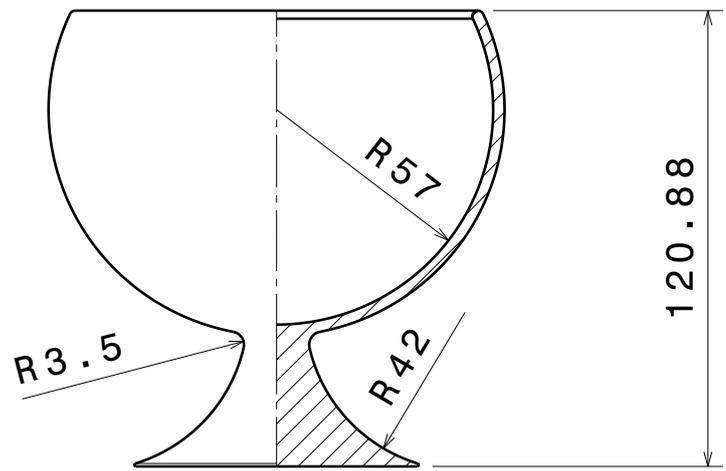
		TÍTULO DEL PROYECTO: EL DISEÑO DE LA CERÁMICA VACCEA, SU INFLUENCIA EN NUESTROS OBJETOS Y UNA REINTERPRETACIÓN ACTUAL		
REALIZADO POR: Sara Rodríguez Jiménez	FECHA: ABRIL-2018	NÚMERO DE PLANO: 2	PLANO: PLATO HONDO	
REVISADO POR:	FECHA:	ESCALA: 1:2	MATERIAL: Gres	TOLERANCIA GENERAL: $\pm 0,5\text{ mm}$



		TÍTULO DEL PROYECTO: EL DISEÑO DE LA CERÁMICA VACCEA, SU INFLUENCIA EN NUESTROS OBJETOS Y UNA REINTERPRETACIÓN ACTUAL		
REALIZADO POR: Sara Rodríguez Jiménez	FECHA: ABRIL-2018	NÚMERO DE PLANO: 3	PLANO: PLATO PEQUEÑO	
REVISADO POR:	FECHA:	ESCALA: 1:2	MATERIAL: Gres	TOLERANCIA GENERAL: ±0,5 mm



		TÍTULO DEL PROYECTO: EL DISEÑO DE LA CERÁMICA VACCEA, SU INFLUENCIA EN NUESTROS OBJETOS Y UNA REINTERPRETACIÓN ACTUAL		
REALIZADO POR: Sara Rodríguez Jiménez	FECHA: ABRIL-2018	NÚMERO DE PLANO: 4	PLANO: CUENCO	
REVISADO POR:	FECHA:	ESCALA: 1:2	MATERIAL: Gres	TOLERANCIA GENERAL: ±0,5 mm



		TÍTULO DEL PROYECTO: EL DISEÑO DE LA CERÁMICA VACCEA, SU INFLUENCIA EN NUESTROS OBJETOS Y UNA REINTERPRETACIÓN ACTUAL		
REALIZADO POR: Sara Rodríguez Jiménez	FECHA: ABRIL-2018	NÚMERO DE PLANO: 5	PLANO: COPA	
REVISADO POR:	FECHA:	ESCALA: 1:2	MATERIAL: Gres	TOLERANCIA GENERAL: $\pm 0,5$ mm