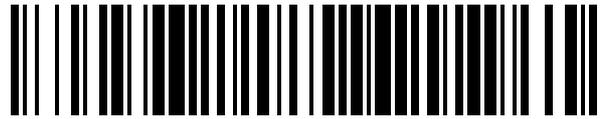


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 207 236**

21 Número de solicitud: 201830013

51 Int. Cl.:

**G09B 23/28** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**04.01.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**12.03.2018**

71 Solicitantes:

**FERRAN TARRAGÓ, Joan (100.0%)  
Jorge Juan 14 bis 4, 7 a  
12006 Castellón de la Plana (Castellón) ES**

72 Inventor/es:

**FERRAN TARRAGÓ, Joan**

54 Título: **Modelo de simulación artroscópica físico obtenido mediante impresora 3D doméstica**

**ES 1 207 236 U**

DESCRIPCIÓN

Modelo de simulación artroscópica físico obtenido mediante impresora 3D  
doméstica

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

10 La cirugía endoscópica y la artroscopia son técnicas que han revolucionado el mundo del tratamiento quirúrgico de muchas patologías debido a que reducen la morbimortalidad asociada al proceso, el tiempo de estancia hospitalaria y sus complicaciones, el coste de tratamiento y mejoran los resultados clínicos y funcionales tras la intervención respecto las técnicas abiertas. En Cirugía Ortopédica y Traumatología, son rutinarias las técnicas de artroscopia de hombro, codo, muñeca, 15 cadera, rodilla, tobillo y raquis, para el tratamiento de patología muy diferente: desde reparaciones de la musculatura del manguito rotador hasta la resección de una hernia discal, tanto central como foraminal. Debido a las ópticas actuales, la mayoría de los hospitales disponen de cámaras artroscópicas y endoscópicas que permiten únicamente la visión en 2 dimensiones, por lo que el manejo del instrumental se vuelve 20 más complejo que en las técnicas abiertas, donde se puede ver y tocar en 3 dimensiones. Es por ello que la curva de aprendizaje de las técnicas endoscópicas y artroscópicas es más alto que el de las técnicas abiertas, aunque a largo plazo, los resultados clínicos sean mejores en las primeras. Esto, asociado a que los errores se cometen en sujetos sanos, y pueden conllevar a graves consecuencias clínicas, hace 25 fundamental la necesidad de modelos de prácticas artificiales para el aprendizaje previo al tratamiento de humanos.

Proponemos un modelo accesible, económico y fácilmente realizable con impresoras 3D domésticas, de prácticas endoscópicas y artroscópicas que permita iniciar la curva de aprendizaje de una forma más rápida y más segura para el paciente.

30

35

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el momento actual, son muchos los diferentes modelos de práctica artroscópica y endoscópica que se han descrito, y muchas las marcas que lo han realizado: Sawbones, 5 DePuySynthes, VirtaMed, CLA, 3D Systems, Adam Rouilly, Simendo, Toltech, entre otros. Todos estos modelos tienen un precio elevado, tanto en su adquisición como en su mantenimiento y en la compra del material fungible que queda dañado durante las prácticas, ya que muchas de ellas asocian cortar, dar puntos de sutura, realizar anclajes etc.

10 Además, estos dispositivos no permiten la creación de casos clínicos personalizados, ni el montaje de piezas y situaciones especiales que el cirujano en prácticas quiera reproducir, ya que son modelos preformados que no permiten modificaciones. En algunos de ellos, es posible solicitar una modificación para adaptar el modelo a un caso concreto, pero ello implica un gasto muchas veces inasumible por el practicante.

15 Otro problema que asocian estos dispositivos es que la textura de los materiales fungibles se aleja bastante de la realidad. La mayoría de elementos fungibles que reproducen tendones o ligamentos se realizan con materiales excesivamente blandos, como espuma, por su fácil reproducibilidad y distribución. Ello, aunque ayuda a aumentar la pericia del cirujano, lo aleja de la sensibilidad real del punto de sutura en

20 humanos.

Finalmente, todos los modelos de práctica artroscópica disponibles en el mercado son modelos realizados para la práctica en solo un tipo de articulación. Los que más necesitan este tipo de modelo de prácticas son cirujanos ortopédicos principiantes, para coger experiencia antes de intervenir pacientes reales. Cuando los médicos más

25 jóvenes se forman en artroscopia, necesitan formarse en todas las articulaciones, ya que la mayoría de ellos no se inician en la cirugía ortopédica como expertos en una articulación, sino que se van especializando con el tiempo. Para poder mejora su curva de aprendizaje, requieren dos planes diferentes de formación artroscópica:

- Por una parte, una formación básica, en modelos no anatómicos que simplemente tienen la finalidad de aprender a ver en 2 dimensiones, a triangular los instrumentos en el campo y a saber usar las herramientas en un “campo de prácticas”. Para ello, se realizan pruebas de habilidad manual como desplazar elementos en un espacio definido, seguir una línea curva o doblar hojas de papel.
- En segundo lugar, cuando han adquirido las habilidades básicas, empiezan con

las prácticas en modelos anatómicos enfrentándose a casos que se asemejan más a los de la vida real.

5 Debido a esta condición, los cirujanos necesitan comprar muchos modelos de práctica artroscópica a lo largo de su vida: uno para las habilidades básicas, uno para hombro, para codo, para muñeca.... Y así sucesivamente, lo que acaba siendo una limitación tan importante como para que no se formen previamente en modelos artificiales y realicen sus primeras suturas y técnicas artroscópicas y endoscópicas en pacientes reales, con el  
10 riesgo quirúrgico que ello conlleva.

La alternativa a los modelos plásticos, artificiales, de práctica artroscópica artificial fueron los simuladores virtuales. Éstos tenían la ventaja de permitir simular diferentes articulaciones en mismo aparato, lo que reducía uno de los problemas que presentan los  
15 modelos artificiales reales. El principal inconveniente de estos modelos virtuales reside en la falta de sensibilidad y tacto de los instrumentos durante la práctica, ya que se basan en un sistema de video con el que se interactúa con instrumentos virtuales. Aunque se intenta reproducir la sensibilidad al tacto mediante diferentes modos de vibración de los instrumentos, no se alcanza el realismo necesario. Además, estos modelos son muy  
20 caros, y por lo tanto, muy inaccesibles para la mayoría de los cirujanos ortopédicos principiantes, lo que deja sin resolver el problema de los primeros pasos en el aprendizaje de la cirugía artroscópica y endoscópica.

25

30

.EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

Este modelo de práctica artroscópico está diseñado de forma que cualquier impresora 3D doméstica sea capaz de imprimirlo con una configuración Standard y un material  
5 universal como el Ácido Poliláctico (PLA), ABS, HIPS, Wood o cualquier otro material de los disponibles ahora, y en el futuro, en el mercado de impresión 3D.

Se basa una parte fungible y una parte no fungible. La parte fungible hace referencia a todas las articulaciones que se pueden montar en la parte no fungible. Las articulaciones  
10 de las que disponemos son hombro, raquis, codo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo. Estas articulaciones están compuestas de módulos fabricados con materiales duros para la representación del hueso (PLA, ABS, HIPS, Wood...) y material flexible de impresión 3D de diferentes marcas para la representación de tendones, ligamentos y músculos. Los colores son intercambiables tanto para la parte dura (huesos) como para la parte  
15 elástica (tendones, ligamentos y músculos).

En cada articulación, las estructuras que más práctica requieren son:

- Hombro: manguito rotador, cabeza humeral y rodete glenoideo
- Codo: ligamentos de codo y superficie articular
- 20 - Muñeca: ligamento triangular, ligamentos radiocarpianos, ligamentos radiocubitales y ligamentos del carpo
- Cadera: ligamento redondo, labrum y cabeza femoral
- Rodilla: ligamentos cruzados, meniscos, ligamento meniscofemoral, ligamentos colaterales, superficie articular y ligamento rotuliano.
- 25 - Tobillo: superficie articular, ligamentos del maléolo lateral y ligamento deltoideo.
- Raquis: disco intervertebral y forámenes de conjunción

Es por ello que cada una de las estructuras fungibles que con más frecuencia se lesionan se pueden imprimir de forma individual, para que una vez finalizada la práctica,  
30 no sea necesario restituir todo el modelo, sino solamente la parte que haya tenido que ser dañada para la práctica.

En el caso de los elementos no fungibles, disponemos de una base y una cubierta

35

- La base se realiza con materiales duros y presenta una forma de círculo perfecto. Con suficiente margen, contiene un riel circular, paralelo a la periferia de la base, por la que la tapa puede realizar movimientos circulares. En el centro de la base, hay una estructura en forma de cremallera articular que tiene la finalidad de servir como anclaje para los diferentes módulos fungibles.
- 5 - Presentamos dos tipos de cubierta según el modelo de impresora que dispongamos:
  - o Una primera cubierta, universal, reproducible por cualquier tipo de impresora que se realiza mediante materiales duros y presenta una forma cilíndrica abierta por su base, de forma que quede toda la periferia
  - 10 completa y la tapa superior. Contiene 3 orificios en la tapa superior y 16 orificios simétricos en el perímetro del cilindro, que servirán como portales artroscópicos y que gracias a su articulación con el riel de la base permitirá la rotación sobre el eje articular.
  - o Una segunda cubierta con forma de semiesfera que contiene 16 orificios
  - 15 a modo de portales artroscópicos y 3 orificios en el cénit de la semiesfera. Esta segunda cubierta, al presentar forma semiesférica requiere o bien de una impresora de mayor calidad o bien de un post-procesado tras la impresión por impresoras con menor calidad.
- Cada uno de los portales artroscópicos se cubre con un tapón impreso sobre
- 20 material elástico con una pequeña obertura por su centro para permitir la entrada de las herramientas de trabajo y de la cámara.

Cada uno de los modelos articulares se ha extraído a partir de tomografías computarizadas de pacientes reales previa autorización de los mismos, por lo que el

25 realismo es máximo.

Gracias al diseño del modelo, y a su sencillez, se requieren materiales de muy bajo coste para su impresión. Además, no son necesarias impresoras de alta gama para ello, lo que elimina completamente el problema de la accesibilidad.

30 Nuestro modelo permite la incorporación de cualquier articulación a una base y una cubierta fijas, lo que permite realizar prácticas artroscópicas y endoscópicas de cualquier tipo en un mismo modelo de práctica, aumentando todavía más la accesibilidad.

35

Al tratarse de modelos obtenidos de pacientes reales, la reproducción es perfecta. Los materiales plástico se pueden imprimir con una mayor o menor densidad de filamento, por lo que conseguimos reproducir casi a la perfección la densidad y la consistencia de las estructuras que queremos imprimir, diferenciando entre estructura tendón, músculo,  
5 menisco e incluso ligamento, siendo además posible realizarlo en el propio domicilio del usuario.

Gracias a la posibilidad de generar archivos G-Code con las instrucciones de cada componente, es posible imprimir cualquier pieza simplemente con un clic de ordenador,  
10 sin necesidad de controlar ni manejar parámetros de la impresora ni del proceso de impresión, ya que todos estos quedan predefinidos en el archivo G-Code que asignamos a cada elemento. Aun así, cada usuario puede personalizar los componentes de su modelo de prácticas artroscópico y endoscópico, ya que mediante formatos OBJ, STL o 3MF, se puede realizar un montaje personalizado cada usuario según sus necesidades,  
15 simplemente controlando mínimos parámetros de los softwares domésticos de impresión 3D, muchos de ellos gratuitos.

Además, gracias a la posibilidad de personalizar los modelos, los usuarios podrán adaptar el modelo a pacientes reales, ya sea mediante modificaciones sobre los modelos propuestos, o bien con el montaje de los modelos de sus propios obtenidos a  
20 partir de tomografías computarizadas y resonancias magnéticas, gracias al diseño universal de la base y la cubierta.

Con todo ello, conseguimos un modelo artroscópico económico, accesible, fácil de usar, fácil de obtener, personalizable, intuitivo, universal y práctico que permita mejorar las  
25 habilidades quirúrgicas de los cirujanos ortopédicos en la práctica artroscópica y endoscópica y mejorar su curva de aprendizaje de una forma segura, adaptada a sus necesidades, accesible y económica.

30

35

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- Figura 1: Vista superior de la base  
Figura 2.- Vista de la base desde lateral con ligera inclinación a superior  
10 Figura 3: Perfil oblicuo de la base  
Figura 4: Vista superior de la cubierta A  
Figura 5: Vista lateral de cubierta A  
Figura 6: Vista frontal de cubierta A  
Figura 7: Vista inferior de cubierta A  
15 Figura 8: Vista Superior de la cubierta B  
Figura 9: Vista Inferior de cubierta B  
Figura 10: Vista anterior de cubierta B  
Figura 11: Vista frontal Húmero proximal  
Figura 12: Vista superior húmero proximal  
20 Figura 13: Vista lateral de húmero proximal  
Figura 14: Vista lateral húmero proximal  
Figura 15: Glena vista anterior  
Figura 16: Glena vista posterior  
Figura 17: Glena vista superior  
25
- Figura 18: Glena vista lateral  
Figura 19: Glena vista lateral  
Figura 20: Supraespinoso visión global en perspectiva oblicua  
30 Figura 21: Visión global de conjunto infraespinoso y redondo menor  
Figura 22: Visión global músculo subescapular  
Figura 23: Visión global del modelo endoscópico de raquis  
Figura 24: Vértebra Inferior visión global  
Figura 25: Disco Intervertebral, visión global.  
35 Figura 26: Vértebra superior visión global

Figura 27: Soporte modelo raquis, visión global

Figura 28: Fémur Distal, se puede observar el apoyo para el soporte superior y en la parte anterior se observa el hueco para la inserción de la rótula

5      Figura 29: Vista Posterior de fémur distal, donde se aprecia los lugares de anclaje de los cruzados posterior y anterior. Se puede realizar la disposición de cruzados en pierna derecha e izquierda indistintamente.

10     Figura 30: Tibia proximal vista desde arriba con ligera angulación anterior. Se puede ver los orificios para la inserción de los meniscos y los ligamentos cruzados anterior y posterior. De igual forma que en el fémur proximal, se pueden colocar tanto para simular una pierna derecha como izquierda

Figura 31: Tibia proximal vista inferior. Se observa el pivote para la colocación en el soporte y en la base de trabajo

Figura 31: Tibia proximal vista anterior

Figura 32: Tibia proximal visión frontal

15     Figura 33: Menisco visión medial

Figura 34: Menisco visión superior

20

25

30

35

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La invención se puede imprimir en cualquier impresora doméstica, por lo que su modo de producción se proyecta a la auto-impresión doméstica. Todos los diseños expuestos  
5 en las imágenes se han realizado de forma que no sea necesario un procesado ni previo ni posterior a la impresión directa, por lo que es directamente obtenible a partir de los archivos G-Code generados con una impresora convencional.

En el caso de proyectarse una producción a nivel industrial, se podría hacer mediante  
10 impresoras 3D de más alta gama, que presentan una velocidad de impresión mayor sin reducir la calidad de la reproducción. Se podría realizar moldes para la fabricación industrial a gran escala del modelo reproduciendo los modelos descritos en el actual modelo de utilidad.

15

REIVINDICACIONES

1. Modelo de práctica artroscópica imprimible mediante una impresora 3D doméstica y que se caracteriza por permitir la reproducción de cualquier tipo de articulación que contiene una cubierta o tapadera (4 - 10), una base ( 1-3), y diferentes elementos de las articulaciones a reproducir tanto sólidos (11- 19 y 24, 26, 28-32) como flexibles (20-22, 25 y 33-34)
- 10 2. Modelo de práctica artroscópica según reivindicación 1 en el que los elementos sólidos se puede imprimir con cualquier material sólido disponible en la industria, y en el que los modelos de tendones, ligamentos, músculos y otras partes blandas, se puede imprimir con cualquier material flexible.

Figura 1

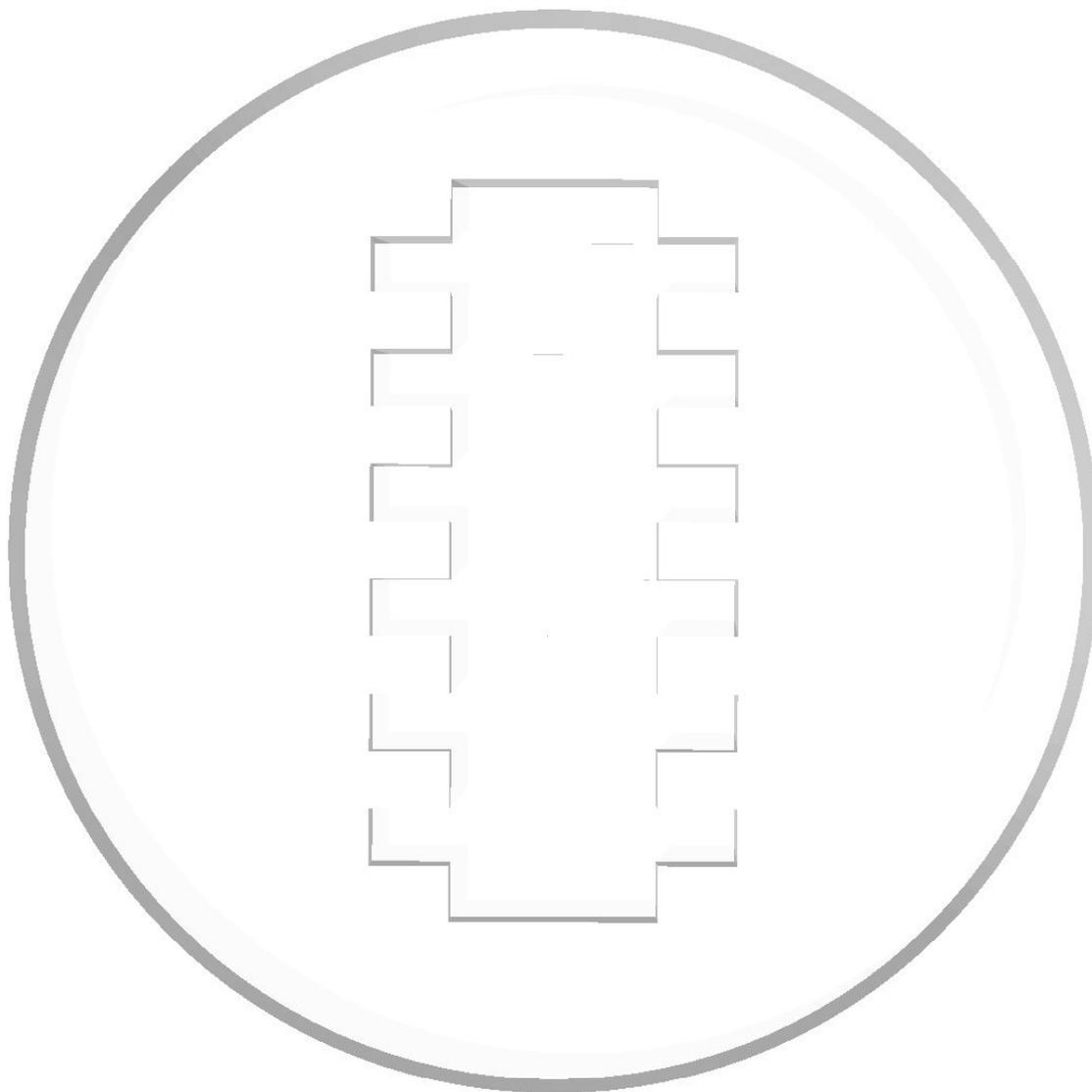


Figura 2

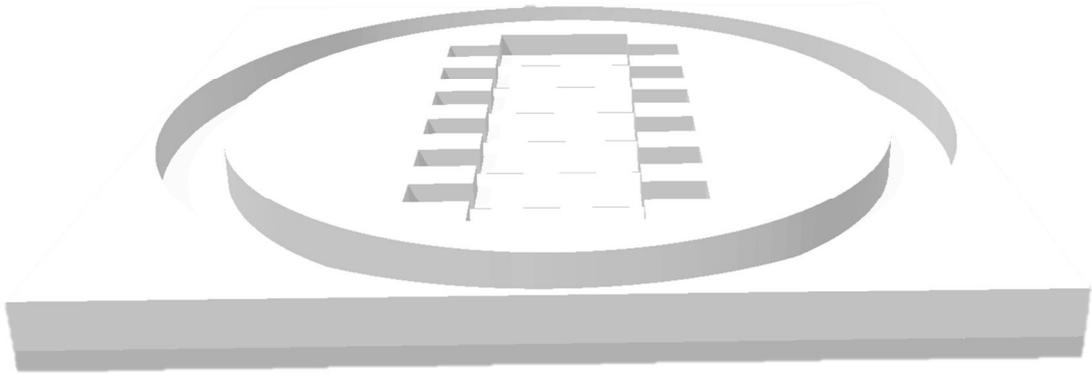


Figura 3

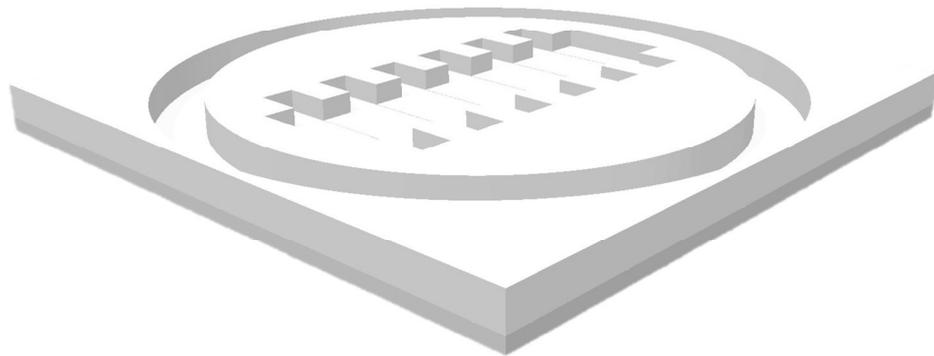


Figura 4

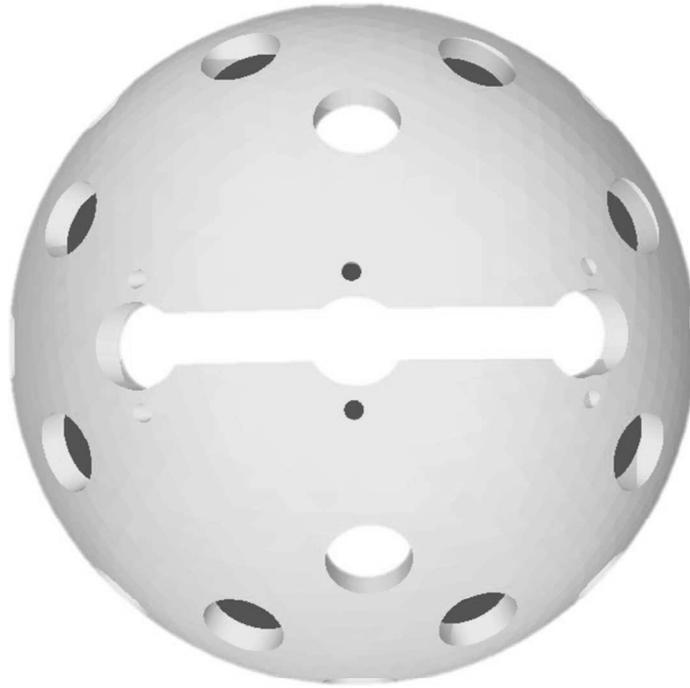


Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9

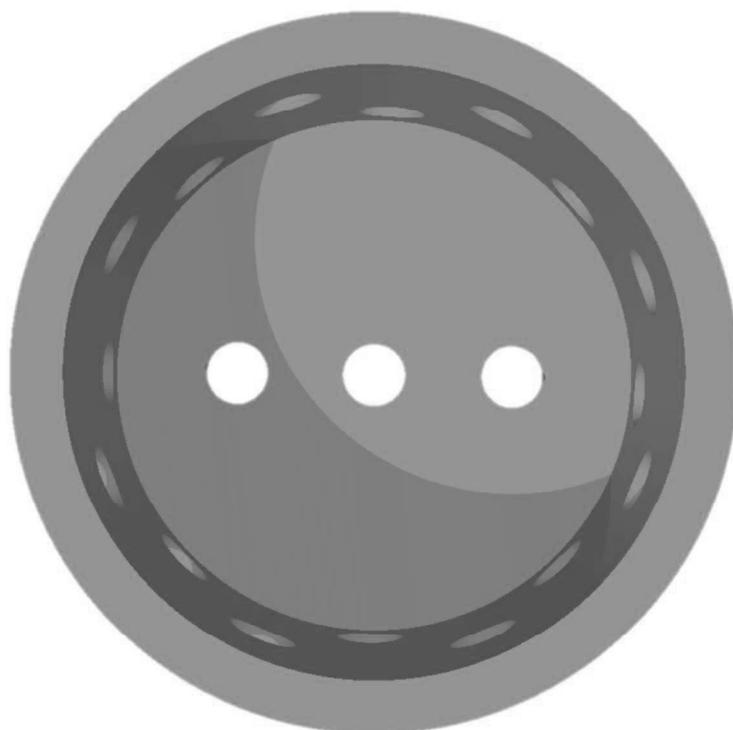


Figura 10

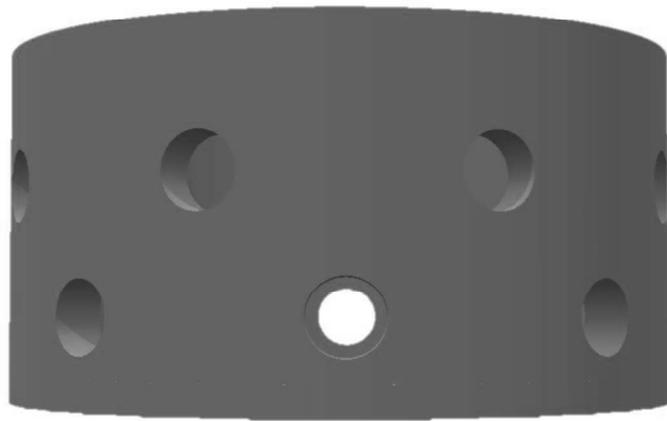


Figura 11

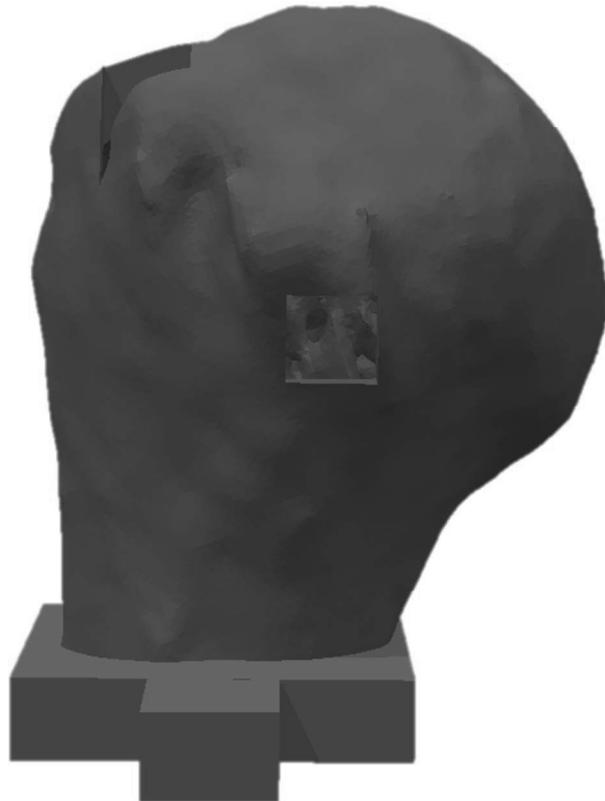


Figura 12

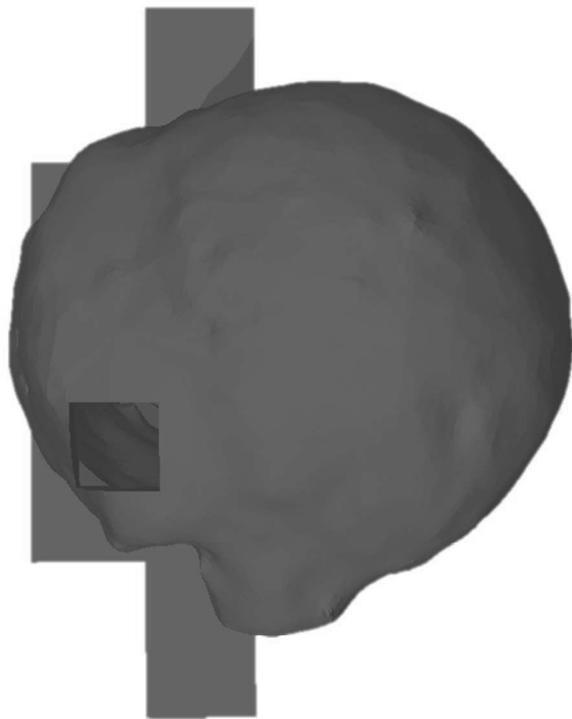


Figura 13



Figura 14

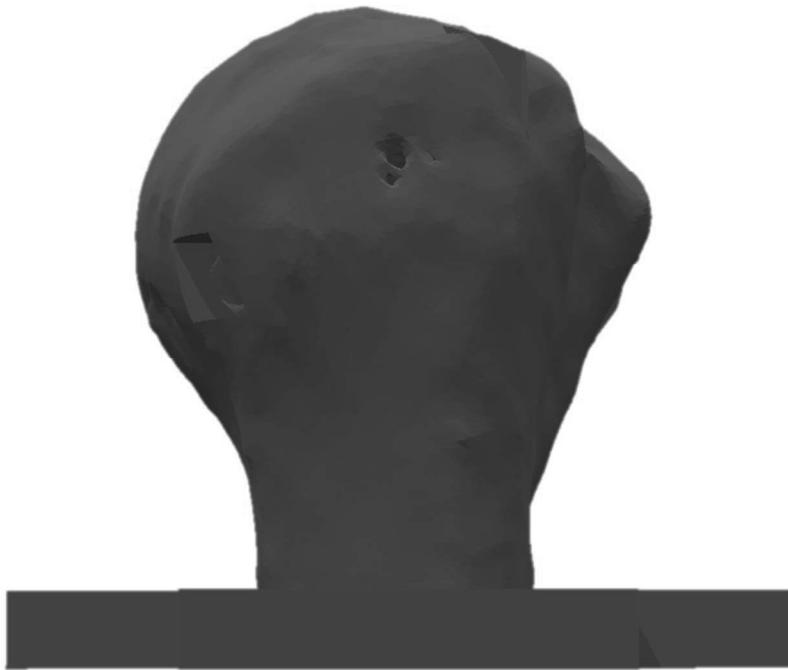


Figura 15

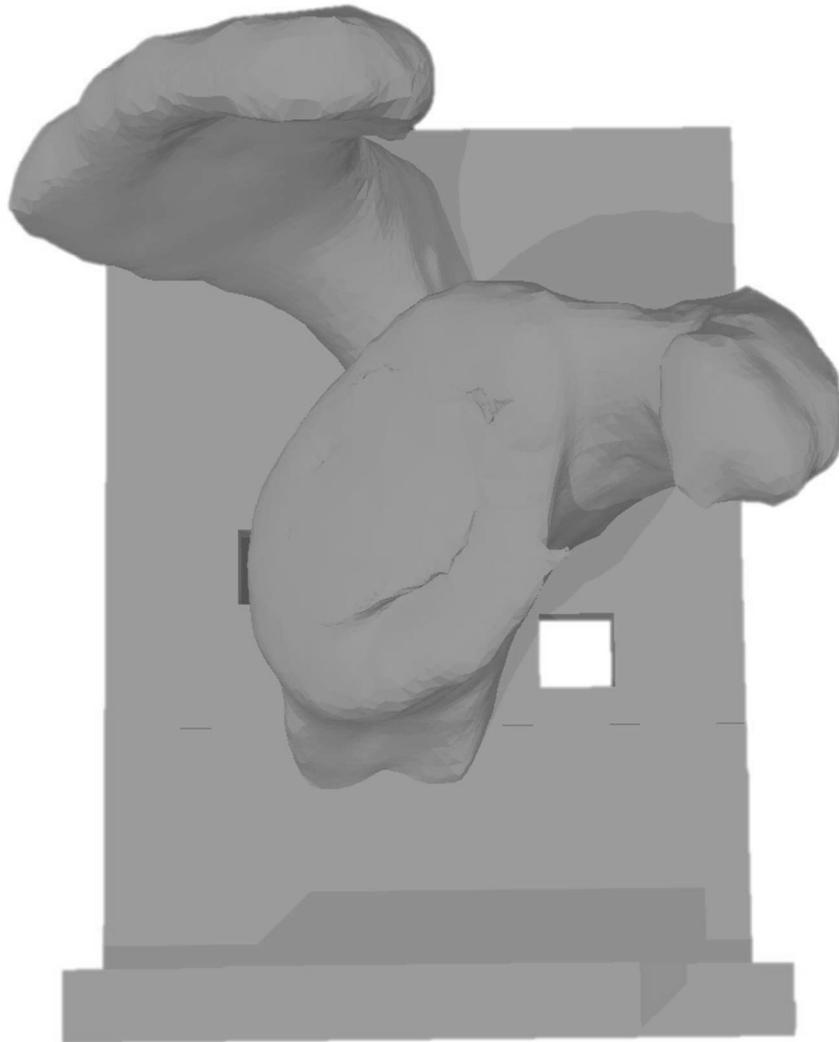


Figura 16

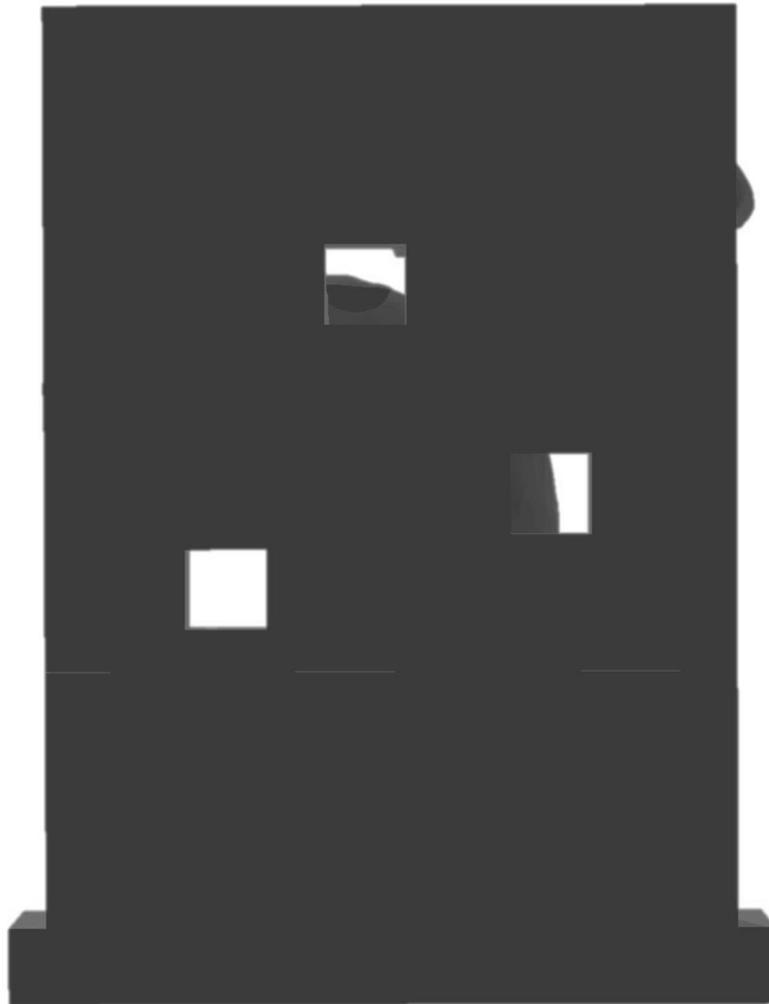


Figura 17

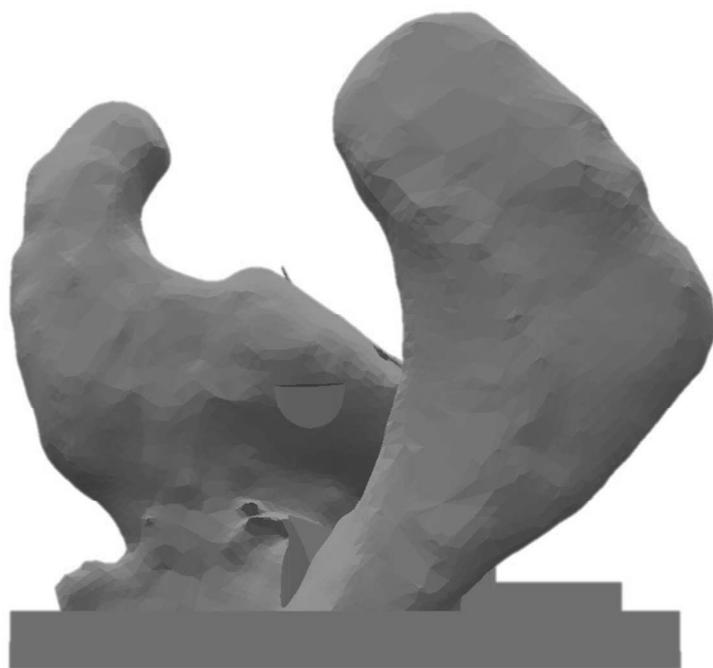


Figura 18

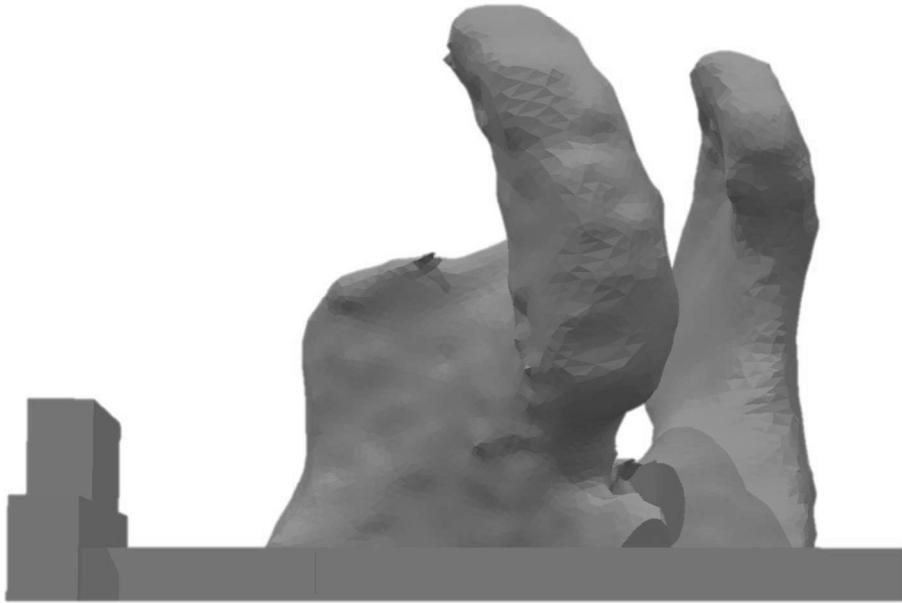


Figura 19



Figura 20

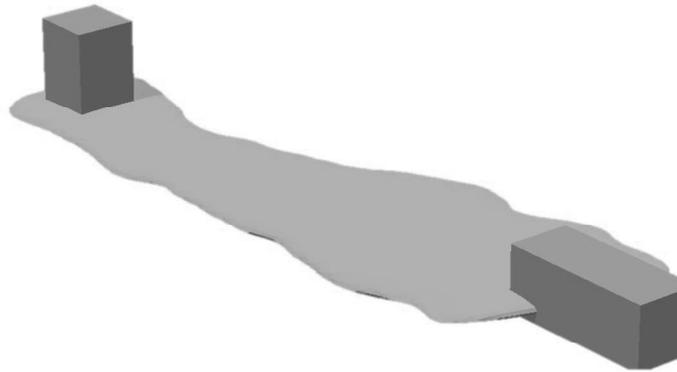


Figura 21



Figura 22

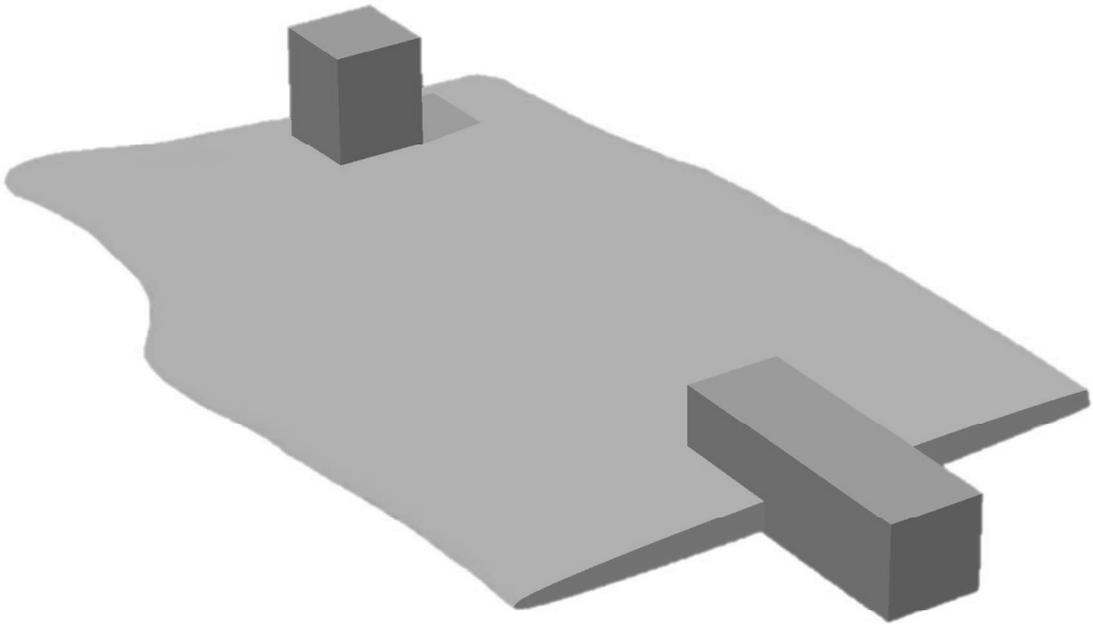


Figura 23

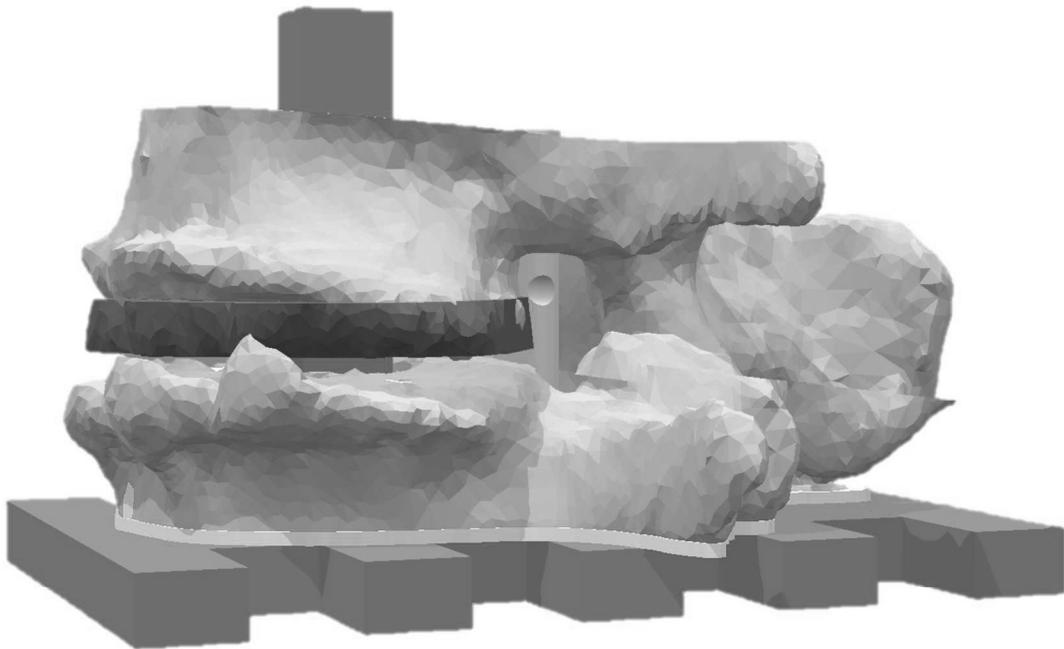


Figura 24

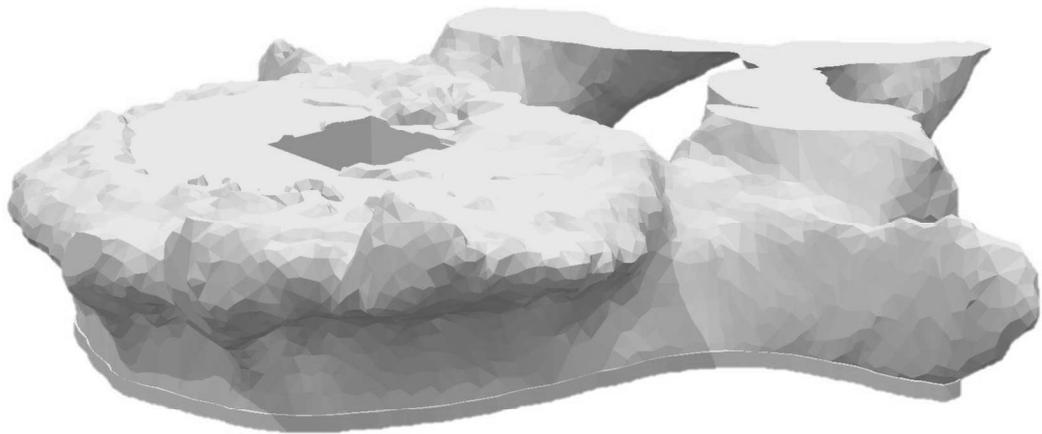


Figura 25

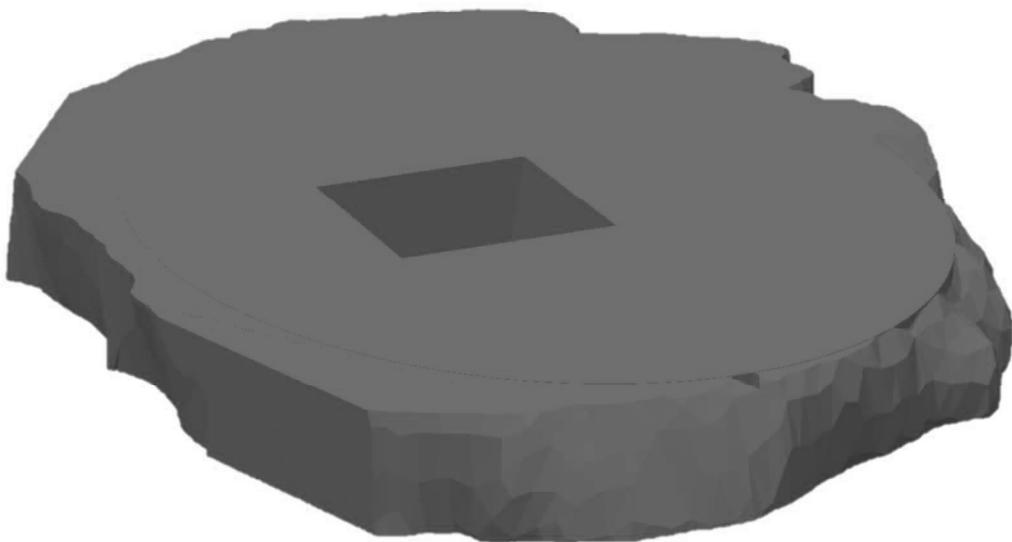


Figura 26



Figura 27

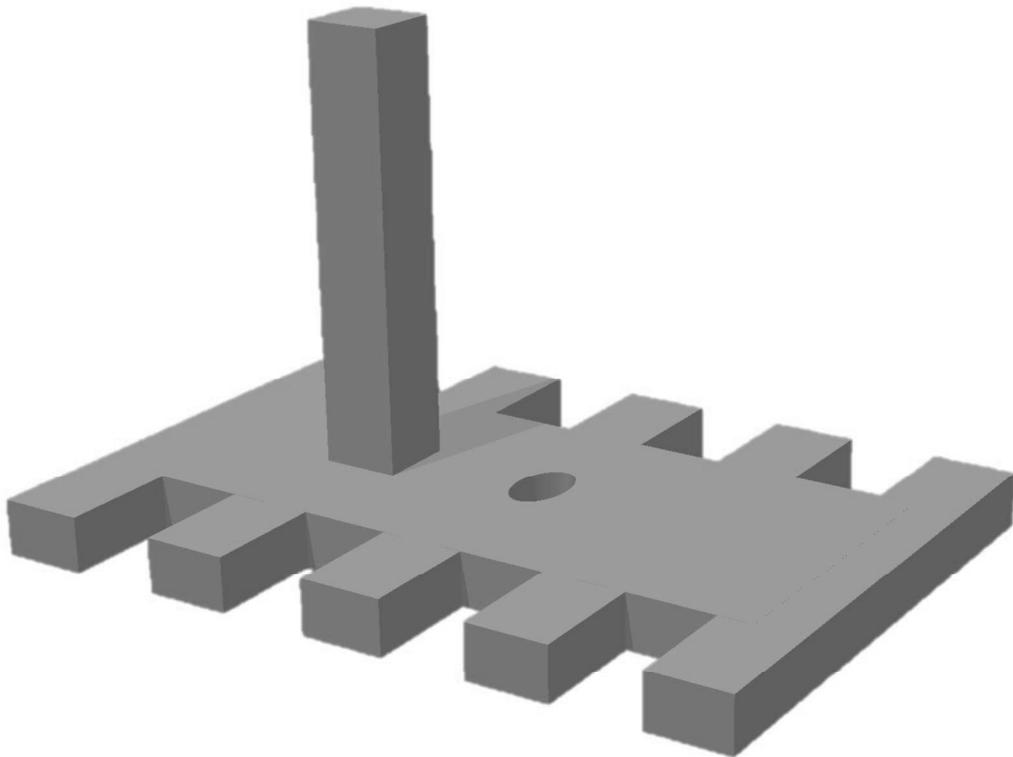


Figura 28

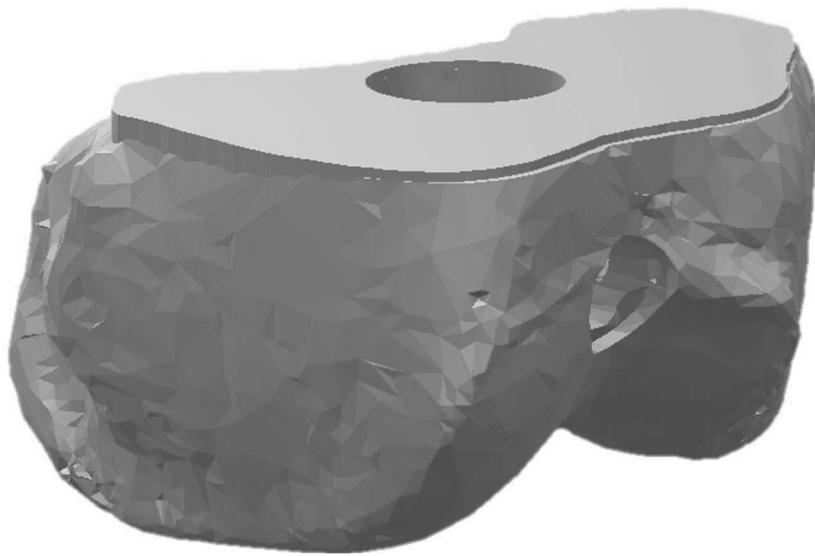


Figura 29

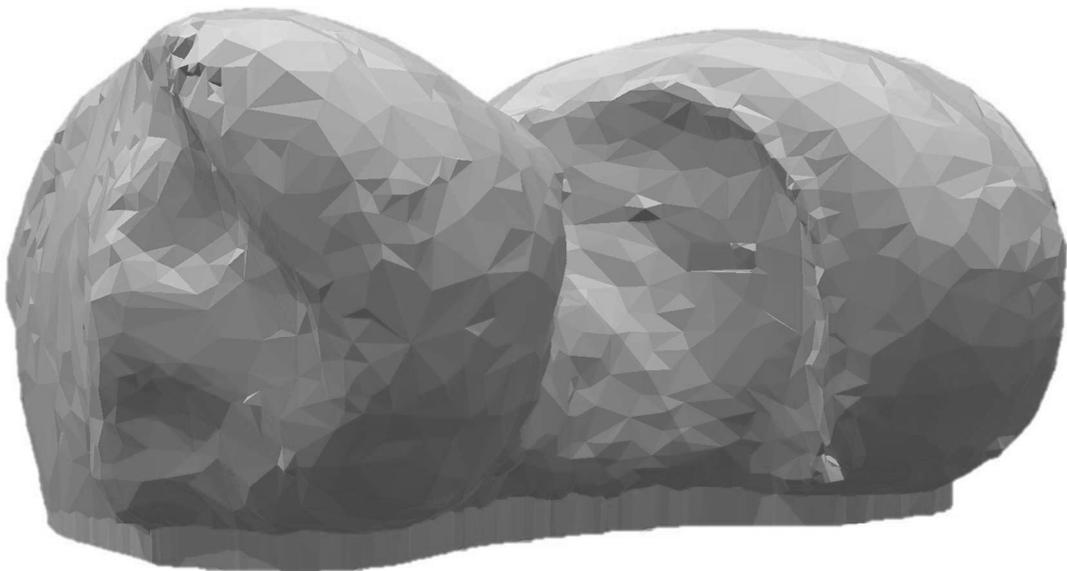


Figura 30

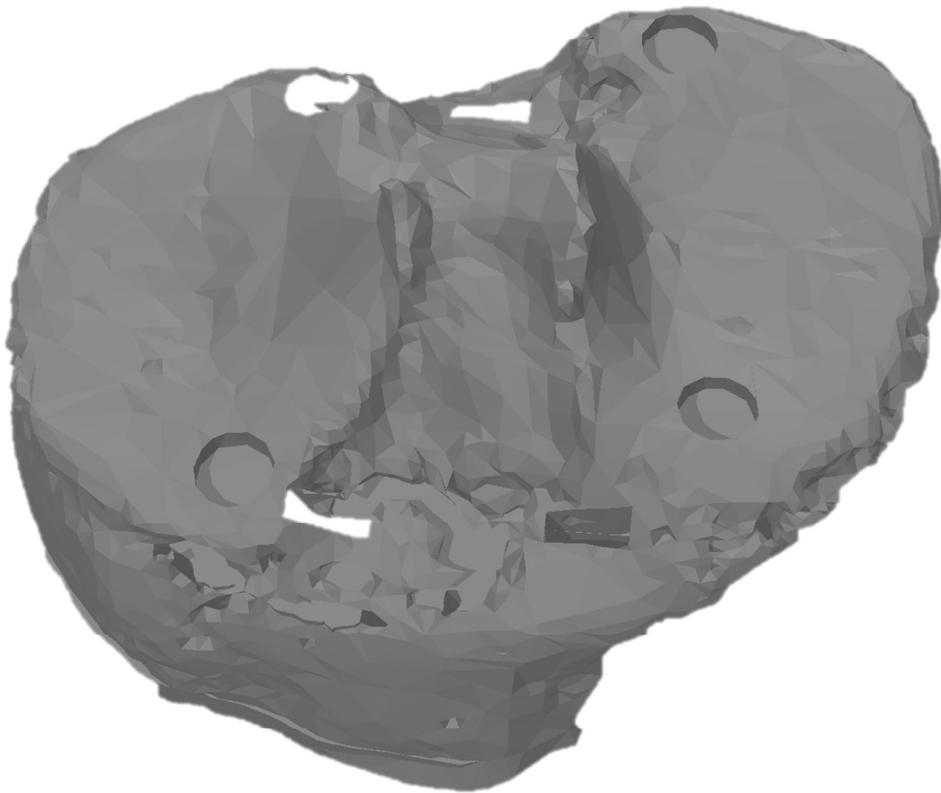


Figura 31

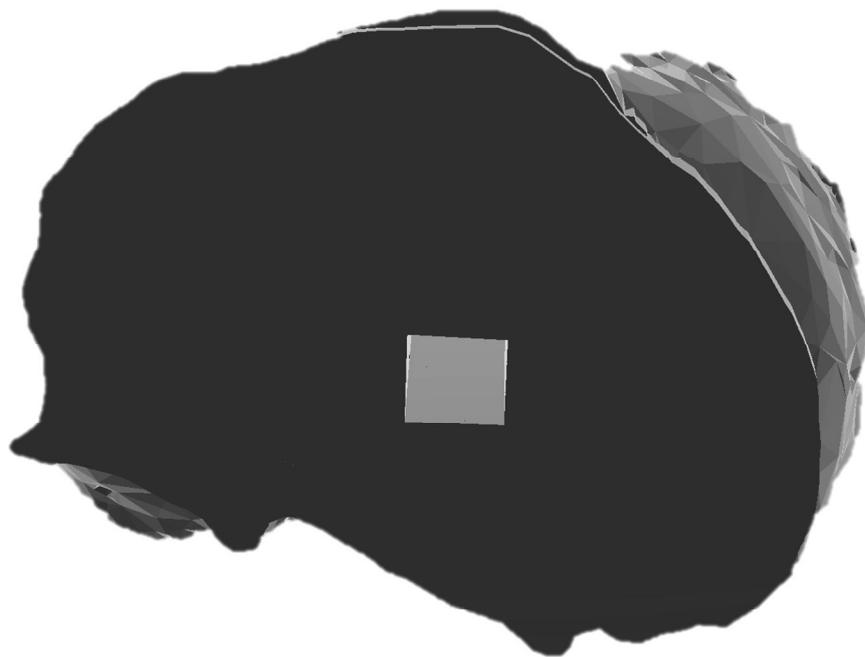


Figura 32

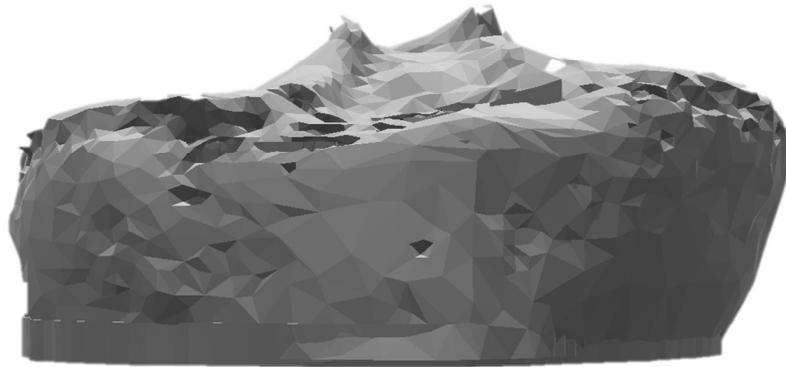


Figura 33



Figura 34

