

PROTOCOLO PARA MEDICION VOLUMETRICA DE CONDILOS MANDIBULARES

Todos los pasos y medidas que describe el presente tutorial se realizaron utilizando el software Blue Sky Bio y Autodesk Meshmixer que son software abiertos o gratuitos el uno médico y el segundo de diseño.

Objetivo:

- Determinar la viabilidad de un método de medición volumétrica para cóndilos mandibulares.
- Evaluar la reproducibilidad del protocolo con herramientas accesibles.

Herramientas utilizadas:

- **Blue Sky Bio:** Software médico para la obtención y procesamiento inicial de imágenes.
- **Meshmixer:** Herramienta de diseño 3D para análisis detallados y manipulación de modelos.

A continuación, se describe el paso a paso del protocolo

1.Recolección de datos

Imágenes iniciales:

- Adquirir tomografías computarizadas (CBCT) de alta resolución con parámetros estandarizados.
- Asegurarse de que las imágenes incluyan la totalidad de la articulación temporomandibular (ATM).

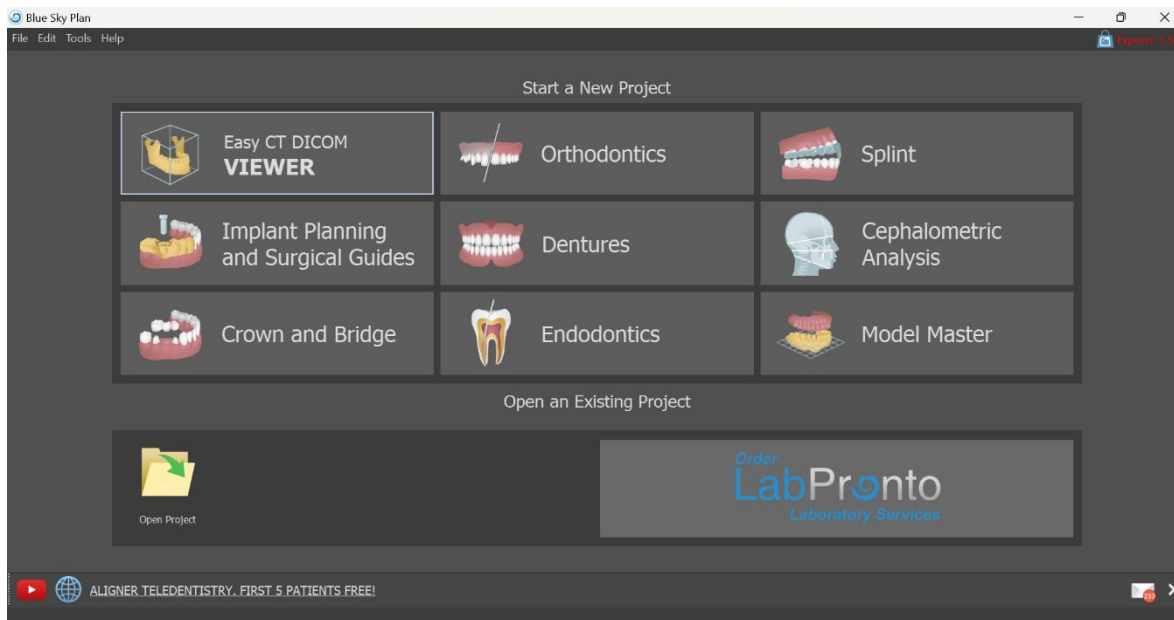
2.Procesamiento inicial en Blue Sky Bio

Carga de imágenes:

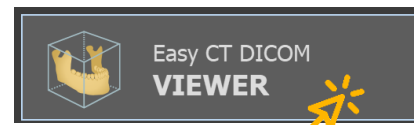
- Importar los archivos DICOM al software Blue Sky Bio.
- Verificar la calidad y resolución de las imágenes.



3. Al abrir el software Blue Sky Bio, se despliega una ventana en la que visualizamos diferentes opciones.

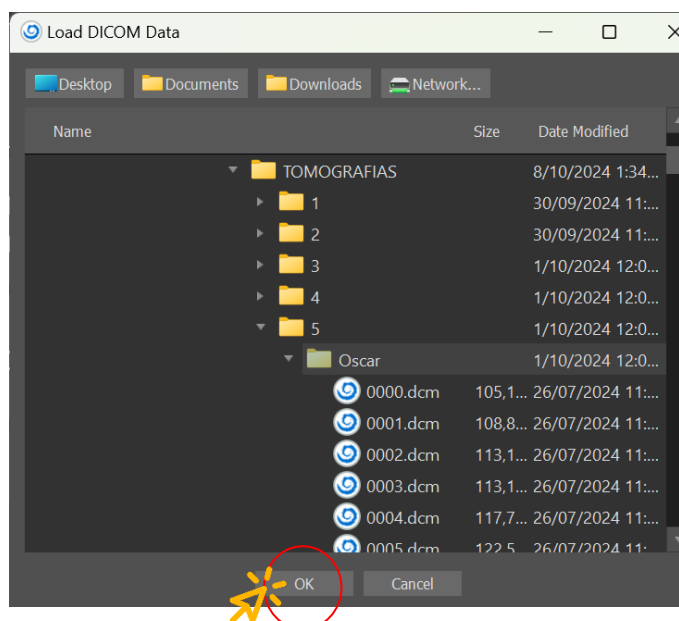


4. En la ventana en la que visualizamos diferentes opciones, seleccionamos la opción “Easy CT DICOM VIEWER”.

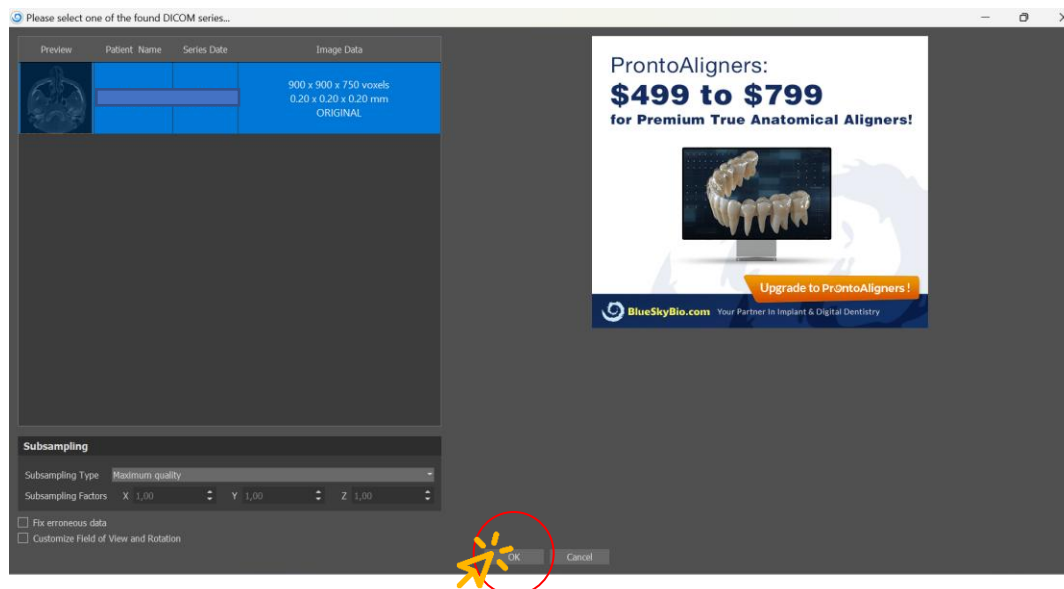


5. Al seleccionamos la opción “Easy CT DICOM VIEWER”. se despliega una ventana en la que podemos seleccionar la tomografía del paciente al que le vamos a calcular el volumen de sus cóndilos mandibulares.

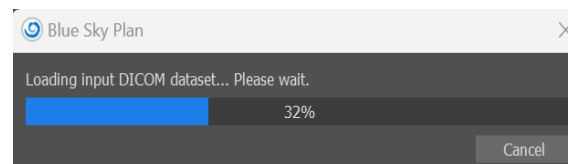
Cuando hayamos seleccionado el archivo damos Clic en la opción “OK”.



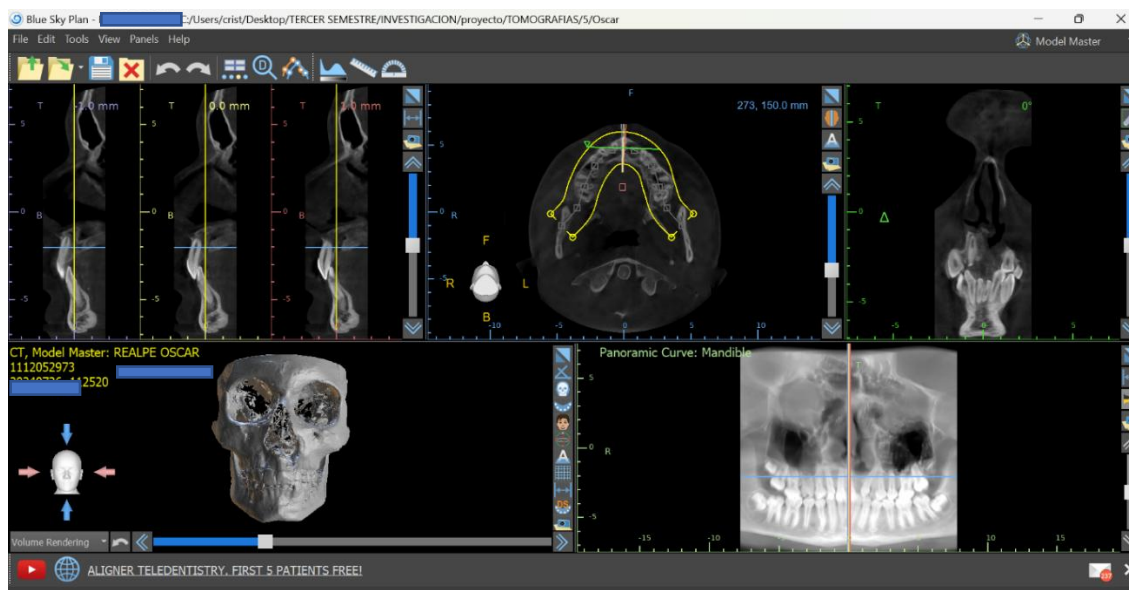
6. Al seleccionar la opción “OK” se despliega una ventana en la que podemos visualizar las características de la tomografía del paciente al que le vamos a calcular el volumen de sus cóndilos mandibulares. Aquí damos Clic en la opción “OK”.



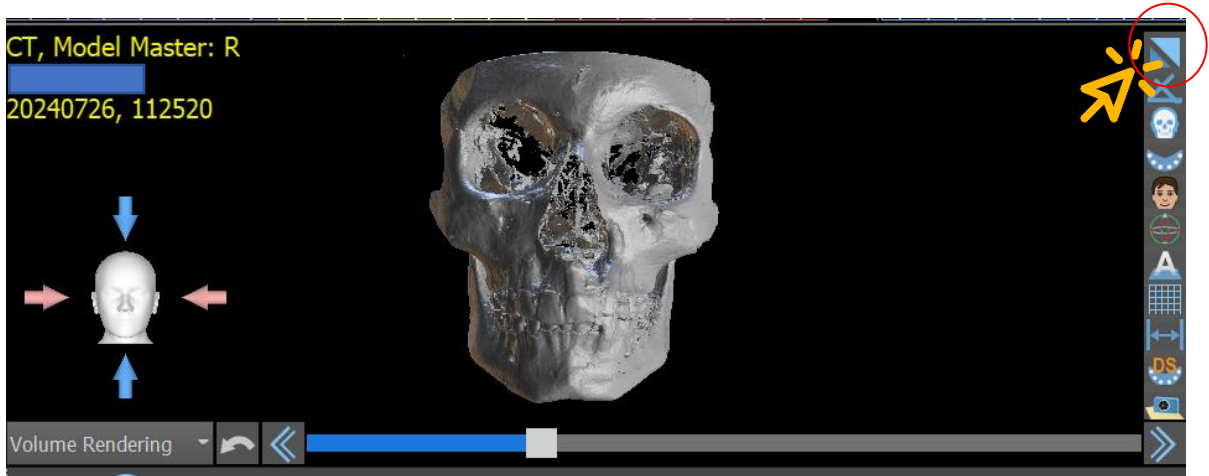
7. Al seleccionar la opción “OK” se despliega una ventana que nos indica que la tomografía está cargando, debemos esperar a que el archivo llegue a 100% de carga.



8. Una vez que el archivo llega al 100% de carga, se despliega una ventana que nos indica la tomografía en distintas opciones de visualización.

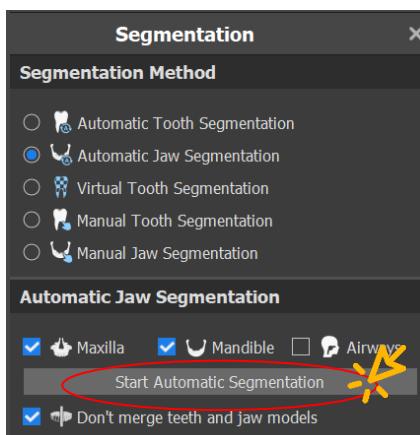
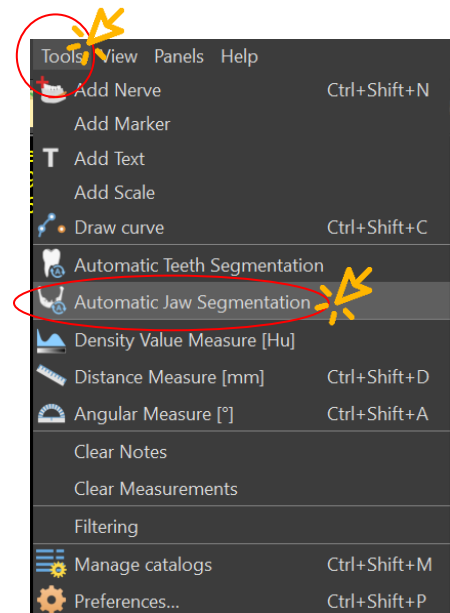


9. En esta ventana principal, vamos a elegir la opción que está en la parte inferior izquierda que nos indica el cráneo en una imagen 3d, dando clic en el triángulo azul que está en la esquina superior derecha, vamos a maximizar la imagen.



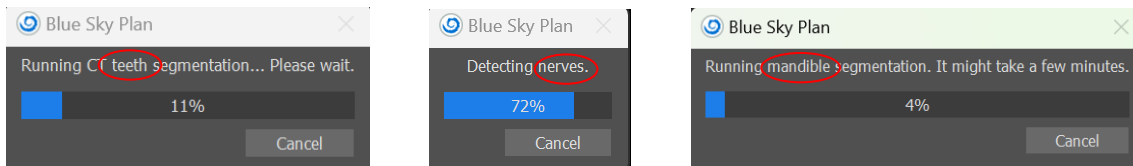
10. En esta ventana principal, vamos a encontrar un menú en la parte superior izquierda allí vamos a dar clic en la opción “Tools”.

11. Al dar clic en la opción “Tools”, se nos va a desplegar una ventana con una serie de funciones en la que vamos a escoger la opción “Automatic Jaw Segmentation” para hacer la segmentación automática de la mandíbula.

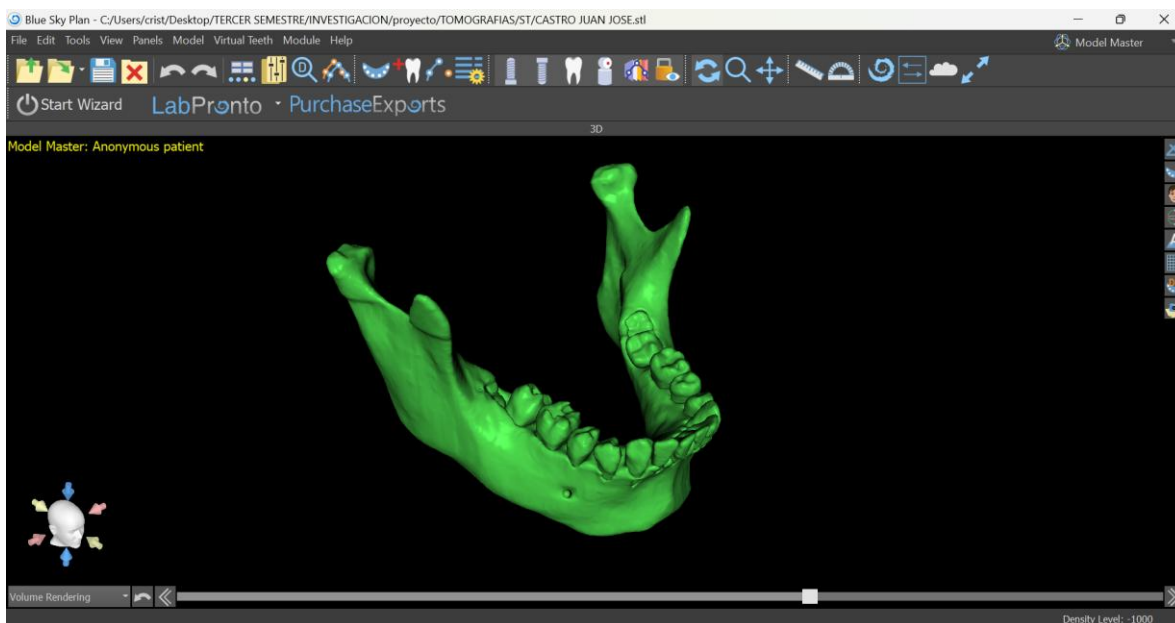


12. Una vez seleccionamos la opción “Automatic Jaw Segmentation” para hacer la segmentación automática de la mandíbula, le damos Clic a la opción “Start Automatic Segmentation”

13. Una vez le damos Clic a la opción “**Star Automatic Segmentation**” se despliegan 3 ventanas una a una, que van indicando el porcentaje de avance de la segmentación de dientes, nervios y finalmente Mandíbula. En este paso debemos esperar un par de minutos.

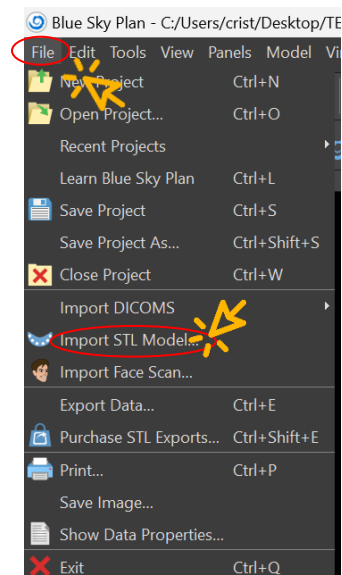


14. En este paso finalmente el software nos entrega una imagen en 3D de la Mandíbula totalmente segmentada.



14. En esta ventana, vamos a encontrar un menú en la parte superior izquierda allí vamos a dar clic en la opción “**File**”.

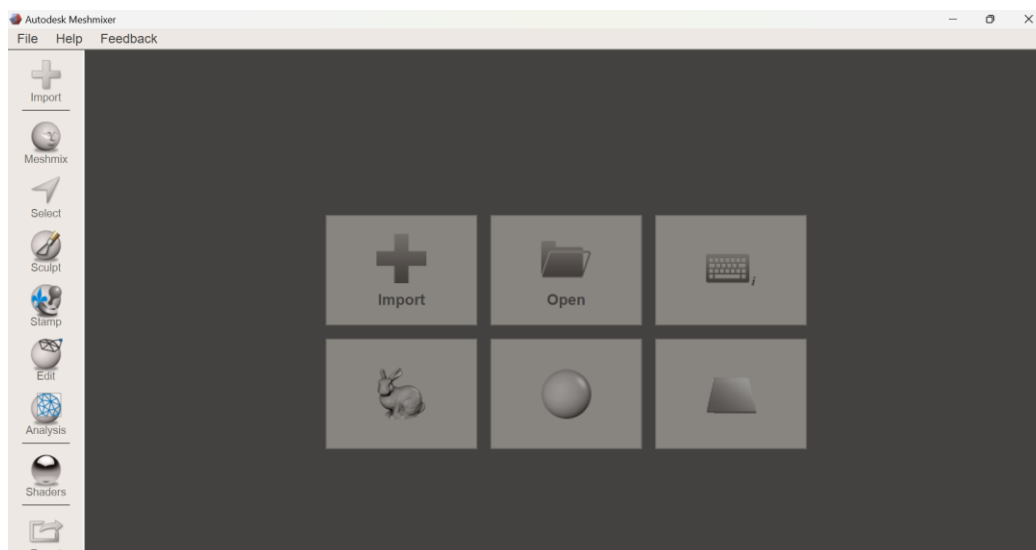
15. Al hacer clic en la opción “**File**”, se nos despliega un menú vertical con varias opciones, aquí vamos a dar Clic en la opción “**Import STL Model**” que nos permite Exportar la mandíbula segmentada como archivo STL y guardarlo en nuestra computadora.



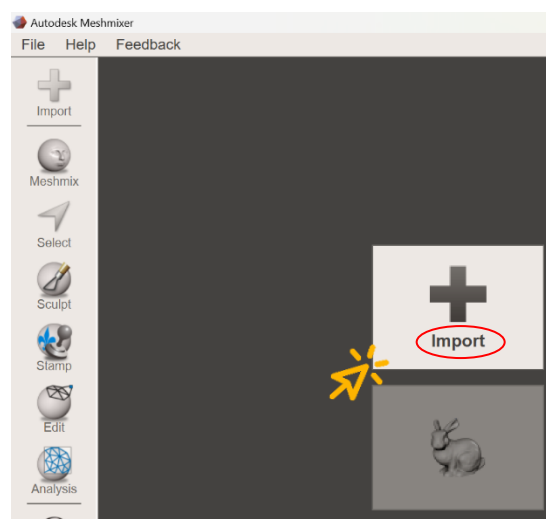
16. A partir de este punto, vamos a utilizar el software **AUTODESK MESHMIXER**. Exportar la mandíbula segmentada como archivo STL y guardarlo en nuestra computadora.



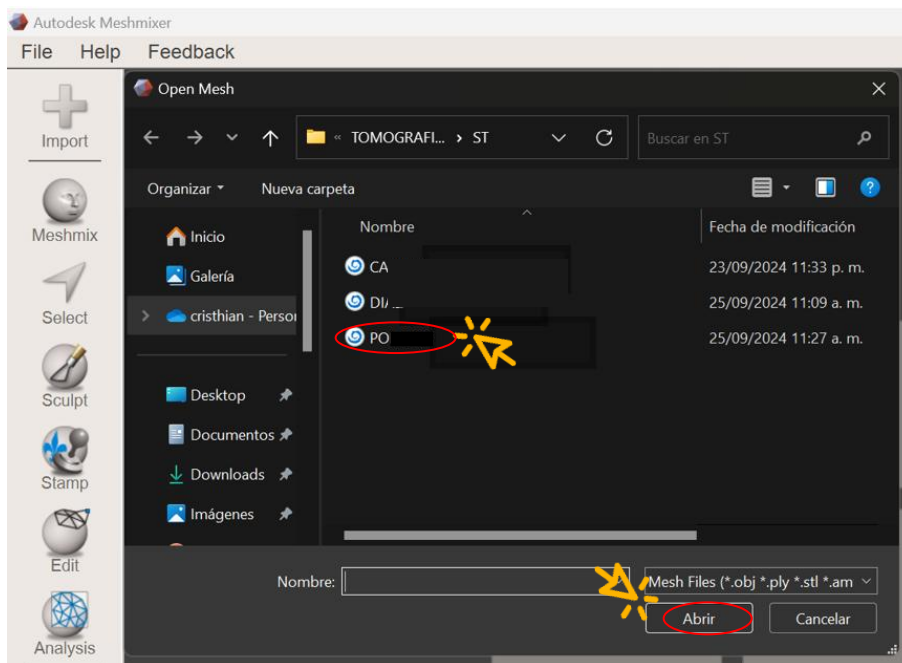
17. En el software **AUTODESK MESHMIXER** inicialmente vamos a poder visualizar una pantalla principal con distintas opciones y una barra de menú vertical izquierdo.



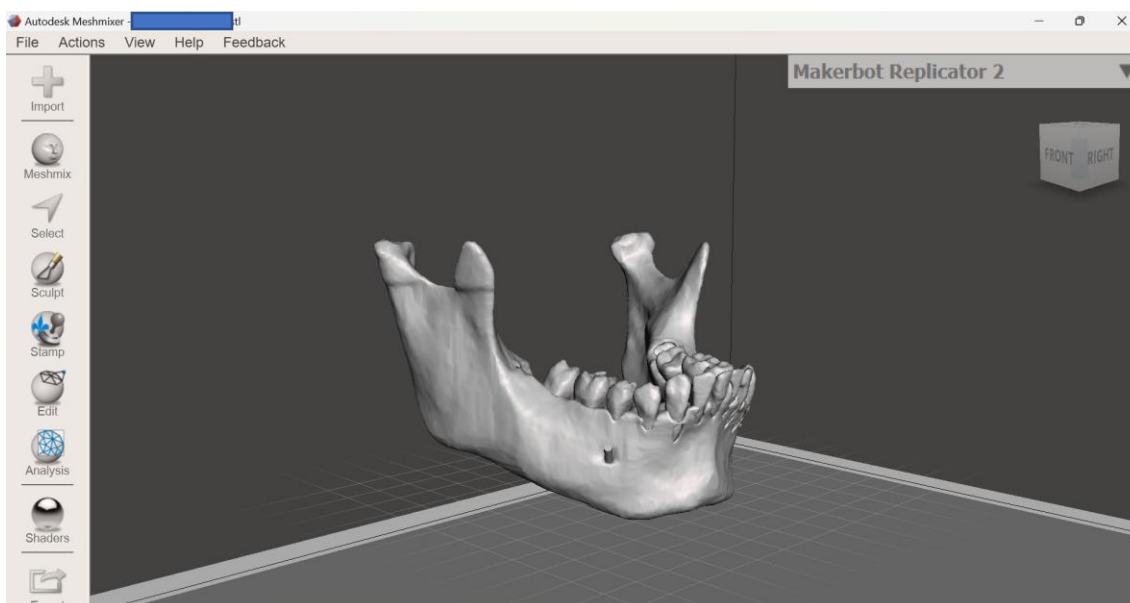
18. En esta ventana principal, vamos a encontrar un menú en la parte central, allí vamos a dar clic en la opción “**Import**”, la cual nos va a permitir importar nuestro archivo STL al Software Autodesk Meshmixer.



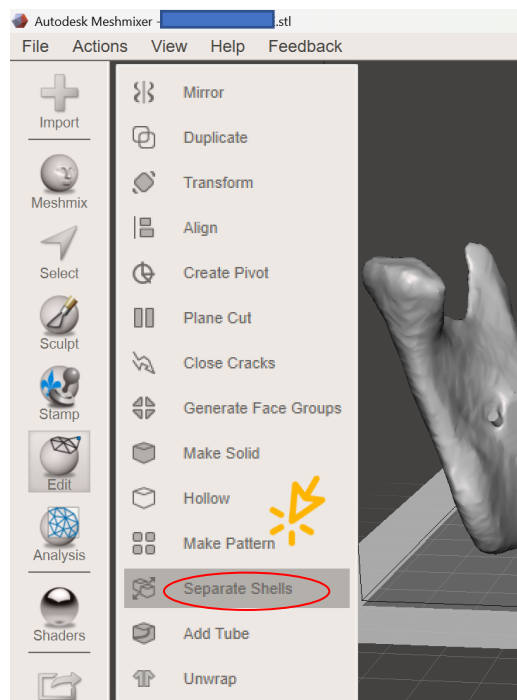
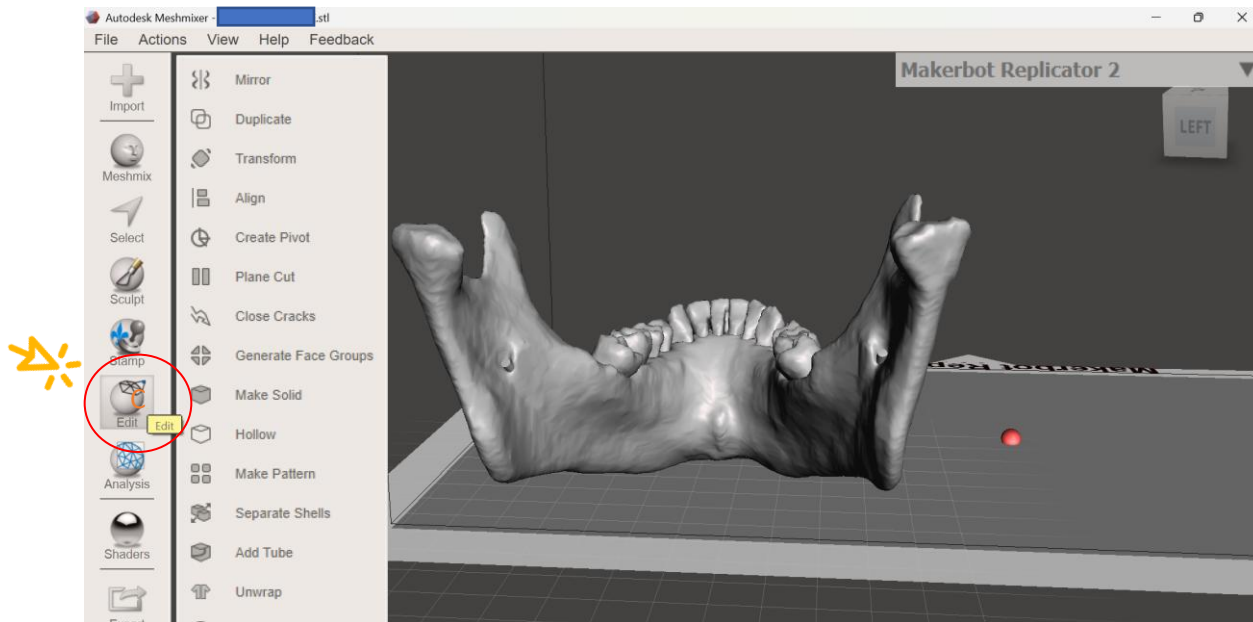
19. Al dar clic en la opción “**Import**”, se despliega una ventana que nos permite visualizar los archivos DICOM y STL que guardamos en nuestra computadora, aquí vamos a escoger el archivo STL en el que queremos trabajar en el Software Autodesk Meshmixer y posteriormente vamos a dar clic en la opción “**Abrir**”.



20. En este paso podemos observar la imagen en 3D de la Mandíbula totalmente segmentada.



21. Cuando tenemos nuestra mandíbula en 3D, primero vamos al menú lateral derecho y damos click en la opción “Edit” automáticamente se va a desplegar una ventana con varias opciones.

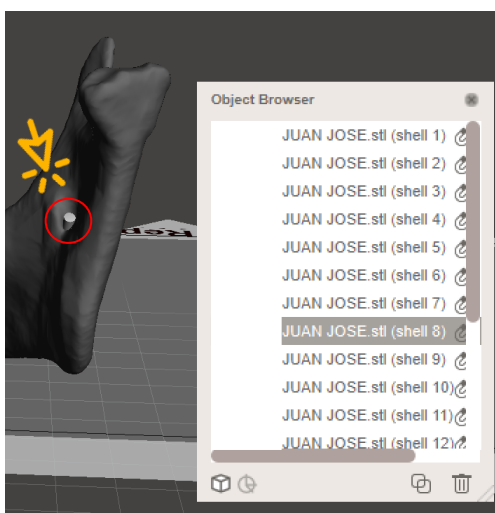


22. En esta ventana vamos a elegir la opción “Separate shells” (celdas separadas).



23. Automáticamente nos aparece una ventana llamada “object Browser” (explorador de objetos) la cual nos ofrece varias opciones numeradas ascendentemente que representan las demás partes segmentadas.

24. En estas opciones numeradas ascendentemente que representan las demás partes segmentadas, encontramos la gráfica de un ojo , en el cual podemos dar Clic para seleccionar el área segmentada que no vayamos a necesitar y eliminarla dándole Clic al icono de bote de basura .

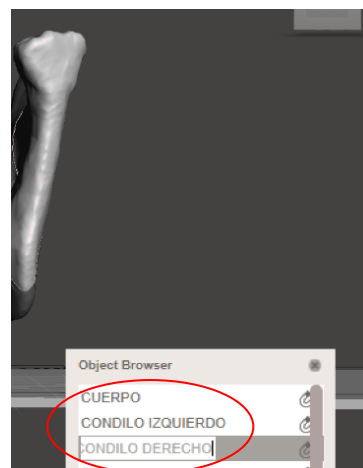


25. Para medir volumen condilar en este caso, eliminamos el número que represente el nervio dentario inferior derecho e izquierdo respectivamente, para que no influya en nuestro calculo volumétrico, ya que en este caso solo necesitamos como referencia la espina de Spix.

Primero damos clic en el nervio que deseamos eliminar, cuando se marque el número que lo represente en este caso (Shell 8), le damos Clic al icono de bote de basura .

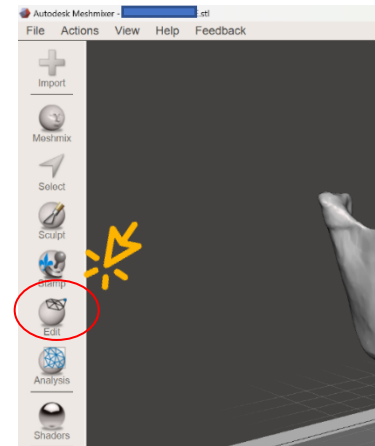
Repetimos el mismo paso para el nervio dentario inferior derecho e izquierdo.

26. En esta misma ventana podemos dar Clic a la estructura segmentada y darle nombre.

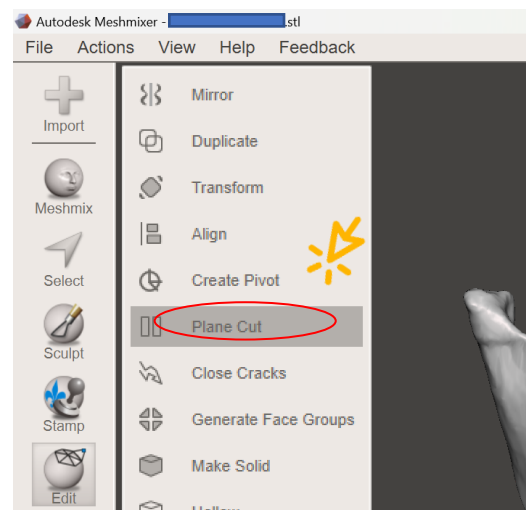


27. Una vez hayamos eliminado las estructuras que no queremos medir, nos vamos nuevamente a la ventana principal donde podemos observar un menú vertical en el lado izquierdo de nuestra pantalla

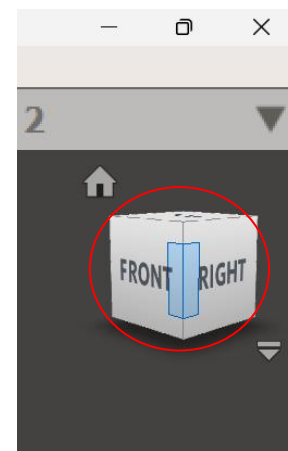
28. En el menú vertical en el lado izquierdo de nuestra pantalla, vamos a dar Clic en la opción “**Edit**”



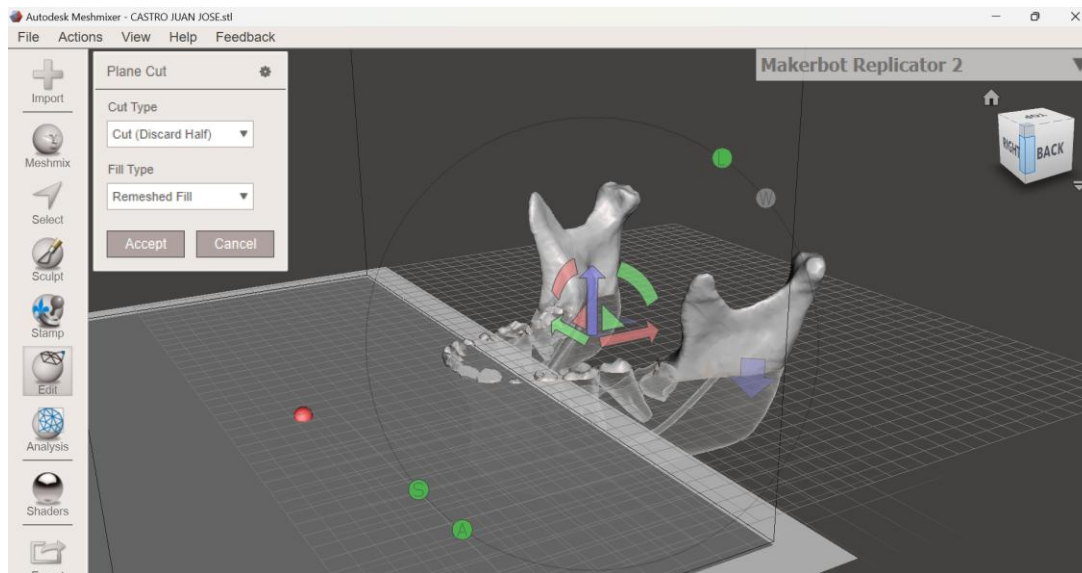
29. Al dar Clic en la opción “**Edit**”, se nos despliega una ventana con distintas opciones, aquí vamos a dar Clic en la opción “**Plane Cut**” (Corte plano) que nos permite realizar cortes en nuestro modelo 3D, cerrando la malla de manera automática, donde realizamos el corte,



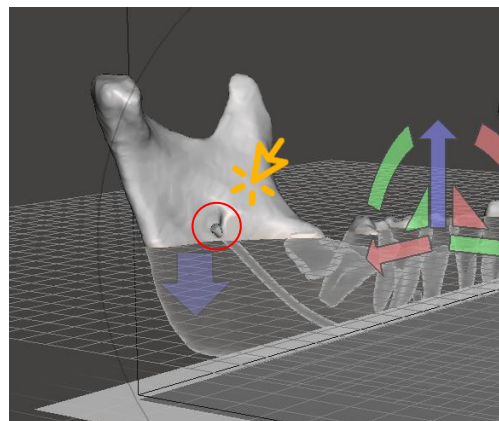
30. En esta ventana vamos a encontrar un cubo, que será una herramienta muy útil en la segmentación de los cóndilos mandibulares, este permite rotar la mandíbula en cualquier dirección.



31. En esta ventana vamos a poder visualizar una malla que se proyecta entre la estructura de la mandíbula, esta nos permite observar donde se realizará el corte o segmentación.

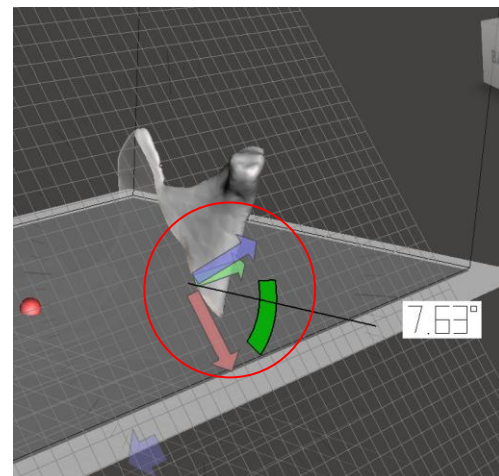


32. En este paso vamos a identificar muy bien la línula o espina de Spix que está en entrada del nervio dentario inferior a la mandíbula y que será nuestro punto de referencia para realizar el corte o segmentación de los cóndilos mandibulares.

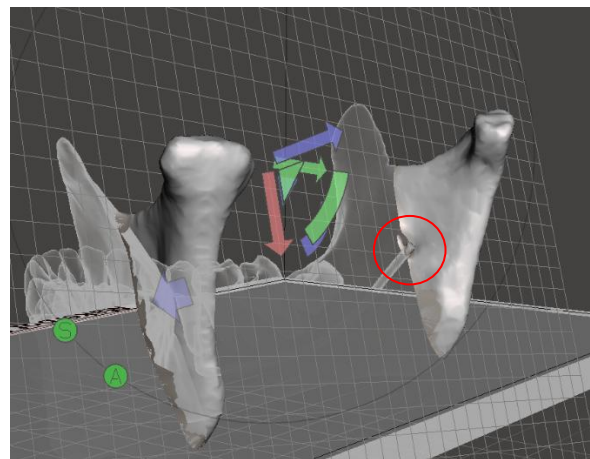
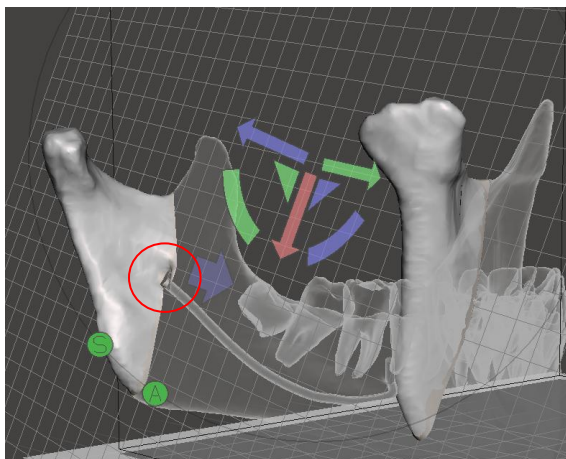
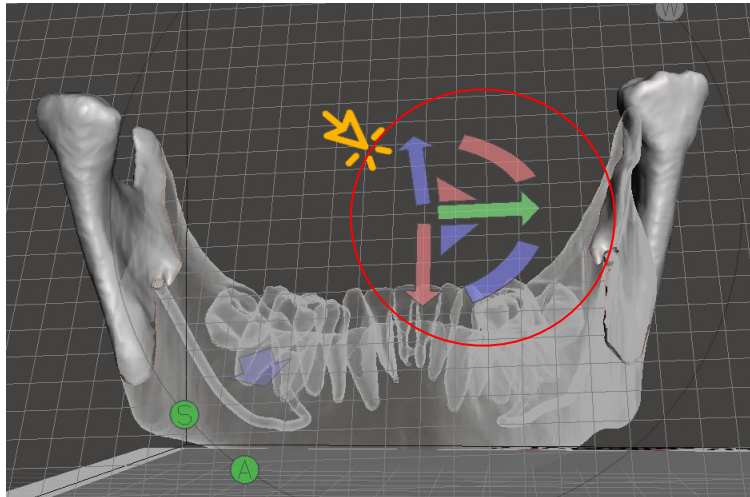


33. Adherida a la malla encontramos una herramienta muy útil que consta de 3 flechas de 3 colores, estas nos permitirán mover la malla según el sitio donde necesitemos realizar el corte para la segmentación de los cóndilos mandibulares.

- Flecha roja movimientos Sagitales
- Flecha azul movimientos Verticales
- Flecha verde movimientos Transversales

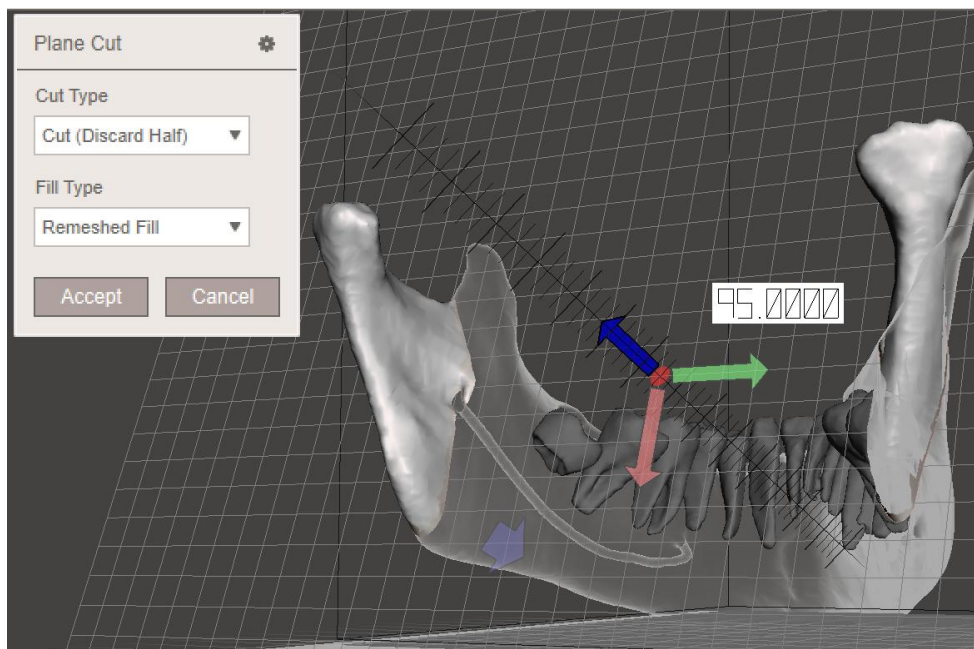


34. En este paso debemos mover (*con la herramienta que consta de 3 flechas de 3 colores*) la malla según el sitio donde necesitamos realizar el corte para la segmentación, coordinando muy bien ambos cóndilos mandibulares, teniendo como única referencia las lóbulas de las dos ramas mandibulares y trazando así una línea oblicua que será el corte que aislará los cóndilos del cuerpo mandibular.

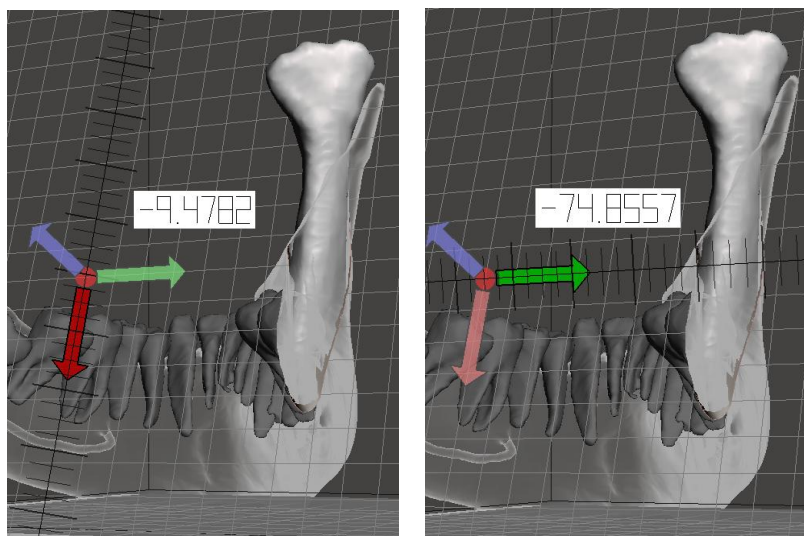


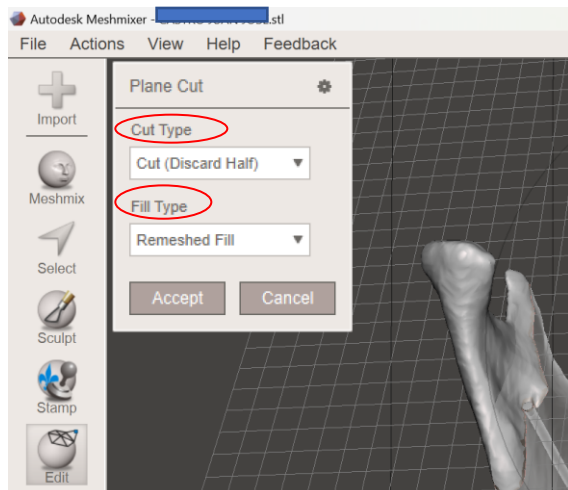
Língula o espina de Spix

35. En este punto vamos a dar Clic en la flecha **azul** que nos representa el sentido sagital del corte y su valor numérico es de 95.0000, este dato es importante para realizar el control a futuro en el mismo plano y obtener el un cálculo volumétrico exacto.



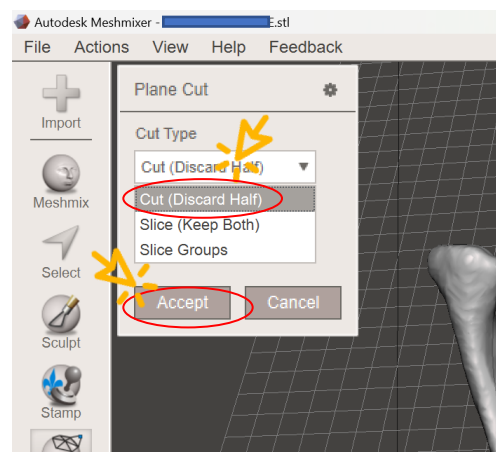
36. También vamos a dar Clic en la flecha **Roja** que nos representa el sentido vertical del corte y su valor numérico es de -9.4782, como también vamos a dar Clic en la flecha **Verde** que nos representa el sentido transversal del corte y su valor numérico es de -74.8557 esto con el fin de realizar el control a futuro en el mismo plano.



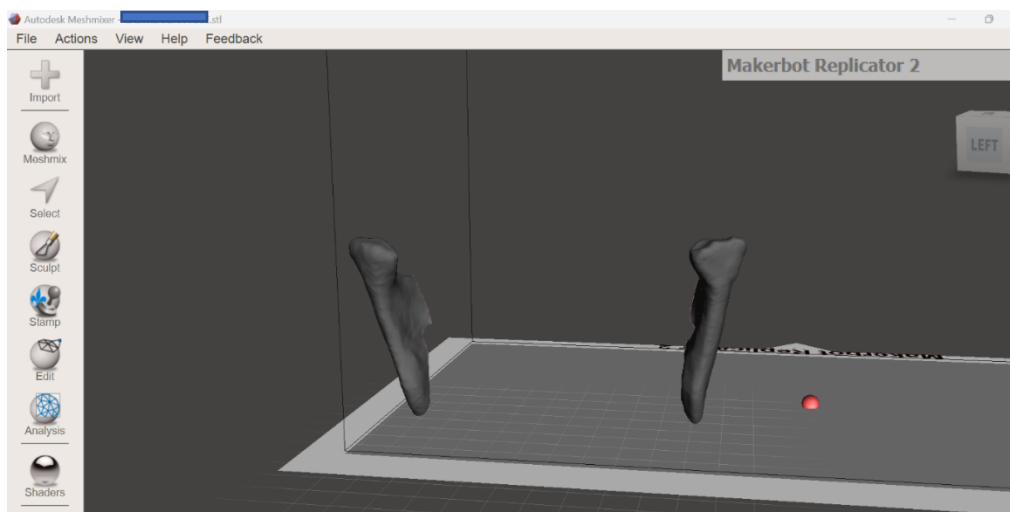


37. En la esquina superior izquierda vamos a visualizar una ventana con dos opciones, “**Cut Type**” (tipo de corte) y “**Fill Type**” (tipo de relleno).

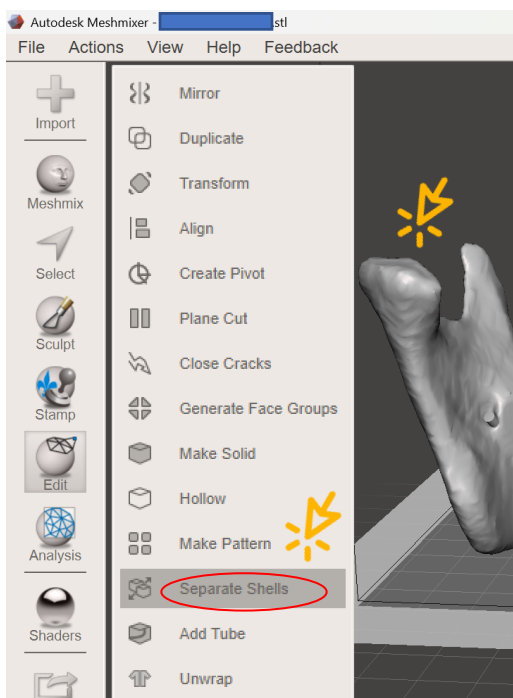
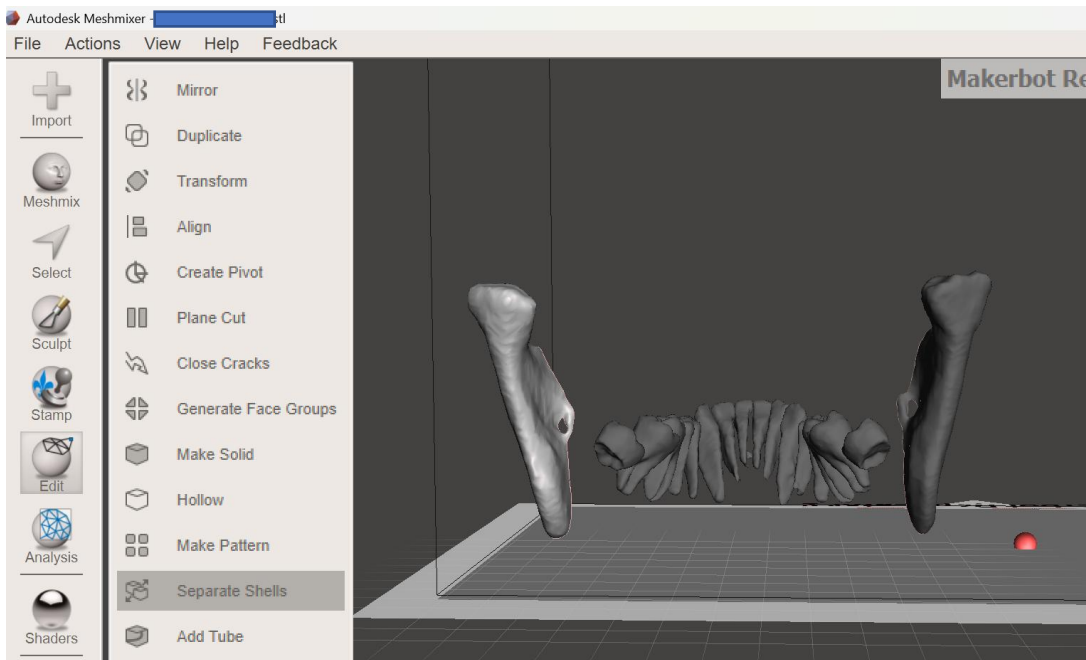
38. En esta ventana en la opción “**Cut Type**” (tipo de corte) vamos a dar Clic la opción “**Cut (Discard Half)**”, Cortar (Descartar la mitad) y luego damos Clic en la opción “**Accept**” (Aceptar).



39. Una vez dimos Clic la opción “**Cut (Discard Half)**”, “**Cortar (Descartar la mitad)**”. Vamos a poder observar los cóndilos totalmente segmentados.



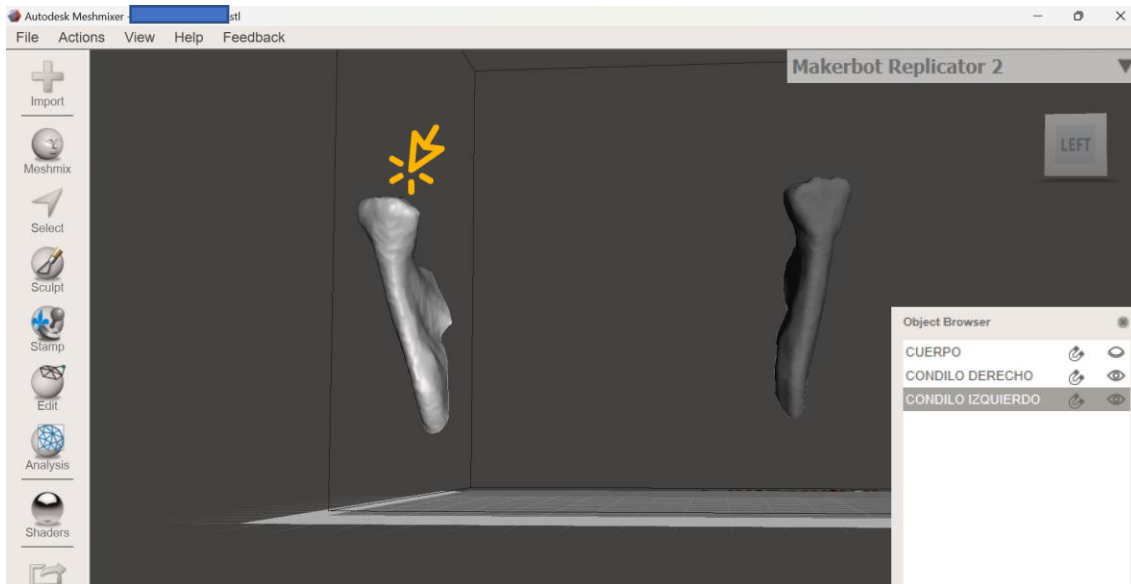
40. En este punto vamos al menú lateral derecho y damos click en la opción “Edit” automáticamente se va a desplegar una ventana con varias opciones.



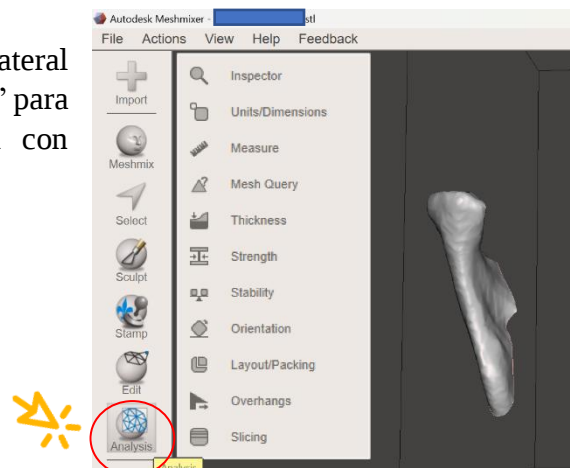
41. En esta ventana vamos a elegir la opción “Separate shells” (celdas separadas).

Esta opción nos permitirá dar escoger el cóndilo al que le vamos a calcular su volumen.

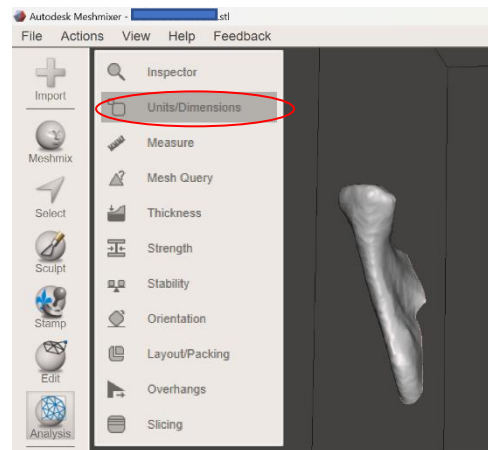
42. En este paso vamos a dar Click al cóndilo al que vamos a medir el volumen. El condilo que escogemos se va a alumbrar.



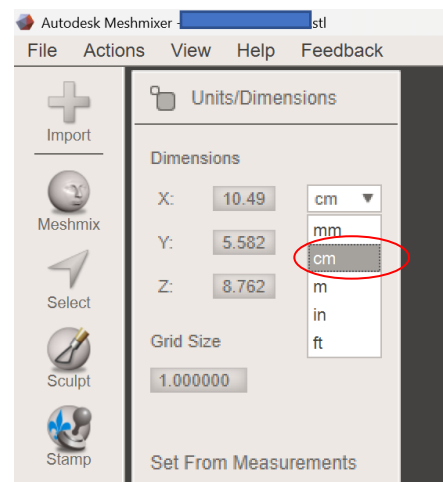
43. En este paso vamos a dar Clic en el menú lateral izquierdo y damos Clic en la opción “**Analysis**” para que se nos despliegue una nueva ventana con múltiples opciones.



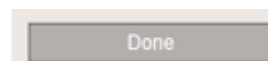
44. En esta ventana vamos a dar Clic en la opción, **“Units/Dimensions”**. (Unidades/Dimensiones).



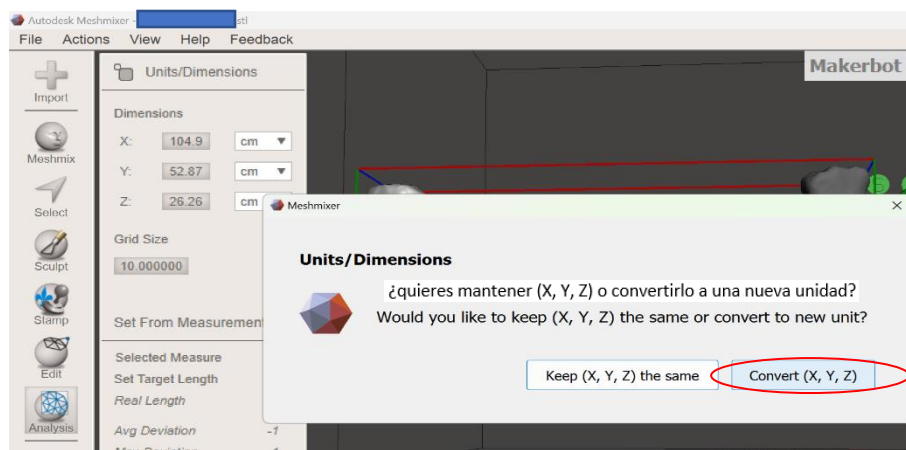
45. En la opción, **“Units/Dimensions”**. (Unidades/Dimensiones). Vamos a encontrar varias opciones de medidas en las cuales escogeremos la opción **“cm”** que por tratarse de una medida volumétrica se convertirán en **“centímetros cúbicos”**.



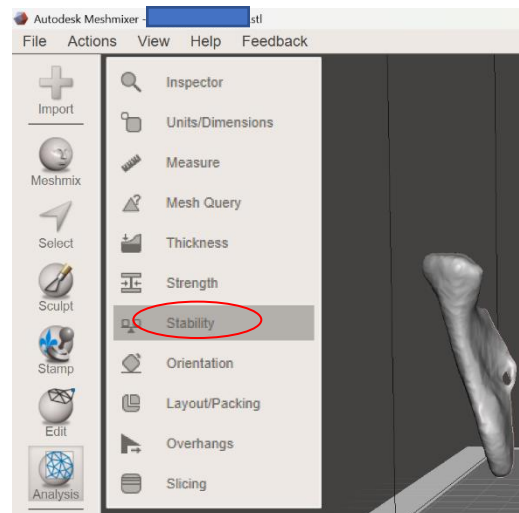
46. Aquí vamos a dar Clic en la opción **“Done”**.



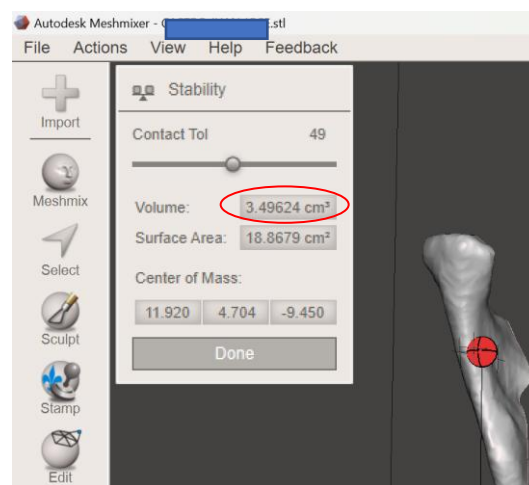
47. en este punto se desplegará una nueva ventana **“Units/Dimensions”**, aquí le damos Click en la opción **“Convert (X, Y, Z)”**.



48. En este punto nuevamente nos vamos a la ventana principal y en el menú lateral izquierdo, vamos a elegir la opción “Analysis”, aquí se nos despliega otra ventana con muchas más opciones, aquí vamos a escoger ya dar clic en la opción “Stability” (Estabilidad),



49. En este paso se nos va a desplegar una ventana llamada “Stability” donde en la opción “Volume” finalmente encontramos la medida volumétrica en centímetros cúbicos, del cóndilo que escogimos para el cálculo de su volumen.



50. En este paso podemos seguir los mismos pasos con el otro cóndilo.



51. Finalmente y como resultado a este protocolo pudimos obtener las medidas volumétricas condilares, tanto del cóndilo izquierdo como del derecho, teniendo como referencia la línula o espina de Spix.

