



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Jaén

RECUPERACIÓN A ESCALA DE SISTEMAS MECÁNICOS DEL PATRIMONIO HISTÓRICO INDUSTRIAL

Alumno: JUAN CARLOS MONTES GARCÍA

Tutor: Prof. D. RUBÉN DORADO VICENTE

Co-Tutor: Prof. D. RAFAEL LÓPEZ GARCÍA

Dpto: INGENIERÍA MECÁNICA Y DISEÑO



UNIVERSIDAD DE JAÉN
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

**«Recuperación a Escala de
Sistemas Mecánicos del
Patrimonio Histórico Industrial»**

JUAN CARLOS MONTES GARCÍA

Jaén, Septiembre 2014

Don Rubén Dorado Vicente, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: ***Recuperación a Escala de Sistemas Mecánicos del Patrimonio Histórico Industrial***, que presenta don Juan Carlos Montes García, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2014

El alumno:

Juan Carlos Montes García

El tutor:

Rubén Dorado Vicente

El co-tutor:

Rafael López García

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN DEL ACEITE	6
3. TIPOS DE PRODUCCIÓN DE ACEITE.....	12
3.1. PROCESO DE MOLIENDA	12
3.1.1. PROCESO MOLIENDA MANUAL	12
3.1.2. PROCESO MOLIENDA MECÁNICO	14
3.2. PROCESO DE PENSADO	23
3.2.1. PRENSA PALANCA.....	23
3.2.2. PRENSA DE CAPILLA.....	25
3.2.3. PRENSA DE CUÑA.....	25
3.2.4. PRENSA DE VIGA	26
5. SOFTWARE UTILIZADO EN ESTE PROYECTO	30
5.1. CREACIÓN DE PROTOTIPO MEDIANTE SOLIDWORKS.....	30
5.1.1. PART (PARTE).....	31
5.1.1.4. TOOLS 2D (HERRAMIENTAS 2D).....	40
5.1.2. ASSEMBLY	66
5.1.3. DRAWING	71
5.2. COMPROBACIÓN DE ERRORES MEDIANTE NETFABB	76
5.3. CREACIÓN DEL CÓDIGO G MEDIANTE REPETIER.....	88
5.3.1. CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE IMPRESORA	89
5.3.2. POSICIONAMIENTO DE LOS OBJETOS A IMPRIMIR	95
5.3.3. CREACIÓN DEL CÓDIGO G.....	99
6. ANEXO	122
7. BIBLIOGRAFÍA.....	123

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente proyecto es la conservación y la recopilación de todos aquellos mecanismos que forman parte del patrimonio histórico industrial español, que están desapareciendo, por no existir ningún documento informativo de esta serie de ingenios. Además, se diseñará el mecanismo mediante software CAE, para su representación sobre plano, visionar su funcionamiento, y realizar una maqueta a escala del mismo, mediante una construcción en impresora 3D.

Para ello, se realizó una búsqueda de mecanismos que resultasen lo suficientemente antiguos como para no poseer de ellos ningún tipo de plano o documentación gráfica.

Finalmente, se logró hallar una almazara del siglo XVIII en la localidad de Fondón (Almería), la cual forma parte del patrimonio histórico de esta localidad, y que es propiedad de un vecino de este pueblo, D. Fernando Aguilera.

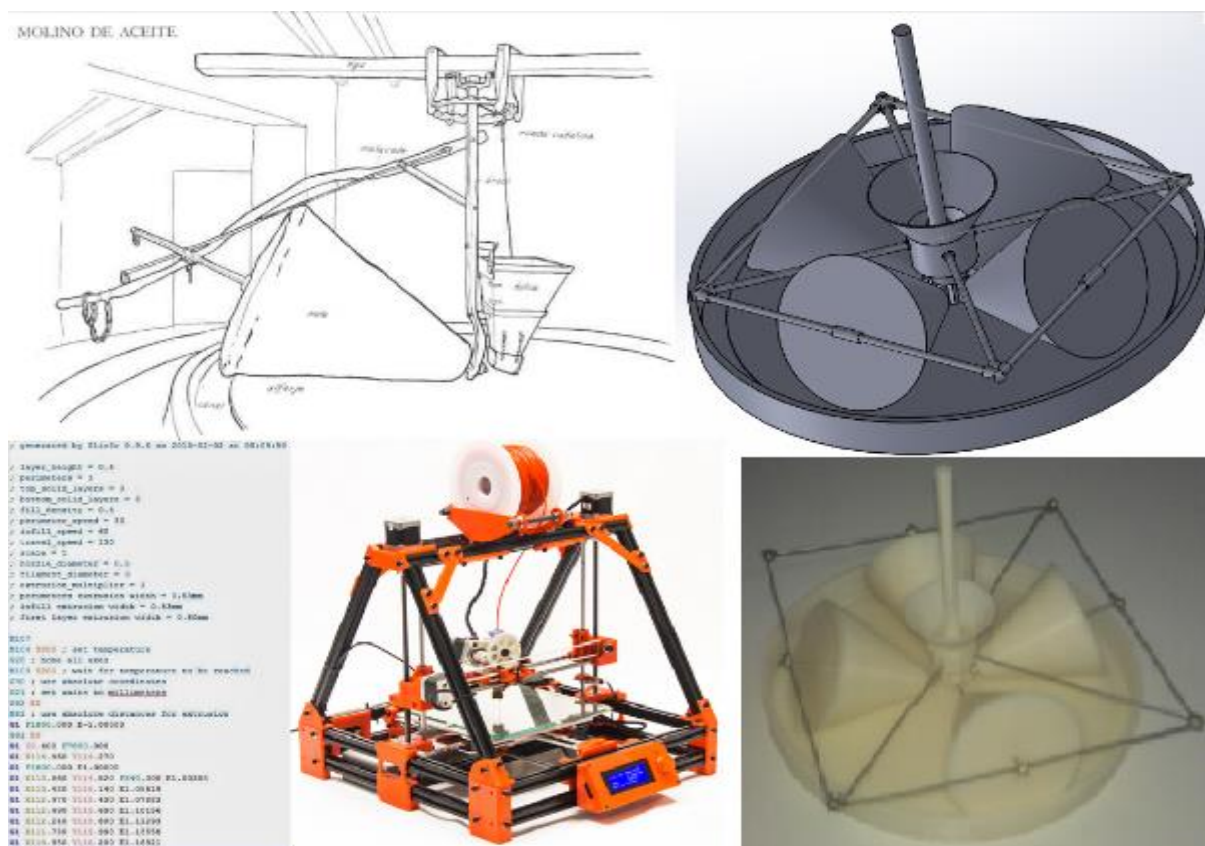


Figura 1.1. Evolución y Desarrollo

2. HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN DEL ACEITE

El origen del olivo no se conoce con certeza pero se piensa que ya en la Edad del Cobre (4.000 a.C.), en Oriente Próximo fue seleccionada una variedad de frutos conseguida por hibridación entre olivos africanos y orientales.

A partir de este momento fue utilizado, entre otros, con fines alimenticios. El aceite obtenido mediante métodos primitivos era utilizado para diversos fines, como alimento, ungüento, iluminación mediante lámparas, etc. Además de muchos otros usos el aceite constituyó una parte importante de la medicina de la época. Tal fue su importancia en esta área que, en Babilonia, al médico se le conocía como “asu” o “conocedor de los aceites”.

El primer cultivo del aceite se desarrolla en una región entre Palestina, Creta y Egipto. Se usaba el árbol del aceite como decoración de sarcófagos, además de la creación de aceites aromáticos y sacros para los faraones en la otra vida. Tal es la importancia del olivo en la cultura egipcia que se atribuyó a la diosa Isis el privilegio de ser quien enseñó a los hombres el cultivo del olivo. Las mayores plantaciones de olivo se encontraban cerca del delta del Nilo y de la ciudad de Alejandría, sin embargo el rendimiento en la producción de aceite era muy bajo debido a que el clima no era propicio para su correcto desarrollo y crecimiento. Debido a esto el aceite fue restringido para uso médico y cosmético. A pesar de esta desventaja los egipcios tenían consolidadas buenas relaciones comerciales con tribus griegas, es decir, el aceite pasó a ser un elemento comercial de importación.

En Grecia, ya se conocía el cultivo del olivo, pero, aun así, introdujeron las mejores variedades de olivo desde Egipto. El olivo queda muy arraigado a esta cultura, ya que aparecen multitud de símbolos relacionados con el olivo, en decorados, vasos, joyas y utensilios de la vida cotidiana. El consumo de aceite de oliva para uso culinario dependía de las clases sociales. Las clases sociales bajas no consumían aceite para uso culinario, sin embargo, las clases sociales más favorecidas sí lo utilizaban para ello; también como combustible para lámparas, como remedio medicinal y para otras muchas utilidades cotidianas. Tal magnitud tuvo la producción de aceite en Grecia que el legislador Solón (638-558 a.C),

dictaminó leyes para la protección de los olivos, prohibiendo cualquier tipo de exportación excepto el aceite de oliva, lo que favoreció su comercio. Se conoce que la aparición del aceite de oliva ocurrió en la isla de Creta, con lo que se originó gran comercio con Egipto y con otros pueblos, estableciéndose rutas comerciales, a través del Mediterráneo.

En España, el cultivo del olivo fue introducido por los fenicios (1100 a.C), y, posteriormente, este tipo de cultivo tuvo un gran desarrollo y expansión, gracias a las relaciones establecidas con Grecia. Pero no es hasta el año 206 a.C, tras la ocupación romana, de Hispania, que la producción de aceite empieza a cobrar cierta importancia.

El desarrollo establece la creación de nuevos medios de producción como la muela olearia y el trapetum. Antes de la incorporación del aceite de oliva, Hispania empleaba grasas animales tales como la manteca (grasa de cerdo) o la mantequilla (grasa extraída de la leche) como elemento culinario. En esta época el desarrollo de la oliva en el ámbito medicinal se incrementa llegando a ser usado como tratamiento en la curación de enfermedades como odinofagia (dolor de garganta debido a la inflamación del esófago), malestar intestinal, cefaleas, dolores musculares, etc.; además de su utilización como analgésico, en la curación de heridas y como enema.

Tras la rápida expansión del Imperio Romano conquistando territorios, cabía pensar que la interrupción del desarrollo y producción del aceite sería inminente. Sin embargo, el Imperio Romano, al no interrumpir el desarrollo de los procesos de obtención de aceite, produjo un gran beneficio al incrementar el conocimiento del imperio en esta área tan importante para el comercio. Tal fue la importancia en la economía romana que el imperio introdujo este tipo de cultivo en todos aquellos territorios conquistados, con el objetivo de incrementar enormemente la producción del mismo. Se producen importantes y numerosos avances en cuanto a métodos de producción, cuidado y poda de los mismos. Y se almacena el aceite en ánforas para su transporte y comercio naval.

Las necesidades económicas conllevan a la presencia del Imperio Romano en la península Ibérica. La incorporación de sistemas de producción de aceite de manera inmediata produce una crisis del tradicional pequeño campesino,

caracterizado por constituir una unidad de producción de pequeña escala que se confunde con la unidad familiar, la cual proporciona la mano de obra, utiliza una técnica tradicional y trabaja para el autoconsumo. Por otra parte el nuevo sistema de producción está orientado a la especialización, generando la autoreproducción y seleccionando los mejores tipos de olivos para la comercialización, el objetivo de la implantación de este nuevo sistema es obviamente la rentabilidad. La nueva producción demanda gran cantidad de trabajadores, por lo que estos puestos se cubren mediante la utilización de esclavos y trabajadores libres temporales.

Los centros de producción de la Bética, comunicados con el afluente del Genil que desembocaba en el río Guadalquivir, fueron unos de los más grandes e importantes de esta época. El aceite llegaba a Roma con un elevado precio, tanto era así que los soldados romanos y gente humilde no podían permitirse su consumo, por lo que se veían obligados a consumir grasas de origen animal. Por esta razón, se decidió en Roma proceder a decrementar el precio del aceite hasta un octavo del precio establecido. A veces incluso se subvencionaban o regalaba el producto, ya que existía una demanda tan alta en Roma que los propios emperadores temían una revuelta de comerciantes en masa. La solución elegida fue la impulsión de los centros de producción alimenticia y un exhaustivo control del producto, lo que produjo la incorporación de la escritura en las ánforas de distintos parámetros (lugar procedencia, peso neto, nombre del productor, fecha consular, fecha de expedición, etc.). Una de las características del imperio romano era la definición culinaria de los pueblos bárbaros, a los que se les achacaba ser incapaces de poder cocinar con aceite de oliva, y de hacer uso de grasas animales en su lugar.

Sin embargo, los romanos empiezan a usar estas grasas animales para la conservación de la madera, elaboración de medicamentos, preservación de los alimentos, etc. La economía de la oliva tuvo un efecto inmediato en aquellas tribus nómadas, a las cuales se les brindaba la posibilidad de poder asentarse en territorios determinados y desearan la paz con los territorios cercanos, paz que solo podía garantizar el Imperio Romano. De esta forma el olivo devino en símbolo de la paz.

En la edad media, y tras la decadencia del Imperio Romano, se produce una importante disminución en el consumo de aceite de oliva, ya que el consumo de éste

recordaba las costumbres inculcadas por el Imperio. Lentamente empiezan a desaparecer los controles estatales sobre el aceite de oliva, y son las órdenes religiosas las que empiezan a tomar el control de la producción en la Europa Medieval. El consumo entre clérigos y ciudadanos de las clases altas siempre quedó garantizado. Su producción estaba también destinada a la fabricación de jabones y textiles, y en este caso la materia prima (el aceite) fue irremplazable.

Como consecuencia de la ocupación musulmana del sur de la península Ibérica se produce un aumento en la producción del aceite. Incluso se produce un considerable desarrollo y perfeccionamiento en los sistemas de cultivo, plantación, poda, estercolado, recolección y extracción. Aunque el aceite era aceptado como elemento culinario *halal*, los musulmanes utilizaron este elemento de manera moderada, ya que su misión constaba en la utilización de este líquido como bien para comerciar con otros territorios.

La expulsión final de los moriscos y judíos de la península, el restablecimiento de ésta como una sola unidad, y el Descubrimiento de América produjo un incremento y una expansión desmesurados en la producción de aceite de oliva. Tal fue este fenómeno que en sólo 40 años el precio aumentó en más de un 200%. La expansión de este árbol frutal fue encomendada a congregaciones religiosas destinadas al Nuevo Mundo para la expansión del cristianismo y su desarrollo tanto espiritual como comercial. Debido a los numerosos y diferentes tipos de climas que coexistían en este territorio, el desarrollo y plantación de los olivos fue imposible ya que las condiciones meteorológicas no eran las idóneas. Por el contrario, tras cien años de expansión este tipo de árbol tuvo una gran producción y adaptación en algunos territorios americanos como California, México, Perú, Nuevo México y Argentina. Como consecuencia de múltiples cruces entre especies se generó un tipo nuevo de olivo argentino autóctono llamado “Arauco”.

A partir de 1700 se empieza a producir un aceite de una calidad similar a la obtenida en la península Ibérica, pero a un precio que no podía competir y la rentabilidad de los comerciantes de aceite de la península Ibérica se vio muy afectada. La cantidad de avances en este período fue enorme y de tal manera que los sistemas de producción se hicieron tan eficientes en las almazaras que empezaron a ser organizadas y estructuradas. Se generalizó el uso de molinos de

pedra, prensas de tipo viga y torrecilla, y tinajas de decantación enterradas en el suelo.

En la modernidad (S. XIX-XX) se empieza a suplantarse el aceite de oliva por aceite vegetal obtenido mediante disolventes de bajo coste para plantas, también se agrava el problema debido a la mejora en la eficiencia de extracción de gas y petróleo. Esto originó un aumento en el precio del aceite de oliva debido al decrecimiento en la demanda. Tal fue este impacto que empezó a existir un comercio fraudulento de aceite de oliva, el cual estaba formado por la mezcla de aceite de oliva y aceite vegetal. Toda esta actividad de comercio fraudulento de aceite origina la creación de un organismo internacional (IOOC: "International Olive Oil Council"; "Consejo Internacional del Aceite de Oliva") para evitar la práctica fraudulenta en los países productores de aceite de oliva. El IOOC se creó en 1959, con sede en Madrid y cubría el 85% de la producción mundial, en la cual no se incluyen Los Estados Unidos. España e Italia pasan a ser los líderes en producción mundial de aceite, pero los sistemas de producción quedaban obsoletos, por este motivo se crea un sistema de ayudas a agricultores del olivo para desarrollar y modernizar los sistemas de producción de tal manera que el aceite se pudiera obtener de mayor calidad y en menos tiempo. La producción y exportación de aceite de oliva siguió evolucionando positivamente, ya que estudios médicos atribuían a este líquido propiedades saludables y beneficiosas que combatía enfermedades degenerativas y cardiovasculares.

Actualmente el IOOC (International Olive Oil Council) protege y vela por el 98% de la producción mundial, donde se encuentran los siguientes países productores de aceite de oliva: Albania, Argelia, Argentina, Bélgica, España, Egipto, Francia, Grecia, Italia, Irak, Irán, Israel, Jordania, Líbano, Libia, Marruecos, Montenegro, Portugal, Reino Unido, Siria, Túnez, Turquía y Uruguay. Aunque los países fundadores del IOOC fueron: España, Portugal, Grecia, Francia, Bélgica, Italia y Reino Unido.

En 2011/2012 la producción mundial independientemente si los países productores están agregados al IOOC, fue de 3,321 millones de toneladas, de las cuales el 97,75% (3,246.5 millones de toneladas) de las mismas pertenecía a la producción europea. De toda esta producción europea se conoce que el 67,42% (2,395 millones de toneladas) de la producción de aceite de oliva europeo procede

de España. Se estima que la producción en 2013/2014 será de 3.098 millones de toneladas de las cuales el 74.5% (3,005 millones de toneladas) de la producción pertenecerá a Europa. De la producción europea se corresponderá un 66.57% (2,308 millones de toneladas) a España.

La relación de Jaén con la producción de aceite es tan importante que su producción representa el 31% (0.725 millones de toneladas) de la producción española y un 25% de la producción mundial en el periodo de producción 2013/2014. Es impresionante que la provincia de Jaén haya mantenido la posición de liderazgo en producción de aceite durante cientos de años, tal es su tradición y devoción por este árbol frutal que Jaén fue nombrada como Capital Mundial del Aceite de Oliva, y para su celebración cada año se organizan grandes eventos basados en la producción de aceite y su continua mejora y desarrollo como Expoliva, Futuroliva, Ecoliva y Expomartos.

3. TIPOS DE PRODUCCIÓN DE ACEITE

3.1. PROCESO DE MOLIENDA

3.1.1. PROCESO MOLIENDA MANUAL

3.1.1.1. TORSIÓN MANUAL

Este proceso data de 2300-2500 a.C. Consistía en introducir las aceitunas en un alto grado de maduración en un saco de tela recia para posteriormente retorcerlo mediante unas manijas o estacas en sus extremos. La presión ejercida al retorcer el saco producía la extracción del jugo contenido en la aceituna (ver Ilustración 3.1).



Ilustración 3.1. Torsión Manual

3.1.1.2. PRESIÓN CON MAZAS

Este proceso data del 771 a.C. La aceituna esparcida en piedras cóncavas, sacos o arpilleras, se golpeaba con mazas de bronce hasta escurrir el mosto que quedaba depositado en una pileta para su decantación y posterior separación del aceite del resto del líquido. Este sistema fue usado en el norte de África. Además, su poca difusión por territorios cercanos al Mar Mediterráneo y su escasa técnica hace pensar que era un método usado por tribus o zonas rurales muy poco desarrolladas (ver Ilustración 3.2).



Ilustración 3.2. Presión por Mazas

3.1.1.3. PRESIÓN POR PISADO

Método usado desde la antigüedad hasta a principios del siglo XX, en pequeñas explotaciones agrícolas con poco desarrollo tecnológico. El proceso consistía en esparcir los sacos con las aceitunas maduras sobre una mesa inclinada de madera en forma de canal. A continuación, se pisaba la aceituna con unos zuecos de madera o zapatillas especiales. Se pisaba repetidamente la aceituna en el interior de sacos, sujetándose de unas cuerdas fijadas al techo. A continuación se humedecía el saco con agua caliente, y se continuaba con la tarea hasta extraer la máxima cantidad del mosto. Finalmente se decantaba en tinajas o piletas (ver Ilustración 3.3).

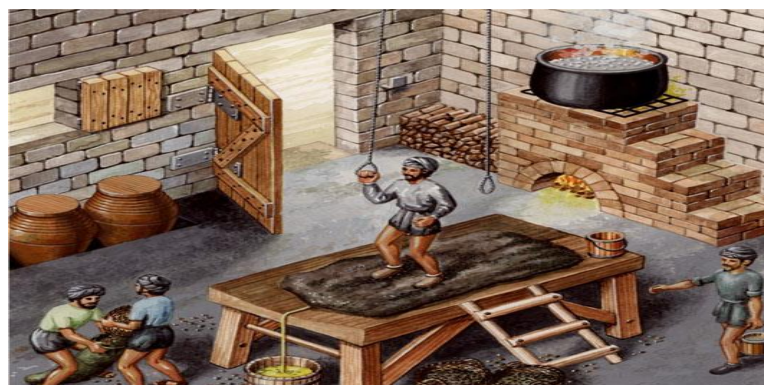


Ilustración 3.3. Presión por Pisado

3.1.1.4. PRESIÓN POR RODILLOS

Proceso empleado en las civilizaciones romana y griega, hacia los siglos V y VI a.C. Este proceso consistía en empujar unos cilindros de piedra con ayuda de unas estacas, haciéndoles recorrer un área excavada en la roca con fondo cóncavo, dónde previamente se habían depositado las aceitunas. El mosto salía por una pequeña perforación hecha en la parte más baja, por donde se recogía el líquido mediante unas piletas de decantación (ver Ilustración 3.4).



Ilustración 3.4. Presión por Rodillos

3.1.2. PROCESO MOLIENTA MECÁNICO

3.1.2.1. MUELA ROMANA

La denominada “muela romana” ha evolucionado muy lentamente hasta la época actual. Actualmente se utiliza en numerosas fábricas como sistema de molienda o batido de la pasta de aceituna. La base se llama solera, es de forma circular y de diversos diámetros.

El material utilizado para su fabricación es la mampostería o la piedra. Suele llevar montantes para sujetar o acumular la pasta. Las muelas cilíndricas y verticales aumentan en número (dos, tres, cuatro, hasta seis en los últimos modelos). Inicialmente la tracción de las muelas era humana, posteriormente evolucionó a la tracción animal, y en la época moderna se empezó a aprovechar la fuerza hidráulica y posteriormente el motor eléctrico.

Tras las diversas evoluciones se incorpora una tolva de alimentación de la aceituna y la corredera. La tolva tiene como objetivo concentrar el flujo de la

aceituna para su correcta repartición. La corredera es una pieza que dirige la pasta de la aceituna hacia el interior o exterior con el fin de regular su grado de molienda (ver Ilustración 3.5).

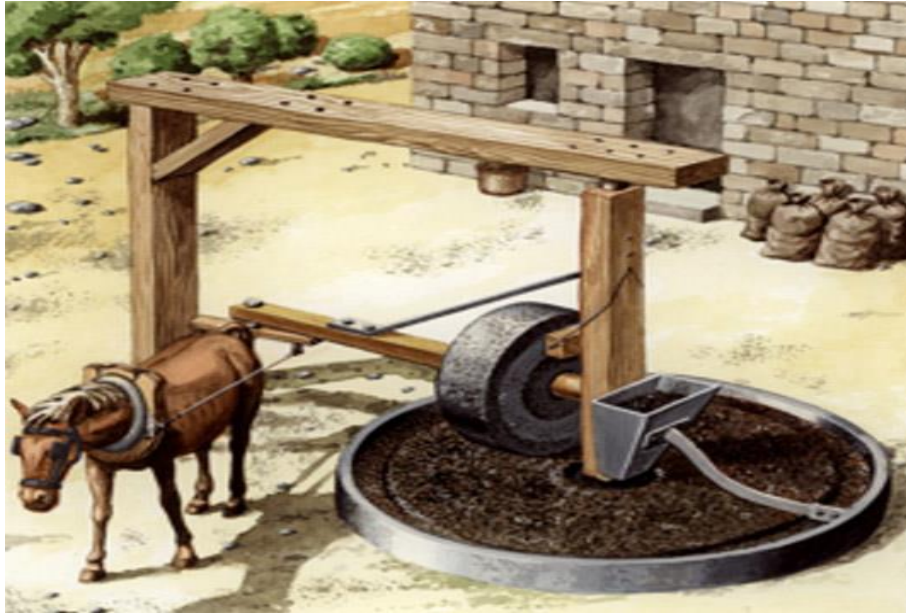


Ilustración 3.5. Muela Romana

3.1.2.2. MOLINO DE PIEDRAS CONCÉNTRICAS

Este mecanismo data del siglo III a.C. La forma de este molino permitía realizar la molturación de la aceituna sin romper el hueso. El hecho de haberlo encontrado en excavaciones, junto a restos de mola olearia, hace pensar que en algunas explotaciones de la antigüedad se elaboraba un primer aceite sin molienda de hueso, porque posiblemente consideraban que la calidad del aceite podría ser perjudicada. Tras realizar una primera molienda se realizaba una segunda, con rotura de hueso con la muela olearia.

El molino está compuesto por una piedra anular que gira sobre otra vertical con forma cilíndrico-cónica estriada. La separación entre ambas estaba dispuesta de forma que la aceituna friccione entre ellas, sin llegarse a romper el hueso. La piedra anillo exterior apoyaba sobre la parte superior de la muela central. Se han encontrado restos de este tipo de molino de aceite de oliva en el norte de África y el valle del Guadalquivir (ver Ilustración 3.6).



Ilustración 3.6. Molino de Piedras Concéntricas

3.1.2.3. MOLINO DE TORRE

En este procedimiento se usaba la presión ejercida por una enorme prensa palanca para la molturación de la aceituna o pasta de aceituna, ya que con este proceso se desprendía todo el jugo contenido en su interior. El mecanismo usaba el principio de la palanca de Arquímedes: dos localizaciones para incrementar considerablemente la presión ejercida. El mecanismo posee un eje central situado en el interior de la prensa, en el cual se aloja una palanca en posición horizontal. A continuación se fija a esta palanca una cuerda que se liga a otro eje localizado en la periferia, y en el que dos hombres lo hacen girar usando dos palancas como elemento de sujeción e impulsión. Debido a la diferencia entre las palancas situadas en ambos ejes la relación entre la fuerza ejercida por los trabajadores, resulta multiplicada e incrementada para el prensado de la oliva (ver Ilustración 3.7).

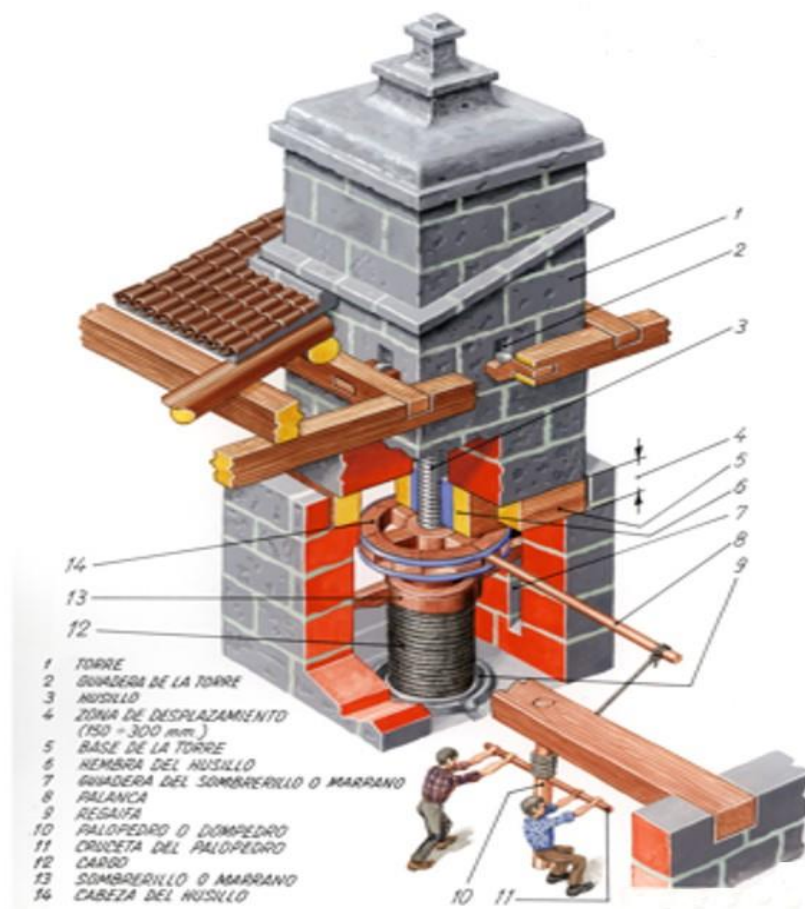


Ilustración 3.7. Molino de Torre

3.1.2.4. MOLINO AGUA

Este proceso transforma la energía de un fluido en movimiento en energía cinética. Para ello utilizan la fuerza motriz que proporciona el caudal de los ríos o arroyos, para impulsar los mecanismos que mueven las ruedas. Podemos diferenciar tres tipos de molinos hidráulicos:

3.1.2.4.1. ACEÑAS

Fueron construidos durante la Edad Media, alrededor del siglo X, en las orillas de los ríos y los arroyos. Estaban caracterizadas por presentar una rueda de gran tamaño y vertical, parcialmente sumergida en el cauce. Esta rueda de eje horizontal transfiere el movimiento a una rueda de engrane denominada “linterna” en la que engrana sus dientes angularmente el engranaje denominado “catalina” que transmite

impulso a los rodillos. La rueda estaba localizada en el exterior junto al muro. Además, el caudal requerido estaba controlado por una compuerta. Normalmente este tipo de edificaciones poseía dos plantas; en la planta superior se encontraba el mecanismo de molienda (rodillos, tolva,...) mientras que en la planta inferior se encontraban los engranajes y elementos que transmitían el movimiento. Este mecanismo estuvo muy extendido, y fue utilizado más para la molienda de cereales que para la molienda de la propia aceituna (ver Ilustración 3.8)

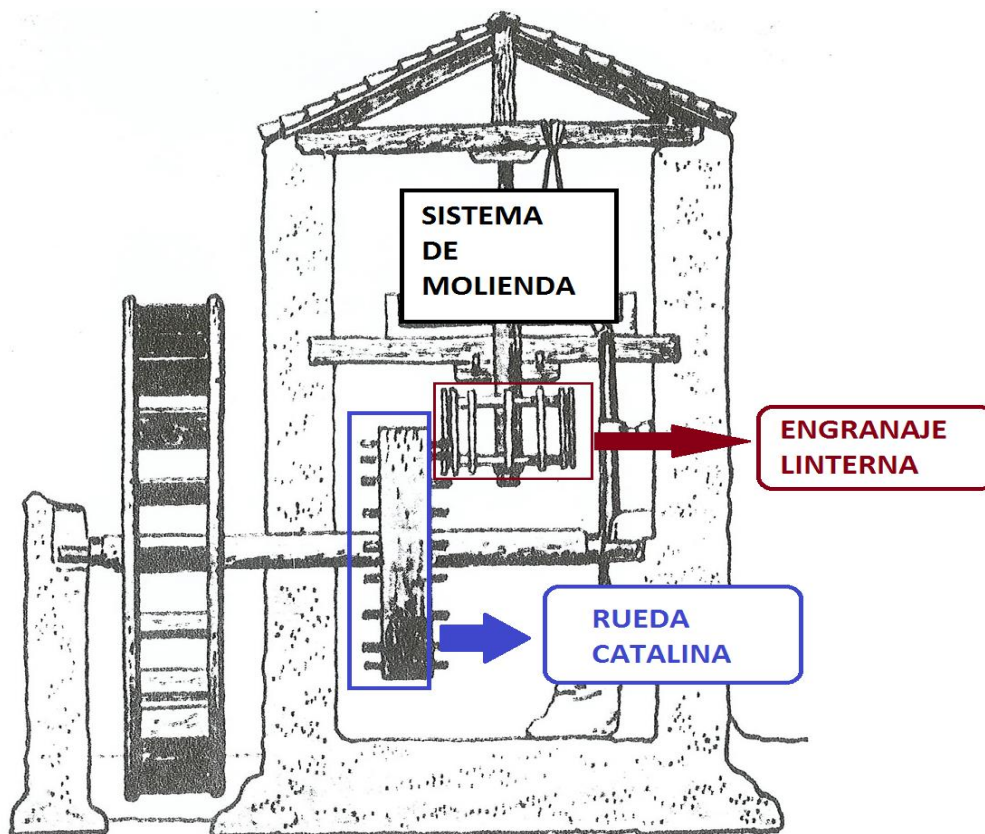


Ilustración 3.8. Aceña

3.1.2.4.2. MOLINO DE RODEZNO

Este tipo de molino data del siglo I a.C. Era un molino de eje vertical, que no debía de usar sistemas de engranajes para transmitir el movimiento en otra dirección, y, por consiguiente, no se producían pérdidas por resistencias pasivas en el mecanismo.

3.1.2.4.2.1. MOLINO DE CANAL

Este tipo de molino era construido fuera de la corriente hidráulica, aunque no muy lejos del cauce. Para su funcionamiento se debían construir represas para almacenar el agua y conseguir la presión necesaria para la impulsión del mismo. El agua se reconducía por medio de un canal inclinado hasta la parte inferior del molino dónde se ubicaba el rodezno. La velocidad del rodezno era controlada mediante una compuerta que se encargaba de proporcionar un chorro adecuado para moverlo. El chorro de agua salía a presión atmosférica e, impactando con el rodezno, hacía mover el molino de rulo que estaba fijado al mismo eje vertical que el rodezno. Finalmente el agua utilizada para la impulsión del rodezno volvía al cauce del río mediante otro canal situado en el otro extremo de la edificación (ver Ilustración 3.9).

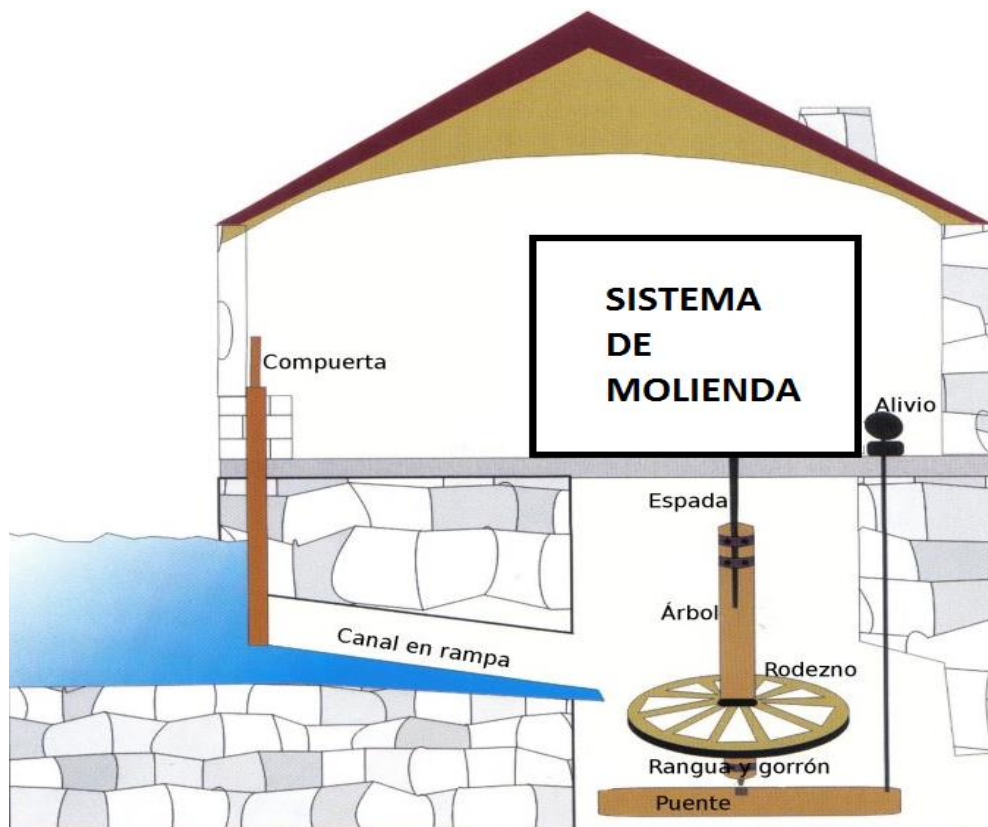


Ilustración 3.9. Molino de Canal

3.1.2.4.2.2. MOLINO DE CUBO

El molino de cubo es una variante del molino de canal, ya que el funcionamiento es similar y los mecanismos utilizados se asemejan. La particularidad de este sistema es que el agua se acumulaba en un depósito con forma de torre hasta su llenado completo, para, a continuación, ser vaciado de golpe sobre la rueda horizontal (rodezno). Este sistema fue utilizado más frecuentemente en zonas de escasez de agua, ya que permitía generar la misma potencia que el molino de canal, pero empleando caudales menores (ver Ilustración 3.10)

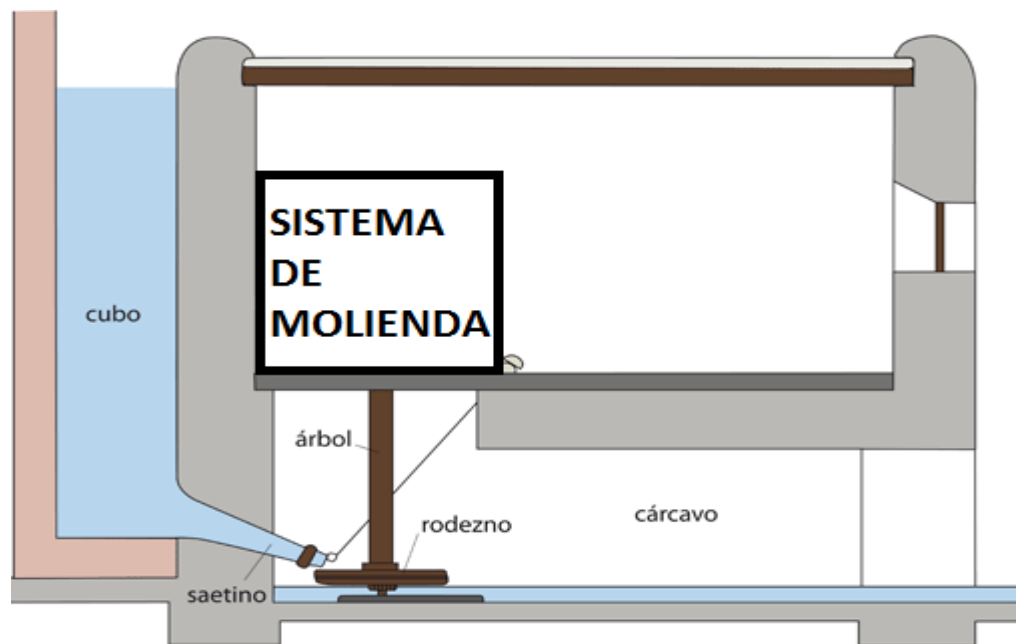


Ilustración 3.10. Molino de Cubo

- **CUBO:** Es el depósito dónde se incrementaba la energía potencial del agua, aumentando el nivel de la misma, para posteriormente transformarla en energía cinética.
- **SAETINO:** Es el conducto o válvula encargada de controlar la energía del chorro de agua proyectado, así como su caudal.

- **ÁRBOL:** Es el eje de transmisión mediante el cual se transfiere la energía cinética del rodezno hacia el sistema de molienda.
- **RODEZNO:** Está compuesto por una rueda circular con alabes en su interior encargada de transformar la energía del agua (Presión) en energía cinética.
- **CÁRCAVO:** Conducto por el cual el agua es evacuada y reconducida al cauce del río.

3.1.2.5. MOLINO DE RULO

Este mecanismo data del siglo XVIII, dicho mecanismo era llamado molino de rulo o empiedro cónico. La evolución que presenta este molino consistía en sustituir las piedras cilíndricas del antiguo molino romano por piedras cónicas truncadas cuya generatriz del cono descansaba alineada sobre la solera. De este modo se evitaba el fenómeno de deslizamiento. Al coincidir el desarrollo de la superficie cónica con el sector circular recorrido, este sistema permitía un mayor efecto de trituración de la aceituna y una disminución en las resistencias pasivas del mecanismo (ver Ilustración 3.11).



Ilustración 3.11. Molino de Rulo

3.1.2.6. MUELA OLEARIA

Antiguo sistema de molienda para la elaboración del aceite que aún se encuentra vigente en la actualidad. Su estructura básica casi no ha cambiado, sin embargo, su accionamiento ha evolucionado con el tiempo. La muela olearia se compone de una base pétrea de forma circular, en cuyo centro se levanta un eje o árbol vertical al cual se le acopla otro eje horizontal encargado de soportar una o dos muelas cilíndricas atravesadas por su centro y construidas en piedra. A estas piedras se les imprime un movimiento de rotación y de translación, debido a la diferencia de longitud que existe entre el radio interior y exterior. El deslizamiento de la piedra sobre su base causa una acción dilaceradora en la aceituna molida (ver Ilustración 3.12).



Ilustración 3.12. Muela Olearia.

3.1.2.7. TRAPETUM

Este mecanismo data de la época griega, siglo I d.C., pero su uso se generalizó en todo el imperio romano. El molino estaba formado por dos piedras volcánicas semiesféricas (orbis) suspendidas sobre una base de piedra con forma de mortero (mortarium). Las muelas además de su desplazamiento circular podían girar sobre sí mismas, generando así en la aceituna un efecto de tritución y otro de dilaceración. Las distancias entre las muelas y el mortarium era regulable pudiéndose seleccionar el tipo de molienda, con o sin tritución de hueso. Las muelas eran movidas mediante dos palos de madera de haya o de olmo (midioli)

por dos hombres. Estos palos estaban fijados a una pieza central de madera (cupa). La cupa poseía un movimiento de rotación gracias a una viga de hierro cilíndrica (columella) que la atravesaba por su centro; la columella se fijaba sobre un cilindro de piedra llamado millarium (ver Ilustración 3.13).

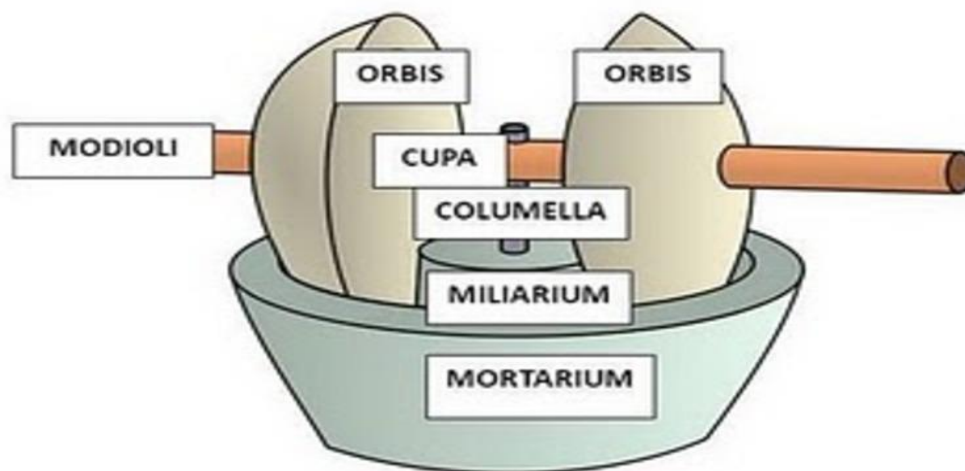


Ilustración 3.13. Trapetum

3.2. PROCESO DE PRENSADO

3.2.1. PRENSA PALANCA

3.2.1.1. PRENSA DE PALANCA

Este mecanismo data del siglo VI a.C. este tipo de prensa es el más primitivo de todos, usa el principio de la palanca con el fin de aumentar el efecto de la potencia sobre el punto de resistencia. La presión sobre la pasta de aceitunas era ejercida por un peso que se colgaba en el extremo de la palanca, más el propio peso de la viga (ver Ilustración 3.14).



Ilustración 3.14. Prensa de Palanca

3.2.1.2. PRENSA DE PALANCA Y TORNO

Este mecanismo era similar a la prensa palanca pero contaba con una mejora que lo hacía más eficiente, a la hora de comprimir la pasta de aceituna. El mejorado mecanismo incorpora al final de la palanca un marco macizo en el cual se ha insertado un eje que lo atravesaba. Este eje poseía unos orificios donde dos hombres uno en cada extremo del eje introducían sendas palancas, dónde ejercían la fuerza que produciría la presión necesaria para la obtención del mosto del aceite. También poseía una polea en la parte superior del marco para poder extraer los capachos de manera sencilla y cómoda (ver Ilustración 3.15).

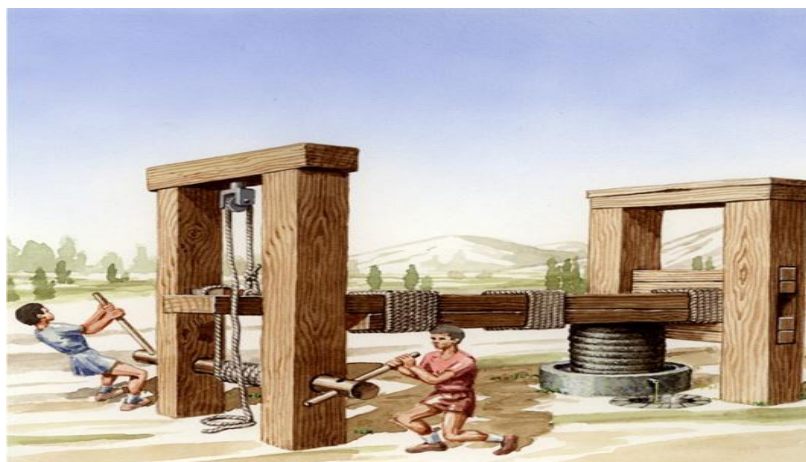


Ilustración 3.15. Prensa de Palanca y Torno

3.2.2. PRENSA DE CAPILLA

Este mecanismo data del siglo XVIII, y es usada aún en la actualidad. Su mecanismo se compone de un tornillo de madera o hierro de rosca rápida y gruesa, que atraviesa una gruesa tabla soporte donde se halla la contratuerca. La prensa posee unas cavidades al final del tornillo donde se introduce la palanca por la cual se ejerce la fuerza para aumentar la presión sobre los capachos con la pasta de aceituna (ver Ilustración 3.16).



Ilustración 3.16. Prensa de Capilla

3.2.3. PRENSA DE CUÑA

Este proceso data del siglo I a.C. Estaba formado por un grueso bastidor de cuatro tablones en los que dos verticales presentaban ranuras interiores donde se encajaban tres traviesas móviles. Las aceitunas introducidas en un saco se colocaban bajo la traviesa inferior. Entre cada traviesa, y en dirección contraria, se introducían fuertes cuñas, que al penetrar debido a los golpes con gruesos mazos propiciados por dos hombres, colocados a cada lado de la prensa, producían la presión (ver Ilustración 3.17).

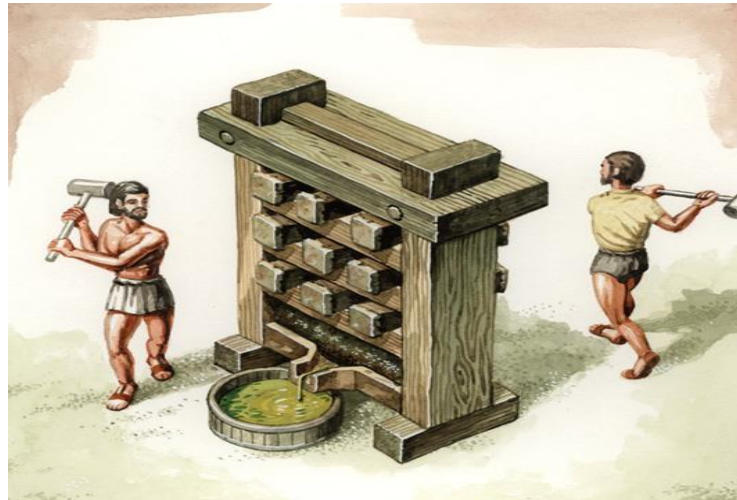


Ilustración 3.17. Prensa de Cuña

3.2.4. PRENSA DE VIGA

3.2.4.1. PRENSA DE VIGA Y QUINTAL

Esta prensa es la más utilizada entre el siglo XVII y XIX. La prensa de viga y quintal, junto con el molino de piedra cilíndrica o cónica, constituyen el fundamento de la mayoría de los molinos de aceite de oliva existentes entre los siglos XVII y XIX, antes citados. El uso de las prensas decae con la aparición de la prensa hidráulica en el siglo XX. La prensa se basa en el principio de la palanca, pero ésta en especial posee un quintal o piedra de unos 3000 kg en el extremo que produce una presión progresiva y lenta. El quintal estaba fijado a la viga mediante un husillo, el cual se hacía girar mediante unas bigarras por unos operarios que elevaban el quintal (ver Ilustración 3.18).

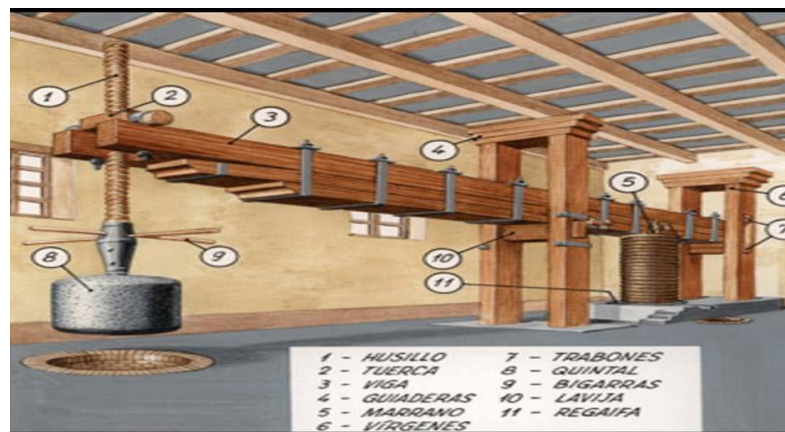


Ilustración 3.18. Prensa de Viga y Quintal.

3.2.4.2. PRENSA DE VIGA Y HUSILLO

Este sistema es considerado muy similar al sistema viga y quintal, pero con una importante modificación en su mecanismo. En el nuevo sistema se sustituye el quintal por un husillo fijado a la base de piedra, que se hacía girar para producir la presión necesaria. El husillo permitía la elevación de la viga (ver Ilustración 3.19).



Ilustración 3.19. Prensa de Viga y Husillo

4. HISTORIA DE LA ALMAZARA DE FONDÓN

La almazara objeto de este estudio está localizada en el municipio de Fondón (Sierra Alpujarreña Almeriense), a unos 850 metros sobre el nivel del mar. Se sitúa sobre un hermoso valle recorrido de Este a Oeste por el río Andarax; además, al Norte, podemos encontrar Sierra Nevada.

Fondón cuenta actualmente con una población cercana a los 1000 habitantes, y con una economía basada en la agricultura intensiva de hortalizas y de la aceituna. El clima de la zona proporciona una media de temperaturas altas, escasez en precipitaciones y un gran número de días de cielos despejados.

La Casa-Almazara cuyo propietario es Don Fernando Aguilera, es una edificación construida en el siglo XVII. Aunque por este período era más conocida como la Casa de la Torrecilla, ya que esta construcción contaba con una torre cuya misión defensiva fue testigo de la rebelión de los moriscos de la Alpujarra.

La almazara fue edificada en el 1806 sobre el área definida para el huerto que poseía la casa. Originariamente la tecnología utilizada era muy rudimentaria, ya que estaba compuesta por un molino de rulo de dos rodillos de granito impulsado mediante bestias, un sistema de prensado de viga y quintal (dimensión de la viga 15 metros) y un sistema de fosas de decantación en las cuales se introducía el fluido canalizado procedente del prensado, para la separación del aceite de otros componentes.

Es interesante saber que esta almazara ha sido propiedad de la familia Aguilera durante tres generaciones, dedicadas a la agricultura de la oliva. Sin embargo, a la llegada de la revolución industrial, la máquina fue modificada por el actual propietario, para poder competir en el mercado de la época. La modificación resultante convirtió a esta almazara en un negocio de gran productividad y rentabilidad.

El proceso estaba formado por un sistema de molienda compuesto por un modelo de alimentación del molino llamado "*Tornillo de Arquímedes*", impulsado por un motor eléctrico, encargado de transportar la oliva desde una gran tolva hasta la tolva de alimentación del molino, un molino de rulo de cuatro rodillos de granito impulsado por un motor situado en la planta superior de la almazara, cuya misión es incrementar la velocidad de molienda de la aceituna, una prensa hidráulica impulsada mediante un motor de combustión y un sistema de fosas para la correcta decantación del líquido procedente de las prensas. Con esta decantación

conseguimos separar el aceite de otros líquidos contenidos mediante las diferencias en la densidad de los mismos.



Ilustración 4.1. Restos de la Almazara en la actualidad (detalles).

5. SOFTWARE UTILIZADO EN ESTE PROYECTO

5.1. CREACIÓN DE PROTOTIPO MEDIANTE SOLIDWORKS

SOLIDWORKS es un importante y potente software, ideado para la creación de infinidad de objetos, partes, elementos y mecanismos. El impacto de dicha herramienta de diseño ha sido increíblemente revolucionario e innovador, a la par que práctico e intuitivo. Actualmente existen muchos otros recursos de software de diseño como CATIA, AUTOCAD, SOLIDEDGE, etc.; pero, estadísticamente hablando, SOLIDWORKS es el más utilizado hoy en día por las pequeñas, medianas y grandes empresas.

La magnitud de su expansión ha sido tan radical que el 80% de las empresas cuya área de negocio requiere la formación de un departamento de diseño, utilizan este software. Sin embargo todos los programas tienen sus ventajas y sus inconvenientes, ya que con la actual y rigurosa competencia las empresas creadoras y programadoras de este tipo de software implementan distintas mejoras año tras año.

Definiendo las ventajas que podemos apreciar, he de resaltar su magnífico entorno de trabajo, su rapidez, su versatilidad y su precio relativamente bajo. Dependiendo de la suite, el precio está definido entre 8.000 y 12.000 €. Aunque posea muchas ventajas, yo he podido encontrar solo una gran desventaja, y es la imposibilidad de poder editar los archivos creados en una versión más actualizada que la ya instalada.

A continuación procederemos a explicar todas aquellas herramientas, utilidades y botones que hemos usado para crear los objetos, piezas o mecanismos que constituyen el presente Proyecto.

Inicialmente al abrir el programa y seleccionar “Crear Nuevo Archivo”  accederemos a un nuevo menú, el cual nos brindará la posibilidad de poder crear tres tipos de archivos, según puede verse en la Figura 5.1.

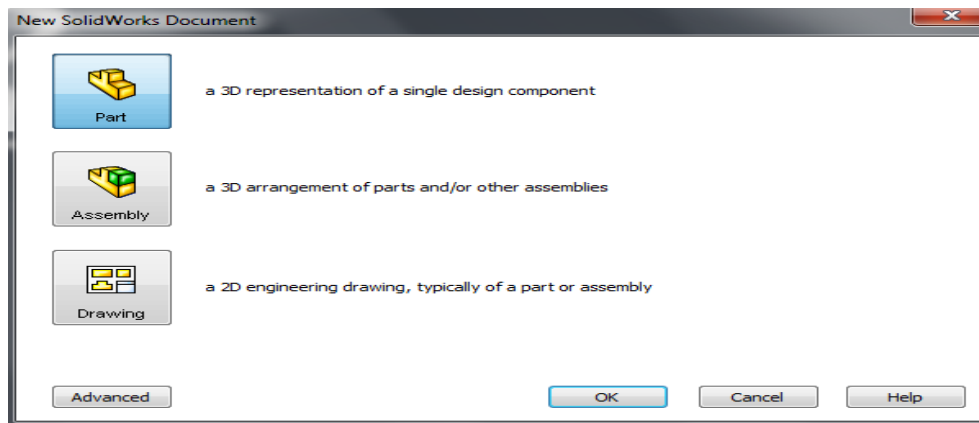


Figura 5.1.

- **Part (Elemento):** Permite la creación de objetos, elementos o partes mediante el entorno del programa.
- **Assembly (Ensamblaje):** Establece la posibilidad de ensamblar o formar mecanismos a partir de todas las partes o piezas creadas previamente en el entorno **Part (Elemento)**.
- **Drawing (Dibujo):** Proporciona un espacio creado para la representación y creación de todo tipo de planos y visualizaciones sobre el papel.

5.1.1. PART (PARTE)

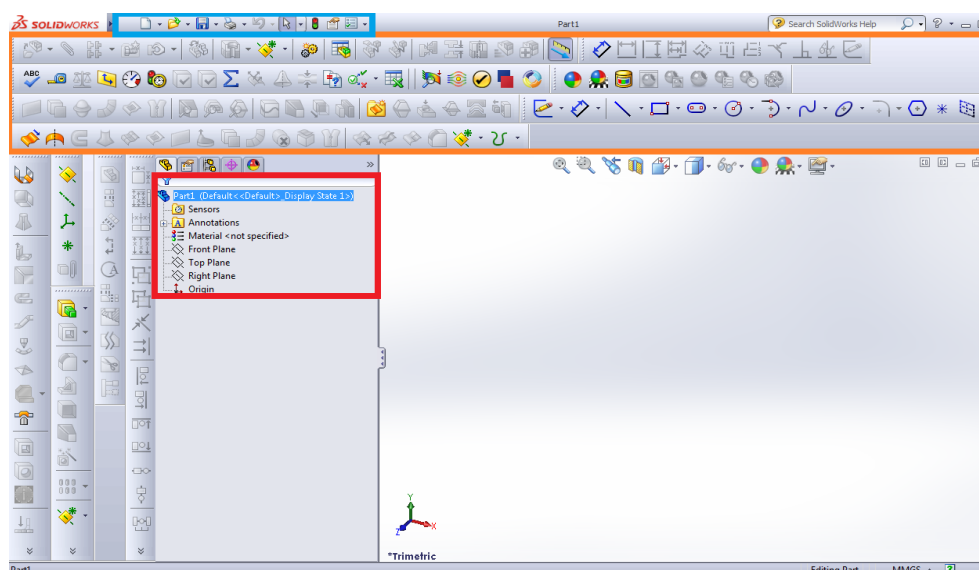


Figura 5.2.

Como se aprecia en la Figura 5.2, podemos apreciar tres tipos de menús de herramientas: El menú encerrado en el marco de color azul, hace referencia a las funciones básicas y a la personalización de las barras de herramientas.

Por otra parte, tenemos el menú coloreado en naranja, el cual indica todas las barras personalizadas a las cuales tenemos acceso.

Finalmente el menú dentro del marco rojo, indica todas aquellas modificaciones, referencias y estados de nuestro objeto. Este menú es llamado por los diseñadores “Árbol del Diseño”. Es curioso que el programa nos muestre cada paso, acción o modificación realizada para la creación de nuestro objeto.

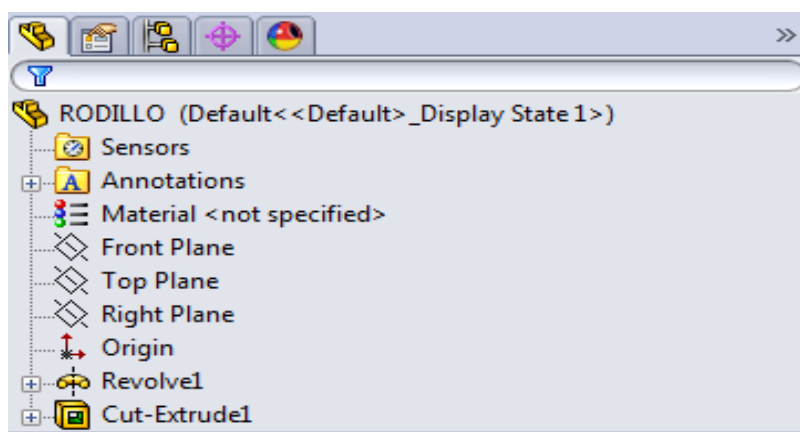


Figura 5.3.

Concentrándonos en el “Árbol de Diseño” (Figura 5.3), debemos conocer algunos de los parámetros que podemos controlar aquí. Cabe la posibilidad de poder introducir Sensors (Sensores), Annotations (Anotaciones), así como elegir el tipo de material de fabricación de nuestro objeto. Finalmente encontramos que podemos visualizar los tres planos principales del volumen de trabajo, así como cada paso que ejecutamos hasta la finalización del objeto.

En el menú “Options (Opciones)” podemos visualizar tres pestañas las cuales dan acceso a nuevos menús de configuraciones. (Figura 5.4).

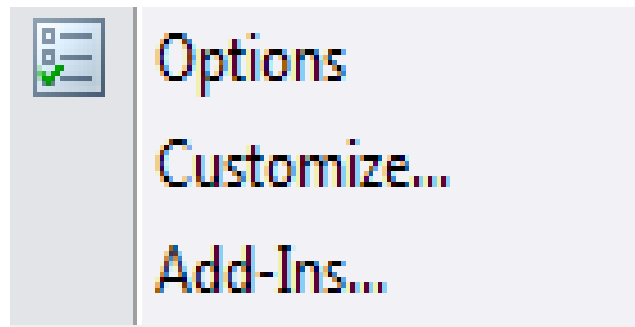


Figura 5.4.

Para poder configurar todos estos parámetros, que vamos a mostrar a continuación en los menús mencionados en la imagen anterior, se debe poseer un amplio conocimiento del funcionamiento del software.

➤ **Options (Opciones):** Es un menú que permite configurar las variables básicas del programa, pudiendo cambiar o personalizar las unidades de longitud, los parámetros que definen la geometría de las flechas de cota y el tipo, y todos los parámetros originales de los menús que componen todas las herramientas del sistema.

➤ **Add Instruments (Añadir Instrumentos):** Habilita la opción de acceder a otros menús del programa, como Diseño, Simulación, Escáner 3D, Movimiento, etc.; y nos permite incrementar las funcionalidades del software. Nosotros nos enfocaremos en la parte de diseño, que es la que necesitaremos utilizar. (Figura 5.5).

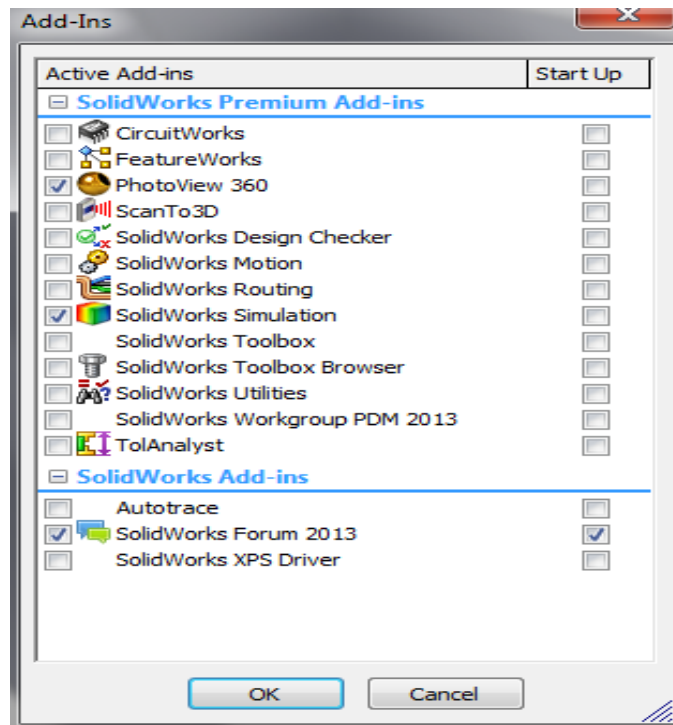


Figura 5.5.

➤ **Customize (Personalizar):** Este menú permite el posicionamiento y personalización de todas las barras de herramientas del escritorio de trabajo. Por otra parte, si intentásemos fijar todas las barras de herramientas existentes en nuestro espacio de trabajo para la creación de nuestro objeto, sería demasiado difícil, debido a la cantidad de botones que visualizaríamos en nuestro entorno de trabajo.

Sin embargo, el software brinda la posibilidad de poder fijar y suprimir todas aquellas barras de herramientas que necesitemos, o no, en cada momento. Esto permite una visualización más sencilla y el más rápido acceso a los botones de las barras de herramientas. A continuación podemos visualizar el menú que permite la incorporación o supresión de barras de herramientas en nuestro entorno.

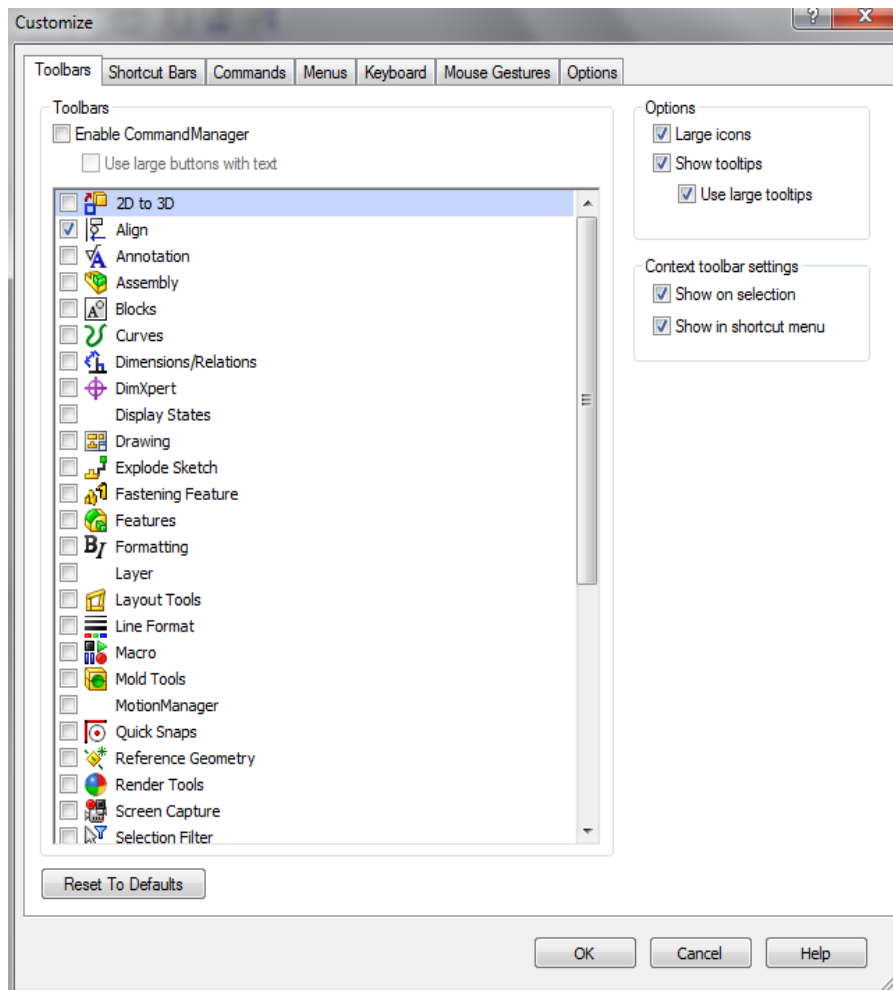


Figura 5.6.

Apreciando la imagen de la Figura 5.6, comprendemos la cantidad de barras de herramientas que podemos generar en nuestro entorno gráfico de trabajo. Esta tabla permite habilitar/deshabilitar barras de herramientas, ya que todas las tablas de herramientas existentes aparecen en este menú.

5.1.1.1. FUNCIONES DEL RATÓN:

El ratón estándar para el uso de programas de diseño consta de cuatro botones funcionales, sin embargo para usuarios con larga experiencia y gran conocimiento de diseño, es posible usar ratones hasta de 11 botones programables.

❖ **BOTÓN DERECHO:**

La función de este botón es seleccionar todo aquello que deseemos ejecutar o modificar.

❖ **BOTÓN IZQUIERDO:** Este botón tiene dos posibles usos.

- **CLIC:** Abre un menú desplegable con infinidad de opciones modificables
- **MANTENER CLIC Y ARRASTRAR:** Si mantenemos presionado el botón y luego arrastramos, accedemos a un menú que nos proporciona la posibilidad de ver los planos de planta, tanto el inferior como el superior, además de los dos planos de alzado, el izquierdo y el derecho.

❖ **BOTÓN CENTRAL:** Este botón tiene dos funciones muy útiles que explicaremos a continuación.

- **MANTENER PRESIONADO Y ARRASTRAR:** Al mantener presionado el botón central y mover el ratón en cualquier dirección, el objeto que visualizamos será girado hacia la dirección en que el ratón se está moviendo. Este botón es usado para girar en cualquier dirección el objeto, y poder mostrarlo de mejor manera.
- **PRESIONAR CONTROL (CTRL) Y BOTON CENTRAL:** Ejecutando esta orden de manera precisa, se puede mover el objeto en el plano en el cual se encuentra visualizado.

❖ **RUEDA CENTRAL:** Brinda la posibilidad de poder ampliar/reducir el zoom de manera rápida y efectiva, ya que solo debemos girar la rueda hacia delante para ampliar y de manera inversa para reducir.

5.1.1.2. STANDAR VIEWS (VISTAS ESTÁNDAR):

Ocasionalmente, queremos visualizar la pieza de manera más cómoda e intuitiva. Debido a esta necesidad existen diferentes botones que modificarán la posición del objeto para su correcta visualización y apreciación.

A continuación comentaremos todas aquellas funciones basadas en la correcta visualización de los objetos.

➤  **NORMAL VIEW (VISTA NORMAL):** Permite generar o visualizar el objeto de manera normal a la superficie que se ha seleccionado.

➤  **BASIC VIEWS (VISTAS BÁSICAS):** Posibilita poder visualizar el objeto en todas estas posiciones (frontal, trasera, derecha, izquierda, superior e inferior), de manera que el diseñador puede tener mejor perspectiva del objeto diseñado.

➤  **3D VIEWS (VISTAS TRIDIMENSIONALES):** Generan una vista del objeto desde una posición tal, que el diseñador visualiza el objeto en tres dimensiones, es decir, este tipo de vistas permiten apreciar el volumen y forma del objeto. Estas tres visualizaciones son llamadas Isométrico, Trimétrico y Dimétrico.

➤  **VIEW ORIENTATION (ORIENTACIÓN DE VISTA):** Apretando este botón tenemos acceso a otro menú con algunas notables funciones más.

❖  **PREVIOUS VIEW (VISTA PREVIA):** Como su propio título indica permite volver a visualizar todas las vistas utilizadas anteriormente.

❖  **ADD VIEW (AÑADIR VISTA):** Genera una nueva vista desde la posición en la que se tiene fijada la pieza, designándole un nombre concreto.



TOTAL VIEWER (VISUALIZADOR TOTAL): Crea un cubo con delimitadas áreas las cuales indican la posible visualización desde ese punto o área concreta. El cubo posee todas las visualizaciones posibles de la pieza desde todos los ángulos reglamentarios. (Figura 5.7).

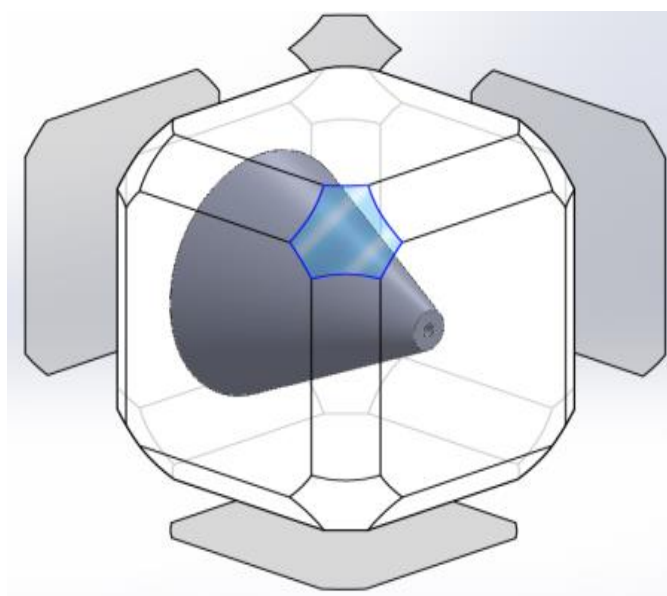


Figura 5.7.



DIVIDED VIEWS (VISTAS DIVIDIDAS): Posibilita la división de la pantalla hasta en cuatro partes, para poder visualizar la pieza de manera diferente en cada una de ellas.

5.1.1.3. COTAS

La acotación es un tipo de representación gráfica en la cual se define la magnitud de una o varias dimensiones. Su visualización es caracterizada por la delimitación mediante dos líneas verticales de la dimensión elegida. Además, posee una línea horizontal delimitada entre las dos líneas verticales antes mencionadas

sobre la cual irá anotada la magnitud de la medición. Es decir, la acotación es la materia del conocimiento que estudia la anotación de las medidas.

A continuación, vamos a ver todas las utilidades basadas en la acotación de objetos.

➤  **SMART DIMENSION (ACOTACIÓN INTELIGENTE):** Permite acotar diferentes dimensiones (cotas horizontales, cotas verticales, diámetros, chaflán,...) sin necesidad de tener que cambiar de herramienta.

➤  **HORIZONTAL DIMENSION (ACOTACIÓN HORIZONTAL):** Proporciona la posibilidad de poder acotar todas aquellas dimensiones que se definan como horizontales.

➤  **VERTICAL DIMENSION (ACOTACIÓN VERTICAL):** Brinda la opción de poder realizar la acotación de todas aquellas dimensiones caracterizadas como verticales.

➤  **BASELINE DIMENSION (ACOTACIÓN PARALELA):** Conformar una estructura específica en la creación de las cotas, su estructura se basa en el paralelismo de las cotas, es decir, la creación de las cotas unas sobre otras estableciendo un origen común para todas ellas.

➤  **CHAMFER DIMENSION (ACOTACIÓN CHAFLÁN):** Es un tipo de acotación especial para aquellas zonas que poseen chaflán.

➤  **ADD RELATION (AÑADIR RELACIÓN):** Permite añadir relaciones geométricas (perpendicularidad, paralelismo, coincidencia,...) entre dos elementos creados (línea, círculo, triángulo,...).

➤  **DISPLAY/DELETE RELATIONS (MOSTRAR/ELIMINAR RELACIONES):** Indica y muestra las relaciones entre dos o más elementos, y hace posible la supresión de todas estas relaciones.

➤  **FULLY DEFINE (DEFINIR TOTALMENTE):** Establece la creación de forma automática de toda la acotación necesaria en nuestros objetos, puede ser correcta o no.

5.1.1.4. TOOLS 2D (HERRAMIENTAS 2D)

Esta barra de herramientas es específica para la representación y creación de figuras en dos dimensiones. Cabe mencionar que posee muchas y diferentes funciones con las cuales podemos desarrollar de manera eficiente todo tipo de figuras, además de poder modificarlas a nuestro criterio.

En el siguiente paso explicaremos el funcionamiento y utilidad de cada función de esta barra de herramientas.

5.1.1.4.1. TIPO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA

➤  **DIBUJO 2D:** Permite la creación de entidades contenidas en un plano de referencia seleccionado. Su representación queda definida por un área concreta.

➤  **DIBUJO 3D:** Brinda la posibilidad de crear entidades directamente en un espacio tridimensional sin necesidad de cambiar de planos constantemente. Presionando el botón tabular puedes cambiar de plano.

5.1.1.4.2. TIPOS DE CÍRCULOS

➤  **CÍRCULO MEDIANTE ORIGEN-RADIO:** Crea el círculo partiendo solamente desde el punto central u origen del círculo y el punto que definirá el radio del mismo.

-  **CÍRCULO MEDIANTE TRES PUNTOS:** Crea el círculo mediante la selección de tres puntos que formarán parte del perímetro del círculo creado.

5.1.1.4.3. TIPOS DE ARCOS

-  **ARCO CENTRO-2 PUNTOS:** Mediante esta opción podemos crear arcos seleccionando el punto de origen y el segundo punto perteneciente al perímetro en el ángulo que deseamos fijar.
-  **ARCO TANGENTE-PUNTO:** Brinda la posibilidad de crear un arco que sea tangente a otra entidad, solamente con dos puntos. Uno de los puntos será tangente a la entidad y el segundo será el punto que formara parte del extremo del perímetro del arco.
-  **ARCO 3 PUNTOS:** Posibilita la creación de un arco mediante tres puntos que forman parte del perímetro del mismo.

5.1.1.4.4. TIPOS DE LÍNEA

-  **LÍNEA GENÉRICA:** Es el tipo de línea que suele utilizarse para el trazado de los objetos que vamos a crear.
-  **LÍNEA DE CENTROS O AUXILIAR:** Habitualmente se usa para la creación de ejes de simetría y otros ejes, además de crear líneas auxiliares que no queremos que aparezcan posteriormente en nuestro diseño.

5.1.1.4.5. TIPOS DE MUESCAS

➤  **STRAIGHT SLOT (MUESCA RECTA):** Permite la creación de la muesca mediante la determinación de los puntos del origen de los arcos que lo conforman, además de un punto adicional que indica el radio de dichos arcos.

➤  **CENTERPOINT STRAIGHT SLOT (MUESCA RECTA DE PUNTO CENTRAL):** Brinda la posibilidad de crear una muesca únicamente de tres puntos. El primer punto es el centro de la muesca seguido por la determinación del punto central del arco, y finalmente se definirá el punto que determina el radio o ancho de la muesca.

➤  **3 POINT ARC SLOT (MUESCA DE ARCO DE 3 PUNTOS):** Esta herramienta es muy similar a las anteriores pero con la particularidad de que se utiliza para hacer muescas en forma de arco. Para su creación debemos determinar el arco central de la muesca, definiendo la posición de tres puntos. Para finalizar posicionando el punto final que concebirá el ancho de la muesca.

➤  **CENTERPOINT ARC SLOT (MUESCA DE ARCO DE PUNTO CENTRAL):** Para la creación de esta muesca debemos primero definir la línea central de la misma definiendo el punto central del arco y el ángulo de su desarrollo. Una vez definido esto, solo debemos proporcionar el ancho de muesca posicionando el punto en el lugar deseado, o introduciendo el valor deseado.

5.1.1.4.6. TIPOS DE CHAFLANES

➤  **CHAFLÁN CÍRCULAR:** Este tipo de funciones son usadas para el tratamiento y modificación de los bordes de los objetos, ya que pueden cambiar el contorno de los mismos. En este caso estamos hablando del uso de chaflanes circulares para la modificación de los bordes, es decir, el borde deseado tendrá la forma circular que definamos según el radio de curvatura. Para ello solo debemos

seleccionar los dos lados que queremos chaflanar, y a continuación procederemos a determinar el radio de dicha curvatura.



➤ **CHAFLÁN RECTO:** El chaflán recto tiene el mismo objetivo que el anterior, pero con la distinción de que éste crea bordes en ángulo. Dónde dicho chaflán será creado mediante la indicación del ángulo y tamaño de lado del chaflán.

5.1.1.4.7. TIPOS DE RECTÁNGULOS



➤ **RECTÁNGULO 2 ESQUINAS:** Permite la creación mediante la definición de la posición de las dos esquinas opuestas del rectángulo.



➤ **RECTÁNGULO CENTRO-ESQUINA:** Concede la posibilidad de crear un rectángulo fijando la posición del centro del mismo y definiendo la posición del punto de la esquina respecto del punto central.



➤ **RECTÁNGULO 3 ESQUINAS:** Brinda la opción de poder crear un rectángulo, definiendo solamente la posición de tres puntos en el plano, de esta manera el cuarto punto que cerrará el rectángulo queda definido.



➤ **RECTÁNGULO CENTRO-PUNTO-ESQUINA:** Para la creación de este rectángulo se deben definir las coordenadas de tres puntos, los cuales serán el punto central, el punto medio de un lado y el punto final de ese mismo lado. De esta manera quedará definido todo el rectángulo.



➤ **PARALELOGRAMO 3 ESQUINAS:** Posibilita la creación de un paralelogramo mediante la definición de dos de sus lados basados en el posicionamiento de dos puntos respecto a otro, el cual forma el origen.

5.1.1.4.8. TIPOS DE ENTIDADES

➤  **TRIM ENTITIES (RECORTAR ENTIDADES):** Permite la eliminación de aquellas partes de las entidades que están seccionadas o que intersectan en un punto. Es muy intuitivo el uso de esta herramienta ya que solo debemos mantener pulsado el botón derecho del ratón y realizar un trazo sobre la parte de la entidad que queremos eliminar.

➤  **EXTEND ENTITIES (EXTENDER ENTIDADES):** Esta opción posibilita poder extender una entidad hasta interseccionar, o estar en contacto con otra entidad. Habitualmente se utiliza para la extensión de entidades que no estén conectadas a otra entidad en un punto, ya que sin esta herramienta tendríamos que volver a repetir la creación de esa entidad o hacer esa entidad en dos pasos, lo que, finalmente, obtendríamos dos entidades diferentes que son parte de la forma de un objeto.

5.1.1.4.9. TIPOS DE SPLINES

➤  **SPLINE:** Este es un tipo de curva especial, la cual se designa como una curva definida en porciones mediante polinomios. Esta característica la hace desarrollar formas complejas y difíciles de representar mediante otro tipo de curva. Para su utilización solo debemos ir seleccionando los puntos de la curva, además de proporcionar la curvatura necesaria mediante el giro del ratón en la dirección correcta.

➤  **SPLINE SOBRE SUPERFICIE:** Esta función es similar a la anterior mencionada pero existe una diferencia, y es que en este caso la línea spline puede ser creada en la superficie de un objeto de manera que no importe su forma o complejidad.

➤  **SPLINE ECUACIÓN:** Posibilita la creación de una línea spline mediante la introducción de la ecuación característica que la define. Esto es utilizado

por usuarios avanzados que desean conformar formas características con un gran grado de detalle y perfección.

5.1.1.4.10. TIPOS DE ELIPSES

➤  **ELIPSE:** Brinda la posibilidad de crear elipses de forma sencilla; solo se deben fijar el origen de la elipse o centro y a continuación introducir los valores de los dos radios necesarios (R=radio 1; r= radio 2).

➤  **ELIPSE PARCIAL:** Esta opción es similar a la anteriormente comentada, pero con una derivación: en este modo la elipse se crea de la misma manera, introduciendo el origen o centro de la elipse, y definiendo los valores de los radios. Sin embargo, la diferencia consiste en que tras la creación de los radios el usuario puede elegir que fracción o parte de la elipse quiere que sea representada.

➤  **PARÁBOLA:** Concede la oportunidad de crear parábolas a partir de la determinación de cuatro puntos, los cuales son representados y se introducen en el siguiente orden: el centro de la parábola, el máximo o mínimo de la parábola y el punto inicial y final de su gráfica.

➤  **CÓNICA:** Es un tipo de parábola característica, la cual queda definida por la misma cantidad de puntos que una parábola normal (4 puntos), los cuales se ejecutan en el siguiente orden: inicio de la parábola, final de la parábola, el vértice de la parábola y el máximo o mínimo de la parábola.

5.1.1.4.11. TIPOS DE POLÍGONOS

Esta herramienta concede la oportunidad de crear polígonos regulares con un número determinado de lados, que el usuario tiene que establecer mediante la introducción de este valor en el menú desplegable de la izquierda. Además, cabe la posibilidad de poder designar el tipo de polígono: Inscrito o Circunscrito en un círculo

de radio determinado. Otros parámetros que hemos de fijar son el ángulo en la posición del polígono y el posicionamiento del centro del mismo. (Figura 5.8).

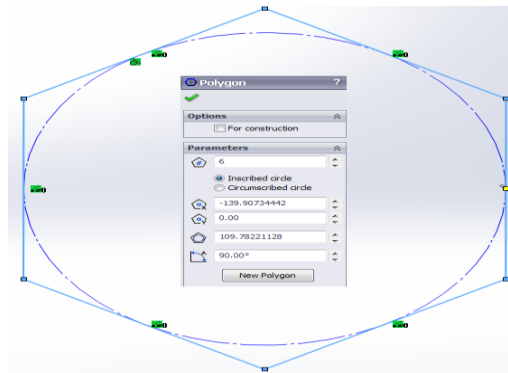


Figura 5.8.

5.1.1.4.12. TIPOS DE MATRICES



➤ **MATRIZ LINEAL:** La matriz es una sucesión de elementos organizados de forma geométrica. En este caso la matriz está configurada de manera lineal, es decir, la copia de los elementos a partir del elemento origen sigue una distribución en los ejes coordenados X-Y. De esta manera, se puede ahorrar tiempo en aquellas tareas repetitivas, como la creación y posicionamiento de las entidades en lugares que pueden estar establecidos por parámetros constantes. Para ello solo se debe crear el elemento -en nuestro caso un círculo-, y a continuación, al presionar el botón de matriz lineal, introduciremos cuatro parámetros: número de copias, distancia entre centro de las copias, ángulo de inclinación y el eje de referencia. (Figura 5.9).

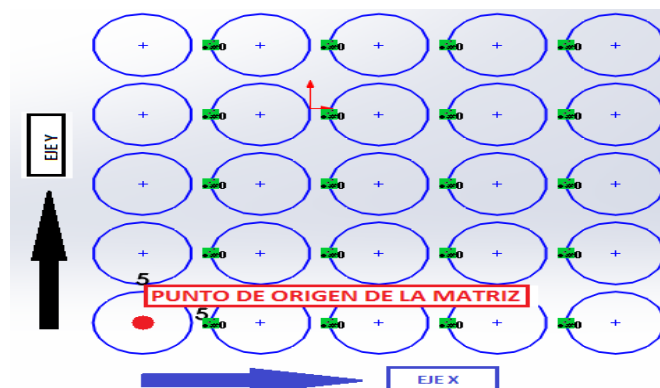
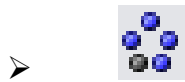


Figura 5.9.



➤ **MATRIZ CÍRCULAR:** Esta matriz tiene el mismo objetivo que la anterior, pero su particularidad es que su distribución se hace de manera angular, es decir, el número de piezas se distribuye entre los 360° que tiene un círculo completo. De manera que para establecer la matriz circular debemos introducir: Origen del eje respecto del cual se producirá la matriz circular, el número de copias de la entidad requerida, el radio al cual se posicionan los centros y el ángulo de posicionamiento. (Figura 5.10).

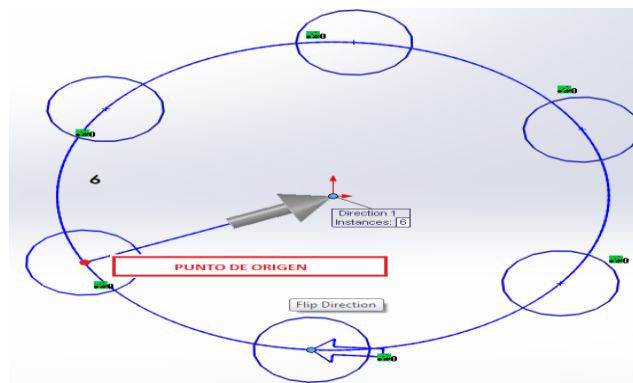
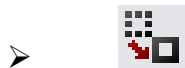


Figura 5.10.

5.1.1.4.13. TIPOS DE TRASLACIÓN DE ENTIDADES



➤ **MOVE ENTITIES (MOVER ENTIDADES):** Habilita la traslación de la entidad alrededor de todo el plano en el cual ha sido creada. Para ello solo debes definir cuál es el objeto que quieres mover y luego definir el punto mediante el cual la entidad será trasladada.



➤ **COPY ENTITIES (COPIAR ENTIDADES):** Esta opción resulta muy similar a la anterior, pero ésta tiene una diferencia: que el objeto designado es copiado, y puede ser trasladado a otro lugar determinando el punto de traslación del mismo.



➤ **ROTATE ENTITIES (ROTAR ENTIDADES):** Brinda la oportunidad de poder rotar una entidad respecto a un eje de rotación que definimos. Para ello, debemos designar la entidad que será girada y a continuación se determinará el punto de rotación y el ángulo rotado deseado.

-  **SCALE ENTITIES (ESCALAR ENTIDADES):** Concede la posibilidad de poder reducir/ampliar la escala de nuestra entidad, además de poder mantener ambos (entidad escalada y no escalada). Solo debemos seleccionar la entidad a escalar, el punto de referencia y a continuación introduciremos el valor de escala y el número de entidades que procederemos a escalar.

5.1.1.4.14. TIPOS DE RELACIONES GEOMÉTRICAS

Todos los botones siguientes son utilizados para la activación o desactivación de la referencia a objetos. Ya que son herramientas que permiten la visualización de unos puntos específicos en las entidades creadas para poder seguir construyendo nuestro modelo o prototipo. A continuación vamos a explicar y situar los puntos específicos de esta herramienta.

-  **PUNTO FINAL:** Muestra los puntos que forman parte del extremo de una entidad.
-  **PUNTO CENTRAL:** Enseña todos los puntos centrales en elementos circulares.
-  **PUNTO MEDIO:** Permite visualizar los puntos medios de las entidades.
-  **CUADRANTES:** Identifica los puntos que delimitan los cuatro cuadrantes en elementos circulares.
-  **INTERSECCIÓN:** Cuando se produce la intersección entre dos entidades se produce la visualización del punto que forma parte de las dos entidades, es decir, el punto por el cual las entidades se cortan.



➤ **COINCIDENTE:** Proporciona la localización exacta de aquellas entidades que finalizan su trayectoria en otras distintas.



➤ **RESTRICCIÓN HORIZONTAL/VERTICAL CON O SIN MALLADO:** Es muy utilizada cuando se quieren crear entidades con formas geométricas en ángulos rectos, ya que esta herramienta restringe los movimientos en horizontal/vertical. Además, es posible la utilización de un mallado de fondo para poder crear de manera más veloz.

5.1.1.4.15. OTRAS UTILIDADES



➤ **EQUIDISTANCIA:** Crea una copia equidistante de una o más entidades o perfil de una cara. Las copias son paramétricas por lo que cambian cuando la entidad original es modificada. (Figura 5.11).

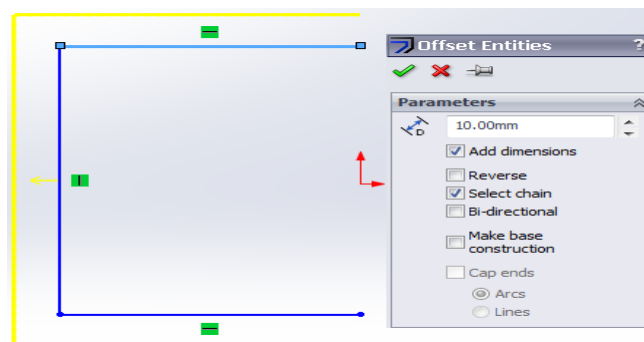


Figura 5.11.



➤ **TEXTO:** Permite la creación de textos sobre entidades o superficies. El texto posee un menú en el cual podemos configurar todos los parámetros referentes a la construcción del texto. (Figura 5.12).



Figura 5.12.

➤  **SIMETRÍA:** Brinda la oportunidad de poder crear piezas que poseen simetría en alguno de sus ejes de manera muy eficiente y rápida. Para el uso de simetría debemos usar una línea constructiva que será nuestro eje de referencia, para a continuación seleccionar las entidades a reproducir. (Figura 5.13).

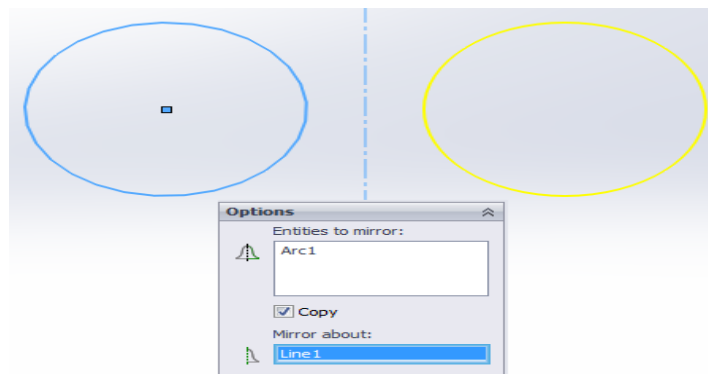


Figura 5.13.

5.1.1.4.16. 3D TOOLS (HERRAMIENTAS 3D)

Son herramientas que hacen posible la creación de entidades en tres dimensiones a partir de las entidades creadas con las herramientas bidimensionales. Así que, todas estas herramientas permitirán ampliar en una dimensión más todas las entidades bidimensionales creadas previamente. Cabe decir, que la complejidad de este tipo de herramientas resulta un poco superior a la anterior, pero obteniendo

el conocimiento necesario puede llegar a ser una herramienta tremendamente potente en el diseño.

A continuación procederemos a comentar cada una de las múltiples funciones de esta herramienta.

5.1.1.4.17. TIPOS DE EXTRUSIÓN

➤  **EXTRUSIÓN:** Permite la transformación de las entidades bidimensionales en entidades tridimensionales determinando la magnitud de la medida en el eje especificado que proporcionará el carácter volumétrico al objeto. Solo es necesario seleccionar la entidad bidimensional y pulsar extrusión para que aparezca un menú en el que se podrá introducir la magnitud de la tercera dimensión. (Figura 5.14).

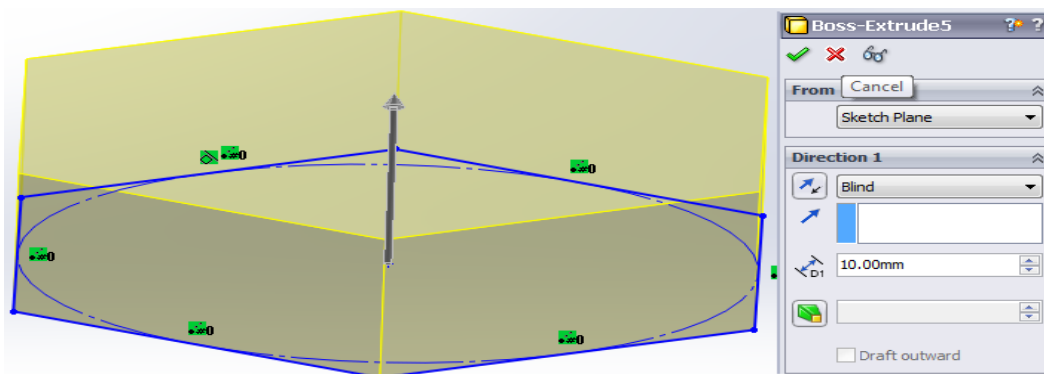


Figura 5.14.

➤  **REVOLUCIÓN:** Proporciona la oportunidad de crear entidades tridimensionales de revolución a partir de una entidad bidimensional y un eje central de simetría. Para ello solo debemos seleccionar la entidad bidimensional y a continuación el eje central de simetría y será creada la pieza de revolución. (Figura 5.15).

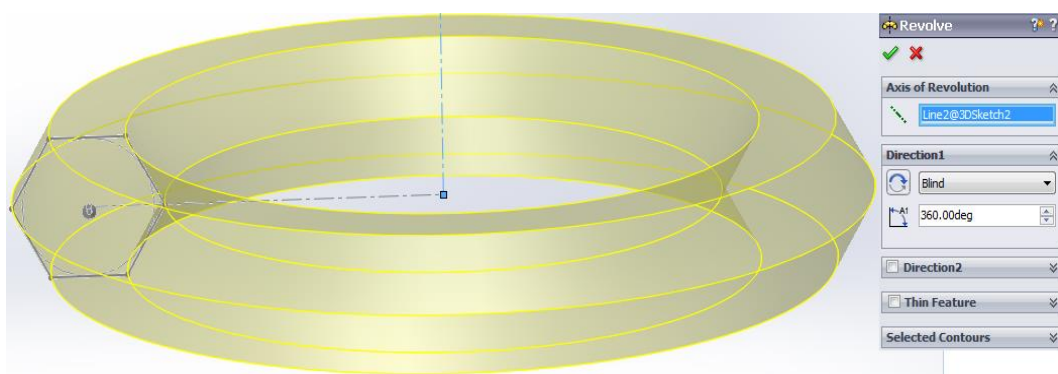


Figura 5.15.

➤  **BARRIDO:** Brinda la opción de poder crear una entidad tridimensional mediante la selección de una entidad bidimensional que proporcionará la forma de la sección y una línea auxiliar de referencia por la cual esa sección será desarrollada. (Figura 5.16).

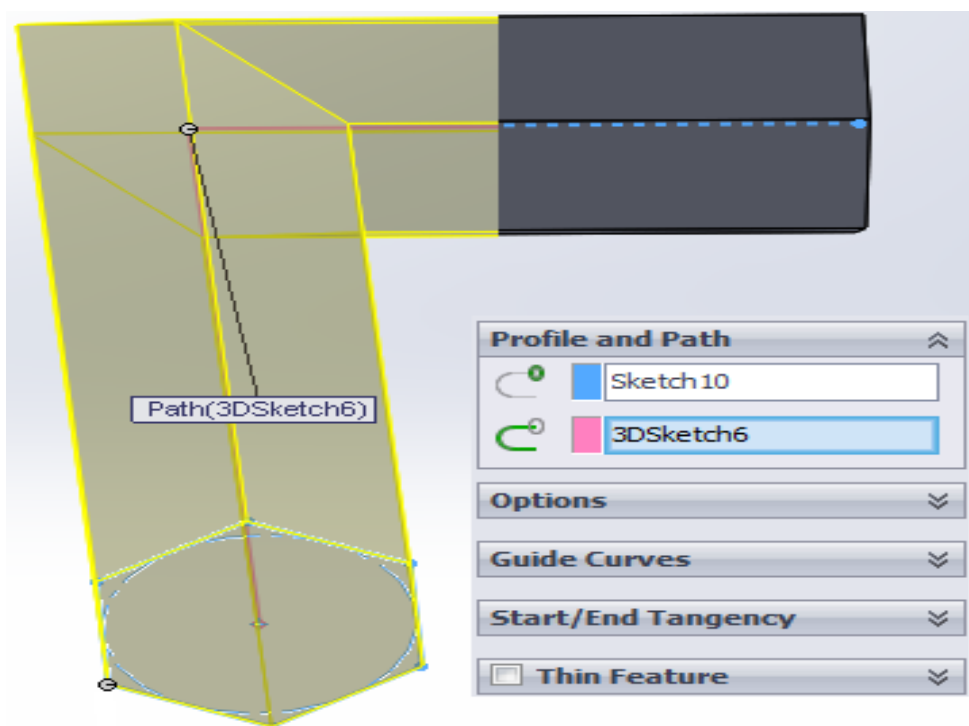


Figura 5.16.

➤  **RECUBRIR:** Esta operación permite la creación de una entidad sólida tridimensional a partir de dos o más perfiles situados en planos diferentes. (Figura 5.17).

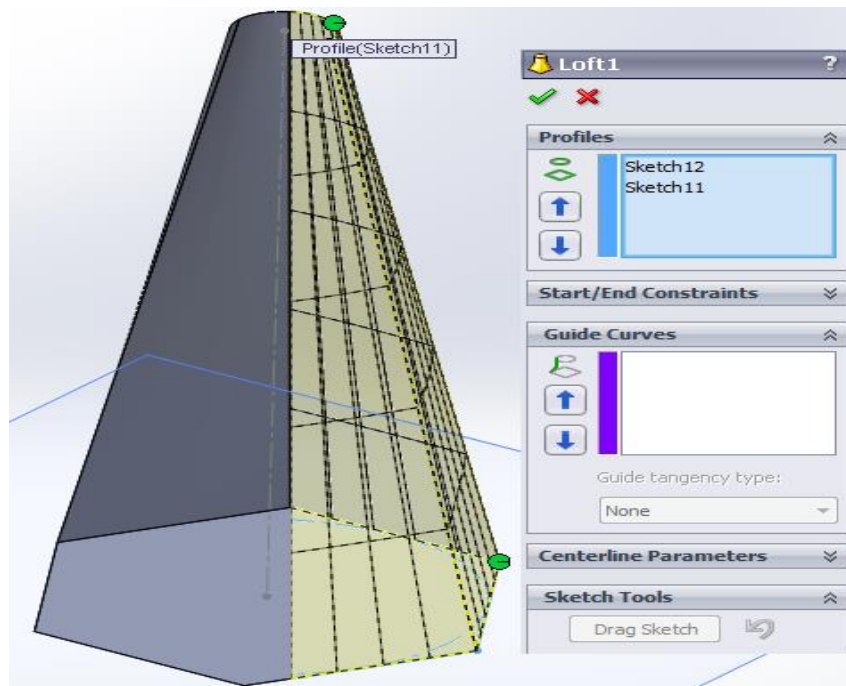


Figura 5.17.

5.1.1.4.18. TIPOS DE CORTE EXTRUSOR

➤  **EXTRUSIÓN CORTANTE:** Esta operación concede la posibilidad de crear oquedades o agujeros en otras entidades partiendo de una entidad inicial bidimensional. (Figura 5.18).

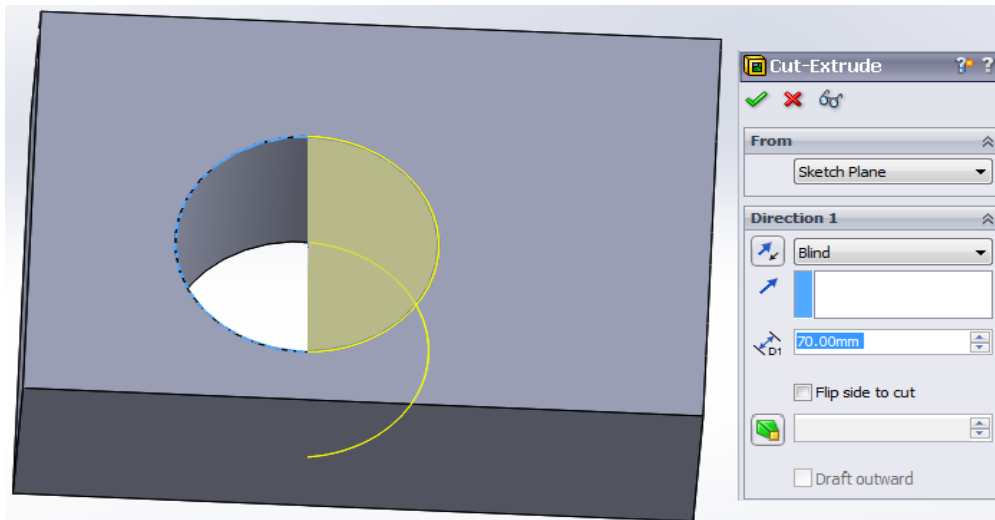


Figura 5.18.

➤  **REVOLUCIÓN CORTANTE:** Posibilita el ejecutar cortes simétricos o de revolución a otras entidades ya creadas, de manera que la entidad final será la diferencia entre estas dos designadas. Para ello solo debemos establecer la entidad que definirá la forma y el eje de referencia por el cual se desarrollará la entidad. (Figura 5.19).

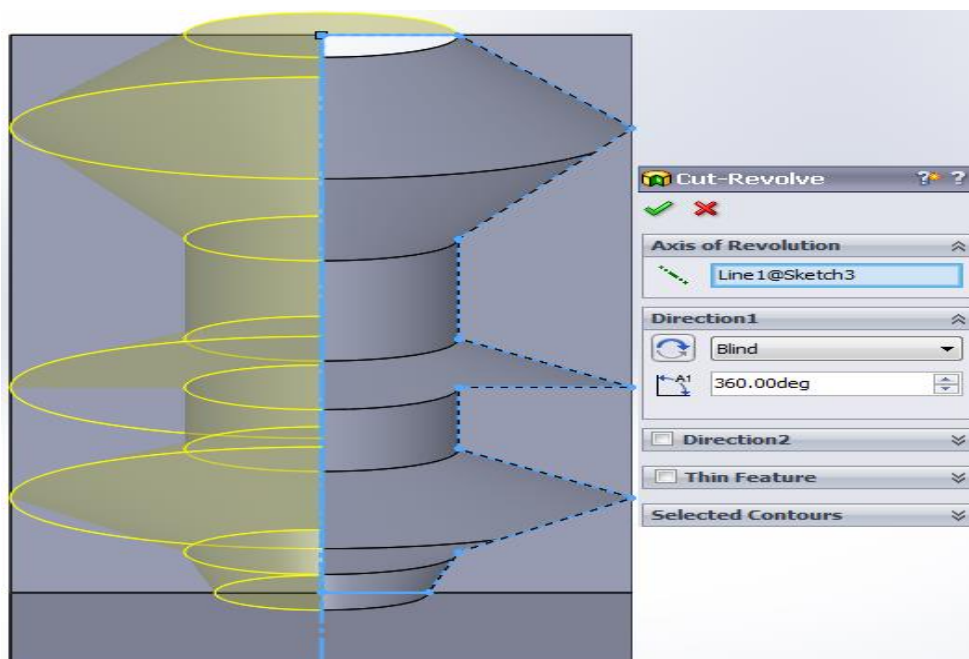


Figura 5.19.

➤  **BARRIDO CORTANTE:** Permite la creación de cavidades o agujeros de sección determinada, siguiendo una línea de referencia concreta, es decir, se producirá una eliminación de volumen en la pieza original siguiendo el patrón de la sección y la trayectoria de la línea de referencia. (Figura 5.20).

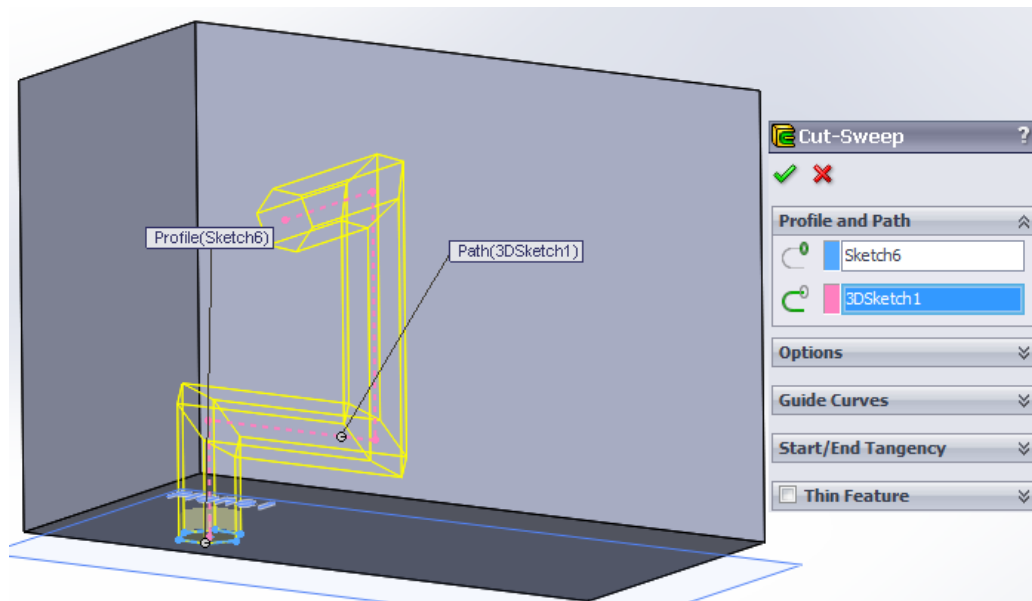


Figura 5.20.

➤  **RECUBRIMIENTO CORTANTE:** Establece la eliminación de todo aquel volumen de la entidad que interfiere en la trayectoria de corte que esté designada por las entidades creadas en dos planos distantes. (Figura 5.21).

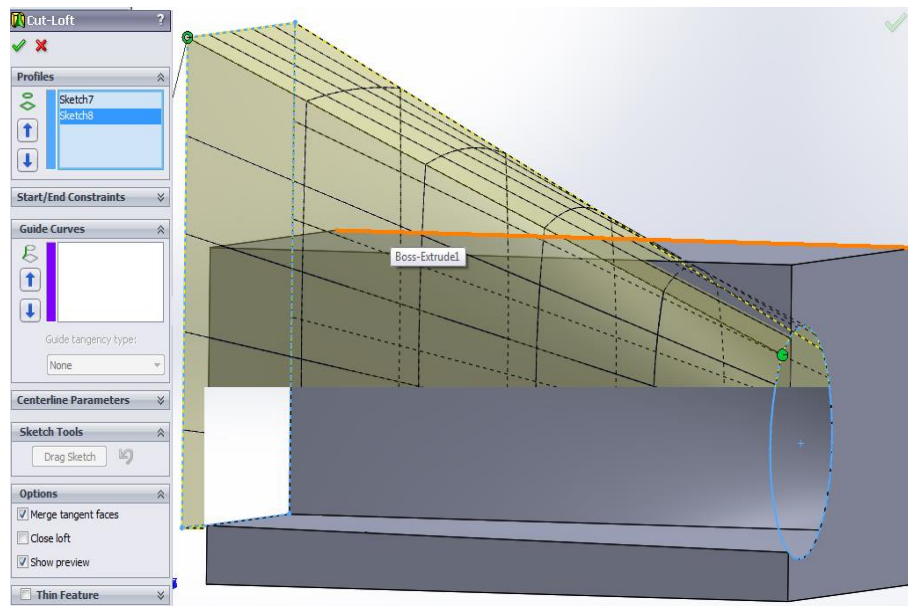


Figura 5.21.

5.1.1.4.19. TIPOS DE CHAFLÁN

➤  **CHAFLÁN CÍRCULAR:** Realiza una operación de redondeo de las aristas o bordes deseados. Para su utilización solo se debe seleccionar la arista a redondear, y, a continuación, determinar cuál será el radio de curvatura de la arista o borde. (Figura 5.22)

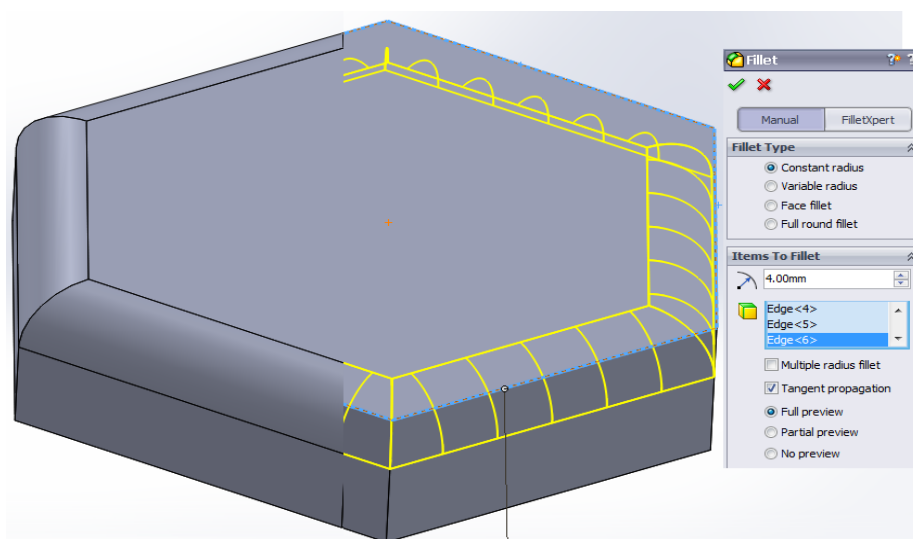


Figura 5.22.

-  **CHAFLÁN RECTO:** Esta herramienta funciona de manera similar a la anteriormente comentada, con la salvedad de que en este caso la modificación de la arista será en forma de ángulo. Para una correcta ejecución se debe determinar dos parámetros, la longitud y ángulo de chaflanado. (Figura 5.23).

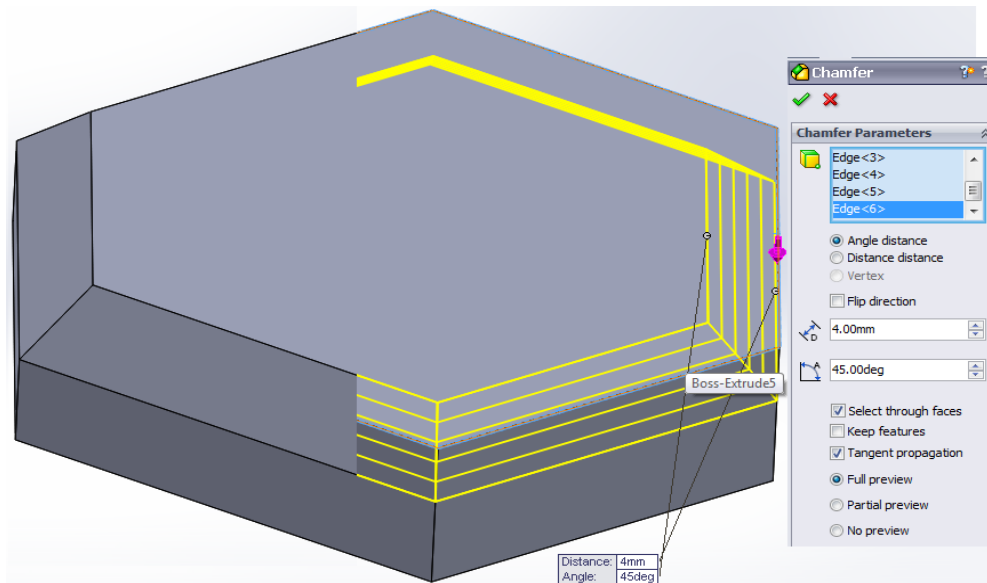


Figura 5.23.

5.1.1.4.20. TIPOS DE MATRIZ

-  **MATRIZ LINEAL:** Es utilizada para acciones o procesos repetitivos y largos, ya que habilita la oportunidad de poder ejecutar todos estos procesos o acciones de manera inmediata y veloz. Para la creación de una matriz solo debemos seleccionar la entidad que definiremos como patrón y a continuación procederemos a designar el número de entidades a crear, y el espaciado entre las mismas, además de las direcciones de sus trayectorias lineales. (Figura 5.24).

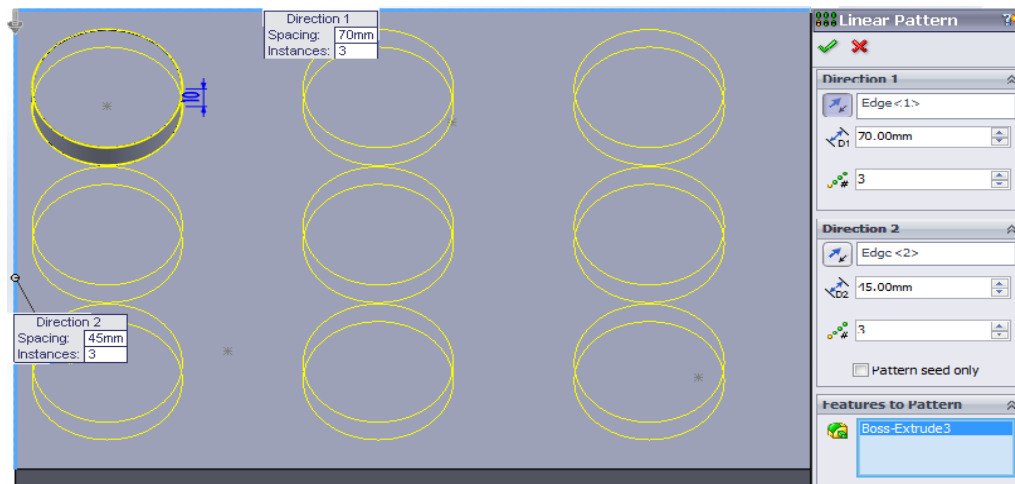


Figura 5.24.

➤  **MATRIZ CIRCULAR:** Su objetivo es el mismo comentado en el apartado anterior, pero en este caso la trayectoria de las entidades que vamos a proceder a reproducir de forma repetitiva será circular. De manera que para crear esta matriz debemos definir el eje de referencia, el ángulo requerido, el número de elementos a crear y la selección del patrón de los elementos. (Figura 5.25).

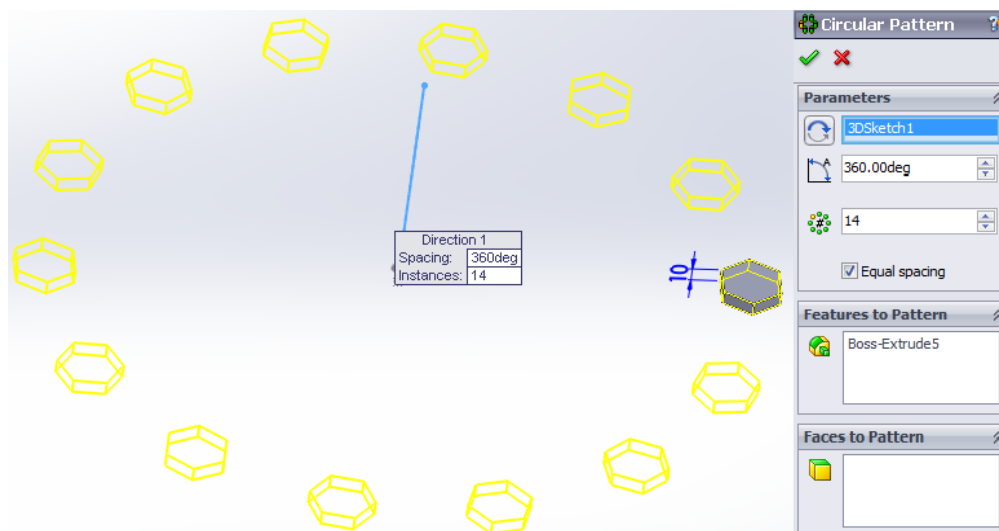


Figura 5.25.

➤  **MATRIZ CURVILÍNEA:** La misión de esta herramienta quedó especificada en los apartados anteriores, la diferencia con respecto a las demás es

la forma en que se ejecutan los procesos. Este proceso brinda la oportunidad de crear una matriz de forma que los elementos siguen una trayectoria previamente definida por una curvilínea. (Figura 5.26).

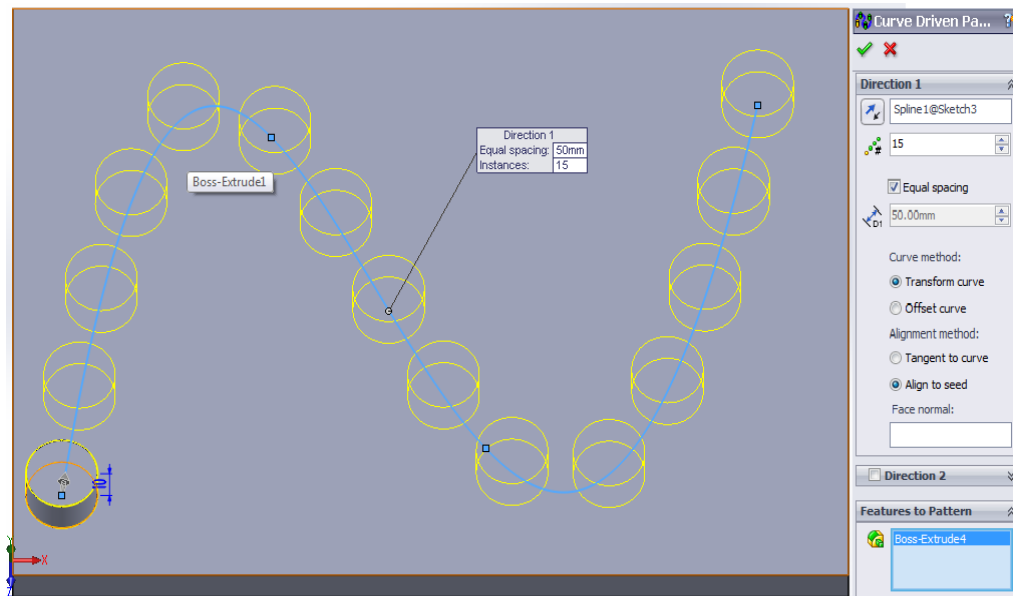


Figura 5.26.



MATRIZ CONDUCTIDA: Este tipo de matriz es muy funcional ya que permite la posibilidad de crear una matriz de entidades en aquellos puntos croquizados y definidos previamente. De esta manera solo obtendremos entidades en los puntos que nosotros determinamos. Para su realización solo debemos seleccionar un croquis específico, y después seleccionar el patrón o entidad que formará la matriz. (Figura 5.27).

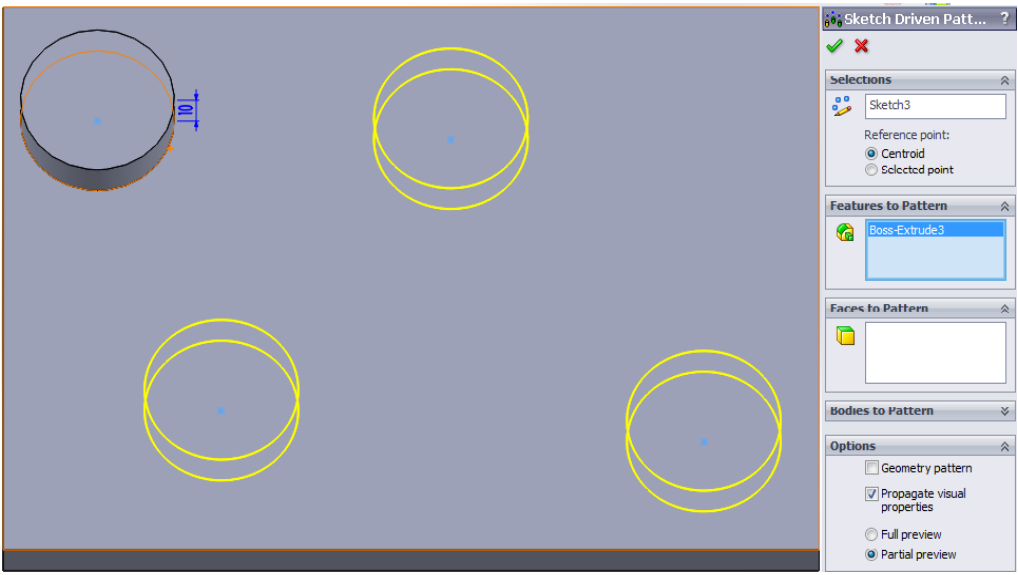


Figura 5.27.



➤ **MATRIZ TABULADA:** Cuando se tienen que determinar las posiciones de manera concreta para el posicionamiento de las entidades de la matriz, es habitual usar este tipo de matriz que usa una tabla con los valores de las posiciones en las que se originarán una entidad de la matriz. Este proceso permite la creación rápida, concreta y rigurosa de los elementos contenidos de la matriz. (Figura 5.28).

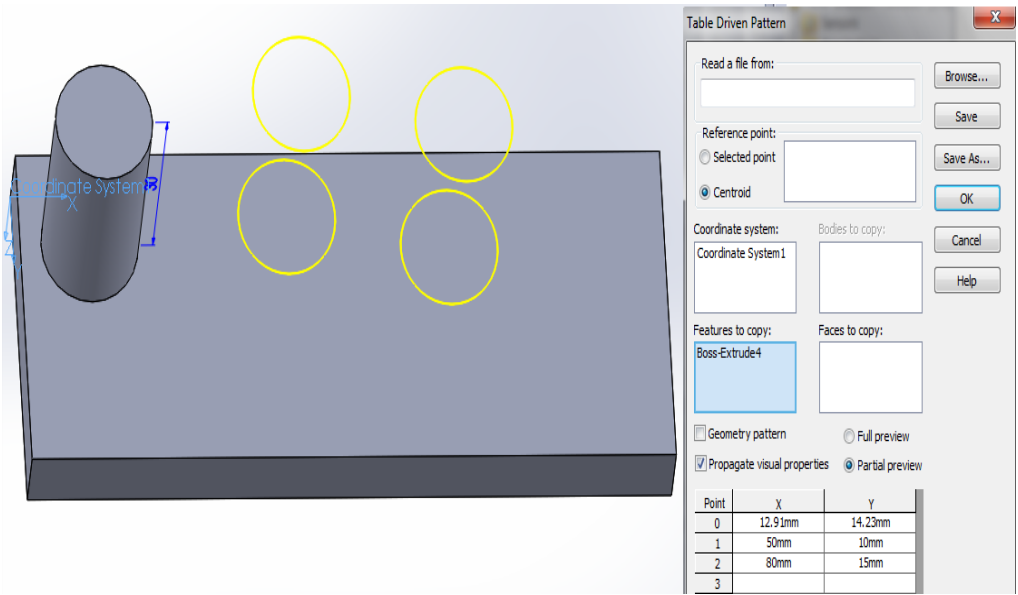


Figura 5.28.

➤  **SIMETRÍA:** Proporciona una gran ventaja, ya que brinda la oportunidad de crear entidades simétricas respecto a un plano o cara. Normalmente suele ser utilizado para la creación de entidades de gran complejidad o desarrollo, ya que permite la creación de la mitad de la entidad y con un solo clic crea la mitad necesaria para completar la entidad en su totalidad. (Figura 5.29).

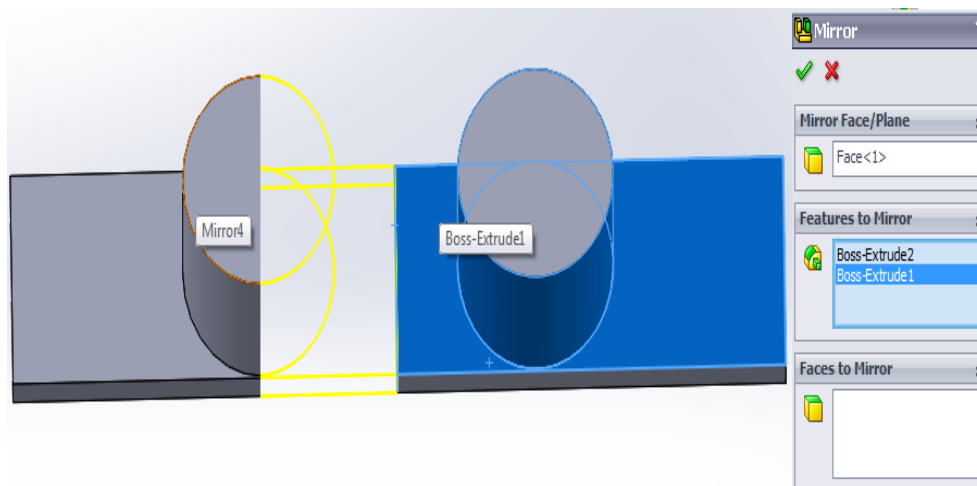


Figura 5.29.

5.1.1.4.21. OTRAS FUNCIONES

➤  **NERVIO:** Los nervios son estructuras cuya misión es incrementar la resistencia del objeto, pieza o entidad cuando ésta es sometida a esfuerzos de resistencia. (Figura 5.30).

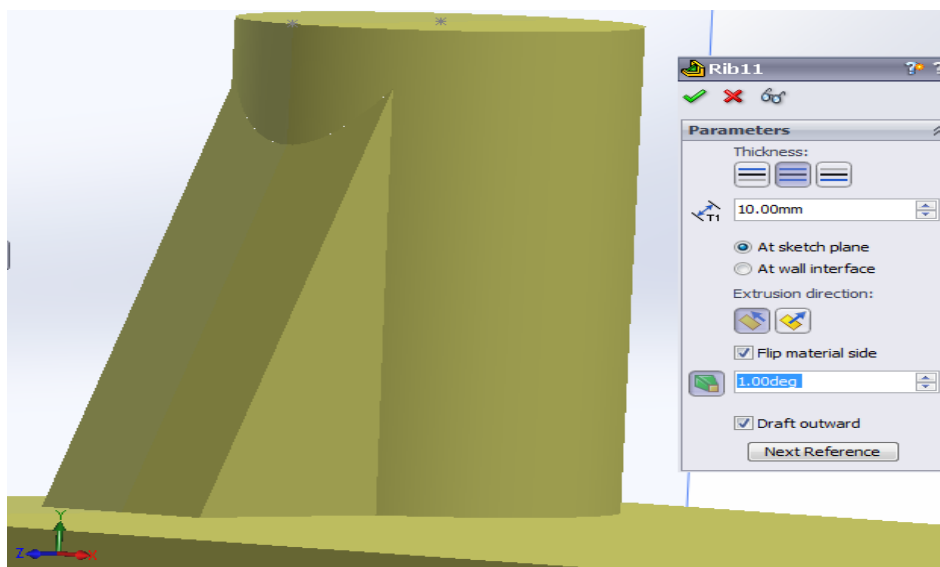


Figura 5.30.

➤  **CÁSCARA:** Esta función está pensada para la creación de entidades, piezas u objetos huecos o con oquedades. Para su uso se debe designar la superficie a vaciar, y a continuación, el espesor que se desea para las paredes de esta cáscara o carcasa. (Figura 5.31).

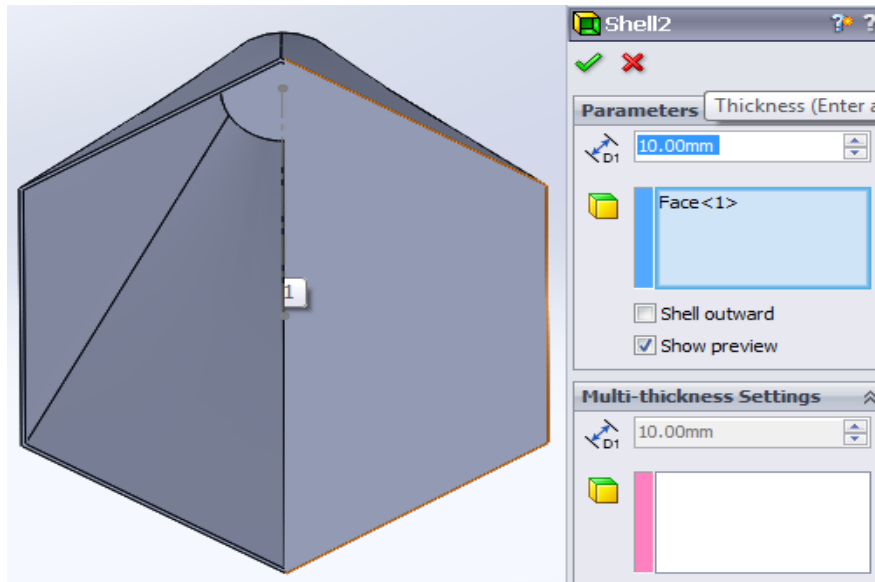


Figura 5.31.

➤  **ÁNGULO DE SALIDA:** Esta operación permite ahusar las caras seleccionadas de una entidad o modelo, a partir de la definición de su ángulo. Habitualmente utilizado para crear objetos de fácil extracción y expulsión. (Figura 5.32).

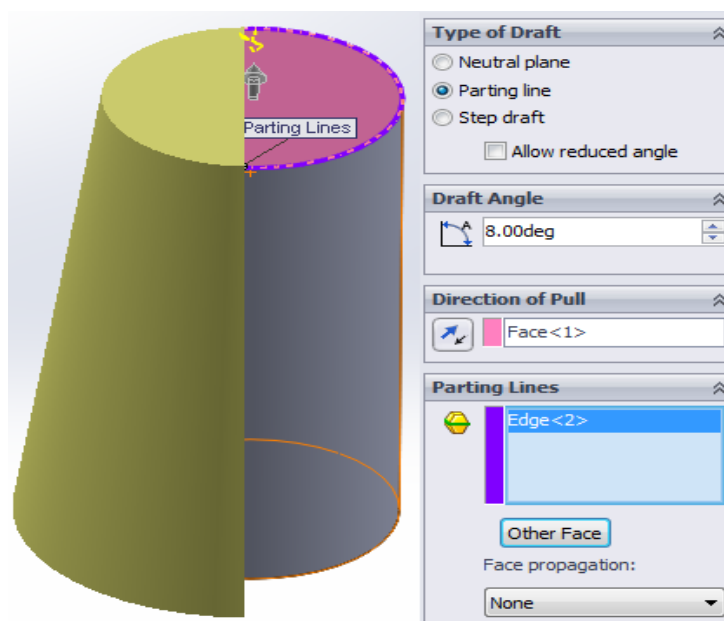


Figura 5.32.

➤  **TALADRADOS:** Proporciona una gran cantidad de tipos de taladros y agujeros para infinidad de tornillos. Normalmente solemos usar taladros normalizados ya que los tornillos usados también lo estarán, pero a veces tenemos que configurar unos parámetros específicos. Si esta situación se diese no habría problema ya que se pueden modificar todos los parámetros de los taladros, así como posicionarlos de manera precisa en el objeto o entidad. El siguiente menú muestra los tipos de agujeros y una casilla que posibilita determinar todas las características de cualquier tipo de taladro. (Figura 5.33).

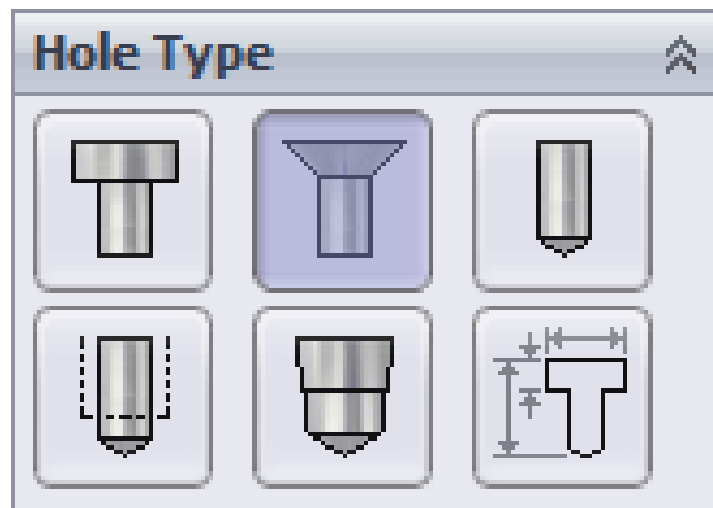


Figura 5.33.

➤  **CÚPULA:** Utilizada para la modificación de superficies y su transformación en superficies de forma circular o con cierto grado de esfericidad. Intuitivamente manejable, ya que solo se debe definir la superficie a transformar y determinar la distancia en magnitud desde la superficie base hasta la parte superior de la esfericidad. (Figura 5.34).

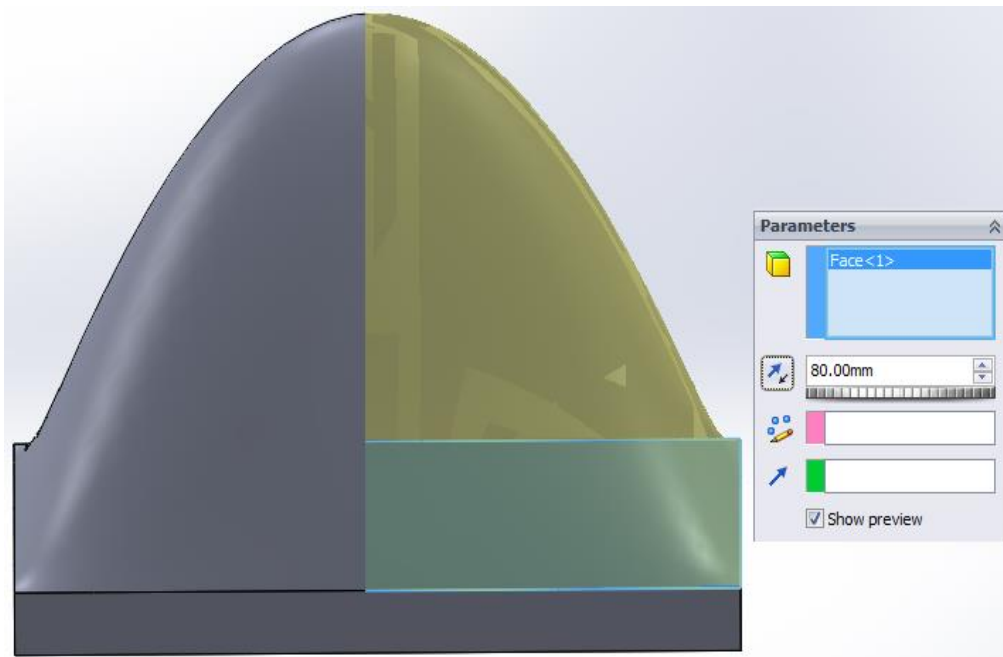


Figura 5.34.

➤  **ENVOLVER:** Permite la proyección de un croquis sobre una cara plana o no plana y realizar una extrusión, una extrusión corte o inscribir el contorno del croquis sobre la cara de la entidad o modelo. (Figura 5.35).

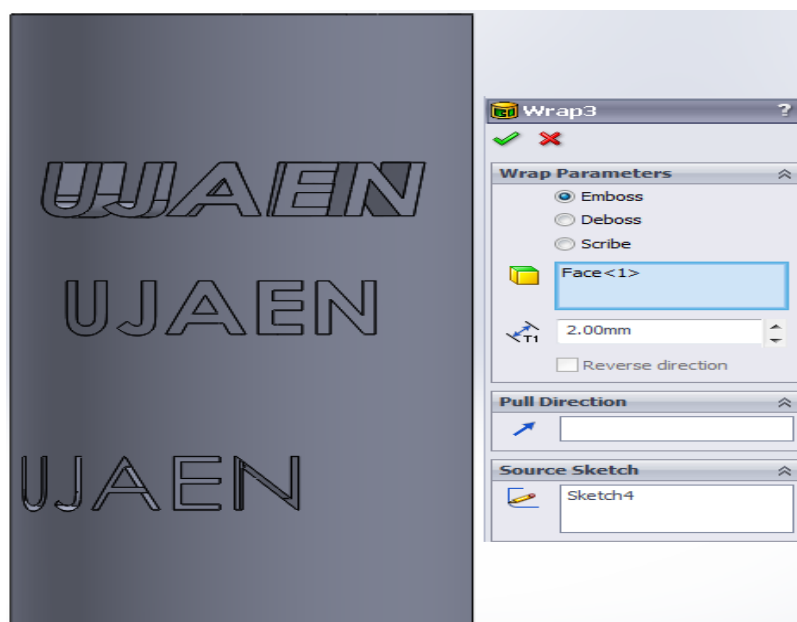


Figura 5.35.

➤  **FLEXIONAR:** Concede la posibilidad de poder establecer flexión, torsión, conicidad, o estirar una entidad o modelo. Además permite la visualización a medida que la pieza se va transformando, ya que solo debemos introducir los valores que queramos designar a la magnitud de la transformación. (Figura 5.36).

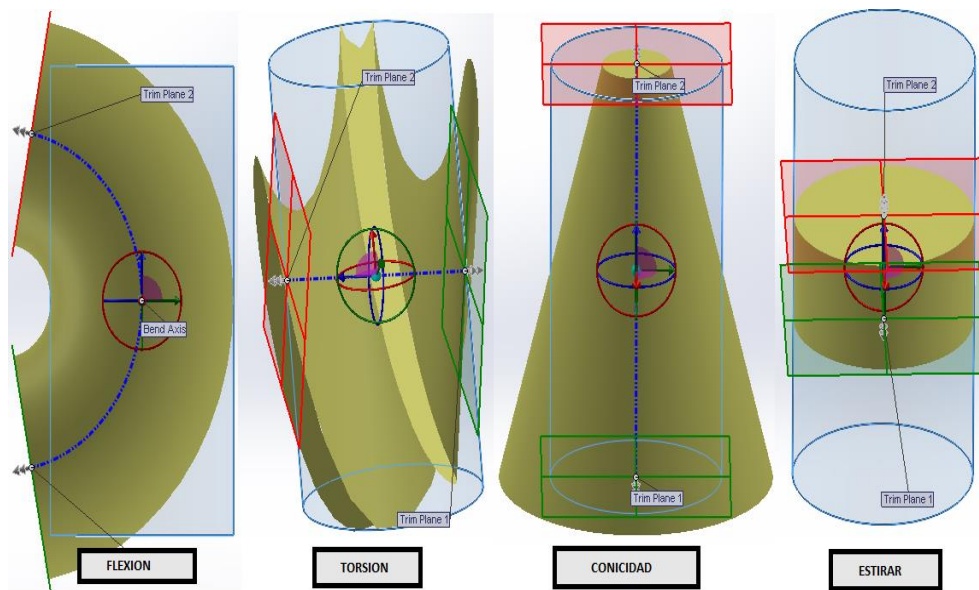


Figura 5.36.

➤  **DEFORMAR:** Posibilita la modificación de la geometría de las entidades, modelos o superficie sólidas. Además, brinda la oportunidad de poder concentrar la deformación en un punto, arista o superficie.

➤  **ESCALA:** Esta opción brinda la oportunidad de poder reducir todas las dimensiones del modelo, objeto o entidad en una proporción determinada. Si deseamos reducir la escala, el valor introducido debe ser menor que 0, y en caso contrario el valor introducido debe ser mayor.

5.1.2. ASSEMBLY

El Modo Ensamblaje del software SolidWorks es una herramienta totalmente diferente a la herramienta Part (Elemento) explicada anteriormente. Sin embargo están conectadas entre sí. Los grupos de objetos, modelos, partes o entidades creadas con la herramienta Part (Elemento) serán nuestro punto de partida para el ensamblado y creación de mecanismos, ya que la misión de esta parte del software es la construcción y visualización del funcionamiento de los mecanismos.

A continuación explicaremos todas aquellas funciones que son de importancia para la creación y ensamblado de mecanismos.

Como ya sabemos, debemos insertar en nuestro escritorio de trabajo todos aquellos elementos que compondrán la totalidad de nuestro mecanismo. Para este cometido, en la Figura 5.37 podemos ver un menú específico remarcado en rojo, cuyo objetivo es la incorporación de todos los elementos requeridos y previamente creados.

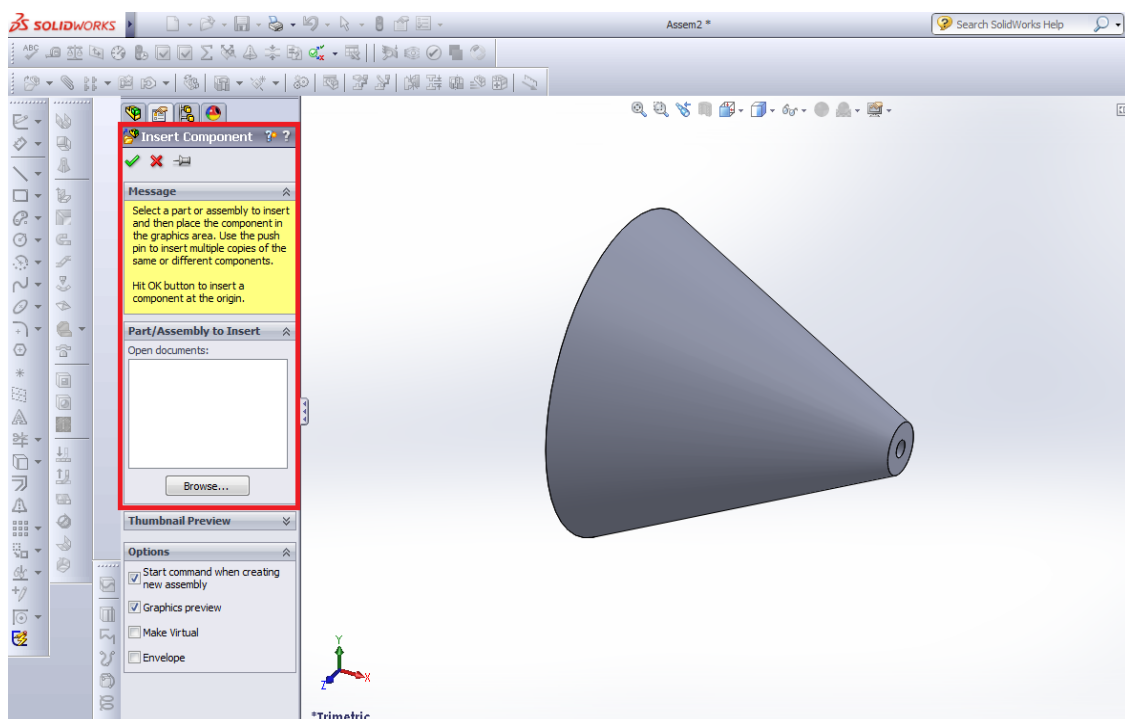


Figura 5.37.

Para la inserción de un elemento solo se tiene que buscar su localización mediante el botón (“Browse”), y a continuación, seleccionar el elemento y pulsar “Abrir (Open)”. De esta manera aparecerá dicho elemento en nuestro entorno de trabajo.



➤ **GIRAR COMPONENTE:** Su finalidad es conceder la posibilidad de girar todo aquel componente necesario en nuestro espacio de trabajo para su correcta colocación. Para ello podemos designar los siguientes modos de giro:

❖ **GIRO LIBRE:** Este tipo de giro es el más usual ya que permite el giro de la pieza desde el control del ratón y en la dirección que sea requerida.

❖ **GIRO RESPECTO A ENTIDAD:** El giro de la entidad u objeto se realiza respecto de otra, es decir, esta entidad girará en torno a otra la cual es fijada como la referencia del giro.

❖ **GIRO XYZ:** Es el más preciso ya que permite la determinación del giro en cada uno de los ejes (X-Y-Z), mediante la introducción de los ángulos determinados.



➤ **RELACIONES DE POSICIÓN:**



❖ **CONCENTRICIDAD:** Esta operación tiene como objetivo la creación de una relación de concentricidad entre dos elementos, es decir, los dos elementos deben tener sus centros geométricos alineados.



❖ **COINCIDENCIA:** Origina un contacto de manera permanente entre las dos superficies que han sido designadas.



❖ **PARALELISMO:** Ejecutando esta opción se generará una restricción entre dos superficies, en las cuales se mantendrá la relación de paralelismo (ángulo 0° entre las superficies) siempre.

❖  **PERPENDICULARIDAD:** Condiciona un elemento a permanecer en una posición de perpendicularidad (ángulo 90° entre las superficies) de manera permanente.

❖  **TANGENCIA:** Permite la intersección de dos superficies en un punto perteneciente a ambas, de esta manera dichas superficies mantendrán siempre tal punto en contacto.

❖  **ANCLAJE:** Brinda la oportunidad de poder fijar dos componentes para que se mantengan unidos independientemente de los demás.

➤ **RELACIONES DE POSICIÓN AVANZADAS:**

❖  **SIMETRÍA:** Permite la inserción de una relación de posición simétrica entre dos entidades o componentes de ensamblaje respecto de un plano o cara previamente seleccionados.

❖  **LEVA:** Posibilita crear una relación de tangencia entre un punto, plano o cilindro y las caras tangentes de una leva. Además se debe realizar el perfil geométrico de la leva mediante *splines*, líneas o arcos tangentes formando una sola entidad.

❖  **ANCHURA:** Esta operación tiene como objetivo el centrado de un componente entre las caras de otro previamente seleccionado.

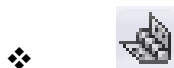
❖  **ENGRANAJE:** Su misión es brindar la posibilidad de poder insertar una relación entre dos engranajes para generar el giro de los mismos sobre sus propios ejes.

❖  **PIÑÓN Y CREMALLERA:** Esta operación permite generar una traslación lineal de una cremallera al engranar con un piñón y viceversa. El

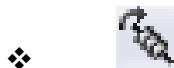
movimiento de los dos componentes se produce de forma solidaria en función de la relación de transmisión definida.



❖ **LÍMITE:** Establece una relación de posición en la cual dos componentes son restringidos en su movimiento mediante distancia o ángulo, es decir, los componentes solo pueden desplazarse en distancias y ángulos límites definidos.



❖ **BISAGRA:** Esta relación de posición tiene como misión establecer como único movimiento el giro entre dos componentes, es decir, limita a uno los grados de libertad. Equivalentemente en otras versiones se crea una relación de concetricidad-coincidencia para imitar esta herramienta.



❖ **TORNILLO:** Restringe a que dos componentes sean concéntricos y agrega una relación del paso de rosca entre la rotación de un componente y la translación del otro.



❖ **ARTICULACIÓN UNIVERSAL:** Se rige por la unión de dos ejes de rotación desfasados 90° en los cuales giran dos componentes, cada uno respecto a un eje de rotación distinto.



➤ **DETECCIÓN DE COLISIONES:** Al mover los componentes de un ensamblaje pueden producirse colisiones entre ellos, para evitar ese tipo de accidentes existe esta herramienta que localiza e indica dónde se producen las colisiones para poder modificar el diseño y evitarlo.



➤ **CINEMÁTICA DE COLISIONES FÍSICAS:** Es una herramienta de detección de colisiones que permite visualizar el movimiento de dos componentes de forma real. En el mecanismo se genera una serie de movimientos entre los componentes, gracias a la actuación de una fuerza que los desplaza en función de las relaciones de posición y grados de libertad establecidos.

➤  **DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS:** Permite determinar las interferencias existentes entre componentes y calcular el volumen real de la misma. Una interferencia se produce cuando el volumen de un componente penetra en otro y ambos deberían permanecer de manera independiente. Además es posible habilitar la opción de ver el modelo con transparencias para poder visualizar mejor la interferencia.

➤  **MOVER COMPONENTE:** La siguiente herramienta tiene como misión la traslación de una entidad, modelo, objeto o pieza a través del espacio libre que designa nuestro entorno de trabajo.

➤ **CORDÓN DE SOLDADURA:** Es la unión mediante la aportación de metal líquido entre dos o más componentes metálicos. Esta operación permite la creación de cordones de soldadura entre los componentes de un ensamblaje. El cordón de soldadura aparecerá en el gestor de diseño como una pieza o elemento más del conjunto.

➤ **VISTA EXPLOSIONADA:** Brinda la posibilidad de crear vistas explosionadas de un ensamblaje por la separación de cada una de las piezas que lo forman. Suele ser utilizado para la visualización en los montajes de mecanismos y diversos tipos de máquinas ya que posibilita la visualización del orden y posición del montaje. (Figura 5.38)

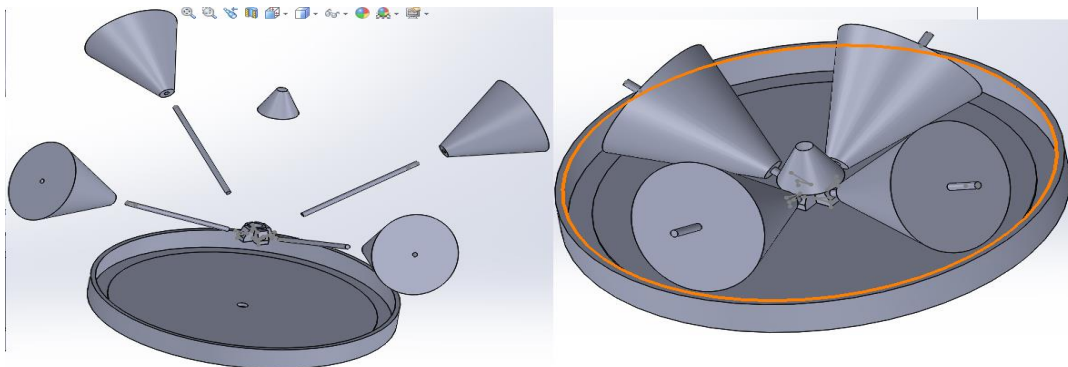


Figura 5.38.

5.1.3. DRAWING

Drawing (Dibujo) es la parte del software que permite la representación, creación y representación de planos normalizados, para su posterior impresión y visualización. En la actualidad sabemos que existen muchísimas herramientas para la representación de partes, elementos, objetos o entidad en tres dimensiones así como su visualización. Aunque trabajemos con todas aquellas herramientas 3D, no cabe duda de que la representación y el dibujo sobre plano es una parte importantísima del diseño, ya que su utilización sigue siendo hoy en día una de las materias más importantes en la ingeniería y el diseño. Gracias a esto, existe la posibilidad de poder entender, visualizar y reproducir todos aquellos modelos que están representados mediante un plano correctamente normalizado.

➤  **VISTAS ESTÁNDAR:** Permite la creación de las tres vistas o proyecciones ortogonales estándar (Alzado, Planta, Perfil) a partir de un modelo de pieza o ensamblaje. (Figura 5.39).

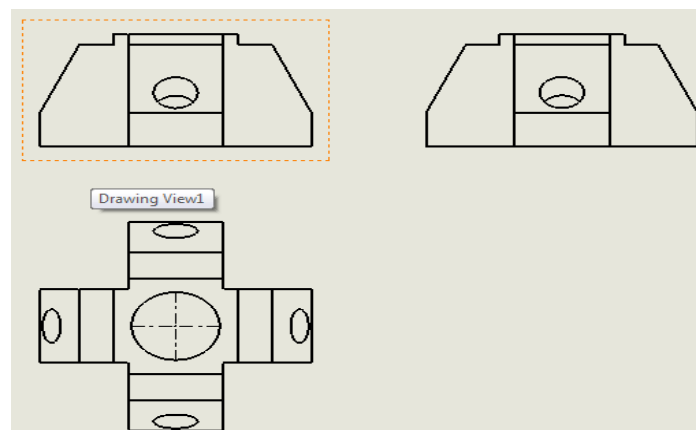


Figura 5.39.

➤  **VISTA PROYECTADA:** Posibilita la opción de obtener una vista proyectada ortogonal a partir de otra ya existente. (Figura 5.40).

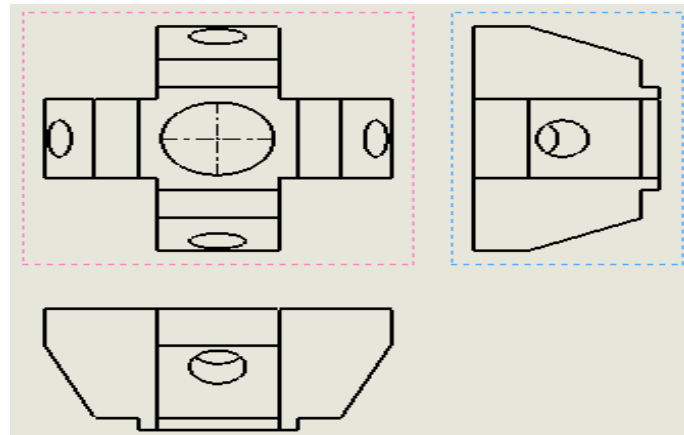


Figura 5.40.

➤  **VISTA AUXILIAR:** Cuando se disponga de un modelo donde alguna de las caras se localizan posicionadas de forma oblicua (no paralelas) respecto a los planos de proyección, estos no proyectan la forma en verdadera magnitud. Para ello se recurre a esta herramienta que permite alinear esa parte del elemento para que esté en verdadera magnitud (paralela a planos de proyección). (Figura 5.41).

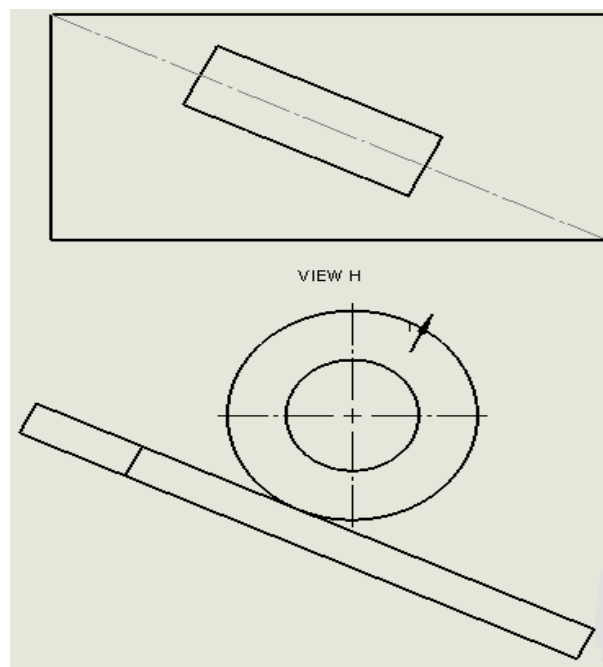


Figura 5.41.

➤  **VISTA DETALLE:** Brinda la oportunidad de mostrar, mediante una nueva vista, una parte del modelo que presenta gran importancia. Para su correcta representación la nueva vista puede poseer diferente escala que el plano por lo cual será indicado junto a esta. (Figura 5.42).

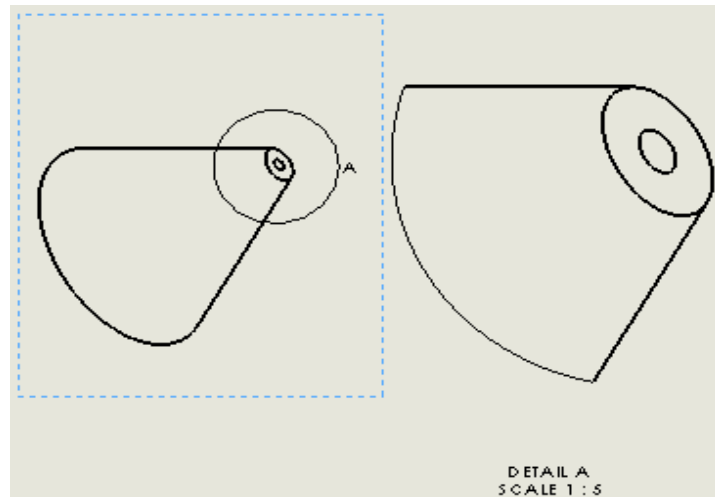


Figura 5.42 .

➤  **VISTA SECCIÓN:** Permite realizar un corte de su modelo, componente u objeto para eliminar parte del mismo y poder visualizar de mejor manera los elementos internos. (Figura 5.43).

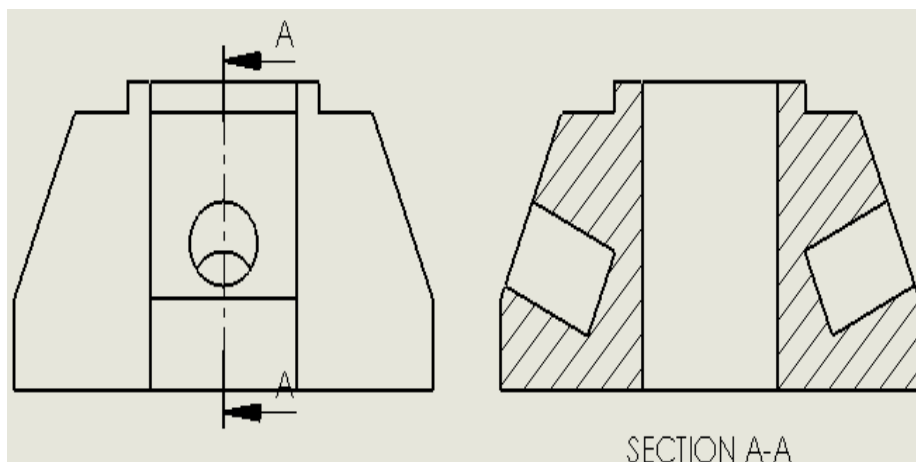


Figura 5.43 .

-  **VISTA SECCIÓN ALINEADA:** Concede la oportunidad de realizar un corte de su modelo, para eliminar parte del mismo mediante el empleo de dos líneas de croquis conectadas en ángulo. (Figura 5.44).

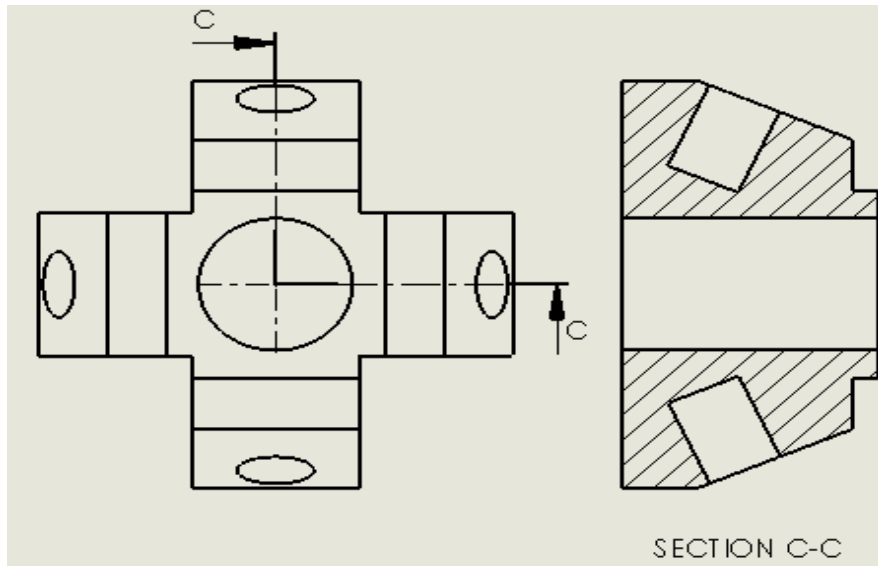


Figura 5.44.

-  **VISTA ROTURA:** Se usa para cortar los modelos largos de sección uniforme que por sus dimensiones, solo se podrían representar con escalas muy grandes de reducción y grandes formatos de dibujo.
-  **VISTA SECCIÓN PARCIAL:** Esta operación permite visualizar los detalles internos de un modelo por la eliminación parcial de material hasta la profundidad especificada. Para su creación se debe especificar la zona que se quiere sustraer o eliminar mediante la creación de un *spline*. (Figura 5.45).

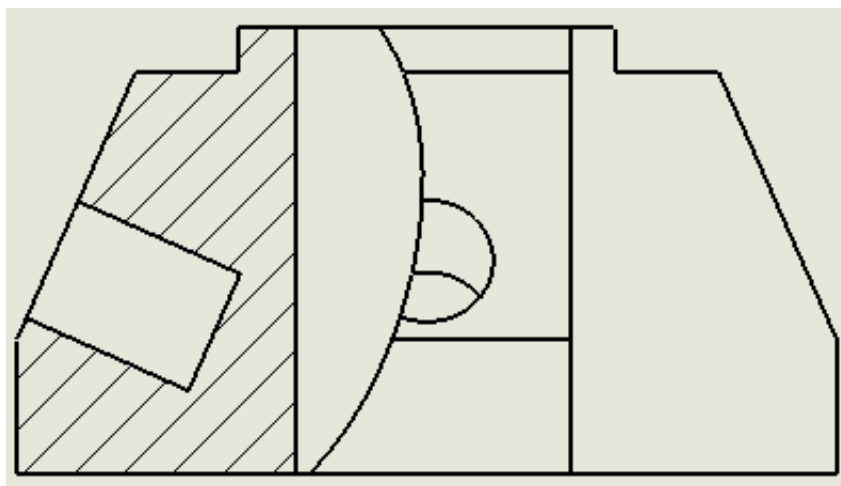


Figura 5.45.



➤ **RECORTAR VISTA:** Esta herramienta concede la posibilidad de recortar vistas para la eliminación de aquella parte no deseada de la misma. Se realiza mediante la creación de un croquis cerrado, ya sea una circunferencia, un polígono o un *spline*. (Figura 5.46).

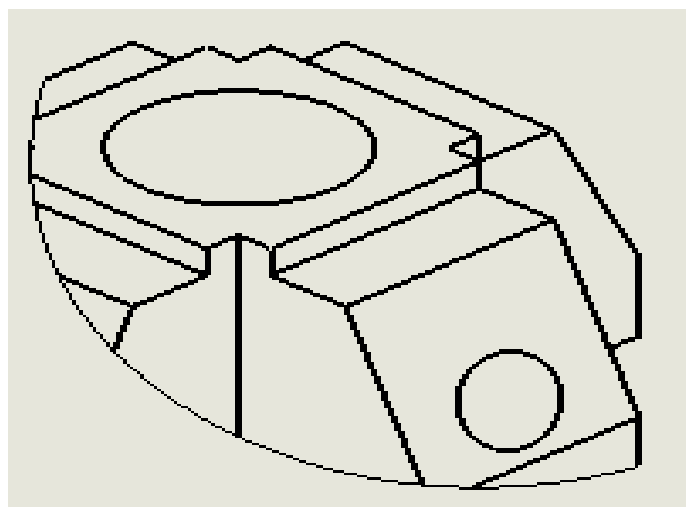


Figura 5.46.

➤ **VISTA POSICIÓN ALTERNATIVA:** Esta operación permite insertar una o varias vistas con la posición alternativa de los elementos que conforman un ensamblaje. Habitualmente es muy útil para indicar en una única vista los máximos y mínimos rangos de movimiento de su ensamblaje y dar a conocer sus grados de libertad.

5.2. COMPROBACIÓN DE ERRORES MEDIANTE NETFABB

NETFABB es un software dedicado al estudio y análisis de errores o fallos en objetos 3D. Su función es poder localizar aquellas zonas que contienen errores o que, por su geometría, no son viables para su creación, y así, poder corregirlas. Su utilización es muy simple, pero resulta muy efectiva a la hora de comprobar errores que se pueden haber creado en nuestro programa de diseño o guardando el archivo. Para realizar un análisis del objeto debemos seguir un simple proceso, el cual vamos a explicar a continuación.

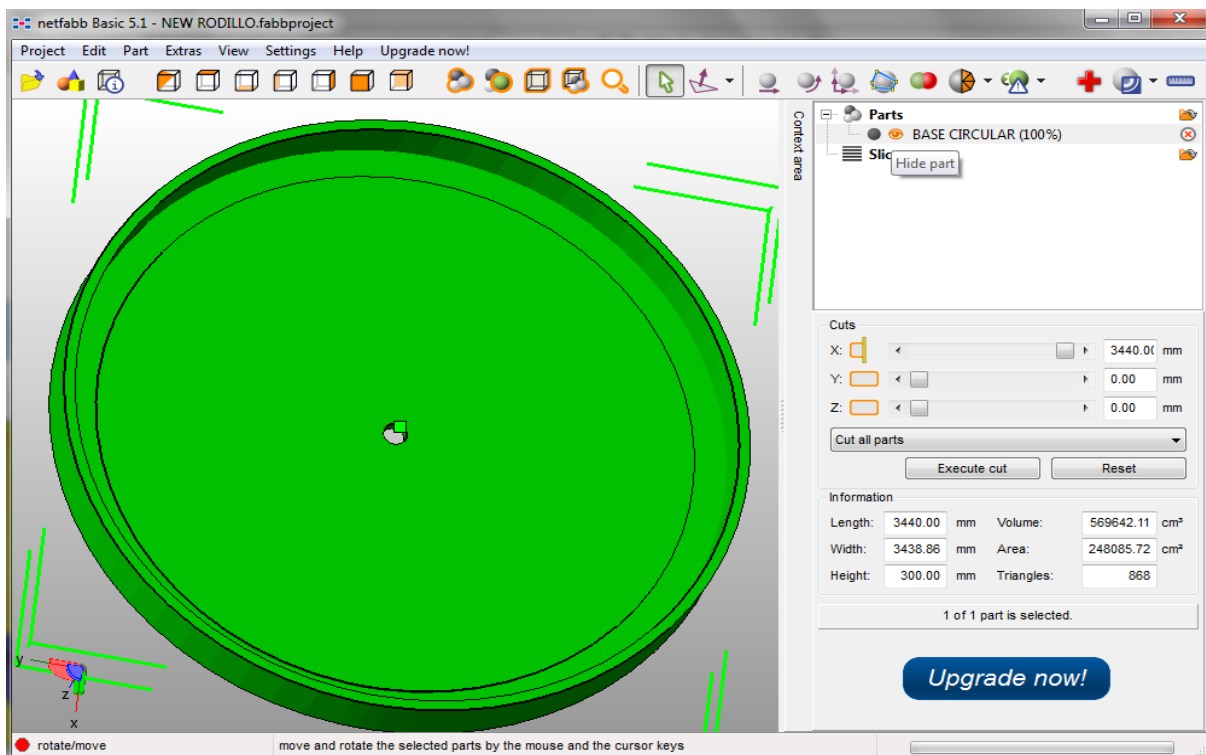


Figura 5.47.

En la Figura 5.47, podemos ver el entorno gráfico por el que nos vamos a mover para el análisis de nuestro objeto.

Como podemos observar, en la imagen anterior, existe una barra de herramientas superior en la cual tenemos muchas de las funciones que vamos a usar.

-  **Open File (Abrir Archivo):** Este botón es utilizado para abrir o cargar los archivos que se analizarán.
-  **Library Parts (Librería de Elementos):** Pulsando este icono accederemos a una librería de objetos geométricos los cuales podemos usar.
-  **Perspective Views (Vistas en Perspectiva):** Estos iconos permiten acceder a la vista del objeto (alzado, planta, perfil,...) que se desee, de manera rápida y sencilla.
-  **Zoom Modes (Modos de Zoom):** Pulsando los siguientes botones activamos los diferentes modos de visualización ampliada de la pieza.
-  **Move (Trasladar):** Habilita el poder mover el objeto seleccionado de un lugar a otro.
-  **Rotate (Rotar):** Permite el realizar la rotación del objeto designado que queremos girar.
-  **Scale (Escala):** Define la escala, ya sea de reducción o ampliación, que queremos aplicar sobre el objeto definido.
-  **Heal (Reparar):** Este botón permite reparar automáticamente todos aquellos errores (agujeros, caras, vértices, bordes,...) producidos en el modelo para poder proceder a la creación del código G.
-  **Analyze (Analizar):** Esta herramienta tiene como objetivo analizar y mostrar por pantalla toda aquella información referente a nuestro objeto. Además, nos muestra toda la información sobre nuestro objeto mediante una tabla e incluso el número de errores o fallos (agujeros, mal contorno, mal vértice,...) producidos en el modelo.

A continuación se visualiza la tabla que muestra toda la información de nuestro modelo para el presente proyecto. (Figura 5.48).

	X	Y	Z
Minimum:	0.00	0.00	0.00
Maximum:	1031.32	1160.00	1160.00
Size:	1031.32	1160.00	1160.00

Volume:	441446.5920 cm³	Area:	37359.3800 cm²
Points:	186	Edges:	558
Triangles:	372	Shells:	1
Holes:	0	Bad edges:	0
Boundary edges:	0	Boundary Length:	0.00 mm
Flipped triangles:	0		
Surface is closed: Yes			
Surface is orientable: Yes			

	Min:	Max:	Ø:	Dev:
Edges/Point	5.00	7.00	6.00	0.64
Triangles/Edge	2.00	2.00	2.00	0.00
Triangle Quality	0.01	0.26	0.10	0.09

Figura 5.48.

➤  **Measuring (Medición):** Esta opción permite tomar multitud de medidas y cotas sobre el objeto designado. (Figura 5.49).

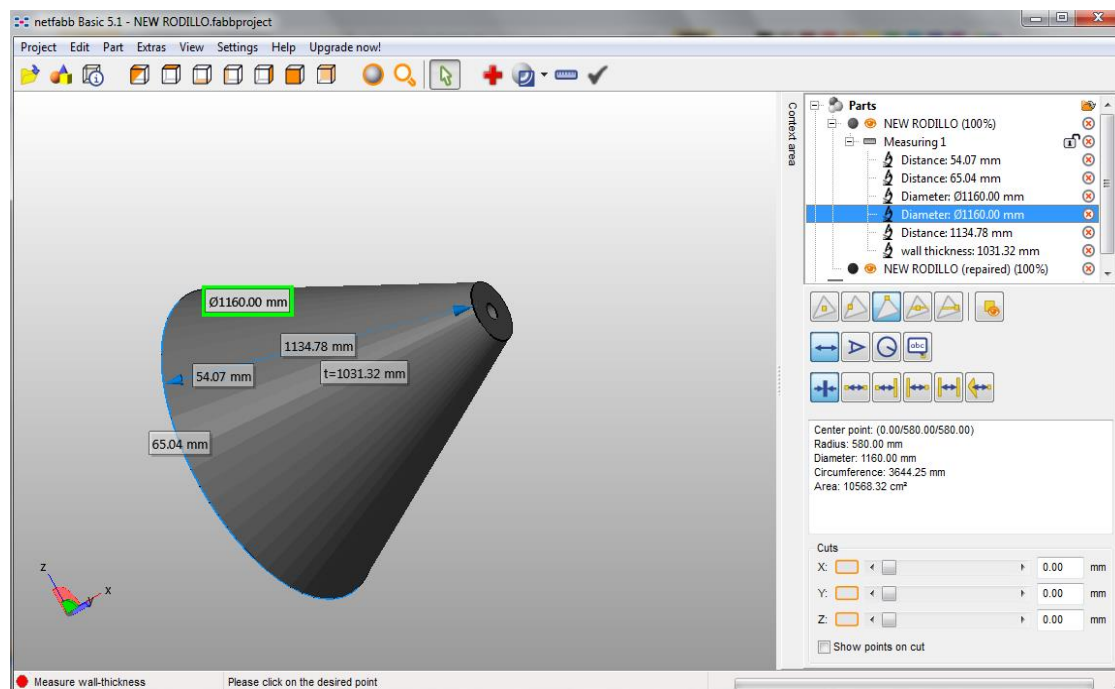


Figura 5.49.

A continuación vamos a mostrar todas aquellas utilidades de esta herramienta.

❖  **Point on Surface (Punto sobre Superficie):** Permite la medición entre dos puntos contenidos en dos superficies diferentes.

❖  **Point on Edge (Punto sobre Arista):** Ofrece la posibilidad de realizar mediciones entre dos puntos que se encuentren sobre una superficie o arista.

❖  **Corner Point (Punto sobre Esquina):** Concede la oportunidad de efectuar la medición entre dos puntos que se encuentren en dos bordes separados por una distancia.

❖  **Show Anchors (Mostrar Fijaciones):** Muestra todos aquellos puntos que han sido de utilidad para la realización de la medición de las cotas en nuestro objeto.

❖  **Measure Distance (Medir Distancia):** Este botón proporciona el realizar mediciones lineales en el espacio.

❖  **Measure Angle (Medir Ángulo):** Brinda la oportunidad de realizar mediciones angulares, es decir, la medición de ángulos en el espacio.

❖  **Measure Radius (Medir Radios):** Permite la medición de radios o diámetros contenidos en nuestro objeto.

❖  **Add Note (Añadir Nota):** Esta opción concede la posibilidad de agregar textos en la superficie de nuestro objeto.

❖  **Wall Thickness (Espesor de Pared):** Indica tras la medición la magnitud del espesor de la pared seleccionada.

❖  **Point-Point (Punto-Punto):** Muestra la distancia longitudinal a la cual se encuentran los dos puntos seleccionados.

❖  **Point-Line (Punto-Línea):** Permite realizar una medición de la longitud a la cual se encuentra una línea respecto de un punto.

❖  **Line-Point (Línea-Punto):** Esta opción resulta inversa a la anterior, pues muestra la medición de la longitud entre un punto respecto de una línea.

❖  **Line-Line (Línea-Línea):** Ofrece la oportunidad de realizar una medición entre dos líneas distantes.

❖  **Surface-Point (Superficie-Punto):** Posibilita la realización de una medición longitudinal entre una superficie y un punto situado en dirección normal a la superficie.

➤  **Level of Detail (Nivel de Detalle):** Este botón brinda la oportunidad de modificar el nivel de detalles, o resolución de nuestro objeto en la ventana de trabajo.

➤  **Boolean Operations (Operaciones Booleanas):** Permite la creación de elementos o partes a partir de uno o más objetos que están en estricto contacto o interfieren entre ellos mismos. Para la creación de estas nuevas partes u objetos necesitaremos informar de todos aquellos aspectos o parámetros que posibilitan la obtención de dicho objeto requerido.

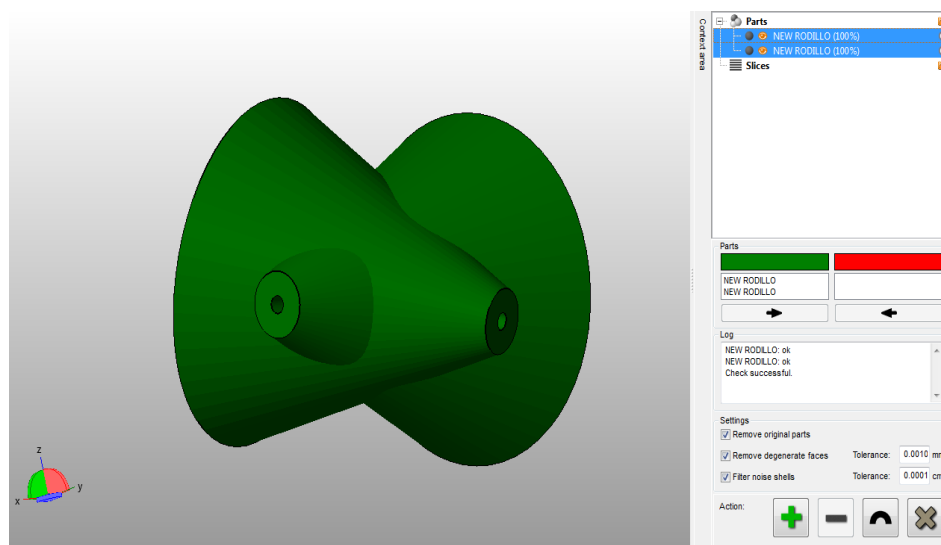


Figura 5.50.

Usando la función Boolean Operations (Operaciones Booleanas) podemos unir, adicionar o interseccionar dos objetos para formar otro completamente distinto. Es una herramienta muy funcional y práctica, pero debemos saber seguir de manera correcta las instrucciones para la perfecta reproducción de la pieza u objeto. Como podemos apreciar existen dos tipos de zonas para la selección de los objetos. Dependiendo de la zona en la que se encuentren nuestros objetos podremos usar unas herramientas específicas u otras. Para ello solo debemos usar los botones que visualizamos en el menú de opciones de esta herramienta. (Figura 5.50).

Manteniendo los dos objetos del mismo color verde, es decir, todos los objetos se encuentran en la casilla verde accedemos a dos funciones muy importantes.

❖  **Unify (Unificar):** Permite la unión o adición de dos o más objetos para formar o crear otro completamente diferente, a partir de los objetos originales. El resultado de esta acción está representada en la siguiente imagen. (Figura 5.51).

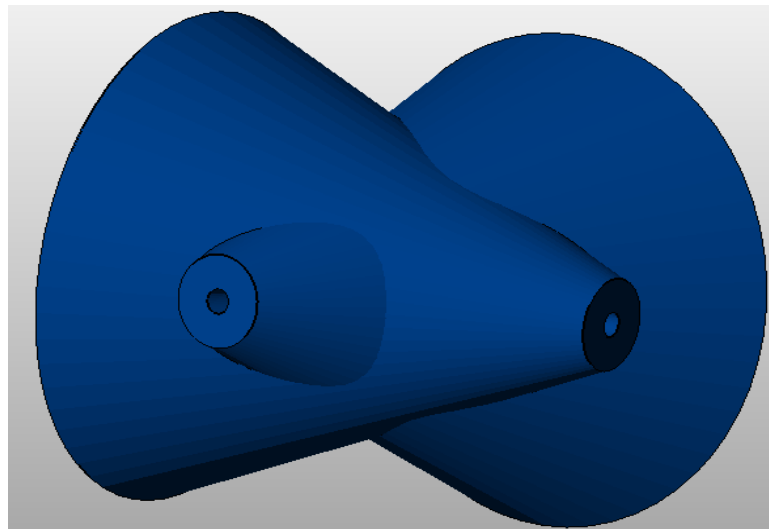


Figura 5.51.

❖  **Create Intersection of All Parts (Crear Intersección de Todas las Partes):** Brinda la oportunidad de eliminar todo aquel volumen perteneciente a cada objeto que no está produciendo una interferencia, no está interseccionado o en contacto. Es decir, todo aquel volumen de nuestras piezas que no es común será eliminado por completo. (Figura 5.52).

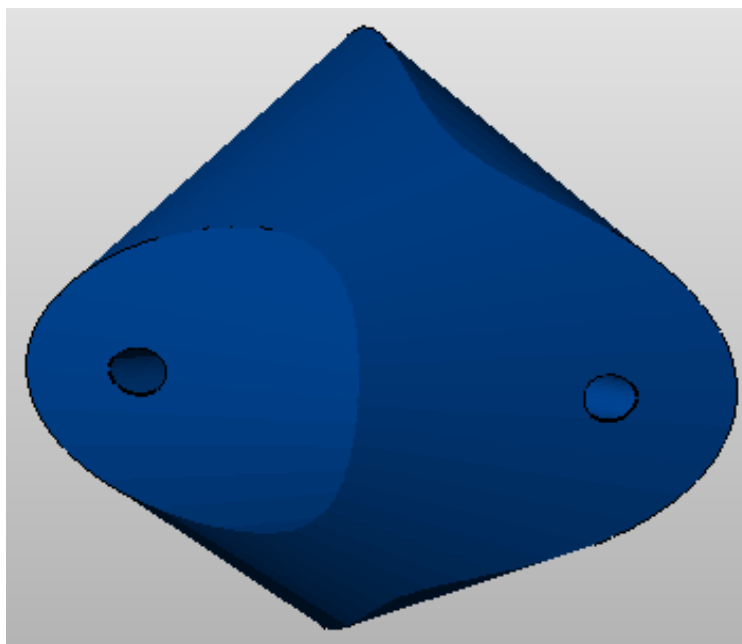


Figura 5.52.

❖ **Subtract Parts (Sustraer Partes):** Posibilita el sustraer o eliminar el volumen de la pieza roja –pongamos por caso-, que está en contacto o interfiere con la pieza de color verde. Para ello debemos usar las flechas para cambiar el color de las piezas, y poder definir cuál será nuestra pieza base y cual será nuestra pieza supresora.

La siguiente imagen (Figura 5.53), muestra la correcta configuración para la realización de la sustracción, ya que cada pieza presenta un color diferente.

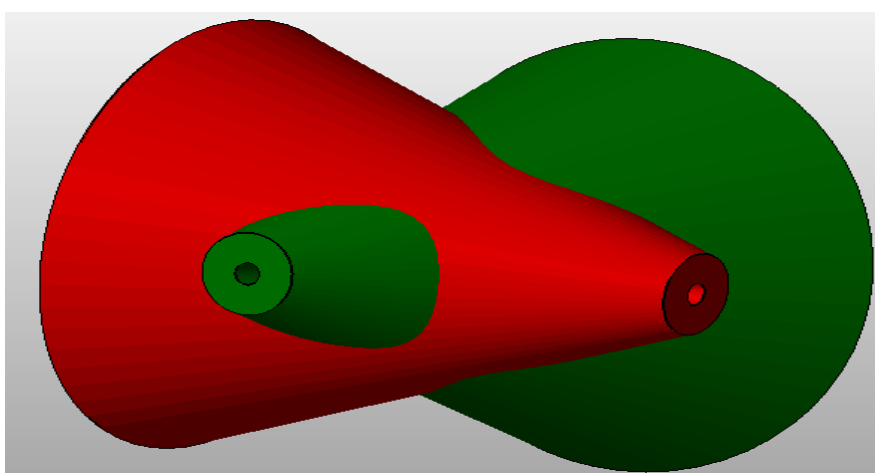


Figura 5.53.

Una vez presionamos el botón para la ejecución de esta herramienta podemos ver que el volumen final es la diferencia del volumen de la pieza original o base (pieza verde) menos el volumen de la pieza supresora o sustractora (pieza roja). En la (Figura 5.54), podemos apreciar el resultado final.

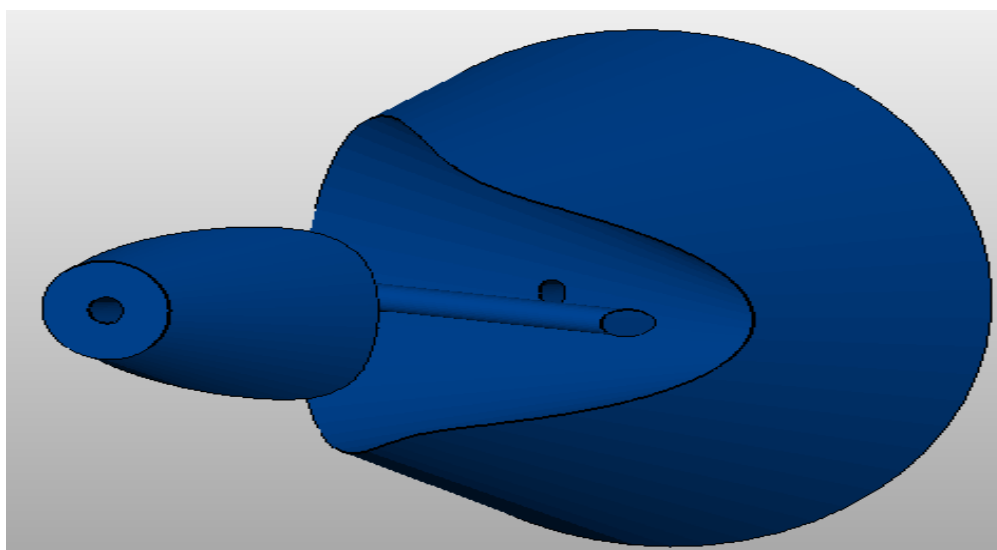


Figura 5.54.

➤  **Free Cut (Corte Libre):** Esta opción permite la realización de cortes en nuestros objetos mediante planos o polígonos. Al pulsar este botón aparecerá un panel con 2 pestañas-formulario, para la confección del tipo de corte que se quiere aplicar.

- **PLANE CUT (PLANO DE CORTE)** (Figura 5.55).

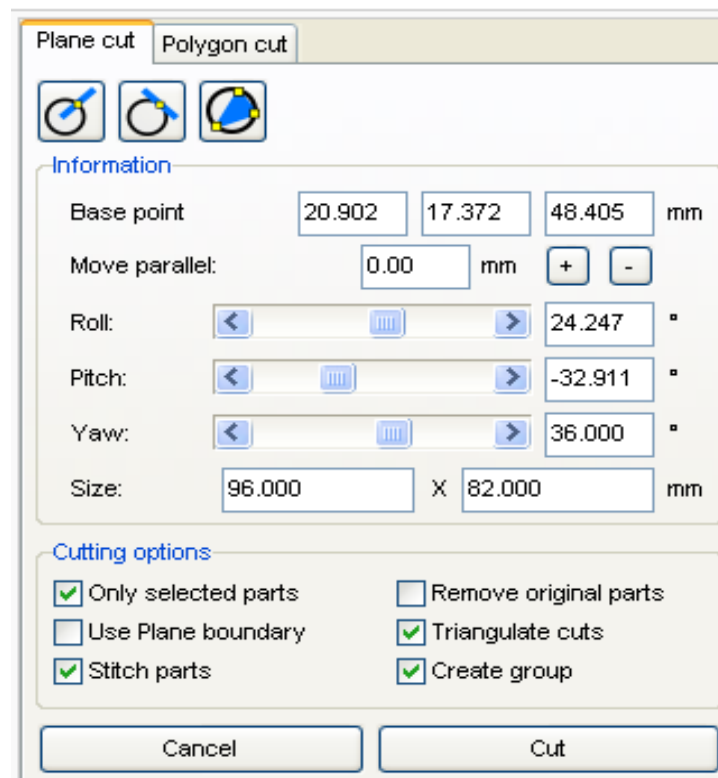


Figura 5.55.

A continuación explicaremos las funcionalidades de este panel.

Este menú muestra los diversos parámetros que deberemos configurar cuando queramos crear nuestro plano cortante.

- ❖ **Base Point (Punto Base):** Permite definir el punto inicial o base desde el cual se creará el plano cortante.
- ❖ **Move Parallel (Movimiento Paralelo):** Permite la translación de manera paralela del plano cortante ya sea superior o inferiormente.
- ❖ **Roll-Pitch-Yaw (Inclinaciones):** Brinda la posibilidad de establecer la posición del plano cortante mediante la indicación de los ángulos correctos.
- ❖ **Size (Tamaño):** Indica cual será el tamaño del área del plano cortante que deseamos crear, para ello solo debemos introducir los valores de los tamaños de los lados.

❖  **Create Cutting Plane Vertical to Surface (Crear Plano Cortante Vertical a la Superficie):** Si se escoge esta opción, se creará un plano en el punto seleccionado verticalmente al objeto indicado.

❖  **Create Cutting Plane Tangencial to Surface (Crear Plano Cortante Tangencial a la Superficie):** Esta herramienta permite crear planos tangenciales al objeto y coincidentes al punto que hemos definido.

❖  **Create Cutting Plane by 3 Points (Crear Plano Cortante Mediante 3 Puntos):** Brinda la opción de crear un plano mediante la selección de tres puntos en el espacio.

Apreciando la imagen anterior (Figura 5.55), podemos observar que existen diversos tipos de opciones de corte para las diferentes situaciones.

Para poder acceder al menú “Align Cutting Plane (Alineación del Plano Cortante)” solo se debe hacer clic con el botón derecho del ratón y aparecerán las siguientes opciones.

 **Movement of the Basepoint (Traslación del Punto Base):** Posibilita el desplazamiento de un plano hacia el punto dónde lo queremos fijar.

 **Movement of the Plane Parallel (Traslación del Plano Paralelo):** Esta función es similar a la descrita anteriormente, ya que permite la traslación de un plano hacia el punto dónde lo queremos fijar, pero en este caso el plano es movido solamente con un ángulo recto.

 **Alignment of the Plane-Surface (Alineación del Plano-Superficie):** El plano es rotado paralelamente, ya que mueve el plano tangencialmente a la cara determinada y luego mueve el punto base o plano paralelo.



Alignment of the Plane-Edge (Alineación del Plano-Arista): Concede la posibilidad de alinear el plano con la arista, después el plano corta en ángulo recto la arista seleccionada.

- **POLYGON CUT (POLÍGONO CORTANTE)** (Figura 56)

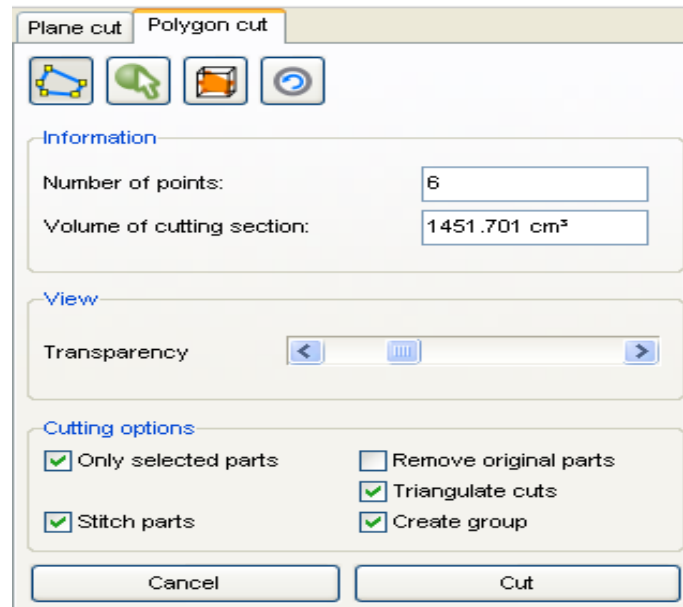


Figura 5.56.

❖ **Number of Points (Número de Puntos):** Establece el número de lados que poseerá el polígono creado para la realización del corte.

❖ **Volume of Cutting Section (Volumen de la Sección Cortante):** Indica el volumen que en nuestro objeto será eliminado por el corte de este polígono.

❖ **Transparency (Transparencia):** Permite controlar la capacidad de ver a través de los objetos, siendo muy funcional en el momento que queramos ver qué sección del objeto será la eliminada o suprimida.



❖ **Select Parts (Selección de Partes):** Concede la posibilidad de cambiar el modo de selección de partes, además brindar la oportunidad de editar líneas de corte, mover y rotar partes.

❖  **Reset (Reiniciar):** Posibilita la eliminación de los polígonos, así como la creación de nuevas líneas, ya que vuelve automáticamente al modo “Crear/Editar Polígono”.

➤  **Align to Bottom Plane (Alinear al Plano Inferior):** Define la posición de la superficie seleccionada respecto el eje de referencia que deseamos seleccionar. Para ello solo debemos pulsar dos veces con el botón derecho del ratón sobre la superficie que deseamos tomar como referencia, y luego escoger el eje de referencia el cual seleccionamos.

➤  **Collision Detection (Detección de Colisión):** Normalmente es habitual trabajar con varias piezas en el mismo espacio de trabajo, por esto, esta opción permite localizar todas aquellas piezas que son interseccionadas unas con otras dentro de unos márgenes de tolerancia definidos por nosotros mismos.

➤ **Cuts (Cortes):** Como apreciamos en la siguiente imagen (Figura 5.57), el menú mostrado en el interior del marco rojo nos proporciona las herramientas para la realización de cortes o secciones en nuestra pieza. Podríamos seccionar nuestra pieza en los tres ejes del espacio si queremos y a continuación elegir que sección del corte eliminar y cual fijar.

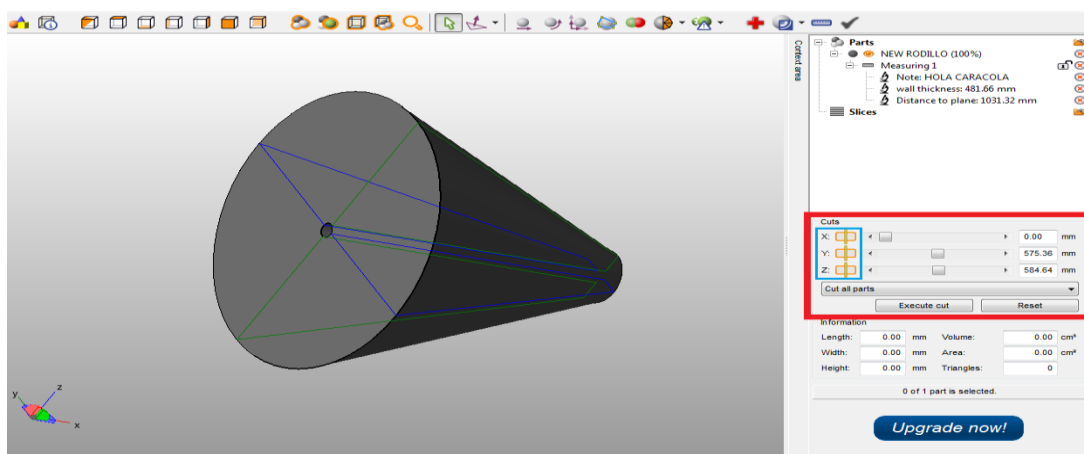


Figura 5.57.

A continuación (Figura 5.58), podemos apreciar los planos de corte en los ejes Y-Z que hemos seleccionado. Una vez definidos estos planos debemos seleccionar que sección vamos a eliminar. Para ello, solo debemos hacer clic en la sección que deseamos eliminar.

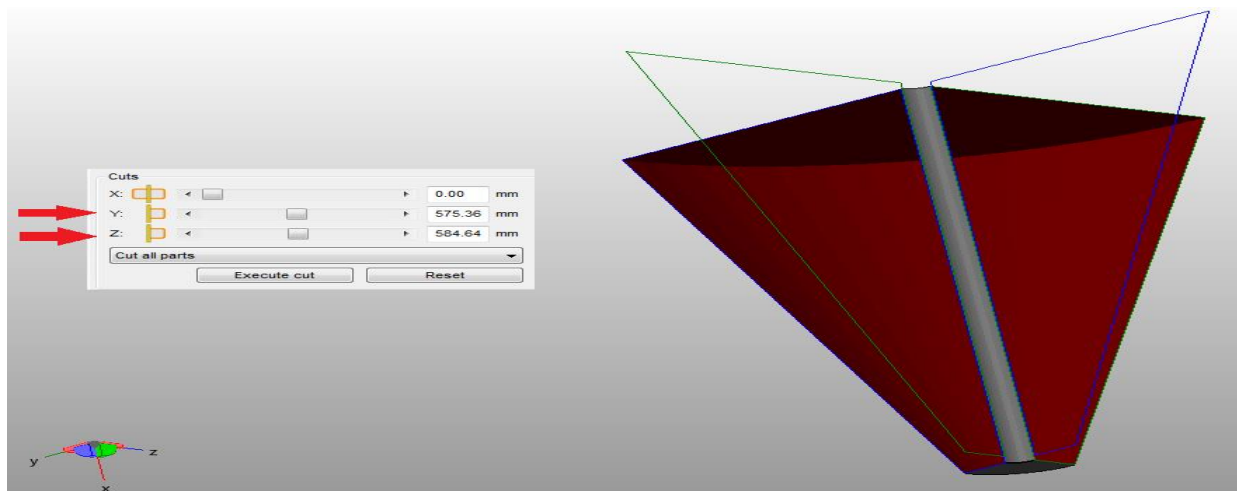


Figura 5.58.

En la ilustración anterior, Figura 5.58, observamos que las flechas rojas nos están indicando la sección que hemos eliminado. Finalmente, visualizamos, también en la imagen anterior, el resultado final de nuestros cortes en el objeto. Una vez realizados los cortes podemos volver atrás si presionamos el botón “Reset”.

5.3. CREACIÓN DEL CÓDIGO G MEDIANTE REPETIER

Repetier es un software informático cuya misión es la creación de un código G, para la impresión o realización de prototipos o modelos deseados. Para ello, se creará una serie de puntos mediante el programa que definirán nuestro modelo en su totalidad. El código G representa todas aquellas coordenadas de los puntos creados para la impresión o realización del objeto. Es requerido y necesario seguir unas pautas para la correcta creación del código.

A continuación, se expondrán todos los pasos necesarios para la creación de dicho código.

5.3.1. CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE IMPRESORA

El primer paso a realizar para la impresión, es la configuración de los parámetros de la impresora, ya que en la actualidad hay diferentes tipos y modelos de impresoras 3D. Actualmente se están desarrollando nuevos modelos con diferentes características y habilidades; debido a esto, dicho software proporciona la posibilidad de adaptar los parámetros del programa a los parámetros de diversas y diferentes impresora 3D.

Para acceder al menú de configuración de impresora solo debemos abrir el programa y presionar la pestaña “Configuración”, situada en la parte superior de la ventana. Después, aparecerá un menú desplegable dónde deberemos seleccionar la opción “Configurar Impresora”, que se visualizará en color azul, cuando tengamos el cursor sobre la opción, (Figura 5.59).

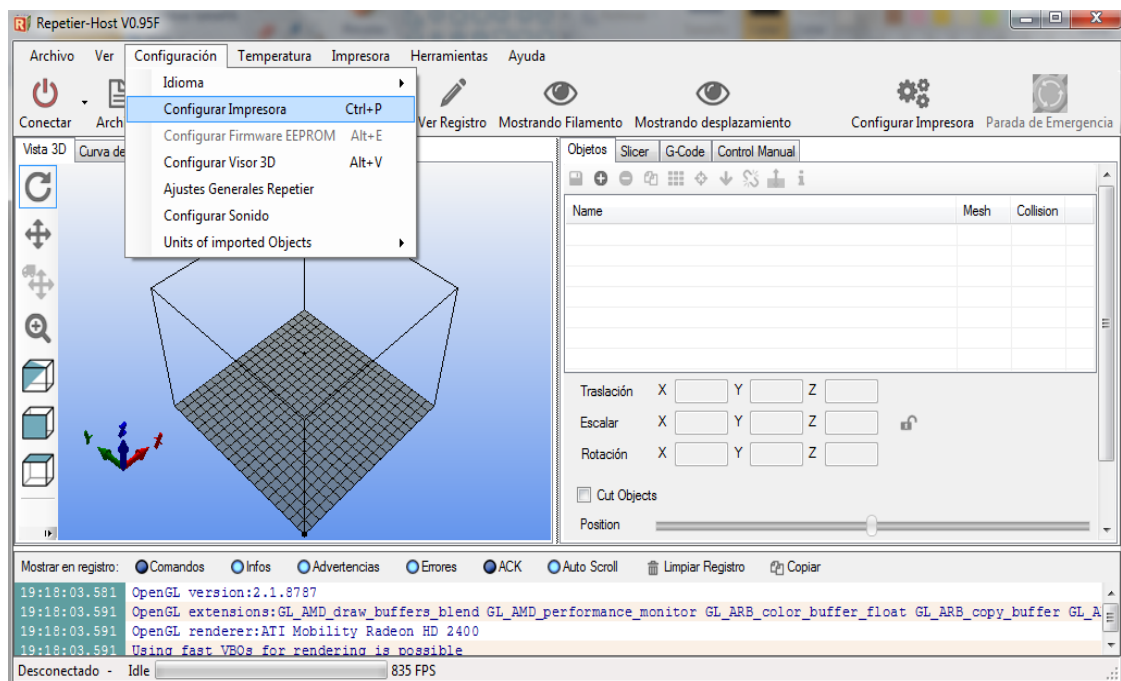


Figura 5.59.

Al presionar este botón aparecerá una ventana emergente nueva, dónde podremos localizar cuatro pestañas de configuración de los parámetros de la impresora. Los parámetros que vamos a configurar son los siguientes:

➤ CONEXIÓN

Este software nos brinda la oportunidad de poder configurar múltiples impresoras, además de poder guardar su configuración con un determinado nombre identificativo para poder diferenciar unas de otras. Por consiguiente, solo debemos configurar cada uno de los parámetros y escribir el nombre identificativo de esta configuración sobre la barra denominada “Impresora” y presionar “Intro”.

En la Figura 5.60, podemos ver la pestaña Conexión de la ventana emergente. A continuación, vamos a proceder a explicar toda aquella variable que debemos considerar o tener en cuenta a la hora de configurar nuestro equipo.

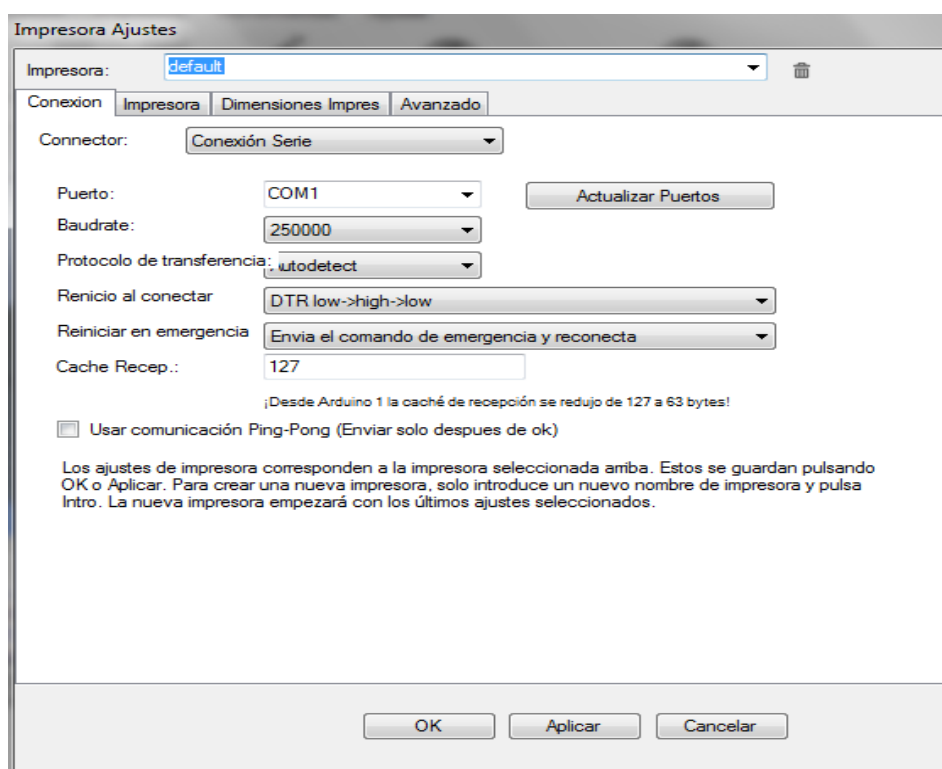


Figura 5.60.

➤ PUERTO

Hay diferentes tipos de impresoras 3D y cada una tiene un determinado modo de establecer la conexión. Si nuestra impresora transfiere la información mediante un cable Bus Serie deberás conectarla a tu ordenador ya sea de sobremesa o portátil y pulsar el botón “Actualizar Puertos” para que se sincronicen los dos aparatos y se configure automáticamente el puerto de conexión correcto para la comunicación. Si por otra parte la impresora utiliza un sistema de almacenamiento extraíble como “Tarjeta SD” -como es en nuestro caso-, lo que se deberá hacer es almacenar en este dispositivo portátil un archivo de nombre y extensión “xxxx.gcode” el cual tiene almacenadas todas las instrucciones para la representación de todos los puntos que conforman nuestro diseño. Para nosotros, pues, esta opción “Puerto” es indiferente.

➤ BAUDRATE (BAUDAJE)

El Baudrate es una variable característica de cada impresora y lo que nos indica es la velocidad de transferencia de la información entre nuestro software y la máquina. Un problema común en este tipo de máquinas, es que el Baudrate, es decir, la velocidad de transmisión de la información sea errónea o incorrecta, y se produzcan errores como la paralización de la impresora. (Figura 5.61).

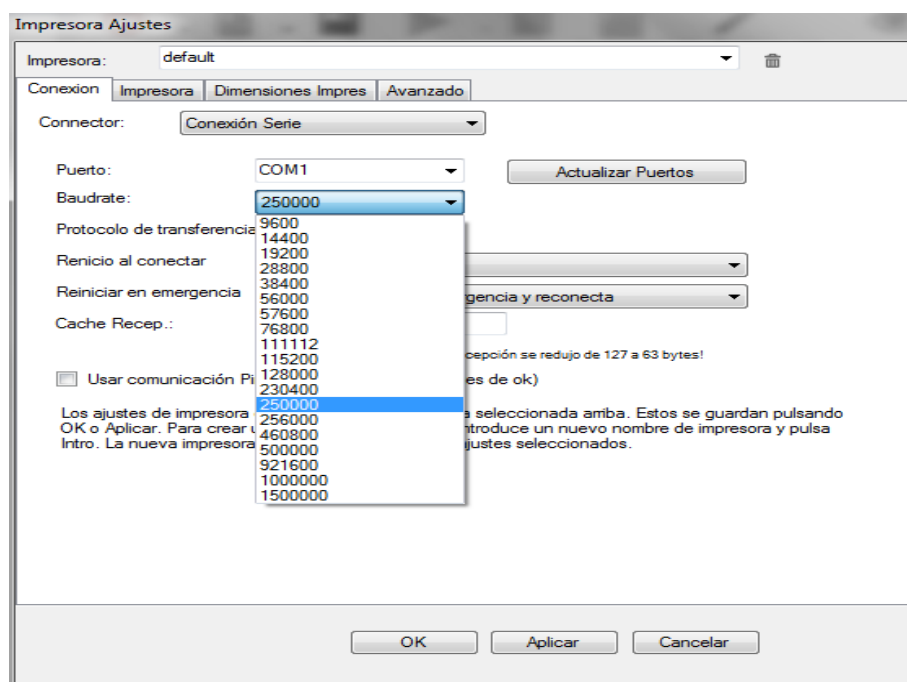


Figura 5.61.

➤ **PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA**

Todas las máquinas usan un lenguaje de comunicación similar, el cual es llamando código binario, generalmente código ASCII. Debido a esta ventaja, los códigos para la creación de objetos generados por diferentes máquinas pueden ser utilizados en muchas otras diferentes. Esta opción permite seleccionar entre la utilización de Protocolos ASCII o Protocolos Repetier. Aunque lo más aconsejable es definir esta variable como “Autodetect” (Autodetectar). De esta manera siempre la información será traducida a código homologado, es decir, Código ASCII para poder obtener archivos de menor tamaño, y, por consiguiente, el tiempo de procesamiento de la información será menor también.

➤ **REINICIO AL CONECTAR**

Permite el control del flujo de información que será enviado al hardware. Además, procesará todo aquel flujo de información cuando exista una perturbación (reinicio, apagado, conexión, encendido) en el sistema.

➤ **REINICIO EN EMERGENCIA**

Cuando exista un problema o error en el sistema, los protocolos de emergencia serán activados automáticamente para poder solventar o informar de cuál es la causa del problema o error.

5.3.1.1. IMPRESORA

Los parámetros a definir ahora serán generales y comunes en todas aquellas impresoras 3D.

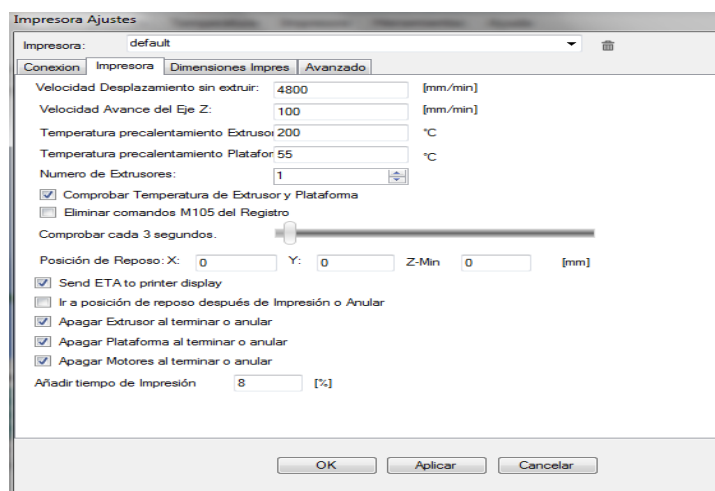


Figura 5.62.

En este menú podemos configurar diferentes parámetros importantes. Como vemos en la Figura 5.62, podemos variar la velocidad de desplazamiento sin extruir además de la velocidad de avance en el eje z, es decir, podemos adaptar la velocidad de desplazamiento de nuestro extrusor en el volumen de trabajo de la impresora. A continuación, deberíamos elegir las temperaturas del extrusor y la plataforma para una adecuada impresión, dependiendo del tipo de material a utilizar, además del número de extrusores de nuestra impresora. Para una buena impresión, seleccionamos las casillas:

- Comprobar Temperatura de Extrusor y Plataforma, además de seleccionar el tiempo de comprobación cada 3 segundos.
- Apagar Extrusor al terminar o anular.
- Apagar Plataforma al terminar o anular.
- Apagar Motores al terminar o anular.
- Send ETA to printer display.
- La posición de reposo serán las coordenadas(X=0; Y=0; Z=0).
- Añadir tiempo de Impresión 8%

5.3.1.2. DIMENSIONES IMPRESORA

Accediendo a la pestaña “Dimensiones Impresora” podemos configurar las dimensiones de nuestra impresora, y, en consecuencia, nuestro volumen máximo de trabajo. Es muy importante saber el tamaño y las limitaciones que posee tu impresora antes de empezar a trabajar con ella. Por ello vamos a explicar los pasos necesarios para su correcta configuración.

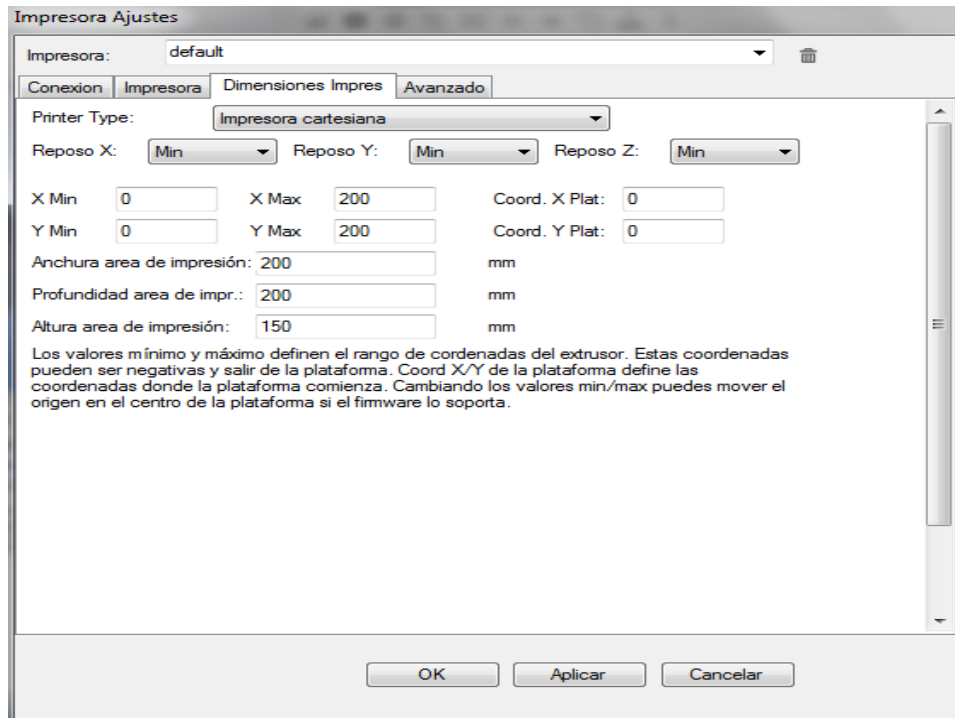


Figura 5.63.

Primero deberemos seleccionar el tipo de impresora que vamos a utilizar, ya sea:

- Impresora Cartesiana
- Impresora Cartesiana con zona muerta
- Rostock Printer
- CNC Router

Procederemos a definir nuestra posición de reposo en el volumen de trabajo. Nosotros seleccionamos como posición de reposo $X=0$; $Y=0$; $Z=0$.

El siguiente paso consiste en definir los límites de nuestra superficie plana o plataforma, la cual será $XMin=0$; $XMax=200mm$; $YMin=0$; $YMax=200mm$, además de la posición de la plataforma $X=0$; $Y=0$.

Finalmente introducimos la anchura, profundidad y altura del área de impresión para definir completamente el volumen de trabajo, en nuestro caso será anchura=200mm; profundidad=200mm; altura=150mm. De esta manera queda

definido todo el dimensionado de nuestra impresora y de nuestro volumen de trabajo.

5.3.2. POSICIONAMIENTO DE LOS OBJETOS A IMPRIMIR

La creación de los códigos G sigue un proceso sencillo en el cual deberemos tener en cuenta múltiples factores para la correcta ejecución y definición del código. Los códigos G se crean a partir de archivos con extensión “xxxx.STL”, para ello todos los programas de diseño en la actualidad poseen una opción para guardar los archivos con esta extensión específica. Una vez obtenidos los archivos de las piezas a imprimir en la correcta extensión (es decir, .STL), procederemos a explicar cómo debemos crear el código G para nuestras piezas.

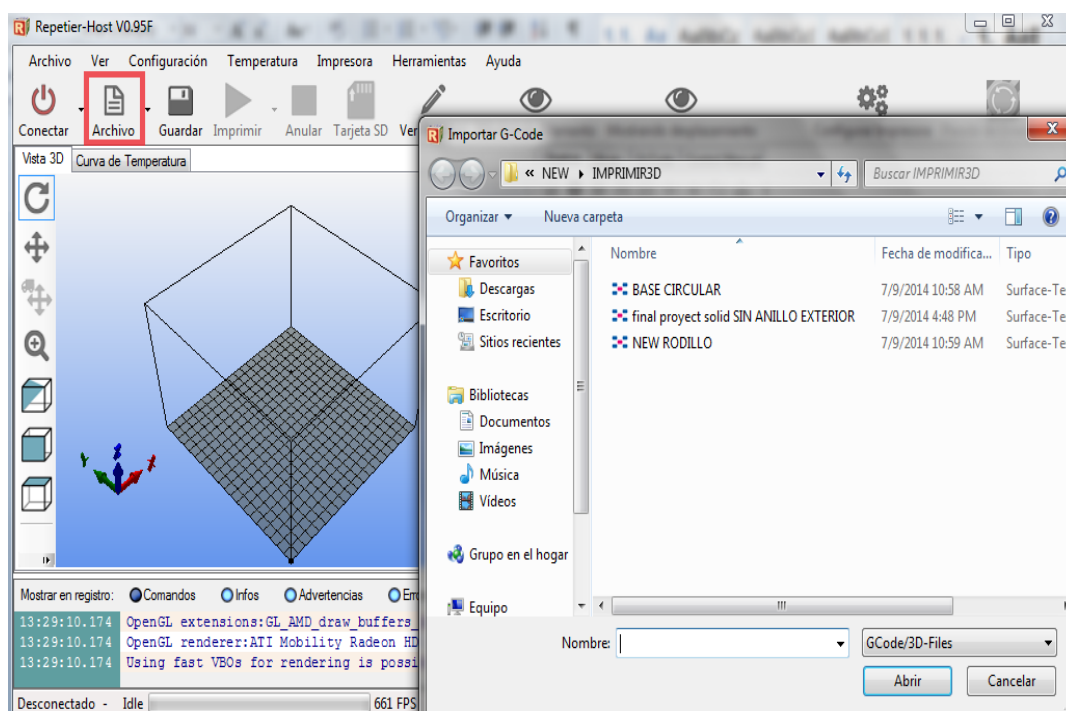


Figura 5.64.

Inicialmente, debemos cargar nuestros archivos STL en nuestro programa Repetier. Para ello, debemos presionar el botón “Archivo” indicado con un marco rojo (Figura 5.64). A continuación nos aparecerá una ventana a la derecha dónde

deberemos cargar el/los archivo/os de nuestros elementos. Para cargar los archivos solo debemos hacer clic en un archivo y presionar “Abrir”.

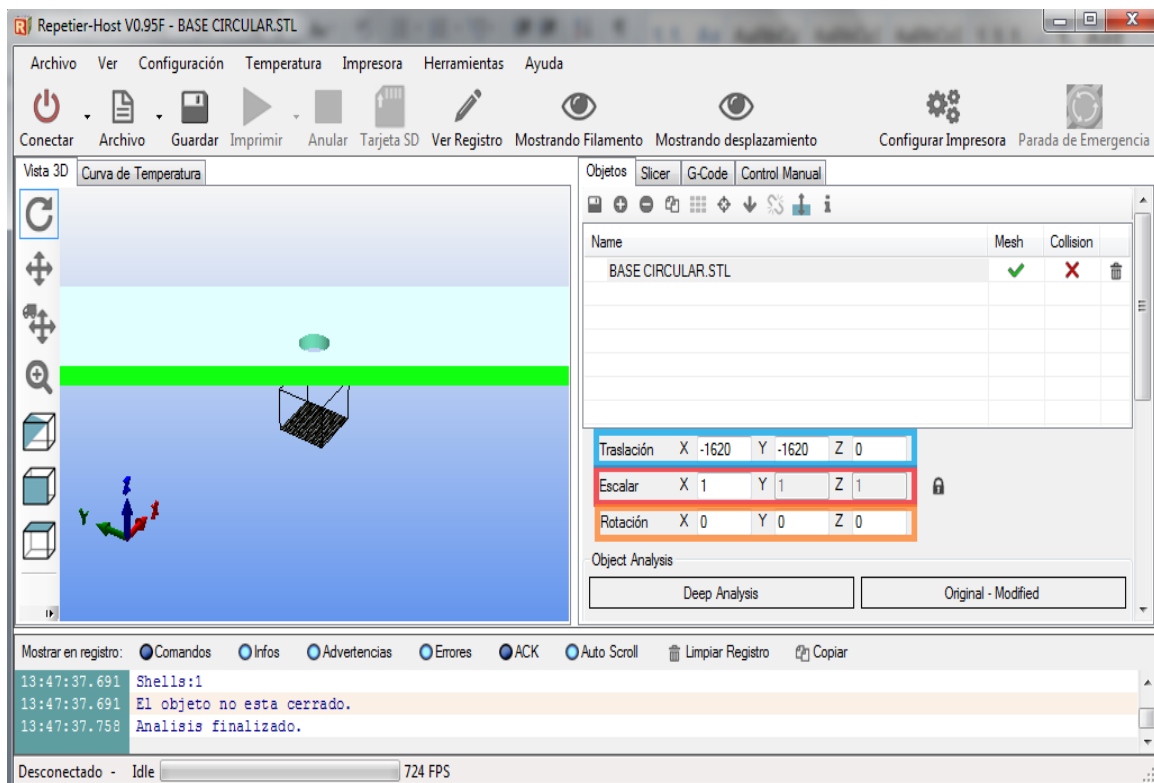


Figura 5.65.

Como se aprecia en la ventana de visualización de la derecha de la Figura 5.65, nuestra pieza es demasiado grande para nuestra superficie en la impresora. Para poder adaptar las medidas deberemos escalar nuestro elemento de manera adecuada, para que pueda ocupar el volumen máximo de trabajo en la impresora.

Si observamos, a la derecha, podemos localizar primero un recuadro de color azul, el cual nos indica la posición sobre nuestro volumen de trabajo, en la cual se encuentra localizada nuestra pieza. Después, vemos un recuadro rojo que nos informa de los coeficientes de escala que estamos usando en cada uno de los ejes de referencia. Por defecto se define como 1, pero en nuestro caso deberemos calcular y corregir el nuestro.

Para calcular nuestro coeficiente hemos usado la pieza que posee las dimensiones más grandes en nuestro mecanismo, en nuestro caso será la base circular (diámetro exterior: 3440mm) y la dimensión de nuestra superficie de trabajo (200 mm). Luego, si queremos ver nuestro coeficiente de escala, solo debemos

dividir la dimensión de nuestra superficie de trabajo entre la dimensión característica, es decir, entre el diámetro exterior de la base circular. Si seguimos los pasos comentados anteriormente nuestro CE (Coeficiente de Escala) será igual a:

$$CE = \frac{\text{Dimension Caracteristica Impresora}}{\text{Dimension Caracteristica Pieza}} = \frac{200\text{mm}}{3440\text{mm}} = 0.058$$

Finalmente debemos introducir este valor de escalado en la escala de todos los ejes de nuestra impresora, es decir, se debe introducir este número en todas aquellas casillas definidas en el interior del marco de color rojo (Figura 5.65). Tras el escalado quizás queramos rotar la posición del objeto; esta rotación se realiza introduciendo el ángulo de rotación deseado en la casilla del eje de referencia, el cual vamos a tomar para realizar dicha rotación, es decir, debemos introducir el ángulo en uno de los ejes de referencia que se encuentran en el recuadro naranja (Figura 5.65).

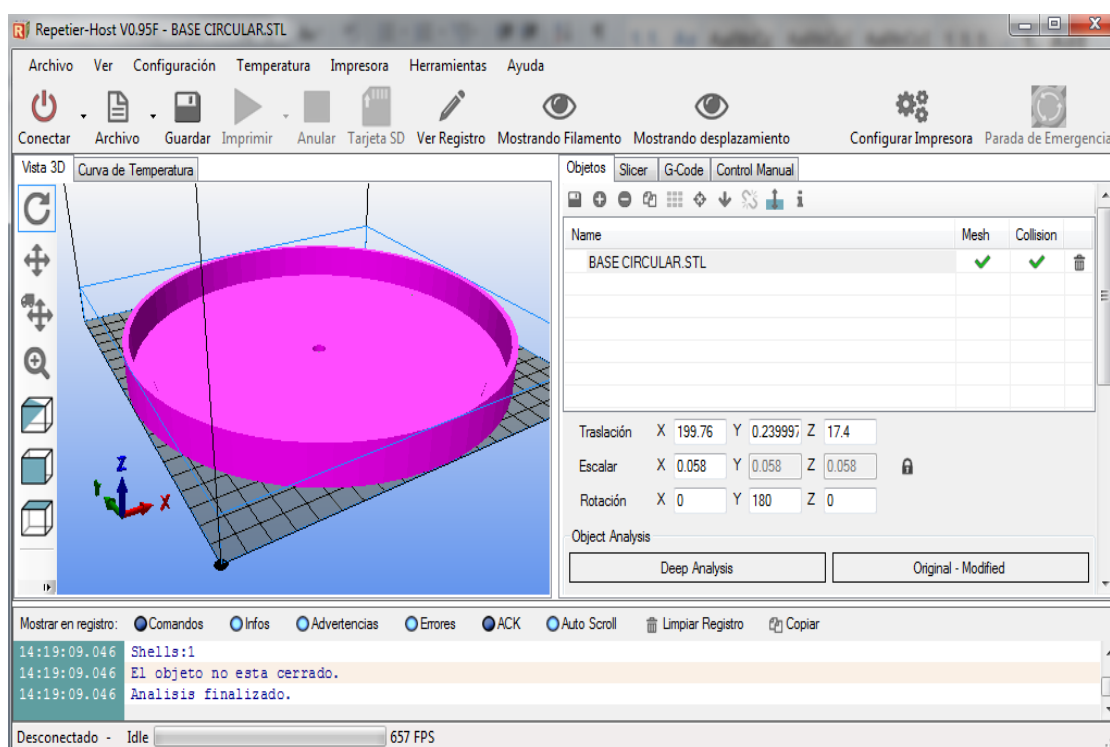


Figura 5.66.

En la Figura 5.66, visualizamos nuestro elemento a imprimir, en la correcta posición de impresión. Para ello hemos utilizado algunas funciones del entorno de Repetier para trabajar de manera más rápida y eficiente. Como apreciamos en la

parte derecha tenemos cargado el archivo “Base Circular”; sobre la parte superior podemos ver varios botones funcionales rápidos que vamos a comentar.

-  **“Guardar como STL”**: Este botón te permite guardar el archivo configurado como archivo STL para su posterior utilización.
-  **“Añadir o Eliminar Objeto”**: Estos botones nos facilitan la opción de añadir o eliminar objetos de nuestro entorno de trabajo.
-  **“Copiar Objeto(s)”**: Este comando permite copiar la pieza del archivo seleccionado tantas veces como queramos, y siempre que sea viable la reproducción de todas aquellas copias.
-  **“Autoposicionamiento”**: Ayuda a posicionar de manera correcta todas aquellas piezas que queremos imprimir, para que la impresión sea posible y en óptimas condiciones.
-  **“Autocentrado”**: Permite el centrado del objeto en el área de trabajo de nuestra impresora.
-  **“Soltar Objeto”**: Esta opción posiciona el objeto sobre la superficie de trabajo para que esté en contacto, y pueda ejecutarse una correcta reproducción.
-  **“Información del Objeto”**: Utilizando esta opción se podrá obtener información sobre el objeto seleccionado (superficie, volumen,...).

Para la obtención del resultado óptimo presentado en la imagen (Figura 66); posicionamos, rotamos y escalamos adecuadamente nuestro objeto. A continuación, aplicamos la opción “Autocentrado” y “Soltar Objeto” para conseguir la localización exacta.

5.3.3. CREACIÓN DEL CÓDIGO G

Para la creación del código G en Repetier se debe acceder a la pestaña Slicer, situada en la parte superior, y que está marcada con un recuadro rojo en la foto siguiente (Figura 5.67).

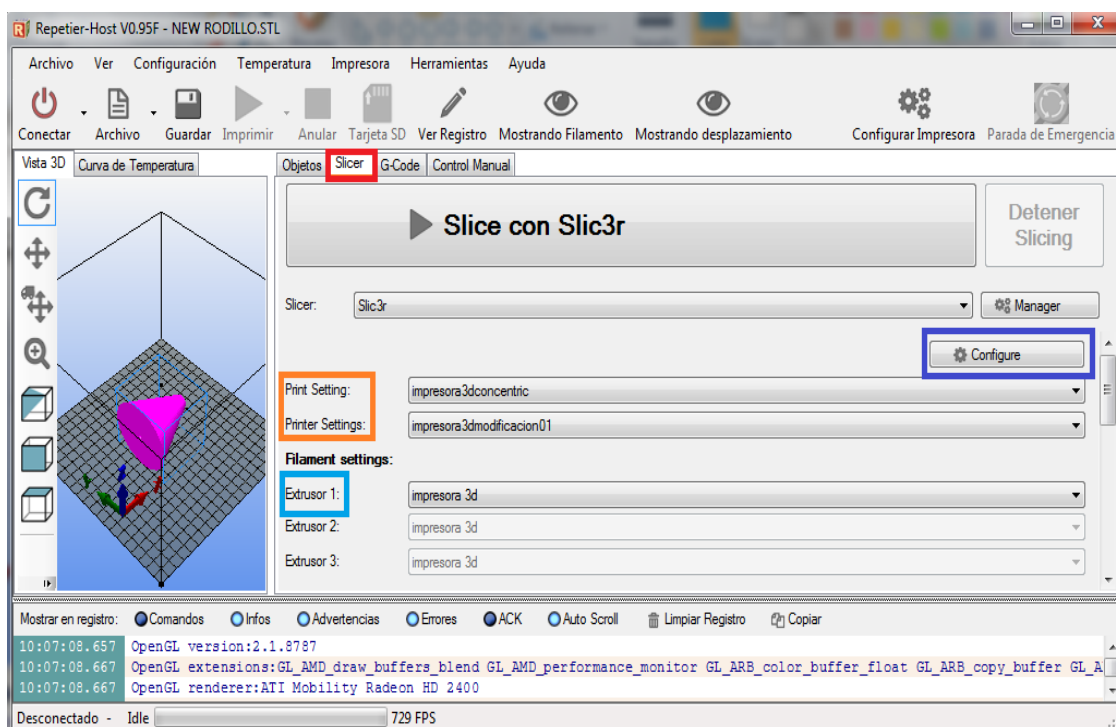


Figura 5.67.

Como apreciamos en la imagen (Figura 5.67), existen dos pestañas que quedan definidas dentro del marco naranja, y en las cuales podemos seleccionar o cambiar nuestra configuración de impresión e impresora previamente configurada. Aquí podemos guardar infinidad de perfiles de configuración de impresión para poder acceder de manera rápida y cómoda. De la misma manera si miramos el marco celeste, podremos contemplar que existe esta misma opción antes comentada, para configurar la impresión e impresora, pero en este caso lo que se pretendería sería configurar múltiples extrusores.

Para configurar un perfil de impresión avanzado, se debe pulsar el botón “Configure” enmarcado en azul (Figura 5.67), y aparecerá un menú para configurar todos los parámetros avanzados de nuestra impresora.

A continuación vamos a explicar cada una de las opciones configurables.

5.3.3.1. PRINT SETTINGS

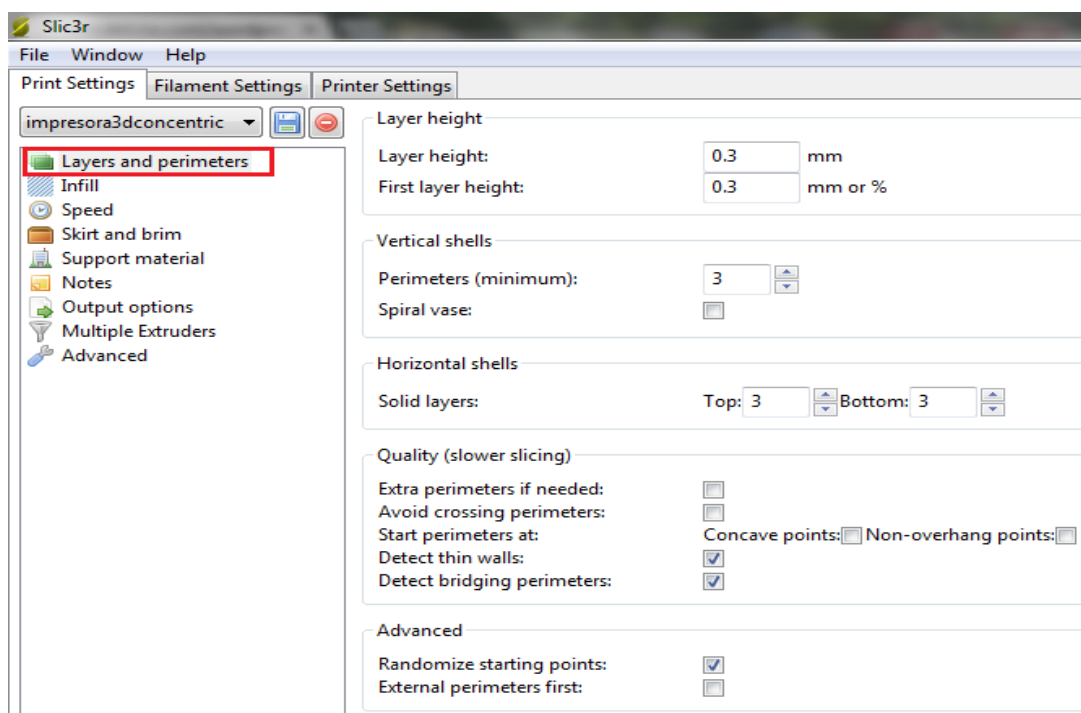


Figura 5.68.

5.3.3.1.1. LAYERS & PERIMETERS.

➤ **Layer Height (Altura de Capa):** Esta variable define la altura que tendrá cada una de las capas creadas y que definirán nuestro modelo. Se debe tener en cuenta que la altura de capa es inversamente proporcional al tiempo, consumo del material y resolución. Por eso, debemos tener especial cuidado cuando configuramos valores de capa. Los valores más recomendables para PLA están comprendidos entre 0.25-0.4mm, ya que con alturas más elevadas se puede producir una reducción considerable en las dimensiones del objeto. Si usamos ABS, lo recomendable es utilizar valores de capa comprendidos entre 0.15-0.3mm.

- **First Layer Height (Altura de la Primera Capa):** Te permite seleccionar la altura de la primera capa, o capa base, de nuestro modelo.
- **Perimeters (Perímetros):** Configura el número de perímetros que queremos que posea nuestra pieza. Hay que tener en cuenta que *Slic3r* modifica el número de perímetros si en una zona es muy difícil hacer el relleno.
- **Spiral Vase:** Fuerza a crear solamente una capa vertical y gradualmente incrementa la altura del extrusor al imprimir. Solo es posible crear un objeto o elemento durante este tipo de impresión.
- **Solid Layers (Capas Sólidas):** Indica el número de capas sólidas (sin mallado especial) que queremos que tenga nuestro objeto en la base y en la parte más alta.
- **Extra Perimeters If Needed (Perímetro Extra Si Es Necesario):** Incrementa el número de perímetros para dar un correcto acabado en zonas en las cuales la opción de relleno tenga una difícil ejecución para la creación del objeto.
- **Avoid Crossing Perimeters (Evitar Cruce de Perímetros):** Esta variable provoca que el cabezal extrusor se mueva de manera que se produzcan los mínimos cruces en los perímetros.
- **Detect Thin Walls (Detección Espesor de Pared):** Detecta cuando dos paredes están demasiado cerca y la única posibilidad consiste en la creación de éstas como una única pared.
- **Detect Bridging Perimeters (Detección de Perímetros de Puente):** Este parámetro permite detectar cada puente de forma independiente, y solamente extiende los puentes la distancia necesaria para asegurarlos.
- **Randomize Starting Points (Puntos Iniciales Aleatorios):** Esta opción obliga a empezar cada capa en lugares diferentes para evitar la creación de rebabas.
- **External Perimeters First (Perímetros Externos Primero):** Permite empezar la creación de nuestro objeto mediante el perímetro externo.

5.3.3.1.2. INFILL (RELLENADO)

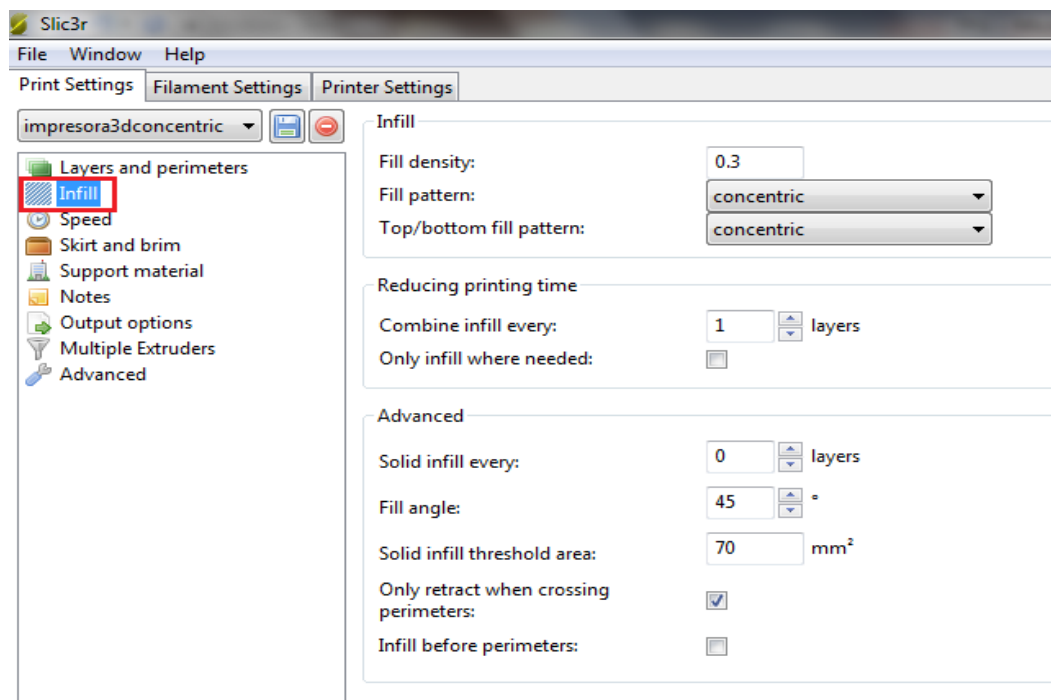


Figura 5.69.

➤ **Fill Density (Densidad de Relleno):** Este parámetro indica la densidad del relleno, es decir, el % de relleno que queremos que nuestro objeto contenga. Esta variable es muy importante, ya que para objetos decorativos sin importantes propiedades mecánicas se usa unos valores comprendidos entre 0-40%, siendo 0% usado para la creación de objetos huecos. Por otra parte, para objetos con importantes propiedades mecánicas se suelen utilizar valores comprendidos entre 40-100%, siendo el 100% utilizado para la creación de objetos macizos. Hay que tener en cuenta que la densidad de relleno es directamente proporcional al consumo de material.

➤ **Combine Infill Every (Combinar Relleno Cada):** Este parámetro indica cada cuántas capas es necesario hacer el relleno. Normalmente se suele utilizar cada capa, es decir, que en cada capa se va producir el relleno de la pieza. Si cambia este parámetro a "X", cada número determinado de capas se producirá el relleno del modelo.

- **Solid Infill Every (Relleno Sólido Cada):** Indica cada cuántas capas se introducirá una capa sólida o maciza. Esto proporciona una resistencia extra a nuestro objeto; por el contrario, si queremos que nuestro modelo posea una resistencia normal configuraremos este parámetro a 0. La adicción de este parámetro incrementa el tiempo de finalización, así como el material consumido.
- **Fill Pattern (Patrón de Relleno):** Define o caracteriza la forma o tipo de relleno que se creará en el interior de nuestro objeto. Se Puede elegir entre varios modelos.

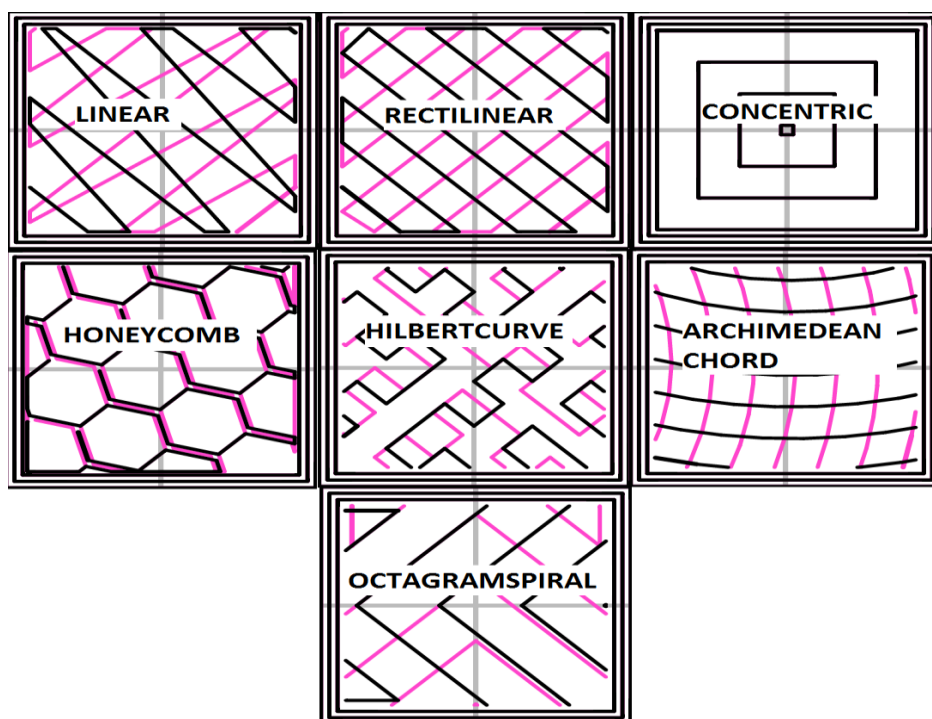


Figura 5.70.

- **Fill Angle (Ángulo de Rellenado):** Esta variable advierte del ángulo con el cual se quiere trazar el relleno del objeto, es decir, si introducimos 45° , nuestro patrón estará girado este ángulo respecto a la pieza. El ángulo por defecto que está programado es 45° , ya que es el óptimo para la programación y ejecución del objeto.

- **Solid Infill Threshold Area (Relleno Sólido en Área Umbral):** Este parámetro obliga a *Slic3r* a crear rellenos sólidos en áreas con superficie menor a la especificada. Es recomendable el valor que por defecto especifica el software (70 mm²).
- **Only Retract When Crossing Perimeters (Sólo Retracción en Cruce de Perímetros):** Esta opción permite retraer el extrusor cuando existen dos perímetros que se cruzan o interfieren.
- **Infill Before Perimeters (Relleno antes que Perímetros):** Permite crear el relleno antes que el perímetro.

5.3.3.1.3. SPEED (VELOCIDAD DE IMPRESIÓN)

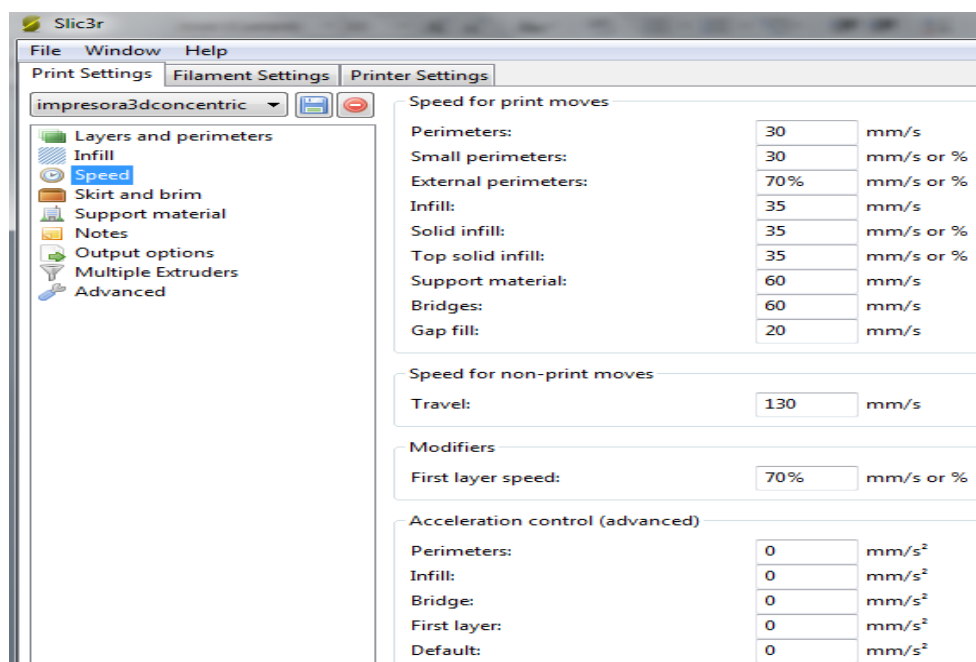


Figura 5.71.

- **Perimeters (Perímetros):** Permite configurar la velocidad a la cual son creados los perímetros. Para impresiones de calidad se recomienda usar valores próximos a 40 mm/s, aunque la máquina puede llegar de forma estable a velocidades de 70 mm/s.

- **Small Perimeters (Perímetros Pequeños):** Este parámetro es sólo afectado por perímetros cuyo radio sea menor a 6.5 mm. Para la creación de estos perímetros la velocidad de impresión debe ser alrededor de un 20% más lenta; es decir, podemos configurar esta velocidad en mm/s o en %. En el caso de usar %, deberemos introducir 80%, ya que nuestra velocidad se verá reducida un 20%.
- **External Perimeters (Perímetros Externos):** Esta variable sólo afecta a los perímetros más externos de nuestro modelo los cuales podremos visualizar. Normalmente, se suele usar un porcentaje entre 90-100% para obtener un buen acabado.
- **Infill (Relleno):** Permite definir la velocidad de relleno de nuestro objeto. Para piezas normales sin geometrías complicadas o extrañas se aconseja una velocidad del 150% de la velocidad de los perímetros. Por el contrario, si nuestro objeto posee geometría compleja o rara es aconsejable que la velocidad de relleno sea entre 120-130% la velocidad de los perímetros.
- **Solid Infill (Relleno Sólido):** Indica la velocidad de relleno sólido en nuestro objeto. Normalmente se suele configurar a una velocidad similar a la velocidad de relleno.
- **Top Solid Infill (Relleno Sólido Superior):** Este parámetro hace referencia a la velocidad de relleno de la parte superior del objeto. Ya que es una parte que será visualizada, necesitaremos un mejor acabado. Por esto, se suele reducir la velocidad de relleno superior entre un 10-20% a la velocidad de relleno sólido.
- **Support Material (Material de Soporte):** Muestra la velocidad de creación de la estructura de soporte. Normalmente se suele dejar la configuración estándar, pero, en el caso de que nuestra estructura sea incorrecta, deberemos introducir valores comprendidos entre 40-50 mm/s.
- **Bridges (Puentes o Voladizos):** Esta variable indica la velocidad a la cual son creados los puentes de nuestro modelo; comprendiendo como puentes aquellas uniones entre dos materiales que distan una determinada distancia uno del

otro. Se suele utilizar alrededor de una velocidad de 70 mm/s para poder evitar deformaciones y deflexiones en el material, ya que la creación de estos puentes de forma excesivamente lenta podría provocar importantes deformaciones. Por otra parte, si la creación de los puentes es demasiado rápida, se podría producir la falta de material en la sección que se está creando. Esta variable tiene limitaciones, ya que no es viable crear puentes de grandes dimensiones. Además, es común usar ventiladores auxiliares como medida de prevención a la creación de deformaciones.

➤ **Gap Fill (Relleno de Brecha):** Este parámetro controla el relleno en pequeñas zonas o áreas, y se caracteriza por crear pequeñas formas en zigzag. Se suelen usar velocidades lentas para eliminar la resonancia que puede hacer que la definición disminuya, las velocidades suelen estar definidas entre 10-20 mm/s.

➤ **Travel (Desplazamiento):** Este factor indica la velocidad de translación de nuestro extrusor cuando no está imprimiendo. Estas velocidades de translación pueden verse aumentadas sin provocar ninguna inestabilidad o problema en la máquina, hasta 150 mm/s.

➤ **First Layer Speed (Velocidad de la Primera Capa):** Puedes definir la velocidad a la cual va a ser creada la primera capa. Al ser la primera capa, la adhesión y su fijación a la base debe ser perfecta; por ello se debe ralentizar la velocidad de llenado. Habitualmente este valor suele estar comprendido entre 30-50%, aunque a veces si las condiciones son las óptimas podemos incrementar hasta un 70%.

Como podemos apreciar en la imagen anterior (*Figura 5.71*), podríamos configurar aceleraciones, pero la manera más habitual es caracterizar las velocidades.

5.3.3.1.4. SKIRT & BRIM (FALDA Y BORDE)

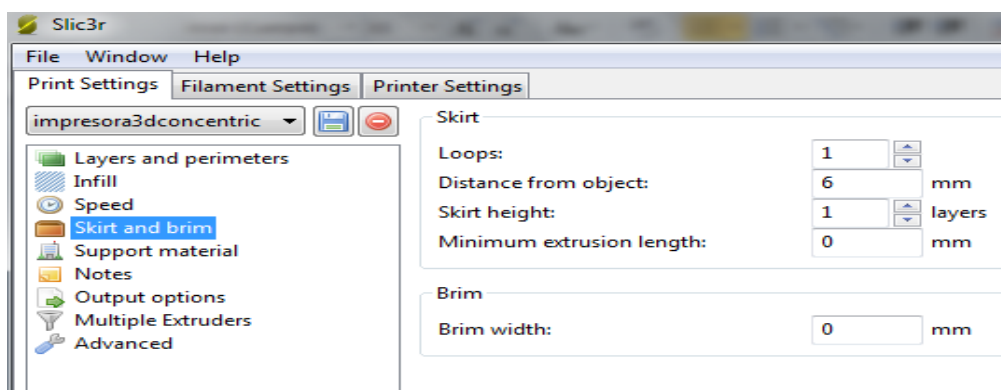


Figura 5.72.

➤ **Loops (Lazos):** Este parámetro indica el número de vueltas que generará la impresora para delimitar el área de impresión. Normalmente, si la pieza ocupa más del 50% del área de impresión, se recomiendan 2 vueltas, en cambio si no es así, se aconseja entre 3-5 vueltas. De esta manera la boquilla estará libre de impurezas para empezar a crear nuestro objeto.

➤ **Distance From Object (Distancia Desde Objeto):** Define la distancia entre el área que delimita nuestra impresión y nuestras piezas. Habitualmente viene por defecto configurado en 6mm, que es la distancia óptima. Pero en caso de piezas pequeñas en las cuales usamos más Loops, debemos aumentar esta distancia hasta 12 mm para que no exista ninguna interferencia o problema en la impresión.

➤ **Skirt Height (Altura de Falda):** Indica el número de capas que se crearán para dar una altura al área de impresión. Se suele utilizar la configuración por defecto (1 capa).

➤ **Minimum Extrusion Length (Longitud de Mínima Extrusión):** Este factor hace referencia a la longitud de material que se extruirá antes de empezar a crear nuestro modelo. Una vez definida la longitud, calcula el número de Loops o vueltas que deberá crear para delimitar el área de impresión. Si se ha configurado las variables anteriores correctamente esta variable carece de importancia, luego para despreciarla debemos introducir el valor 0.

➤ **Brim Width (Amplitud de Borde):** Este parámetro es utilizado para la creación de bordes extras en la pieza para poder asegurar una adhesión extra. Se debe tener en cuenta que el material extra que se creará, deberá ser retirado tras la finalización de la pieza. Los valores típicos de borde extra suelen estar comprendidos entre 1-3mm, aunque si la pieza es plana y tiene buena adhesión, no será necesario el uso de esta función, luego para la anulación de esta función debes introducir el valor 0 en este parámetro.

5.3.3.1.5. SUPPORT MATERIAL (MATERIAL SOPORTE)

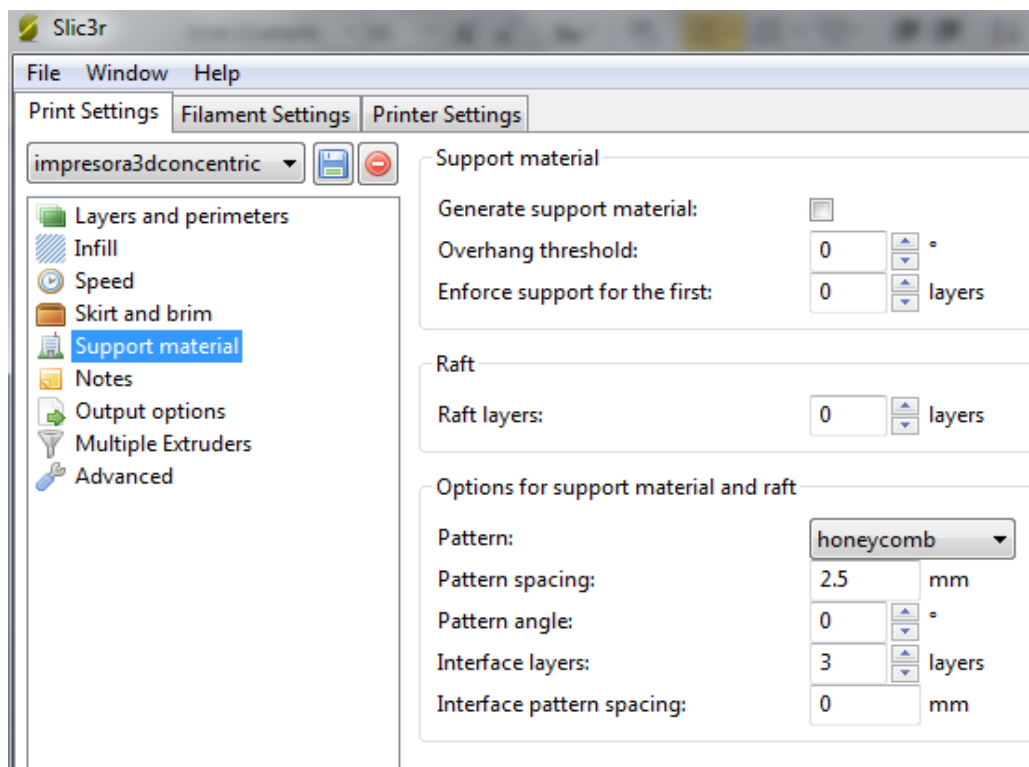


Figura 5.73.

➤ **Generate Support Material (Generar Material de Soporte):** Esta opción permite generar, o no, un material de soporte para la creación de piezas con elementos flotantes. En caso de que se detecte que el material de soporte es necesario, el propio software creará dicho material de soporte automáticamente.

- **Overhang Threshold (Ángulo para Soportes):** Establece a partir de que ángulo de pared se crearán soportes, es decir, si se establece un ángulo cualquiera, el software creará soportes para elementos con una inclinación menor al ángulo mencionado. Para ángulos mayores no los creará.
- **Enforce Support For The First (Forzar Soporte Para La Primera):** Permite generar material de soporte durante la creación de las capas que queramos, independientemente de la forma o ángulo que la pieza posea. Habitualmente es muy útil para piezas con base muy pequeña o con inestabilidad.
- **Raft Layers (Capas de Soporte Base):** Genera la posibilidad de crear una base en la pieza para mejorar la adhesión a la plataforma. Normalmente, es muy usado para crear soportes en piezas con geometría inestable en la base.
- **Pattern (Patrón Soportes):** Permite escoger la geometría con que serán creados nuestros soportes. Además, podemos elegir varios tipos de estructuras para nuestros soportes, dentro de una gama o selección.
- **Pattern Spacing (Espaciado de los Soportes):** Este parámetro nos permite configurar el espaciado que existe en la geometría de nuestra estructura de soporte. Es recomendado que para piezas de dimensiones normales el espaciado este comprendido entre 3-5 mm, aunque para piezas consideradas pequeñas se suele utilizar un espaciado en torno a 2.5 mm.
- **Pattern Angle (Ángulo de Soporte):** Este factor indica el ángulo de inclinación con el cual será fabricada nuestra estructura de soporte. Habitualmente este parámetro se suele establecer en 0°, ya que no existe una gran influencia en nuestro modelo.
- **Interface Layers (Capas Intermedias):** Podemos definir como queremos crear la unión entre soporte y nuestra pieza, además de cuantas capas de unión queremos.
- **Interface Pattern Spacing (Patrón Espaciado Intermedio):** Define la distancia entre las líneas de relleno de esta parte de unión entre pieza y relleno.

5.3.3.1.6. OUTPUT OPTIONS (OPCIONES DE SALIDA)

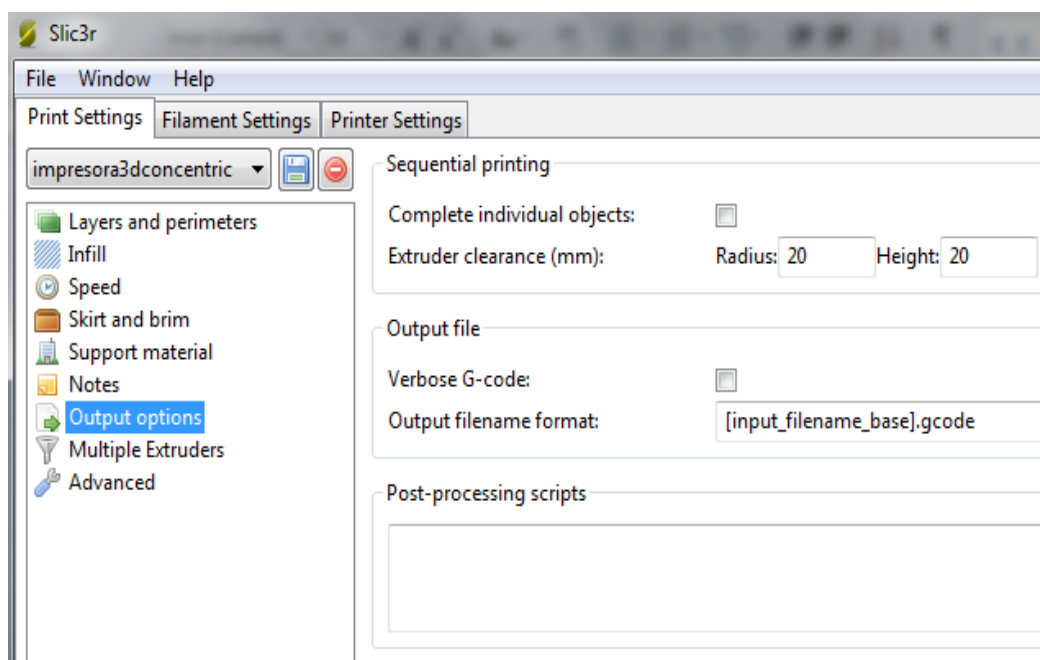


Figura 5.74.

- **Complete Individual Objects (Completar Objetos Individuales):** Esta opción permite la creación o impresión de los objetos o piezas de forma secuencial, es decir, que nos permite ir creando los siguientes objetos, solamente cuando el anterior haya sido finalizado. Es una opción sumamente funcional, ya que si uno de los objetos es creado con desperfectos o errores en el acabado, las demás piezas no se ven afectadas. Sin embargo tiene una inconveniente bastante grande, ya que al terminar una pieza y proceder a la creación de las demás pueden aparecer colisiones inesperadas.
- **Extruder Clearance (mm) (Espaciado Extrusor (mm)):** Indica el volumen de trabajo en el cual el extrusor puede trabajar sin propiciar una colisión con alguna de las demás piezas. Para ello definiremos el volumen de trabajo mediante dos variables; el Radio (Radius) y la Altura (Height).
- **Verbose G-code (Código G Detallado):** Permite la introducción de comentarios en cada paso del código G, explicándolo. Es muy funcional si queremos aprender a entender cómo funciona el código G, pero no es recomendable el uso de

esta función para la impresión, ya que generan archivos de gran cantidad de memoria (Megabytes), pudiendo incrementarse los tiempos de impresión.

➤ **Post-Processing Scripts:** Esta parte es para usuarios avanzados y desarrolladores, ya que permite introducir nuestros propios scripts de código personalizados en el código G.

5.3.3.1.7. MULTIPLE EXTRUDERS (EXTRUSOR MÚLTIPLE)

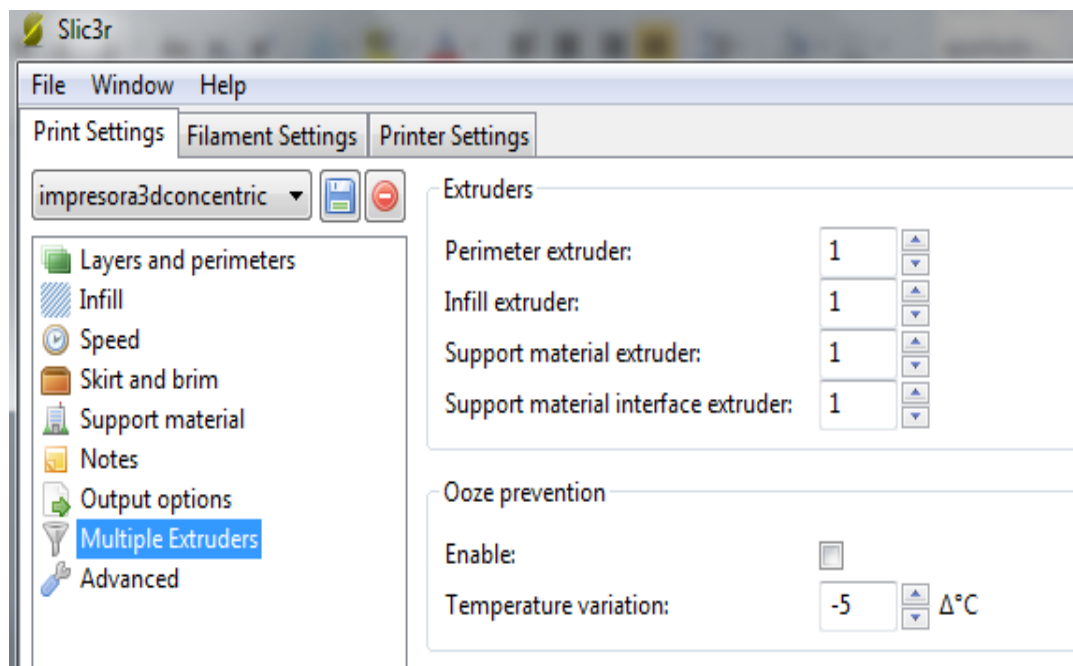


Figura 5.75.

Este menú nos permite determinar qué parte de nuestro objeto creará cada cabezal. Es muy eficaz el uso de múltiples cabezales para la creación de objetos con diversos colores o diferentes tipos de material.

➤ **Ooze Prevention (Prevención de Reflujo):** Esta variable permite la eliminación del flujo indeseado procedente del extrusor.

➤ **Temperature Variation (Variación de Temperatura):** Indica la variación de temperatura que se producirá en el extrusor.

5.3.3.1.8. ADVANCED (AVANZADO)

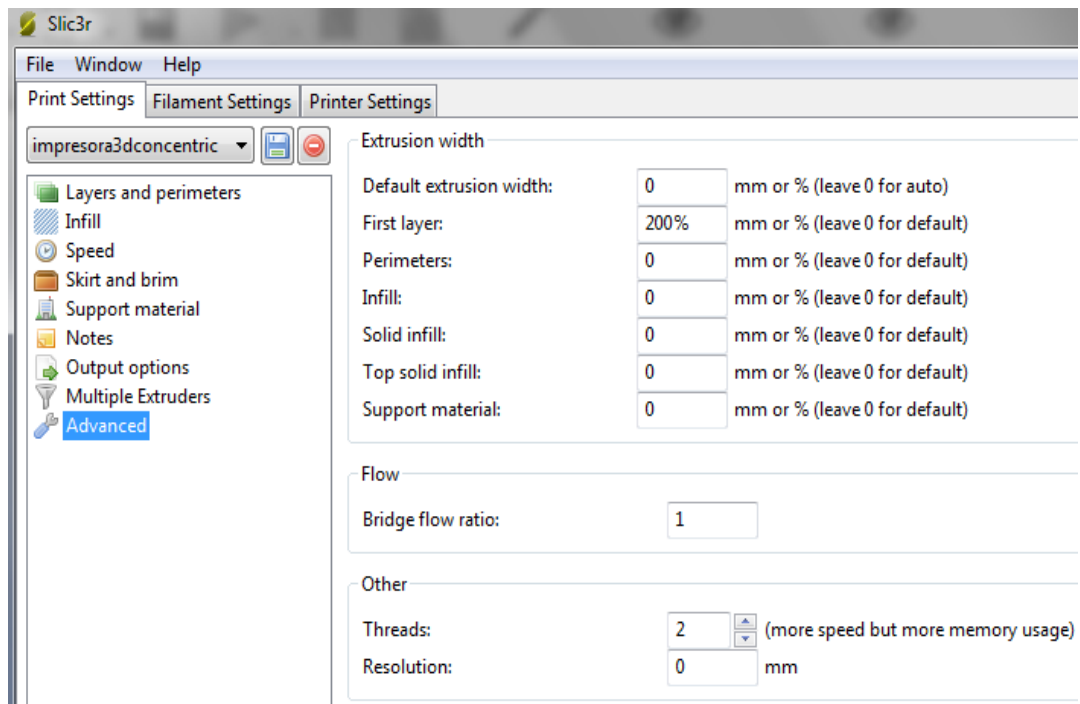


Figura 5.76.

➤ **Default Extrusion Width (Anchura de Extrusión por Defecto):** Esta variable nos permite caracterizar el tamaño de nuestro hilo extruido, ya que, aunque el diámetro de la boquilla de nuestro extrusor sea 0.4mm, esto no quiere decir que nuestro hilo de material tenga esa dimensión. Normalmente, el hilo de material suele ser un poco más ancho. Dependerá del tipo de boquilla y material a emplear para crear el modelo. Un valor que normalmente suele dar buenos acabados superficiales es 0.42mm.

➤ **First Layer (Primera Capa):** Define el ancho de hilo extruido de la primera capa pero en referencia al % del ancho de hilo normal. Habitualmente, el valor suele estar comprendido entre los valores 150-200%, ya que mejora la adherencia de la primera capa a la plataforma.

- **Perimeters (Perímetros):** Indica el ancho de hilo extruido en los perímetros. Se recomienda usar el valor 0, ya que introduciendo este valor dejamos que el software autoconfigure el ancho.
- **Infill (Relleno):** Caracteriza el ancho de hilo extruido para los rellenos. Se recomienda la autoconfiguración del software, es decir, introducir el valor 0.
- **Solid Infill (Relleno Sólido):** Permite establecer el ancho de hilo extruido para los rellenos sólidos. Suele definirse el valor 0, para su autoconfiguración.
- **Top Solid Infill (Relleno Sólido Superior):** Informa de la anchura de hilo extruido en las capas superiores de relleno sólido. Habitualmente se caracteriza a 0, para su autoconfiguración.
- **Support Material (Material de Soporte):** Define el ancho de hilo extruido en el material de soporte. Es recomendado establecer este valor a 0 para el autoconfigurado.
- **Bridge Flow Ratio (Rango de Flujo en Puentes):** Indica la cantidad de flujo de material que se extruirá en la creación de los puentes y voladizos. Aunque normalmente se suele establecer este parámetro a 1, a veces, se reduce un poco este valor para la eliminación de posibles defectos sobre el material. El método más utilizado para eliminar posibles defectos es el sistema de ventiladores de capa.
- **Threads (Filamentos):** Permite modificar el número de filamentos en nuestro proceso de laminado, produciendo un aprovechamiento más eficiente de los recursos de nuestro equipo informático. Aumentando este parámetro, podemos conseguir un aumento en la velocidad de laminado, pero, como consecuencia, se producirá un mayor uso de memoria.
- **Resolution (Resolución):** Podemos establecer la resolución de nuestros objetos, de manera que si reducimos la resolución al mínimo nuestro proceso tardará menos que si aumentamos la resolución. Es decir, la resolución es directamente proporcional al tiempo. Habitualmente se suele definir este valor a 0, de esta manera desactivamos simplificaciones y obtenemos la máxima resolución.

5.3.3.2. FILAMENT SETTINGS (CONFIGURACIÓN DE HILO)

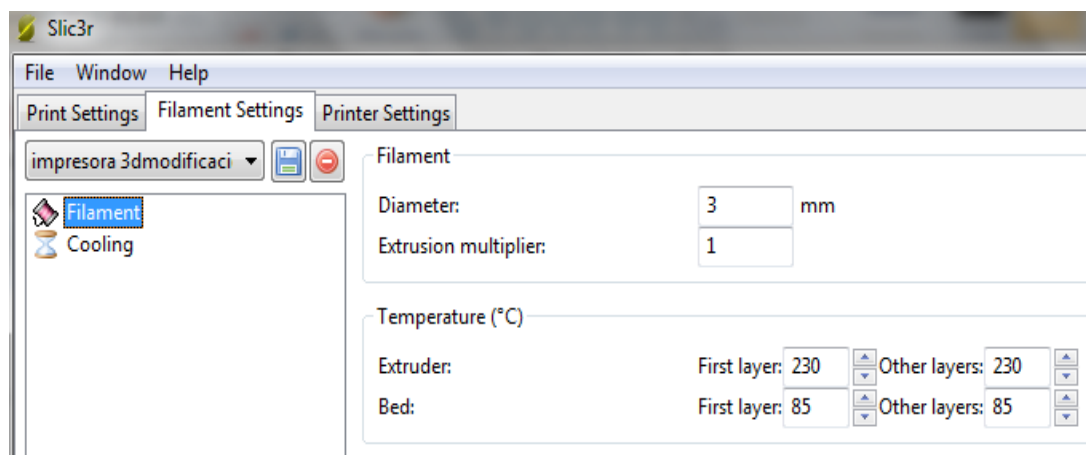


Figura 5.77.

5.3.3.2.1. FILAMENT (HILO)

➤ **Diameter (Diámetro):** Debemos definir el diámetro de hilo que vamos a utilizar para la extrusión. Existe la posibilidad de que la máquina proyecte más material del necesario, en este caso, deberíamos cambiar el valor del diámetro de hilo a uno ligeramente más grueso. Por el contrario, si la máquina no proyecta suficiente material deberemos introducir un diámetro menor. Con este proceso se consigue que la máquina regule la cantidad de material proyectado, ya que el diámetro de hilo extrusor influye directamente a la velocidad de extrusión, es decir, para hilos gruesos las velocidades del extrusor serán menores que para hilos delgados.

➤ **Extrusion Multiplier (Multiplicador Extrusor):** Es la relación que existe entre el tren de engranajes que produce los desplazamientos en el plano definido. Este parámetro se encuentra ya configurado por el software, luego sólo debemos comprobar que el valor introducido corresponde a 1.

➤ **Extruder (Temperatura Extrusor):** Brinda la posibilidad de configurar las temperaturas del extrusor en la primera y las demás capas. Esta temperatura dependerá del material utilizado y de las especificaciones del fabricante del hilo extrusor. No obstante, se deberán ejecutar correcciones en la temperatura hasta poder obtener la configuración óptima.

➤ **Bed (Temperatura Plataforma):** Indica la temperatura a la cual se encuentra la plataforma. Los valores más usuales son 40°C para PLA y 100°C para ABS, pero al igual que el parámetro anterior se podrán efectuar modificaciones para obtener una adherencia óptima.

5.3.3.2.2. COOLING (REFRIGERACIÓN)

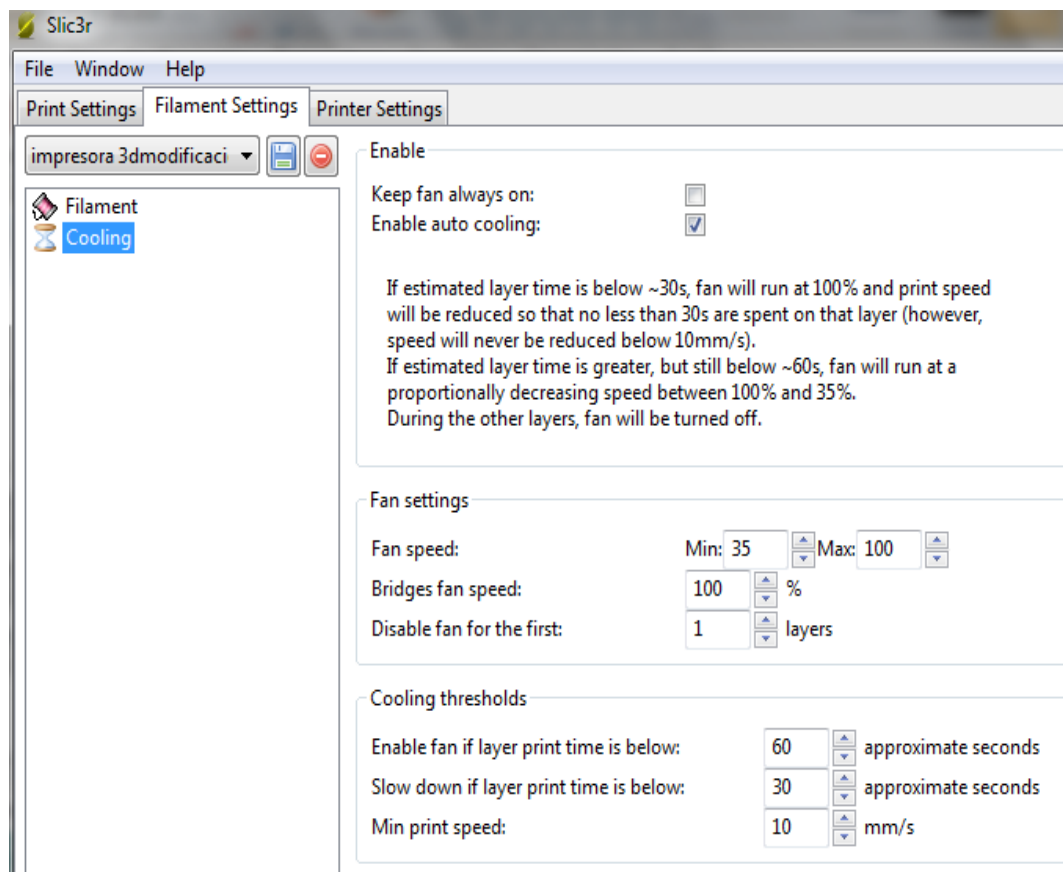


Figura 5.78.

➤ **Keep Fan Always On (Mantener Ventilador Encendido):** Activando esta opción, condicionaremos que el ventilador esté funcionando siempre y, al menos, a la mínima velocidad. Esta opción es bastante recomendable para materiales PLA, pero perjudicial para materiales ABS.

➤ **Enable Auto Cooling (Activar Auto-Refrigeración):** Activando esta casilla, programamos el ventilador de forma automática para que ajuste la velocidad en base al tiempo de creación de la capa actual. Esto nos proporciona una base sólida en la cual continuar creando las siguientes capas.

➤ **Fan Speed (Velocidad Ventilador):** Permite definir el rango de velocidades a la cual se verá impulsado el ventilador mediante un conjunto de valores acotados denominados PWM (Pulse Width Modulation), que nos indican la cantidad de tensión que será suministrada a nuestro ventilador.

➤ **Bridges Fan Speed (Velocidad Ventilador en Puentes):** Define la velocidad a la cual el ventilador será programado en los periodos de tiempo en que se están creando puentes o voladizos. Habitualmente se recomienda introducir un valor de 100% ya que necesitaremos que el material creado se solidifique tan pronto como sea posible.

➤ **Disable Fan For The First (Desactivar Ventilador Para La Primera):** Posibilita la opción de desactivar el ventilador durante las primeras capas, para no perjudicar la adhesión del material a la plataforma. Normalmente, la primera capa es creada sin el uso de ventilador.

➤ **Enable Fan If Layer Print Time Is Below (Activar Ventilador Si Tiempo de Impresión de Capa es Menor):** Existe la posibilidad de poder activar el ventilador, en caso de que el tiempo de impresión de la capa actual sea inferior al especificado. La velocidad del ventilador será interpolada entre el máximo y mínimo valor en función del tiempo de creación de la capa.

➤ **Slow Down If Layer Print Time Is Below (Desacelerar Si el Tiempo de Impresión de Capa es Menor):** Este parámetro reduce la velocidad del ventilador si el tiempo de impresión resulta menor al indicado. Suele ser muy útil para la creación de piezas pequeñas. Los valores de tiempo por defecto están comprendidos entre 5-30 segundos en función del tipo de material, si usas ventilador o no y según el acabado que se quiera obtener.

➤ **Min Print Speed (Mínima Velocidad de Impresión):** Está relacionado con el parámetro anterior. Indica la velocidad con la que han de imprimirse las capas con un tiempo menor al indicado en el apartado anterior. Los valores más estandarizados para este parámetro están comprendidos entre 10-20 mm/s.

5.3.3.3. PRINTER SETTINGS (CONFIGURACIÓN IMPRESORA)

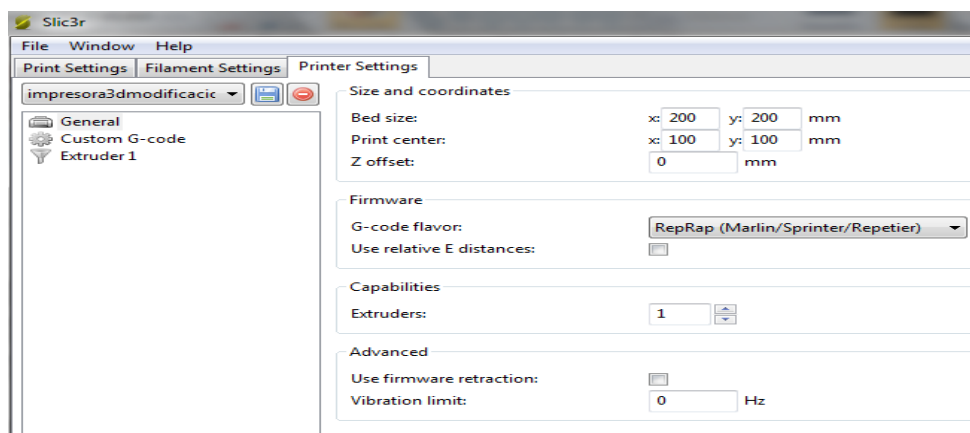


Figura 5.79.

5.3.3.3.1. GENERAL

- **Bed Size (Tamaño Plataforma):** Permite definir las dimensiones de nuestra plataforma base.
- **Print Center (Centro de Impresión):** Concede la posibilidad de poder seleccionar en que punto de la plataforma queremos que se centre la impresión. A veces, es bastante útil modificar este punto de centrado, y desplazarlo.
- **Z Offset (Calibración Eje Z):** Posibilita establecer una calibración del eje Z, mediante software, y no mecánicamente, como se acostumbra a hacer.
- **G-Code Flavor (Tipo de Software):** Da opción a seleccionar uno de los firmwares disponibles para las distintas y diversas máquinas que existen en el mercado.
- **Use Relative E Distances (Usar Distancias Relativas):** Permite seleccionar el sistema de coordenadas, ya que podemos definir nuestras coordenadas como relativas o absolutas. Es sistema de coordenadas dependerá también del software que utilicemos.
- **Extruders (Extrusores):** Introducimos el número de cabezales extrusores que posee nuestra impresora 3D.

- **Use Firmware Retraction (Usar Software para Retracción):** Permite establecer el software de manera que la retracción sea autoconfigurable.
- **Vibration Limit (Límite de Vibración):** Es un parámetro que hace posible la eliminación de la resonancia mecánica producida por las vibraciones.

5.3.3.3.2. CUSTOM G-CODE

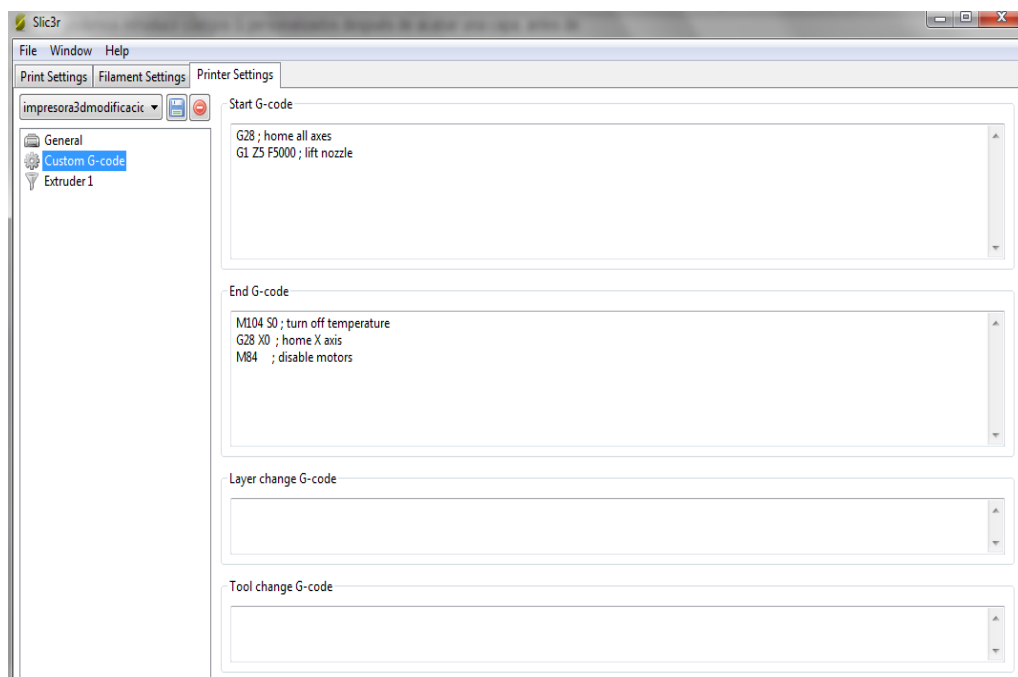


Figura 5.80.

Permite introducir G-codes personalizados al inicio y final de la impresión. Además, podemos insertar G-codes después de acabar una capa y antes de empezar la siguiente, o al cambiar de extrusor para máquinas con doble extrusor.

5.3.3.3. EXTRUDER (EXTRUSOR)

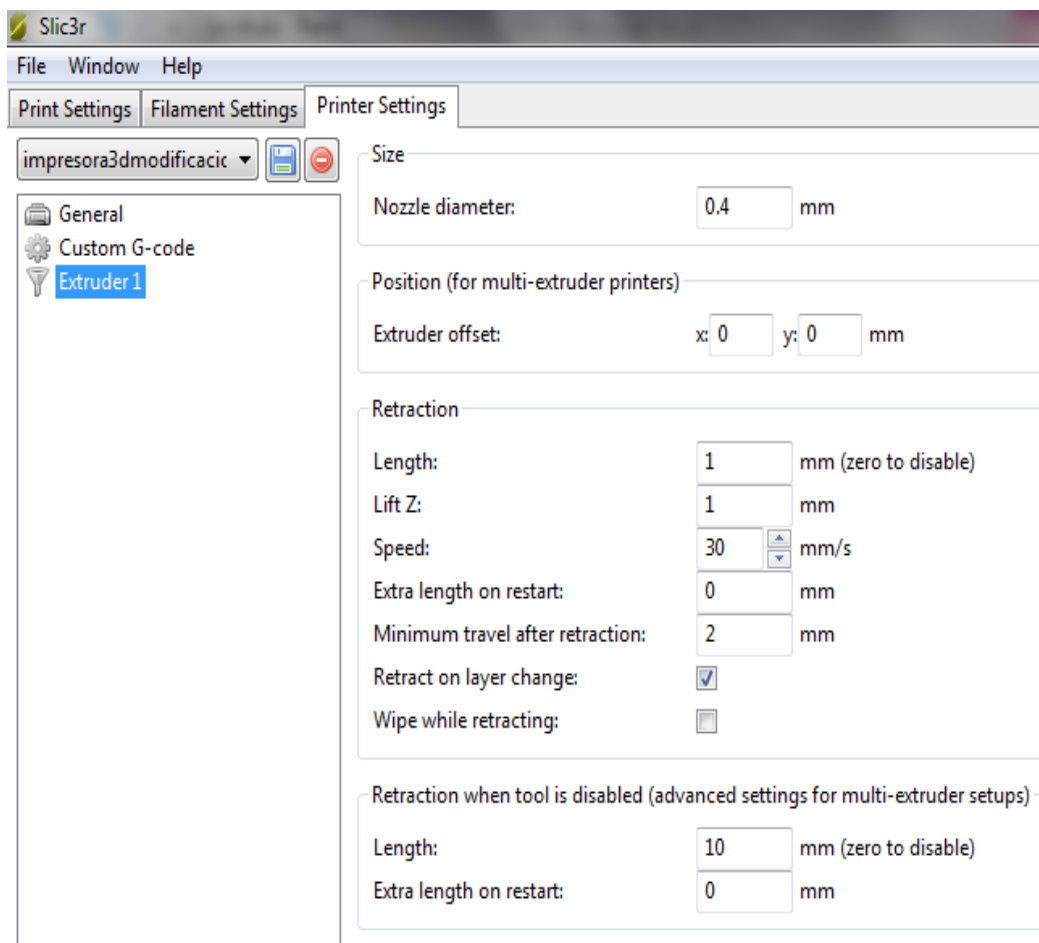


Figura 5.81.

- **Nozzle Diameter (Diámetro de Boquilla):** Permite introducir el diámetro de la boquilla extrusora con la que vamos a trabajar.
- **Extruder Offset (Calibración del Extrusor):** Esta opción permite calibrar la distancia entre los dos cabezales extrusores, introduciendo la distancia del extrusor 2 respecto del extrusor 1 en el plano X-Y.
- **Length (Longitud):** Establece la distancia de retracción a la que el extrusor debe elevarse, cuando éste pasa de imprimir a desplazarse en vacío. Esta opción está definida de manera que el hilo extrusor queda cortado, y se elimina la posible creación de acumulaciones de material. Los valores más comunes de longitud de tracción están comprendidos entre 1-2 mm.

- **Lift Z (Elevación en Eje Z):** Este parámetro posibilita que el cabezal se eleve una distancia indicada cuando se realicen operaciones y desplazamientos en vacío para no impactar con las piezas ya construidas. Los valores más usuales quedan comprendidos entre 0.15-0.3 mm.
- **Speed (Velocidad):** Indica la velocidad a la cual el extrusor realiza la retracción. Estos valores suelen ser bastante altos, ya que tienen como objetivo cortar el hilo extrusor, y que no queden depositados restos de material en la boquilla extrusora.
- **Extra Length On Start (Longitud Extra al Inicio):** Permite la definición de la cantidad de material que debemos aportar tras una retracción, ya que se puede perder algo de material por la acción de la gravedad, cuando éste sigue en estado fluido. Habitualmente suelen ser valores muy pequeños o incluso cero.
- **Minimum Travel After Retraction (Mínimo Desplazamiento Después de Retracción):** Este parámetro establece la distancia mínima que debe desplazarse el cabezal extrusor para que se produzca la acción de retracción. Dependerá del material y temperatura de trabajo, pero los valores más típicos son entre 2-5 mm.
- **Retract On Layer Change (Retraer en Cambio de Capa):** Esta variable obliga a retraer el cabezal extrusor cada vez que una capa es creada.
- **Wipe While Retracting (Limpiar Durante Retracción):** Establece un movimiento durante la retracción para evitar la formación de burbujas o acumulación de material en la punta del extrusor.
- **Length & Extra Length On Start (Longitud y Longitud Extra al Inicio Para Segundo Extrusor):** Permite configurar y establecer estos parámetros ya mencionados anteriormente pero para el Segundo extrusor.

5.3.3.4. CODIGO G

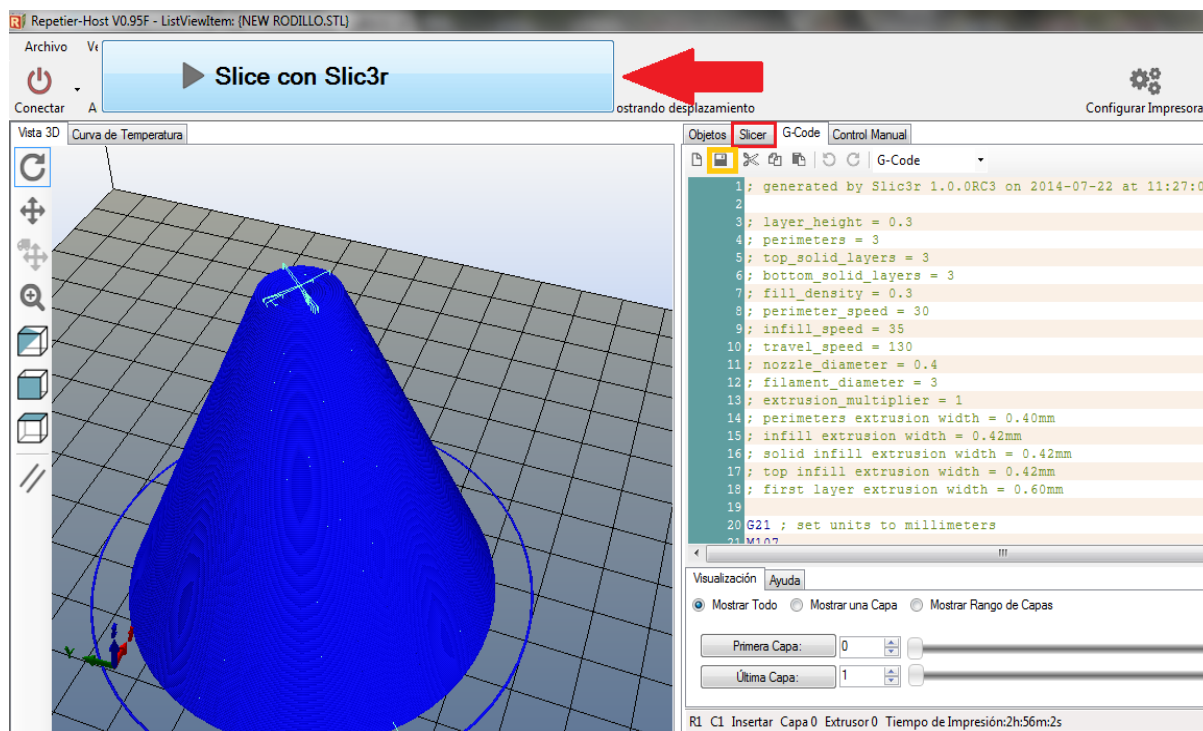


Figura 5.82.

Finalmente procediendo a la obtención del Código G, deberemos presionar el botón “Slice con Slic3r” que está situado en la pestaña “Slicer”. De esta manera el programa generará todas las instrucciones necesarias para la creación de nuestro objeto, además de poder visualizar todo el código de instrucciones en la ventana derecha como se aprecia en la *Figura 5.82*.

Para proceder a la finalización en la ejecución de todos los pasos mencionados, cuyo objetivo es la obtención del código G necesario para la fabricación del objeto, sólo deberemos concluir guardando las instrucciones en un archivo con extensión “.gcode”. Para ello solo tenemos que presionar el botón encerrado en un marco naranja en la Figura 5.82, e indicar el destino del archivo generado. En nuestro caso deberemos guardar el archivo en una unidad de almacenamiento extraíble (Tarjeta SD), debido al modelo de impresora que poseemos, pero en modelos que posean conexión directa mediante cable, se iniciara la impresión al finalizar esta operación, o bien podemos cargar el archivo manualmente.

6. ANEXO

Este apartado contiene todos aquellos planos y representaciones gráficas normalizadas sobre los componentes o elementos de esta máquina.

7. BIBLIOGRAFÍA

Procesos producción del aceite

- 8º Congreso Internacional de Molinología
- <http://www.esenciadeolivo.es/cultura-del-olivo/historia-del-olivo/tipos-de-molinos-de-aceite/>
- <http://www.esenciadeolivo.es/cultura-del-olivo/historia-del-olivo/tipos-de-molinos-de-aceite/>
- <http://www.sabor-artesano.com/molinos-aceite-oliva.htm>
- http://www.redscepalcala.org/ciencias1/arquitectura_rural/FTP/los_molinos_y_las_acenas.htm
- http://www.olearum.es/det_glosario.php?id=36

Software Repetier.

- <http://webdelcire.com/wordpress/wp-content/uploads/2013/08/manual-slic3r.pdf>
- <http://manual.slic3r.org/expert-mode/infill>
- <http://forum.lulzbot.com/viewtopic.php?f=8&t=565>
- <http://ultra-lab.net/blog/gu%C3%ADa-de-slic3r-an%C3%A1lisis-de-todos-los-par%C3%A1metros>
- <http://wiki.mattercontrol.com/Slic3r>
- <http://slic3r.org/blog/1.5-years-of-slic3r-development>

Software Netfabb

- http://www.shapeways.com/tutorials/how_to_use_meshlab_and_netfabb
- http://wiki.netfabb.com/Free_Cut
- <http://www.netfabb.com/>

Software SolidWorks

- http://help.solidworks.com/2013/spanish/SolidWorks/sldworks/t_Universal_Joint_Mate_SWassy.htm?id=23f6e119484845fc9621151a79c7adf2#Pg0
- El Gran Libro De SolidWorks por Sergio Gomez Gonzalez