

# Índice general

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I

## Índice del documento Memoria

1. Objeto.....	4
2. Alcance.....	7
3. Antecedentes.....	9
3.1 El salto de la impresión 2D a la 3D.....	9
3.2 Tipos de impresoras 3D y comparativas.....	11
3.2.1 Impresora compactación de una masa de polvo por estratos con tinta.....	11
3.2.2 Impresora compactación de una masa de polvo por estratos con láser.....	13
3.2.3 Ventajas y desventajas de ambos métodos.....	13
3.2.4 Impresoras de inyección de polímeros.....	14
3.2.5 Ventajas y desventajas frente a las de polvo.....	16
3.2.6 Impresoras 3D por extrusión de filamento plástico.....	16
3.4 El proyecto Rep Rap.....	23
3.5 Empresas dentro del proyecto RepRap.....	27
3.5.1 Maker Boots.....	27
3.5.2 BCN Technologies.....	28
3.6 Conferencia Fundación Parque Tecno Campus proyecto Rep Rap.....	29
3.7 Ventajas y desventajas de una impresora 3D.....	33
3.8 Conclusión.....	34
3.9 Solución final adoptada.....	36
4. Normas y referencias.....	37
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	37
4.2 Bibliografía.....	40
4.2.1 Páginas Web.....	40
4.2.2 Libros.....	41
4.2.3 Revistas.....	41
4.2.4 Otros.....	41
4.3 Programas de cálculo.....	42
4.4 Plan gestión de la calidad durante la redacción del proyecto.....	43
5 Definiciones y abreviaturas.....	44
5.1 Definiciones.....	44
5.2 Abreviaturas.....	49



6	Objetivos y/o requisitos de diseño.....	49
7	Análisis de soluciones.....	54
	7.1 Desglose en partes.....	54
	7.2 Ventajas y desventajas de las soluciones adoptadas.....	79
8	Resultados finales.....	80
	8.1 Nuestra impresora.....	80
	8.2 Despiece.....	83
	8.2.1 Piezas Diseñadas y fabricadas por nosotros.....	83
	8.2.2 Piezas estándar.....	85
	8.3 Proceso de fabricación de las piezas no estándar.....	89
	8.4 Proceso de montaje.....	91
	8.5 Sistema de funcionamiento.....	92
	8.5.1 Preparación del modelo 3D.....	94
	8.5.2 Conceptos importantes para imprimir.....	94
	8.6 Funcionamiento de la máquina.....	95
	8.7 Resultados finales.....	97
	8.8 Materiales para prototipos .....	99
	8.9 Esquema eléctrico de ventilación del extrusor.....	99
	8.10 Cómo imprimir.....	102
	8.10.1 El formato STL.....	102
	8.10.2 Guía de impresión.....	103
	8.10.3 Mantenimiento de la impresora.....	108
	8.11 Recomendaciones generales de seguridad.....	110
	8.12 Terminación de las piezas extruidas.....	111
	8.13 Presupuesto final.....	112
9	Planificación.....	113
10	Orden de prioridad entre los documentos.....	113

## Índice del documento Pliego de Condiciones

1. Nuestra impresora diseño y componentes.....	3
1.1 Diseño.....	3
1.2 Componentes.....	6
1.2.1 Piezas Diseñadas y fabricadas por nosotros.....	6
1.2.2 Piezas estándar.....	8
2. Descripción y detalles de fabricación de las piezas.....	11
2.1 Descripción piezas estándar.....	12
2.2 Materiales y detalles de fabricación de piezas diseñadas y hojas de ruta.....	22
2.3 Tiempo total de mecanizado de las piezas.....	51
3. Proceso de montaje.....	52
4. Resultado final.....	59
5. Primera prueba.....	60
6. Manejo de la impresora 3D.....	61
6.1 Drivers de la impresora.....	61
6.2 Preparación inicial de la impresora.....	62
6.3 Imprimir un modelo STL.....	64
7. Impresión en 3D.....	67
8. Retirada del modelo 3D.....	69
9. Opciones de impresión.....	70
10. Acabado de piezas imprimidas.....	74
11. Mantenimiento de la impresora 3D.....	77
11.1 Cambio de material.....	77
11.2 Limpieza del extrusor.....	78
11.3 Lubricación de los rodamientos.....	78
11.4 Piezas de recambio.....	78
12. Recomendaciones generales de seguridad.....	79
13. Pruebas y ensayos.....	80
14. Seguridad en el taller.....	86
15. Normativa.....	93
15.1 Normativa de obligado cumplimiento.....	93
15.2 Normativa de no obligado cumplimiento.....	93
15.3 Patentes de las empresas.....	96
16. Modificaciones al proyecto actual.....	97
17. Condiciones económicas.....	98
18. Responsabilidades de uso.....	98

## Índice del documento Estado de mediciones

1.Partida de construcción de una impresora 3D.....	3
1.1Piezas estándar.....	3
1.2Piezas mecanizadas y diseñadas.....	6

## Índice del documento Presupuesto

1.Introducción.....	3
2.Coste de piezas estándar .....	3
2.1 Elementos eléctricos y/o electrónicos.....	3
2.2 Elementos estructurales y/o de unión.....	4
2.3 Total de las piezas estándar.....	7
3.Coste de piezas diseñadas y mecanizadas.....	7
3.1 Coste materia prima Aluminio.....	7
3.2 Costes directos de mano de obra.....	7
3.3 Costes indirectos de mano de obra.....	7
3.4 Costes directos de fabricación.....	7
3.5 Costes indirectos de fabricación.....	8
3.6 Costes de verificación.....	8
3.7 Coste total de las piezas mecanizadas.....	8
4. Resumen de presupuestos.....	11
4.1 Presupuesto de la máquina si se realiza en el taller del Ciclo formativo.....	11
4.2 Presupuesto de la máquina si se realiza en el taller del Ciclo formativo para colaborar con otro centro educativo.....	11
4.3 Presupuesto de la máquina si se realiza como proyecto.....	12

## Índice del documento Anexo 1

1.Despliegue de la función de calidad QFD.....	3
1.1 La función de calidad QFD.....	3
1.2 Lista de los QUÉ.....	4
1.3 Análisis de los QUÉ.....	5
1.4 Lista de los CÓMO.....	5
1.5 Relación entre QUÉ y CÓMO.....	6
1.6 Conclusión.....	7
2. Objetivos y requisitos de diseño.....	7
2.1Requisitos de diseño.....	7
2.2 Objetivos de diseño.....	8
2.3 Objetivos cuantificables y no cuantificables.....	8

## Índice del documento Anexo 2

1.Alcance de las impresiones en 3D.....	3
1.1 Proyectos artísticos.....	3
1.2 Replica de órganos humanos.....	6
1.3 Comida de diseño.....	8
1.4 Prototipado.....	9

## Índice del documento Anexo 3

1.Las impresoras clásicas historia y evolución.....	3
1.1Las impresoras de los años 90.....	3
1.2 La década del 2000.....	14
2.Las impresoras en la actualidad.....	16

## Índice del documento Anexo 4

1. Empresas dedicadas a las impresoras 3D.....	3
1.1 Estudio de mercado.....	3
1.2 Cuotas de mercado y precio.....	18

# Memoria

## DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D

Universidad Jaime I

Autora: Cristina Sánchez Navarro

DNI 73393801L

C/Barcelona 22, Montgat.

Barcelona CP.08390

[crissn2006@hotmail.com](mailto:crissn2006@hotmail.com), [al064075@alumail.uji.es](mailto:al064075@alumail.uji.es) [csanc7@xtec.cat](mailto:csanc7@xtec.cat)

Ingeniera técnica en diseño industrial

Profesora de procesos mecánicos y dirección proyectos en IES Pompeu Fabra.

02/11/2015

Fdo.

Cristina Sánchez Navarro

Profesora del departamento de fabricación mecánica.

**Volumen 1**

## Índice

1. Objeto.....	4
2. Alcance.....	7
3. Antecedentes.....	9
3.1 El salto de la impresión 2D a la 3D.....	9
3.2 Tipos de impresoras 3D y comparativas.....	11
3.2.1 Impresora compactación de una masa de polvo por estratos con tinta.....	11
3.2.2 Impresora compactación de una masa de polvo por estratos con láser.....	13
3.2.3 Ventajas y desventajas de ambos métodos.....	13
3.2.4 Impresoras de inyección de polímeros.....	14
3.2.5 Ventajas y desventajas frente a las de polvo.....	16
3.2.6 Impresoras 3D por extrusión de filamento plástico.....	16
3.4 El proyecto Rep Rap.....	23
3.5 Empresas dentro del proyecto RepRap.....	27
3.5.1 Maker Boots.....	27
3.5.2 BCN Technologies.....	28
3.6 Conferencia Fundación Parque Tecno Campus proyecto Rep Rap.....	29
3.7 Ventajas y desventajas de una impresora 3D.....	33
3.8 Conclusión.....	34
3.9 Solución final adoptada.....	36
4. Normas y referencias.....	37
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	37
4.2 Bibliografía.....	40
4.2.1 Páginas Web.....	40
4.2.2 Libros.....	41
4.2.3 Revistas.....	41
4.2.4 Otros.....	41
4.3 Programas de cálculo.....	42
4.4 Plan gestión de la calidad durante la redacción del proyecto.....	43
5 Definiciones y abreviaturas.....	44
5.1 Definiciones.....	44
5.2 Abreviaturas.....	49

6	Objetivos y/o requisitos de diseño.....	49
7	Análisis de soluciones.....	54
	7.1 Desglose en partes.....	54
	7.2 Ventajas y desventajas de las soluciones adoptadas.....	79
8	Resultados finales.....	80
	8.1 Nuestra impresora.....	80
	8.2 Despiece.....	83
	8.2.1 Piezas Diseñadas y fabricadas por nosotros.....	83
	8.2.2 Piezas estándar.....	85
	8.3 Proceso de fabricación de las piezas no estándar.....	89
	8.4 Proceso de montaje.....	91
	8.5 Sistema de funcionamiento.....	92
	8.5.1 Preparación del modelo 3D.....	94
	8.5.2 Conceptos importantes para imprimir.....	94
	8.6 Funcionamiento de la máquina.....	95
	8.7 Resultados finales.....	97
	8.8 Materiales para prototipos .....	99
	8.9 Esquema eléctrico de ventilación del extrusor.....	99
	8.10 Cómo imprimir.....	102
	8.10.1 El formato STL.....	102
	8.10.2 Guía de impresión.....	103
	8.10.3 Mantenimiento de la impresora.....	108
	8.11 Recomendaciones generales de seguridad.....	110
	8.12 Terminación de las piezas extruidas.....	111
	8.13 Presupuesto final.....	112
9	Planificación.....	113
10	Orden de prioridad entre los documentos.....	113

# 1.OBJETO

Este proyecto consiste en diseñar y construir una impresora 3D RepRap, este término como veremos más adelante quiere decir que diseñaremos por la vertiente “*Libre*” donde no hay que pagar patentes.

Las impresoras 3D están basadas en la construcción de piezas a través de la extrusión de un hilo o filamento de plástico, con un concepto muy parecido al de las impresoras de papel que todos conocemos. Una impresora normal utiliza materiales (papel, tinta) para transformar un archivo digital (Word, pdf, fotos, etc.) en una copia real de este archivo. Una impresora 3D realiza exactamente la misma función, pero con archivos tridimensionales, utilizando plástico o resina para fabricar un objeto real a partir de un modelo digital.

Finalmente, se incluirá un presupuesto estimativo para dar a conocer los proveedores, a los que comprarles los diferentes componentes y dispositivos necesarios, y el precio aproximado que costaría construir una impresora 3D como ésta.

El objetivo principal del proyecto es crear una impresora para un centro educativo, el IES POMPEU FABRA de Badalona, el cual incorpora en su plan de estudios el Ciclo Superior de Diseño y Mecanizado.

Y su justificación principal es porque recientemente adquirimos una impresora HP Desingjet 3D, con un coste de 6000€ (rebajada) mas a parte, tener que pagar por unos cursillos que nos enseñaran a manipular su software.

Como la educación y los recortes han hecho mella en todos los centros educativos de la zona y del país en general, pensamos que adquirir otra impresora de 6000€ (hay que aclarar que son de alta calidad y pagamos también por el software que no es gratuito en el caso de HP) no era viable.

Sin embargo la ratio de alumnos matriculados en el centro demandaba la inclusión de al menos otra impresora 3D de calidad y sobretodo económica ya



que su uso destinada a manipulación de alumnos inexpertos puede dar lugar a roturas en la máquina.

Finalmente, una conferencia de la Fundación Parque Tecno Campus junto con la Escuela Universitaria Politécnica de Mataró realizada por un estudiante emprendedor en el mundo de las impresoras 3D, creando una impresora propia y una empresa llamada 3D Replicat. Nos facilitó la información necesaria y nos dio el último empujón para realizar este proyecto.

El hecho de tener el taller de mecanizado a nuestra disposición para elaborar piezas de precisión fue una de nuestras principales motivaciones, el hecho de poder proveer de las piezas necesarias para diseñar y fabricar una máquina que de precisión elevada con nuestros tornos, fresadoras y CNC.

Otro aspecto que nos hizo introducirnos en este mundo de la impresión 3D como hemos citado anteriormente es el coste del software, que solo por el hecho de que es Open Source es tremendamente más barata que una impresora 3D comercial como las que podemos encontrar de algunos grandes fabricantes como HP.

Nuestros objetivos eran diseñar y construir una impresora 3D para nuestros alumnos con nuestros recursos, y que además ésta fuera con **software libre** (RepRap), imprimiera **prototipos más grandes** que la media de las impresoras, fuera **más fiable y precisa, más resistente** que la que adquirimos (para poder ser manipulada por alumnos), fuese **segura**, y **económica**, utilizar nuestros propios recursos que son el taller de mecanizado de metal (para no tener que darlo a hacer a terceros).

## Nuestros recursos, taller de mecanizado y CNC.



Imagen del taller de mecanizado con el que vamos a contar para el desarrollo del proyecto. Para que el lector ubique mejor el objetivo, la justificación y el propósito de éste proyecto.



Imagen del taller de CNC con el que vamos a contar para el desarrollo del proyecto. Para que el lector ubique mejor el objetivo, la justificación y el propósito de éste proyecto.

## 2. ALCANCE

En cuanto al alcance del proyecto entendido como el campo de actividad donde se va a desarrollar, su espacio, sus límites... Cabe decir que es un proyecto educativo y que sirve a la educación, con esto quiero decir que es por un lado educativo a la hora de diseñarlo y montarlo, y que sirve a la educación porque el resultado final es capaz de producir prototipado rápido y también de alta calidad a un Ciclo Superior de Diseño y Fabricación.

El proyecto se plantea diseñar y fabricar una impresora 3D propia y única, el alcance principal es llegar a tener una unidad de este tipo, ya que disponemos de otra comprada una HP Desingjet 3D. Junto con ésta serían dos unidades en el centro, solo que una trabaja con un software comprado y la que pretendemos diseñar trabajará con un software libre, para que el lector comprenda el símil es como el Microsoft Word y el Open Office. Para el primero hay que pagar una licencia, para el segundo no. Y es hacia esa rama de la informática y la robótica hacia donde deseamos encaminar nuestros esfuerzos, hacia las que comparten las nuevas tecnologías de manera gratuita.

En un estadio inicial se analiza el funcionamiento de nuestra impresora HP Desingjet 3D y otra del proyecto Rep Rap, se hacen bocetos con las diferentes formas de la impresora, luego al elegir una de ellas de acuerdo con las restricciones de diseño y las mejoras añadidas, se planifica su diseño y construcción, se adquieren los materiales, unos comprados llamados estándar y otros diseñados que se tuvieron que mecanizar en el taller. Luego se montó la máquina. Se comprobó su funcionamiento. Llegándose así a materializar el proyecto.

Se redactaron unas instrucciones de uso y manejo. Y otras de mantenimiento y seguridad de la impresora 3D.

Se redactó un manual para mejorar acabado posterior a las piezas extruidas.

En cuanto al campo de actividad de nuestro proyecto ha de quedar bien especificado y claro que no se pretende comercializar ni sacar beneficio económico de tal herramienta creativa. Se va a crear, construir, modificar y usar en un centro educativo. Va a constituir una herramienta eficaz y de fácil acceso, además con la seguridad de que la van a manipular alumnos y personas inexpertas con las correspondientes consecuencias que ello tiene, como el mal uso, el trato con brusquedad o el poco cuidado con que los alumnos a veces aprenden. Por ello en posteriores capítulos se insistirá como restricción de diseño que sea fácil de reparar y que las piezas se puedan mecanizar en nuestro propio taller, a fin de ser en ella misma una herramienta de aprendizaje en todo su conjunto

El proyecto sienta las bases para que se pueda construir esta impresora o se pueda modificar para adaptarla a las necesidades educativas que se presenten en otros casos.

## **3. ANTECEDENTES**

### **3.1 El salto de la impresión 2D a la 3D**

Hoy en la actualidad podemos encontrar variados tipos de impresoras dependiendo de nuestras necesidades, si queremos una impresora para nuestro hogar, para una oficina, para alguna empresa pequeña, de mediano rango o una multinacional. Un 90% aproximadamente de la población del primer mundo tiene acceso a una impresora, ya sea una HP, Lexmark u otra marca famosa, forman parte de nuestro vivir ya que todos los papeles que se entregan en colegios, oficinas, bancos, entre muchos más lugares son impresos por una impresora. Cada vez se ha ido reduciendo el tamaño de la impresora, con muchas más funciones, y podríamos deducir así como avanza a nivel agigantado lo que es la computación y los microprocesadores.

Y ello conlleva a que lo que es una impresora también avanza, es por eso que creemos que en un futuro no tan lejano podríamos estar hablando de una impresora con muchas más funciones de las que tienen ahora.

En la actualidad, podríamos decir también que podría reducirse más su tamaño o mejorar su conectividad a los dispositivos telefónicos, o podríamos decir miles de cosas sobre ellas, pero el futuro trae sorpresas, avances y eso es tan innegable como imparable.

Las marcas más conocidas o los fabricantes de impresoras más populares son:



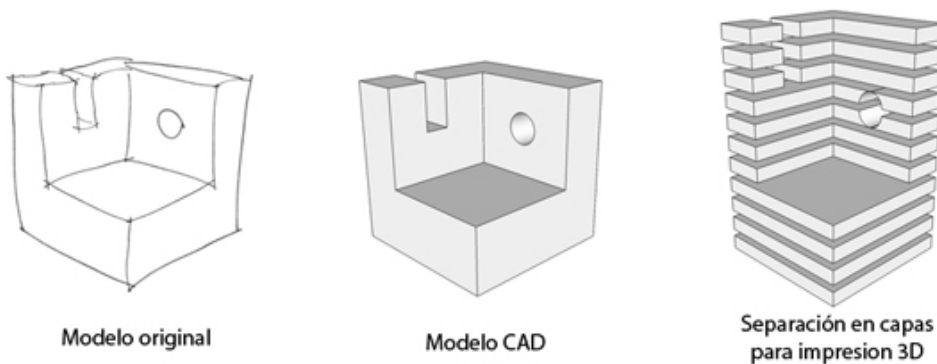
Hasta el momento las impresoras imprimían en 2D, es decir, imprimían dibujos, diseños, planos, portadas, fotos en un determinado tipo de papel. Pero a partir del nacimiento de los programas de creación en 3D, tenemos a nuestra disposición poder crear objetos en 3D en la pantalla de un ordenador. Una vez tenemos el modelo en 3D lo podemos descomponer en finas capas, como trabajar planos seriados con cartón o madera.



Hay multitud de software libre que se dedica a calcular como serán esos pequeños planos que irán uno sobre otro y luego genera coordenadas para desplazar el cabezal de una impresora 3D en función de nuestro diseño.

Ese cabezal va soltando un hilo fino de plástico caliente y al solidificar queda el diseño 3D materializado en un objeto tangible.

Pequeño esquema para que el lector entienda el proceso



### 3.2 Tipos de impresoras 3D y comparativas

Las impresoras 3D nacen de la idea de convertir en objetos reales diseños realizados con un programa CAD en un ordenador.

Se utilizan a día de hoy para la creación de prototipos y la matricería o prefabricación de piezas en sectores como la arquitectura o el diseño industrial. Son además muy apropiadas en la creación de prótesis médicas, pues permiten adaptarlas a las características particulares de cada paciente con facilidad. Existen varios tipos de impresoras 3D.

### 3.2.1 Impresoras de compactación de una masa de polvo por estratos con tinta (Impresoras 3D Inkjet)

Existen las impresoras de compactación de una masa de polvo por estratos, donde tenemos impresoras 3D de tinta que funcionan de manera que inyectan tinta aglomerante al polvo para compactarlo, es positivo el hecho de que al usar tinta se pueden mezclar colores.

Secuencia de impresión de los huesos de una mano con una impresora 3D de compactación de polvo:



Secuencia donde el lector ve los huesos ya compactados gracias a la presión por capas de polvo y aglomerante.







Secuencia donde el lector ve como se retira el polvo sobrante con una pistola de aire comprimido y el operario toma las precauciones convenientes para no inhalarlo.

### 3.2.2 Impresoras de compactación de una masa de polvo por estratos con láser *(Impresoras 3D láser)*

Existen impresoras 3D láseres, que polimerizan el polvo mediante una transmisión de energía, posteriormente, al acabar la impresión, se introduce la pieza en líquido para solidificarse.



Secuencia de éste método usualmente utilizado en metales valiosos como el oro, para hacer joyas.

### 3.2.3 Ventajas y desventajas de ambos métodos

La ventaja de las impresoras 3D de tinta es que su proceso es más rápido y económico que el de las impresoras 3D láseres, y su desventaja, también frente a las impresoras 3D láseres, es que las piezas que obtenemos son más frágiles.

### 3.2.4 Impresoras de inyección de polímeros

Por otro lado tenemos impresoras 3D que se basan en la inyección de polímeros. Que consiste en la inyección de resinas líquidas que son tratadas con luz ultravioleta, los llamados fotopolímeros.



Suelen tener este aspecto:



Y su manera de funcionar es similar a la impresión de inyección de tinta, pero en lugar de inyectar gotas de tinta en el papel, las impresoras 3D de fotopolímero inyectan capas de este material líquido que se pueden secar en la bandeja de construcción.

El proceso es sencillo:

1. Procesado previo: El software de preparación de bandeja calcula automáticamente la ubicación de los fotopolímeros y el material de soporte a partir de un archivo CAD 3D.
2. Producción: La impresora 3D imprime y seca al instante mediante luz ultravioleta las gotitas de fotopolímero líquido. Se acumulan finas capas en la bandeja de construcción para crear un modelo o pieza en 3D preciso. Si hay salientes o formas complejas que requieran soportes, la impresora 3D inyecta un material de soporte similar al gel que se puede eliminar posteriormente.

3. Eliminación del soporte: El usuario elimina fácilmente los materiales de soporte a mano o con agua. Los modelos y piezas están listos para manipular y utilizar al sacarlos de la impresora 3D, sin necesidad de curado posterior.



Fotografía de una usuaria sosteniendo un casco multicolor izq. Símbolo de este tipo de impresoras dcha.

### 3.2.5 Ventajas y desventajas frente a las e polvo

Su ventaja frente a las de polvo es que no requieren un tiempo de espera al finalizar la impresión para empezar a manipular las piezas. Además se caracterizan por su gran precisión y buen acabado superficial, haciéndolas idóneas, por ejemplo, para imprimir diseños de matricería.

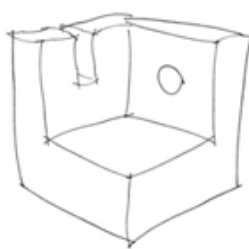
Cabe destacar también, que han sido las primeras impresoras en ser capaces de mezclar dos materiales distintos en una sola impresión. Su único inconveniente es que al acabar la impresión hay que retirar unos soportes usados para la misma mediante un chorro de agua a presión.

### 3.2.6 Impresoras 3D por extrusión de filamento de plástico

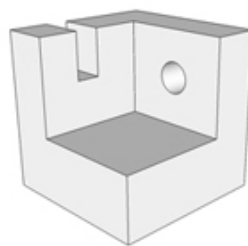
Por último, tenemos los tipos de impresora 3D, como el del modelo que se desarrolla en este proyecto, y en general todos los modelos del Proyecto RepRap, que están basadas en la extrusión en caliente de un filamento de plástico.

Se basan en empujar un hilo de plástico a través de un dispositivo, denominado extrusor, que se calienta hasta una temperatura capaz de fundir ligeramente el material de plástico utilizado, por ahora ABS (220/230 °C) o PLA (170/180°C), sin llegar a derretirlo por completo. De esta manera, al llegar a la punta del dispositivo, que es mucho más fina que el filamento original, va expulsando por esta un fino hilo de plástico y lo va depositando en una base. Esta base debe estar caliente para que el hilo extruido se vaya quedando pegado y así la máquina pueda ir creando la pieza capa a capa.

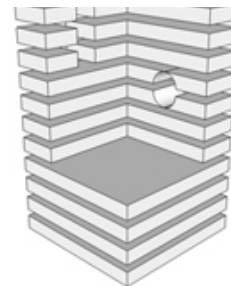
Volviendo a recordar el anterior esquema estaríamos ahora en el tercer paso, donde el objeto ya se ha descompuesto en capas y el extrusor las reproduce.



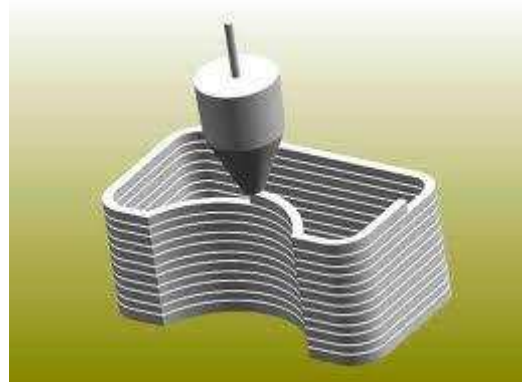
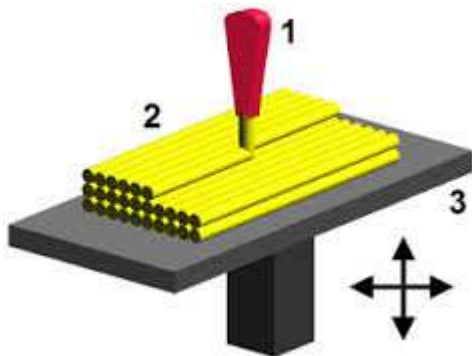
Modelo original



Modelo CAD



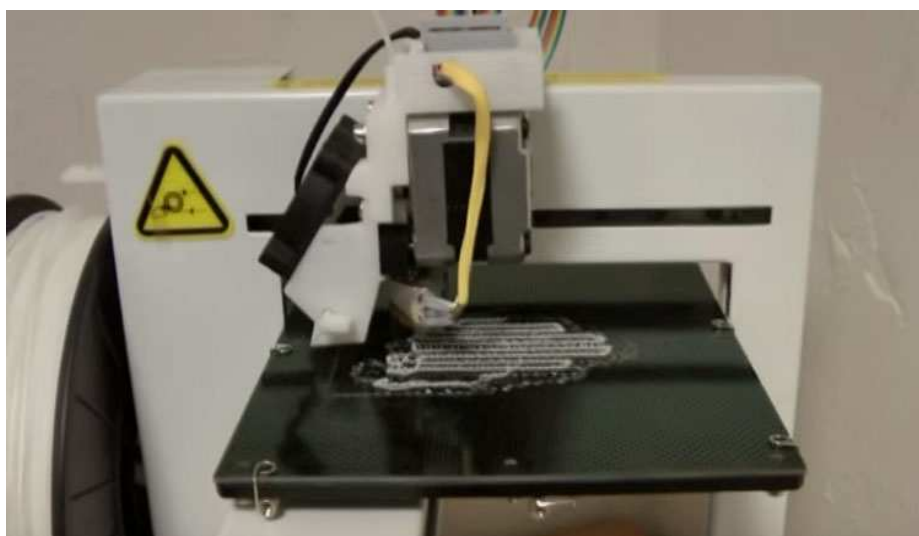
Separación en capas  
para impresión 3D

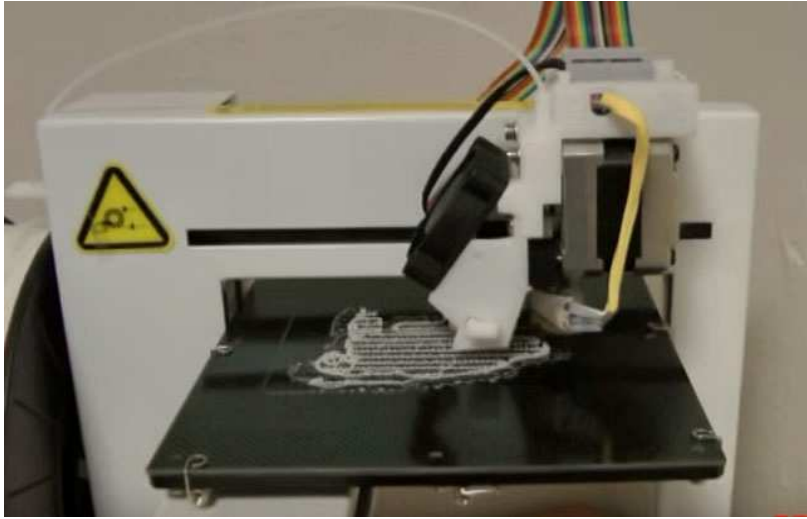


Dos esquemas sencillos de cómo trabaja un extrusor por capas.

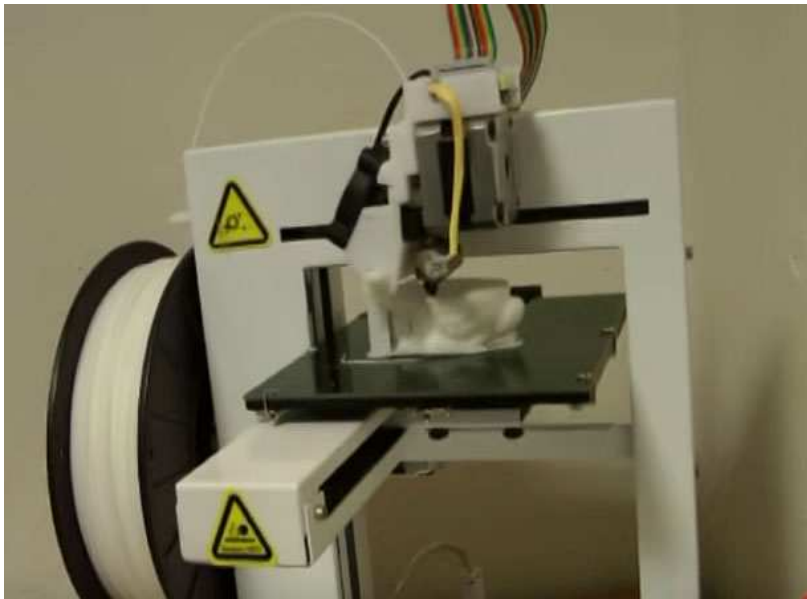
Si la base no estuviera lo suficientemente caliente para que el hilo se pegase bien (110/120 °C para ABS, 60/70 °C para PLA), a la vez que la máquina va ascendiendo y construyendo las capas superiores iría arrastrándolas ya impresas desfigurando por completo la pieza en construcción.

Secuencia de fotos de como construye una impresora 3D por extrusión de plástico.

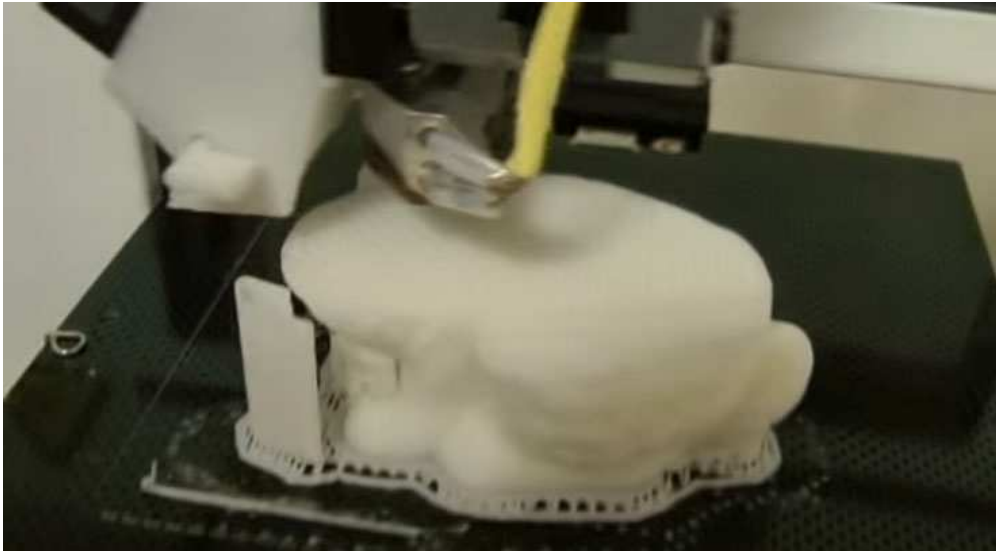




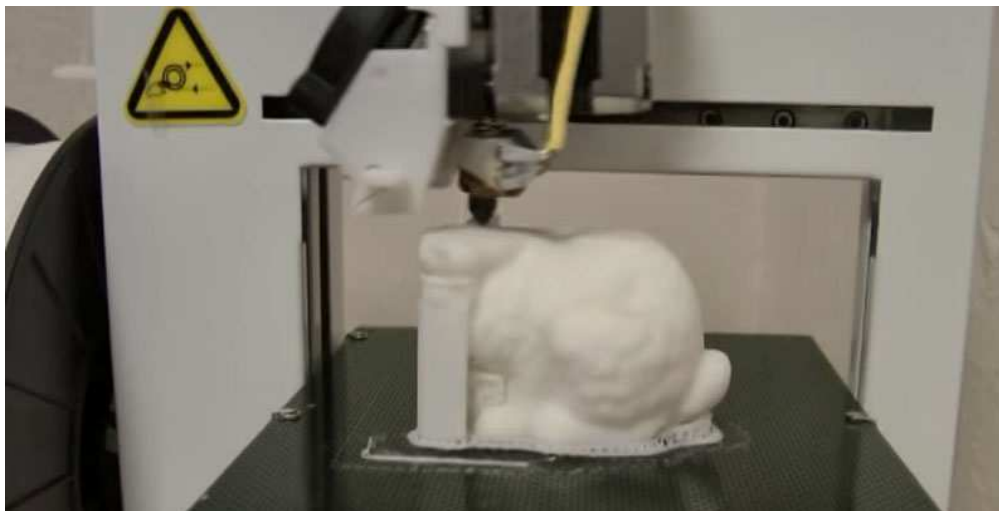
Impresora haciendo las primeras capas del diseño en la cama caliente.



Impresora haciendo las capas intermedias del diseño en 3D.



La impresora trabajando, se desplaza según la ruta que le marca el programa informático para crear la pieza 3D.



Aquí vemos la impresora trabajando y nos damos cuenta de la importancia de la altura para conseguir prototipos grandes.





El diseño 3D ya está terminado, se trata de un pequeño conejito de plástico.



El conejito 3D después de quitarle el material sobrante, y limarlo.

### 3.3 Comparativa de precio y cuota de mercado que abarcan las principales empresas (ampliación información anexo 4)

Which printers (which manufacturer) have you used?

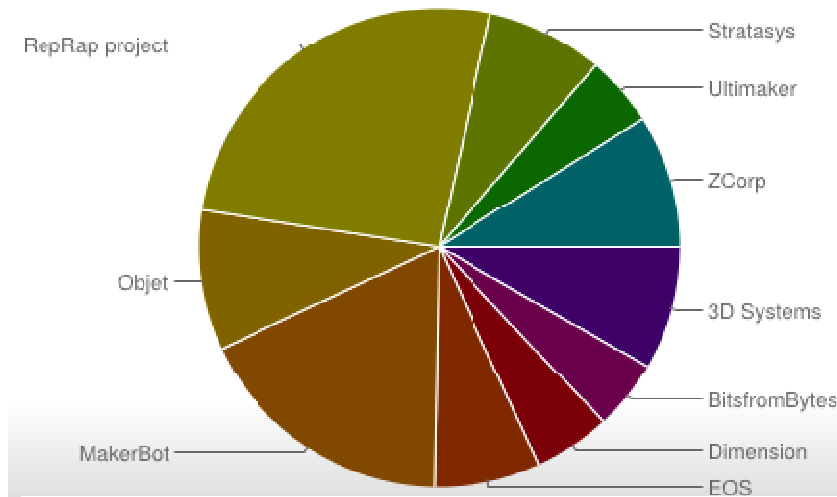


Diagrama de mercado de las principales empresas impresoras 3D

Empresa	Porcentaje	Precio
Rep Rap Project	26,01%	De 400 a 600
Maker Bot	17,71%	De 1500 a 3000
Objet	9,42%	De 16000 a17000
Zcorp	8,97%	De 11000 a 12000
Stratasys	7,85%	De 11000 a 13000
3D Systems	8,30%	De 8000 a 10000
EOS	7,17%	De 11000 a 12000
Dimension	5,16%	2000 a 3000
BitsfromBytes	4,71%	De 700 a 2200
Ultimaker 21	4,71%	De 1100 a 1900

En este estudio faltarían algunas compañías de impresión 2D que también se han actualizado con el 3D aunque representan un porcentaje pequeño. Está HP, con modelos como la **HP Designjet 3D** y **HP Designjet Color 3D**, ambas capaces de originar modelos plásticos 3D a un costo muy bajo “de forma rápida y sencilla”, pero que rondan los 12.000€ o los 24.000€ depende del modelo. Estos datos anteriormente citados **corresponden al 2015**.

Aunque a diario sacan nuevos productos de impresoras y mejoras al mercado.

### 3.4 El Proyecto RepRap

Venimos hablando del proyecto RepRap desde el principio de este escrito sin saber bien a que se refiere, para ello vamos a explicarlo de una manera que se pueda entender claramente.

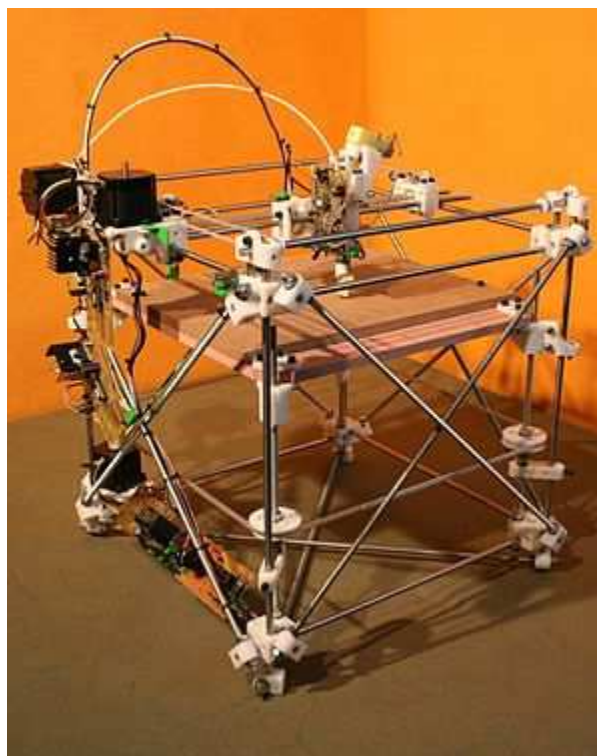
El proyecto Rep Rap nace en el año 2005 gracias a la idea del ingeniero **Adrian Bowyer** de la Universidad de Bath, en el Reino Unido. (*se puede consultar anexo 4 para más información*)

El nombre RepRap proviene de “Replicating Rapid Prototyper” y su filosofía desde el inicio estuvo basada en diseños y desarrollos Open Source (que significa código abierto), motivados por su idea de que la industria nunca desarrollará una máquina auto-replicable porque no le saldría rentable.



Al cabo de tres años consiguieron desarrollar el primer modelo de impresora 3D del Proyecto RepRap, y así, en Febrero del año 2008, crearon la primera impresora 3D, el modelo conocido como Darwin, nombre inspirado del creador de La Teoría de la Evolución, **Charles Darwin**, pues tenían la idea de crear una sucesión de modelos que evolucionen más rápido que las especies de seres vivos. A su vez, esta impresora consiguió crear su primera réplica en Mayo de ese mismo año.

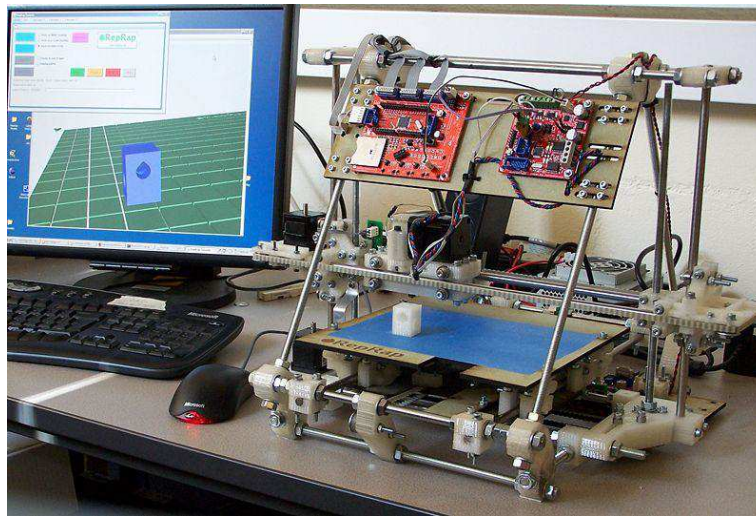
El modelo Darwin que los componentes del Proyecto RepRap terminaron en el año 2008. Es una impresora como la que se muestra en la imagen.



Modelo Darwin RepRap

El siguiente hecho importante del Proyecto RepRap se dio en Octubre del año 2009, cuando terminaron el diseño del modelo Mendel.

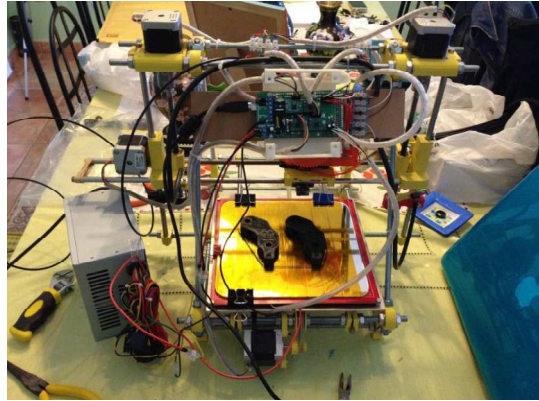
Este nuevo modelo supuso el mayor avance para RepRap, pues suponía haber conseguido una impresora 3D aún más compacta y fácil de montar y replicar que las que ya existían.



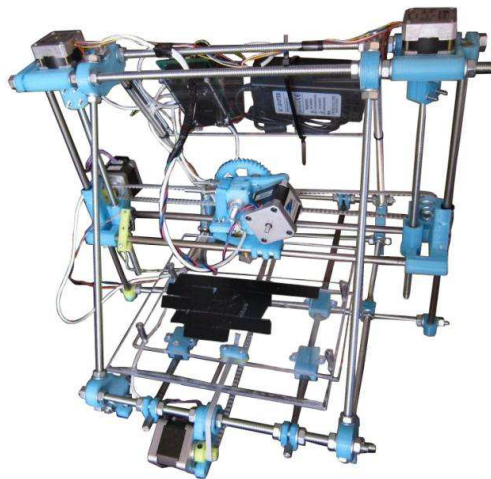
Modelo Mendel mucho más compacto, RepRap.

A lo largo de dos años el modelo Mendel fue evolucionando y obteniendo pequeñas mejoras como la incorporación de rodamientos lineales y el rediseño de algunas piezas estructurales, entre otro

A continuación podemos ver el modelo Prusa Mendel original, el de Agosto del año 2010, y la segunda versión del modelo Prusa Mendel, el de Noviembre de 2011.



Modelo Prusa Mendel 2010 RepRap



Modelo Prusa Mendel 2011 RepRap

El objetivo final del proyecto RepRap, es conseguir que haya impresoras 3D en cada casa, en cada centro educativo y que se use software libre. Y También su inclusión en las fábricas.

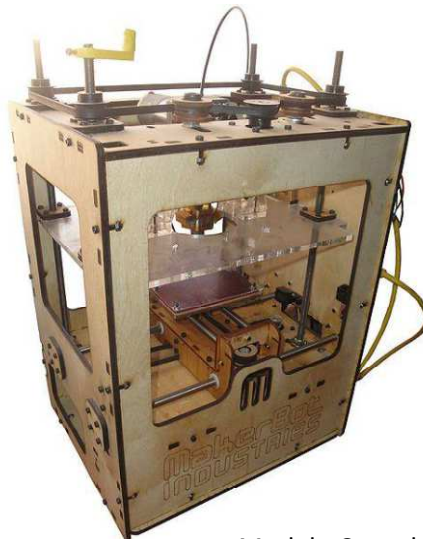
Este último hecho, que haya una impresora 3D en cada fábrica, dicen, crearía una revolución económica y social, por un lado, se reducirían el número de fábricas, la necesidad de transportar bienes y así las necesidades de dinero

y, por otro lado, aumentarían la autonomía de las industrias, los desarrollos tecnológicos, etc.

### 3.5 Empresas dentro del proyecto RepRap

#### 3.5.1 Maker Boot Industries

MakerBot Industries (fundada por Zach Smith casi a la vez que nacía el proyecto Rep Rap), donde cualquiera podría comprar el material necesario para construirse un modelo de impresora que habían desarrollado, la denominada Cupcake; que costaba en total, alrededor de 715 €. El inconveniente es que era complicado montarla, requería soldadura y todo el ensamblado, y ponerla en marcha. Además de que también fue, luego, complicado imprimir con ella ya que daba muchos fallos.



Modelo Cupcake Maker Boots

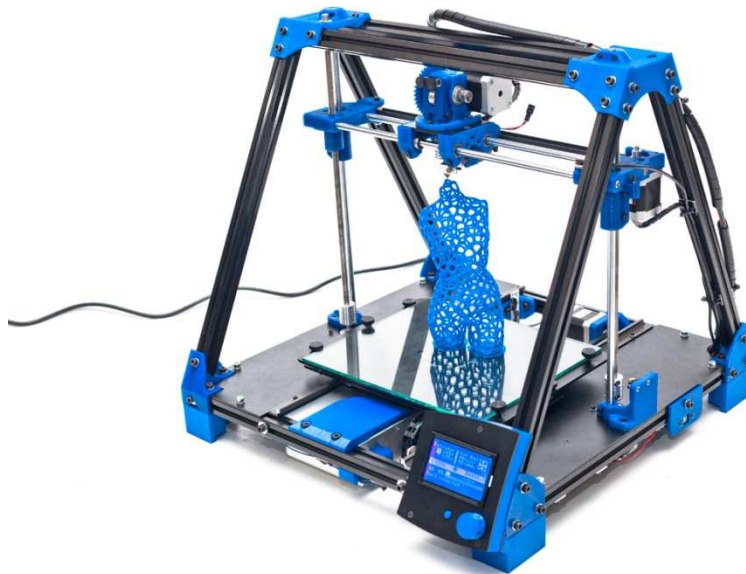
Zach Smith, creó la web Thingiverse, usada para subir sus diseños en 3D imprimibles y que los usuarios de impresoras 3D pudieran descargarlos.



Hoy en día, son muchos los usuarios que suben sus propios diseños para intercambiarlos con otros usuarios; pero además se utiliza la web para valorar los diseños de los demás, compartir información acerca del ensamblado de los diseños que se suben, etc.

### 3.5.2 BCN3D Technologies

La BCN3D nace de la experiencia de más de 300 BCN3D vendidas en el periodo de medio año. Este éxito ha hecho crecer el proyecto y ha enseñado que se necesita tener en una impresora 3D para hacerla fiable, robusta pero también fácil de montar y económicamente asequible.

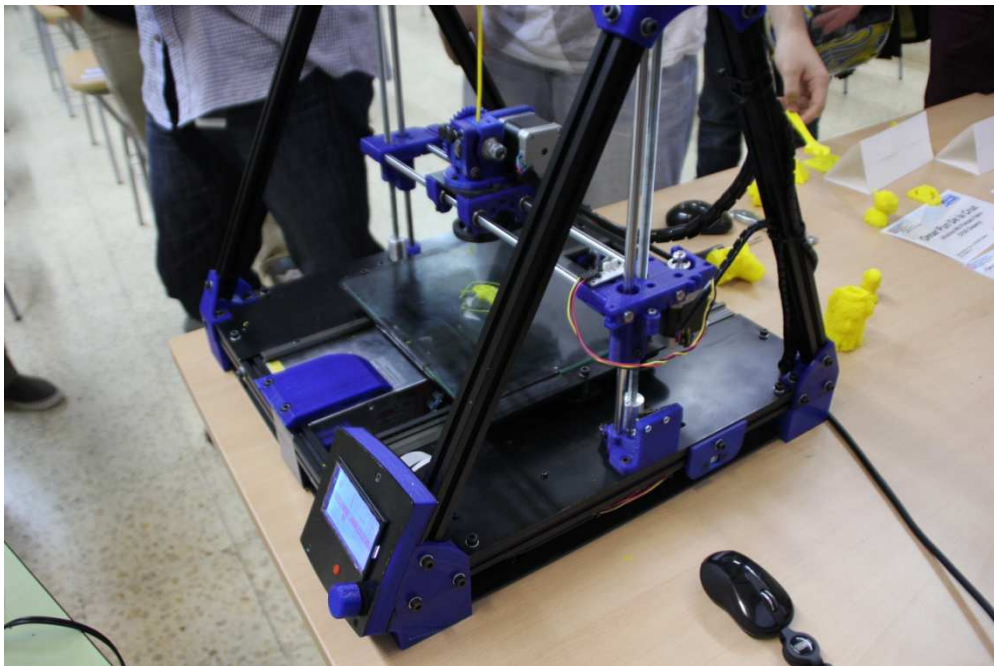


La nueva BCN3D es capaz de imprimir más rápido y de manera más fiable. Las guías lineales en el eje Y proporcionan rigidez extra a la base calefactora. Menos peso en el extrusor y un mejor sistema de tensionado de la correa permiten una velocidad más alta. Tiene un precio de 740 euros.

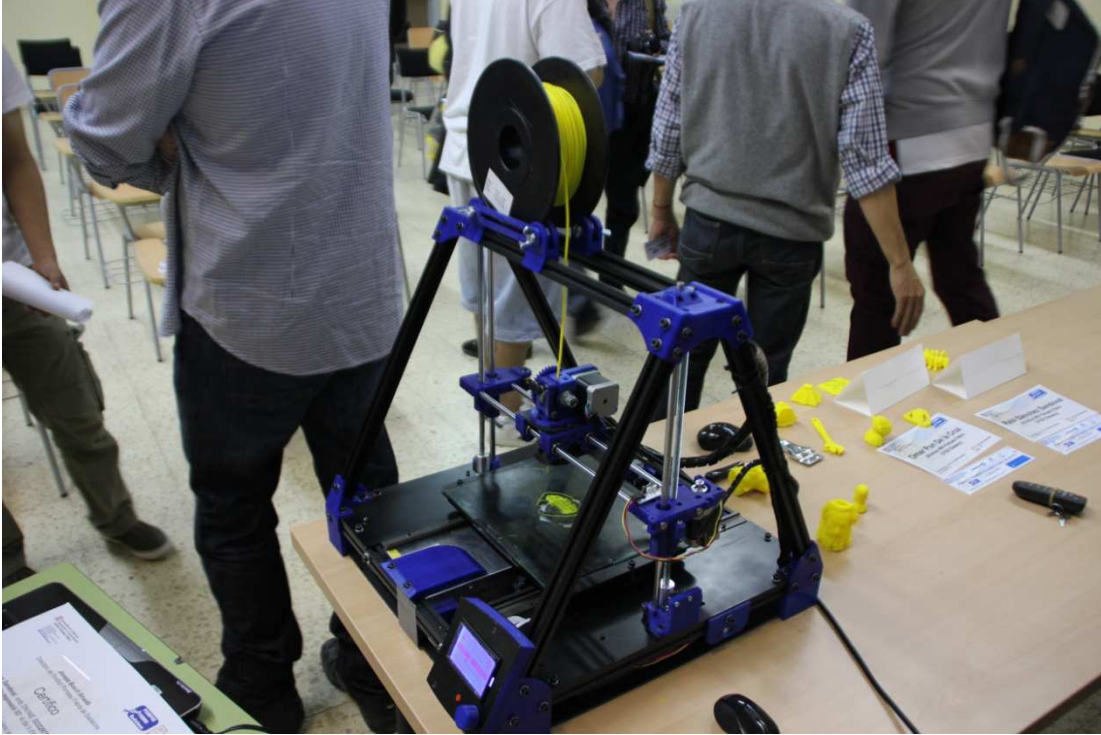


### 3.6 Conferencia Fundación Parque Tecno Campus proyecto Rep Rap

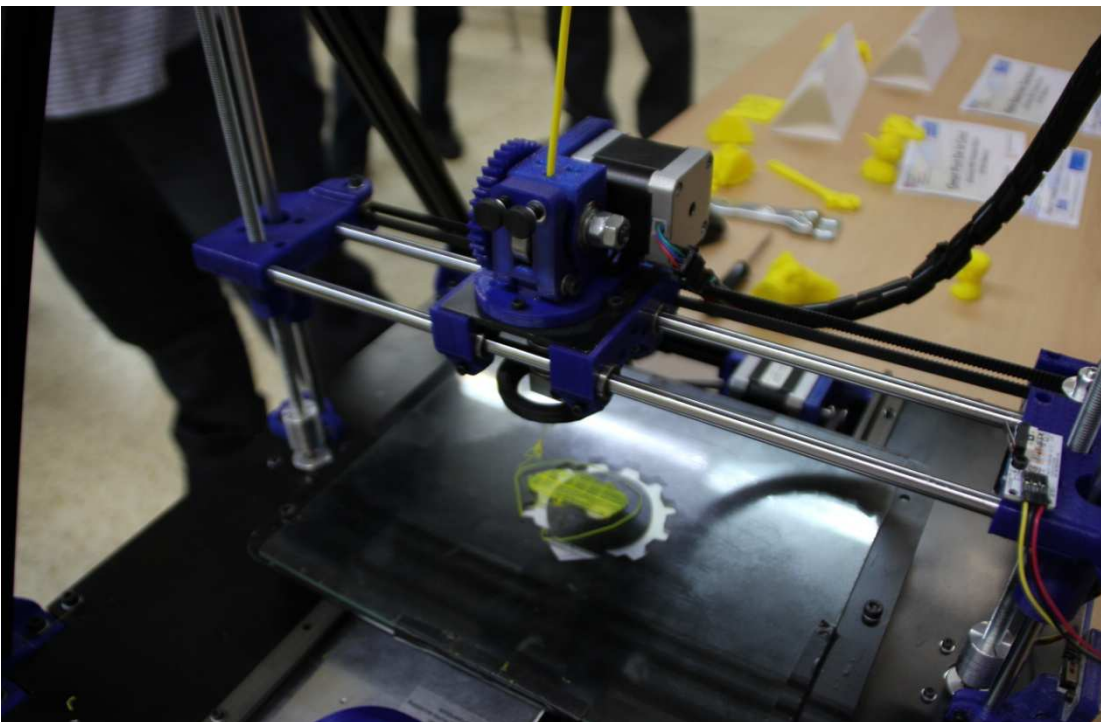
Otra referencia importantísima que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar nuestra impresora para el Ciclo Formativo de Diseño y Mecanizado fue la conferencia del uso de una impresora 3D Rep Rap en nuestro centro concretamente una BCN3D montada y funcionando con una bandeja de impresión mas grande para impresiones mayores: 240x210mm, y 200mm de altura.



Fotografía de la impresora RepRap.



Fotografía de la impresora adquirida por el centro con algunos modelos extruidos a su lado



Se reafirma que fue importantísima esta referencia en la ejecución de nuestro proyecto porque el hecho de tener a nuestra disposición una impresora 3D dentro del proyecto Rep Rap y que nos enseñaran a usarla, ver como era su funcionamiento, tocarla, manipularla, y empezar a pensar cómo podríamos nosotros como departamento tener una igual muchísimo más económica, y cómo nosotros como equipo entre diseñadores y maestros de taller de mecanizado podríamos crear a partir de ésta, una que fuese no solo igual, sino mejor, más precisa, más grande, más robusta, más rápida, más sencilla de reparar según nuestras posibilidades, menos intocable y más manipulable por alumnos.

Conferencia a la que asistimos el equipo docente y algunos alumnos.



Exposición funcionamiento impresora 3D por extrusión de plástico.

Así que empezamos un proyecto en común, con los técnicos del departamento de metal.

Mi papel en este proyecto ha sido el de estar en un grupo de estudio de mejoras en la impresora que adquirimos, la que nos enseñaron en la conferencia. Diseño y desarrollo de las piezas diseñadas, dibujo en Autocad de los planos, posterior desarrollo en un software de 3D para ver su forma final, pero este proyecto nunca se podría haber llevado a cabo sin la incuantificable experiencia en mecanizado de los maestros de taller.

Así que de la unión y cooperación entre estos profesionales nació nuestra primera impresora adaptada a nuestras necesidades, dentro del proyecto RepRap.


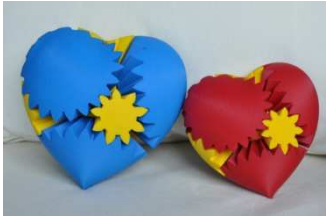
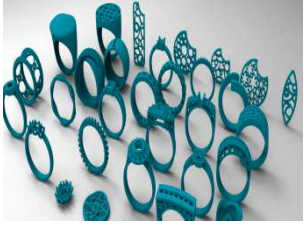





Fotografía símbolo de ingeniería concurrente y cooperación entre distintas áreas.

Usamos la **ingeniería concurrente** se para coger todos los procesos de diseño y fabricación, y administrarlos de manera paralela. Pero además, esto se logra con una plena comunicación entre todas las áreas involucradas.



### 3.7 Ventajas y desventajas de una impresora 3D

Ventajas		Desventajas
<p>Reparación de pequeñas piezas de plástico sin tener que desechar todo el producto. Como por ejemplo el eje de rotación del casco que es una pieza plana de plástico.</p>		<p>Es evidente que lo que supone una ventaja para el consumidor, supone una desventaja para la empresa. La pieza del casco que he logrado recuperar, va a darle más vida al producto.</p>
<p>Adaptación exacta al imprimir.</p>		<p>Como desventaja actual, cabría decir que las impresoras que son muy exactas al imprimir son de precio muy elevado.</p>
<p>Algunos negocios se verán favorecidos al poder crear moldes únicos, joyería.</p>		<p>Como hemos dicho algunos negocios se verán favorecidos y otros perjudicados, en el caso de la joyería se perdería el carácter artesanal de joyas únicas.</p>
<p>Adelantándose en el futuro posibilidad de utilizar otros materiales. Como comida, o aleaciones de metales, células vivas etc.</p>		<p>Una desventaja actual que seguro será subsanada con el tiempo es la rapidez, actualmente suelen tardar bastante en hacer piezas con precisión.</p>

<p>Llegar a todo el mundo. Al trabajar con termoplásticos pueden suponer una ventaja en prótesis económicas y a medida para todo el mundo.</p>		<p>No hay desventaja a esto.</p>
<p>Puede suponer una ventaja en las cadenas de montaje, al no desplazar las piezas si no fabricarlas in situ.</p>		<p>De momento la desventaja de introducirlas en las cadenas de montaje es que son lentas. Pero como se ha dicho anteriormente en algo que se va a subsanar pronto.</p>

### 3.8 Conclusión:

Para proveedores de servicios surgen incluso nuevas posibilidades de negocios. Por ejemplo la reparación: Si hoy se rompe una pieza plástica de un equipo barato como un mouse o un distribuidor de USB, normalmente se puede desechar todo el aparato.

En un futuro cercano se solicita (por ejemplo: en el foro de web correspondiente) que alguien escanee la pieza y envíe los datos para imprimir el repuesto. Muchos entusiastas tienen la esperanza realista que las impresoras 3D resultarán en una producción de menos en vez de más plástico: menos embalajes por menos envíos, menos equipos desechados, adaptación exacta al imprimir.

Muchos negocios se verán ampliamente favorecidos, como por ejemplo los joyeros, ya que al poder imprimir en cera la impresora 3D, al hacer anillos, simplemente realizan el molde en un archivo y el dispositivo tecnológico los imprime.

También, para los diseñadores industriales esto es otra gran ventaja porque al crear un objeto industrial, lo pueden ver en un prototipo de plástico.

Una clara ventaja a futuro, es que a pesar de que ahora se pueden realizar objetos con plástico, cera y goma (con las de extrusión), probablemente en un tiempo más otros materiales estarán involucrados en la extrusión y el abanico de productos que se podrán hacer cambiará bastante la forma de vivir tal como la conocemos.

Las regiones en el Tercer Mundo con recursos financieros limitados disponen así de la posibilidad de obtener de forma rápida y económica ciertas piezas necesarias, si solamente una persona en los alrededores tiene un equipo de este tipo.

Probablemente las empresas en vez de tener un sistema de automatización de procesos para llevar a cabo un producto comercial, pondrán en juego las impresoras en 3D para reducir los costos en cuanto a maquinarias, y para que los productos no tengan errores en cuanto a diseño ya que los podrán corregir con la computadora.

La gran desventaja es que los precios son muy elevados. Las impresoras 3D están por alrededor de los 6000€ las que son precisas y de gran prototipado además de usar código cerrado o que no es gratuito el software. Pero en un futuro, esto podrá cambiar ya que los costos de los artefactos de la

tecnología suelen bajar a medida que el tiempo pasa y ya se vuelven obsoletos o viejos dentro del mercado.

Otra gran desventaja es que, así como muchas compañías se van a ver beneficiadas, muchas se van a ver perjudicadas ya que sus negocios se pueden llegar a perder. Por ejemplo, las empresas que diseñan y producen juguetes, o artículos para la decoración del hogar, entre otros.

Actualmente las impresoras pueden estar horas o hasta días para imprimir un modelo en 3D (en función de la complejidad y la resolución del modelo). Además los programas 3D profesionales y el diseño del modelo 3D también tiene un alto coste.

El tamaño medio del modelo es de 200 mm x 200 mm x 200 mm.

### **3.9 Solución final adoptada**

Después de esta extensa evaluación de los antecedentes de las impresoras y de las empresas que a ello se dedican, y como se escribió en el apartado Objeto de este proyecto que la impresora a diseñar es para un centro educativo y por lo tanto tiene que ser económica, hemos decidido que nuestro proyecto también se adherirá al proyecto RepRap. Al ser un proyecto en común con código abierto, en el que se comparten ideas, componentes y formas, todo con una idea de maquinaria libre y que la tecnología esté al alcance de todos y no de grandes empresas. Que no se tenga que pagar por usar programas, que se pueda fabricar en nuestro taller de mecanizado, que sea robusta, seguramente con alguna forma compacta ya que el uso es para principiantes y alumnos que tratan con brusquedad los objetos de aprendizaje.



## 4. NORMAS Y REFERENCIAS

### 4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Como es un dispositivo relativamente nuevo no se ha encontrado normativa específica que lo regule, pero al tratarse de un aparato eléctrico y con partes calientes si hemos podido aplicar una normativa general de aparatos eléctricos.

La norma que **se debe aplicar es la UNE-EN 60335-1:2012**, la cual regula aparatos electrodomésticos y análogos.

**Seguridad. Parte 1:** Requisitos generales. De donde se extraen los requisitos de diseño en partes móviles, partes calientes, y aparatos eléctricos con estructuras metálicas su correspondiente protección de plástico aislante o toma tierra en el enchufe.

En nuestra impresora como medidas de seguridad, hemos incorporado una estructura de aluminio, con unas ventanas de metacrilato en cada pared, para que podamos visualizar el mecanizado de la pieza que estamos realizando y así, proteger y envolver nuestra máquina, también se han incorporado los agujeros son para poder refrigerar el cubículo. Y un ventilador en el extrusor, para solidificar la pieza antes pero también para extraer el calor.

Además se pondrá una señalización se superficies calientes que corresponden a la norma **UNE-81.501**.

Con estas medidas, evitamos posibles quemaduras con la placa base o la boquilla que expulsa el material y posibles enganchadas con los ejes de movimiento. También evitaremos ingerir o inhalar las partículas que suelta la boquilla al expulsar el material caliente en la placa.

En el *pliego de condiciones* se desarrolla más este apartado.

Las tareas se iban realizando de manera ordenada siguiendo la norma **UNE 157001:2002** de redacción de proyectos según su guión. Y de manera que se realizaban primero las más significativas y después las menos significativas. Dándolas por terminadas cuando estaba expresado todo lo que se quería transmitir en cada una de ellas y todo lo que la norma exigía.

En la redacción del proyecto tanto para aspectos de gestión de calidad como para la ejecución de planos la siguiente normativa.

**UNE-EN ISO 9000** – Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario (ISO 9000: 2000).

**UNE 1027** – Dibujos técnicos. Plegado de planos. **UNE 1032** – Dibujos técnicos. Principios generales de representación. **UNE 1035** – Dibujos técnicos. Cuadro de rotulación.

**UNE 1039** – Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

**UNE 1089-1** – Principios generales para la creación de símbolos gráficos. Parte 1: Símbolos gráficos colocados sobre equipos.

**UNE 1089-2** – Principios generales para la creación de símbolos gráficos. Parte 2: Símbolos gráficos para utilizar en la documentación técnica de productos.

**UNE 1135** – Dibujos técnicos. Lista de elementos.

**UNE 1166-1** – Documentación técnica de productos. Vocabulario. Parte 1: Términos relativos a los dibujos técnicos: generalidades y tipos de dibujo.

**UNE-EN ISO 3098-0** – Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).

**UNE-EN ISO 3098-2** – Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 2: Alfabeto latino, números y signos. (ISO 3098-2:2000).

**UNE-EN ISO 3098-3** – Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 3: Alfabeto griego. (ISO 3098-3:2000).

**UNE-EN ISO 3098-4** – Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 4: Signos diacríticos y particulares del alfabeto latino. (ISO 3098-4:2000).

**UNE-EN ISO 3098-5** – Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 5: Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos. (ISO 3098-5:1997).

**UNE-EN ISO 3098-6** – Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 6: Alfabeto cirílico. (ISO 3098-6:2000).

**UNE-EN ISO 5455** – Dibujos técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).

**UNE-EN ISO 5456-1** – Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 1: Sinopsis. (ISO 5456-1:1996).

**UNE-EN ISO 5456-2** – Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas. (ISO 5456-2:1996).

**UNE-EN ISO 5456-3** – Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas. (ISO 5456-3:1996).

**UNE-EN ISO 5457** – Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).

**UNE-EN ISO 6433** – Dibujos técnicos. Referencia de los elementos. (ISO 6433:1981).

**UNE-EN ISO 10209-2** – Documentación técnica de producto. Vocabulario. Parte 2: Términos relacionados con los métodos de proyección. (ISO 10209-2:1993).

**UNE-EN ISO 11442-1** – Documentación técnica de productos. Gestión de la información técnica asistida por ordenador. Parte 1: Requisitos de seguridad. (ISO 11442-1:1993).

**UNE-EN ISO 11442-2** – Documentación técnica de productos. Gestión de la información técnica asistida por ordenador. Parte 2: Documentación original. (ISO 11442-2:1993).

**UNE-EN ISO 11442-3** – Documentación técnica de productos. Gestión de la información técnica asistida por ordenador. Parte 3: Fases del proceso de diseño de productos. (ISO 11442-3:1993).

## 4.2 Bibliografía

### 4.2.1 Páginas Web

- <http://www.zcorp.com/es/home.aspx> fecha consulta: 23 Enero 2015
- <http://www.zcorp.com/es/Company/Overview/spage.aspx> fecha consulta: 15 Febrero 2015
- <http://www.stratasys.com/> fecha consulta: 15 Febrero 2015
- <http://www.3dsystems.com/> fecha consulta: 15 Febrero 2015
- <http://www.impresora3d.com/> fecha consulta: 15 Febrero 2015
- <http://www.dimensionprinting.com.ar/> fecha consulta: 25 Febrero 2015
- <http://www.impresora3d.com/impresoras3d/bits-from-bytes/> fecha consulta: 25 Febrero 2015
- <https://www.ultimaker.com/> fecha consulta: 25 Febrero 2015
- <http://www.arduino.cc/> fecha consulta: 25 Febrero 2015
- <http://www.hepcomotion.com/es/lopro-sistema-de-guias-con-base-de-aluminio-pg-14-get-402> fecha consulta: 27 Marzo 2015
- <http://makershopbcn.com/producto/perfil-aluminio-20x20-tipo-ran-5> fecha consulta: 27 Marzo 2015
- <http://historia-y-evolucion-de-la-impresora.blogspot.com.es/> fecha consulta: Febrero 2015
- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp\\_188.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_188.pdf) fecha consulta: 10 Noviembre 2015
- <https://www.bcn3dtechnologies.com/es/tags/bcn3d-0> fecha consulta: 10 Noviembre 2015

#### **4.2.2 Libros**

Prácticas y procesos de taller de mecanizado. Fabricación por arranque de viruta. Ed. Marcombo.

Prácticas y procesos de taller de mecanizado. Fabricación sin arranque de viruta. Ed. Marcombo.

Control numérico y programación II. Ed. Marcombo.

Ejercicios y problemas de mecanizado. Ed. Pearson.

#### **4.2.3 Revistas**

Muy Interesante Título: La llegada de los hombres robot. Artículo sobre impresión 3D pag. 24

Muy Interesante Título: La visión del futuro. Artículo de opinión pag. 36

Mente y cerebro. Revisión de prótesis. Pag. 43

¿Cómo funciona? Num. 315. Artículo 31.

Tech Style. Artículo sobre I.A. pag. 21

#### **4.2.4 Otros**

Apuntes de la carrera Ingeniería Técnica en diseño Industrial.

Apuntes del Grado en Ingeniería Técnica en diseño industrial y desarrollo de producto.

## 4.3 Programas de cálculo

Para el desarrollo de la impresora se han utilizado tanto programas como herramientas.

### 4.3.1 Programas informáticos

El software utilizado ha sido el 3D studio max, para hacer un modelo en tres dimensiones que nos diera una idea de la impresora final.

El programa Autocad que ha hecho posible la edición de los planos.

### 4.3.2 Utensilios del taller

En cuanto a las herramientas de verificación, se han utilizado todas las pertinentes y a nuestro alcance en el taller, como micrómetros, pie de rey, galgas reloj comparador etc. *(ver detallado en pliego de condiciones)*

### 4.3.3 Otras herramientas

Y otros utensilios más sencillos como reglas, escuadras, cartabones. También se han realizado hojas de procesos (hojas donde se detallan las operaciones en su orden de correcta consecución) de las piezas, para su posterior mecanizado. Se ha dispuesto de una calculadora científica.

PROYECTO:		CONDICIÓN MECANIZADO		MATERIAL:	
OP N°	DESCRIPCIÓN:	CROQUIS LOCALIZACIÓN	MAGNIA EQUIPO	TIEMPO TECNOLÓGICO	TIEMPO OPERACIÓN
			V.G.L. REV. SV. D:		
			V.G.L. REV. SV. D:		
			V.G.L. REV. SV. D:		
			V.G.L. REV. SV. D:		
			V.G.L. REV. SV. D:		
			V.G.L. REV. SV. D:		
			V.G.L. REV. SV. D:		
			V.G.L. REV. SV. D:		

Subtotal o tiempo total del proceso: \_\_\_\_\_

FE102 - Proceso Tentativo, Marzo de 1987, Imprenta A.P.C. Revisión: 24/04/2002

Ejemplo de hoja de procesos

## 4.4 Plan gestión de la calidad durante la redacción del proyecto

Se estableció una estrategia de control para el versionado, copias de seguridad y compartición de toda la documentación relacionada con el proyecto. Para ello se activo un modo en Word de copia automática de seguridad de cada documento que se realizaba. Además de un guardado automático cada 15 min de escritura.

Mientras se Documentaba el proyecto, se actualizaba la bibliografía al mismo tiempo que se ejecutaba el PFG.

El código fuente utilizado es el siguiente:

	Fuente	Matiz
Títulos	Arial 16	Negrita Mayúsculas
subtítulos	Arial 14	Negrita
subapartados	Arial 12	Negrita
Cuerpo del texto	Arial 12	Normal
Letra aclarativa entre paréntesis que cite otros apartados del proyeco	Arial 12	Cursiva

El aspecto estructural del proyecto es el siguiente:

formato	Din A4
Espaciado derecho	3 cm
Espaciado izquierdo	3 cm
Espaciado superior	2,5 cm
Espaciado inferior	2,5 cm

## 5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

### 5.1 Definiciones

**Impresora 3D:** Una impresora 3D es una máquina capaz de realizar impresiones de diseño en tres dimensiones a partir de un modelo informático. Surgen con la idea de convertir archivos de dos dimensiones en prototipos reales o 3D. Comúnmente se ha utilizado en la matricería o la prefabricación de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial. En la actualidad se está extendiendo su uso en la fabricación de prótesis médicas, ya que la impresión 3D permite adaptar cada pieza fabricada a las características exactas de cada paciente.

**Rep Rap Project:** El Proyecto Reprap es una iniciativa con el ánimo de crear auto replicables que usan código abierto y software libre que pueden ser usadas para prototipado rápido y manufactura o lo que se precise. (*Consúltese anexo 4 para más información*)

**Máquina de prototipado rápido:** es una Impresora 3D que es capaz de fabricar objetos en tres dimensiones a base de un modelo hecho en ordenador.

**Auto replicación:** es la habilidad de producir los componentes necesarios para construir otra versión de sí misma, siendo una de las metas del proyecto Rep Rap.

**MakerBot Industries:** es una empresa con sede en la ciudad de Nueva York, fundada en enero de 2009 por Bre Pettis, Adam Mayer y Zach "Hoeken" Smith producir impresoras 3D. MakerBot se basa en los avances del proyecto RepRap para generar sus impresoras que luego vende, inclusive sus componentes. (*Consúltese anexo 4 para más información*)



MakerBot



**Zcorp:** es una empresa que ha completado la adquisición de Z Corporation en 03 de enero 2012 con lo que el pueblo, los productos y soluciones y socios van bajo una sola marca, como una sola empresa - 3D Systems. (*Consúltese anexo 4 para más información*)

**3D Systems:** es un proveedor mundial líder de contenido en 3D a soluciones de impresión, incluyendo impresoras 3D personales, profesionales y de producción, materiales de impresión integrados y en la demanda de servicios de piezas a medida para profesionales y consumidores por igual. (*Consúltese anexo 4 para más información*)

**EOS** es la empresa líder en el área de SLS (sinterización selectiva del laser)

Su oferta abarca:

- Una línea de productos SLS (sinterización selectiva del laser)
- Una línea de productos SLM (fundición selectiva por laser)
- SLS y los materiales correspondientes de fabricantes alemanes.

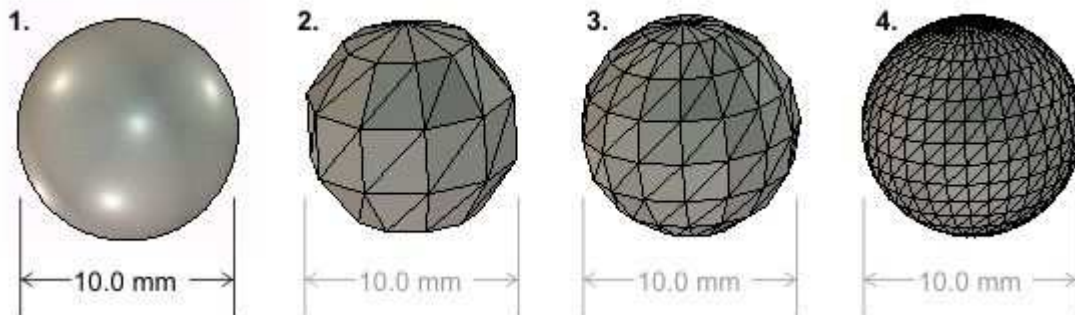
**Dimension:** empresa dedicada a impresora 3D. Los modelos funcionales 3D, creados en una impresora 3D Dimension, permiten al diseñador y a todo el equipo de diseño tomar decisiones mejor informados; diseños de producto mejorados y reducir los costos de producción. Históricamente, las empresas que han confiado sus piezas/modelos a otras tecnologías de Prototipos Rápidos.

**Bits From Bytes:** empresa que comercializa, similarmente a la empresa estadounidense MakerBot, pero con una versión comercial de Hardware libre. (*Consúltese anexo 4 para más información*)

**RepRap Darwin:** impresora 3D que fue desarrollada en el Proyecto RepRap. Como todas las impresoras 3D de la línea de RepRap, también este modelo aplica plástico derretido a una base móvil con un extrusor móvil. De esta manera se elabora capa por capa un objeto tridimensional. Las series del proyecto RepRap son muy predominantes en el sector de educación y tecnología.

**STereo Lithography:** STL. un formato de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define geometría de objetos 3D, excluyendo información como color, texturas o propiedades físicas que sí incluyen otros formatos CAD.

Y dejan los modelos así:



Fue creado por la empresa 3D Systems, concebido para su uso en la industria del prototipado rápido y sistemas de fabricación asistida por ordenador. En especial desde los años 2011-2012 con la aparición en el mercado de impresoras 3D de extrusión de plástico termo fusible (personales y asequibles), el formato STL está siendo utilizado ampliamente por el software de control de estas máquinas.

**Arduino:** es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software libre y fácil de usar. Está dirigido a cualquier persona que hace proyectos interactivos educativos. Microprocesador y software, cerebro de la máquina.

**Reprap Arduino Mega Pololu Shield: RAMPS.** En definitiva, la RAMPS es una placa, que se ensambla directamente con el Arduino y traduce las órdenes digitales a órdenes de potencia para los actuadores, o sea a las partes móviles de la máquina.

**Pololu:** Es el controlador de motor paso a paso, le permite controlar un motor bipolar de hasta 2A de corriente de salida por bobina. Es decir, es el que ordena al motor girar en un sentido u otro y regularle la potencia para evitar recalentamientos.

**Motor Nema 17:** El Nema 17 Stepper es un motor paso a paso potente con un esfuerzo de torsión superior a los motores paso a paso híbridos estándar, a causa de la utilización de potentes imanes especiales, en lugar de los imanes permanentes tradicionales.

**Adaptador Flexible Coupling:** Sirven para poder unir sin soldadura ni ningún otro tipo de fijador dos ejes de diferente o igual diámetro y mantenerlos su concéntricos perfectamente.

**Extrusor:** la zona por donde pasa el material para ser fundido y depositado en la mesa caliente. El material es empujado por un tornillo grafilado que se mueve gracias a un motor. Este material antes de ser depositado pasa a través de una boquilla de diámetro 0.3,0.4 a unos 170°C para que el hilo depositado sea más fino y controlable.

**Cama Caliente (HeatBed):** Es la placa donde se deposita el material fundido para crear las piezas. Esta consiste en un circuito impreso que actúa como resistencia llegando a un máximo de 140°C.

**Pantalla LCD:** Con la pantalla podemos manejar la impresora sin necesidad de disponer de un PC. Desde el menú podemos imprimir piezas, variar velocidad, temperaturas etc.

**Termistores:** dispositivos electrónicos que en realidad son resistencias variables, estas varían con la temperatura.

**Varilla calibrada plateada:** Es una varilla de diámetro 8 que usamos para mantener el eje Z y X totalmente rectos y evitar así que se entre giren las piezas.

**Cinta Poliamida Kapton:** Cinta aislante adhesiva de poliamida, ideal para aislar eléctricamente, soporta altas temperaturas, puede utilizarse tanto para aislar camas calientes como para imprimir plástico sobre ella.

**Acrilonitrilo butadieno estireno:** o ABS es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico.

Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polietileno, polipropileno).

**Ácido poli-láctico:** PLA. El es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos renovables al 100%, como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón. Este ácido tiene muchas características equivalentes e incluso mejores que muchos plásticos derivados del petróleo, lo que hace que sea eficaz para una gran variedad de usos. Y más en el nuestro que queremos que el plástico que extruyamos sea biodegradable.

## 5.2 Abreviaturas y siglas

**Pag.** : página.

**Ed.** : Editorial.

**C.** : Cantidad.

**H.F.:** Horas de Fabricación.

**P/U:** precio por unidad.

**P.T.** : Precio total.

**I.A.:** Inteligencia Artificial.

**Núm:** número.

**STL:** STereo Lithography

**RAMPS** :Reprap Arduino Mega Pololu Shield.

**ABS:** Acrilonitrilo Butadieno Estireno

**PLA:** El ácido poli-láctico

## 6. OBJETIVOS Y/O REQUISITOS DE DISEÑO

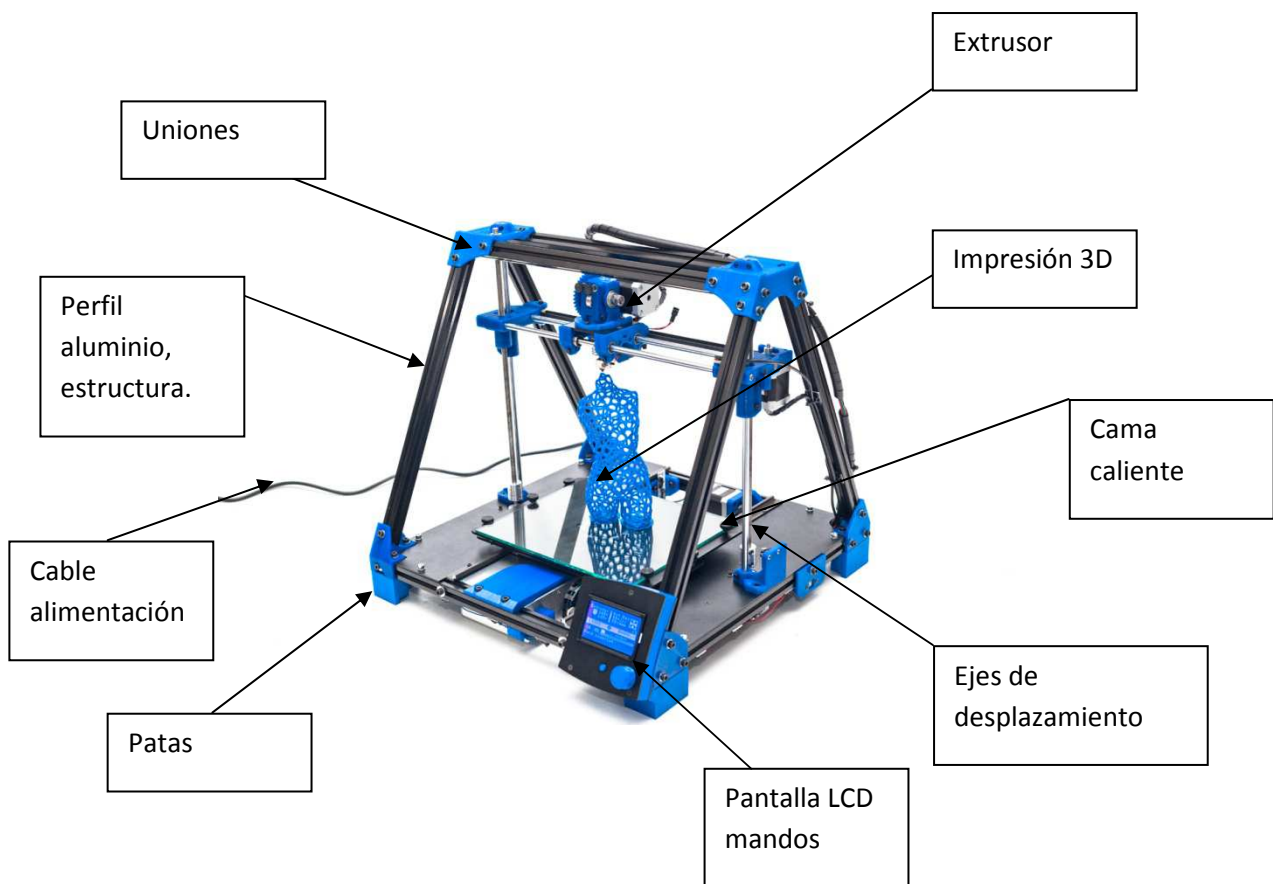
En este apartado cabe destacar la ubicación del proyecto, como se describió en el apartado Objeto de este proyecto los objetivos y requisitos de diseño de la impresora deben satisfacer nuestras necesidades y la de nuestro alumnado, ya que esta impresora no se va a enmarcar en un ámbito comercial, con competidores ni se va a hacer una fabricación en serie.

Se va a construir un objeto único para unas necesidades específicas y propias. Y los objetivos se van a recoger en el entorno socioeconómico y cultural en el que nos encontramos hoy día, Noviembre 2015, en el IES Pompeu Fabra de Badalona, y bajo el presupuesto que tiene el Departamento de Fabricación Mecánica del Ciclo Superior de Diseño y Mecanizado.

Por eso, ya que contamos con poco presupuesto (no podemos volver a gastar 6000€ en una impresora 3D) y con un taller de mecanizado a nuestra disposición, esto va a marcar las pautas a seguir en el diseño y construcción de nuestra impresora.

Y también el estudio de la HP Desingjet 3D adquirida. Pero partiendo sobretodo del análisis la impresora BCN3D del proyecto Rep Rap que nos mostraron y nos dejaron en la conferencia de Tecnocampus.

### BCN3D proyecto RepRap



Para tratar de ordenar y dar importancia a los objetivos y requisitos de la impresora se ha realizado un estudio QFD (*consultar anexo1*)

Gracias a este estudio se han ido cuantificando los objetivos y enmarcando las restricciones de diseño de nuestra impresora, siendo los resultados los siguientes:

**Restricción.**

1. Que la máquina sea capaz de realizar modelos 3D a partir de diseños por ordenador lo más fiables y con calidad elevada.
  - 1.1 Que la máquina sea capaz de realizar modelos 3D a partir de diseños por ordenador con una resolución de como mínimo 100 micras.

**Restricción.**

2. Que sea una máquina económica. Que entre dentro de los 2000€ de dotación del departamento para este menester.
  - 2.1 Que cueste menos de 2000 euros.

**Restricción.**

3. Que imprima objetos de grandes dimensiones. Para diferenciarnos de las impresoras normales que imprimen 200x200x200 mm.
  - 3.1 Que imprima objetos de más de 200x200x200 mm.

**Objetivo cuantificable.**

4. Que sea rápida imprimiendo y silenciosa.
  - 4.1 Este objetivo es cuantificable en la medida en que el tiempo depende de la resolución del prototipo, a mayor resolución mayor tiempo y a menor resolución menor tiempo. Se puede cuantificar del 1 al 10, siendo el 1 lenta y ruidosa y el 10 rápida y silenciosa.

**Objetivo cuantificable.**

## 5. Que sea fácil de montar.

5.1 Este objetivo está pensado para alumnos de Ciclo Superior de Diseño y mecanizado, se podría evaluar pasándoles un cuestionario para que lo evaluaran del 1 al 10 siendo el 1 facilidad total y el 10 Imposible de montar para ellos.

**Restricción.**

## 6. Que sea robusta y estable.

6.1 Se puede estudiar qué formas son las más robustas y resistentes, y luego observar con el tiempo qué componentes son más frágiles o estudios a largo plazo como por ejemplo: "Que sea capaz de aguantar 5 años académicos o más sin romperse."

6.2 La estabilidad se puede garantizar con los puntos de apoyo las superficies planas y la medición de la vibración.

**Restricción.**

## 7. Que utilice software libre.

Se trata de adherirse al proyecto RepRap.

**Objetivo cuantificable y restricción de normativa.**

## 8. Que sea segura.

8.1 Debe cumplir la normativa en cuanto a pequeños electrodomésticos. Sería una restricción y la señalización de superficies calientes.

8.2 Poner dispositivos que garanticen la seguridad de su uso. Sería cuantificable, en cuanto a que cuantos más dispositivos tenga más segura será, pero esto interactúa de manera negativa con la Restricción 2, que sea económica, así que habrá que estudiar cuantos dispositivos más además de los restrictivos podemos poner.



**Objetivo cuantificable**

9. Que sea estéticamente agradable a la vista.

Este objetivo se podría realizar una pequeña encuesta para ver si resulta visualmente atractivo el diseño exterior de la impresora. Por ejemplo de 1 al 10 si resulta agradable a la vista.

**Restricción.**

10. Que se vea el prototipado mientras la máquina trabaja.

Debe ser restricción debido al uso didáctico de la máquina.

**Objetivo cuantificable.**

11. Que sea fácil de reparar.

Este objetivo está pensado para alumnos de Ciclo Superior de Diseño y mecanizado, se podría evaluar pasándoles un cuestionario para que lo evaluaran del 1 al 10 siendo el 1 facilidad total y el 10 Imposible de reparar para ellos.

**Objetivo cuantificable.**

12. Que las partes sean fácilmente accesibles.

Está estrechamente relacionado con el objetivo anterior, para reparar la máquina y para manipular el conjunto en sí. Por lo tanto igual que en el 11, se podría evaluar pasándoles un cuestionario para que lo evaluaran del 1 al 10 siendo el 1 facilidad total y el 10 Imposible de reparar para ellos.

**Restricción.**

13. Que las partes se puedan mecanizar.

Dado que se va a fabricar en el taller de mecanizado de un centro escolar. Esta restricción tiene una fuerte relación con la 6, y nos restringe a muy pocos materiales.

**Objetivo cuantificable.**

14. Que respete el medio ambiente.

Aquí podemos especificar que el plástico que usaremos para la extrusión es biodegradable. Hay varios tipos de termoplásticos que se pueden utilizar. Sabiendo si es, o no biodegradable.


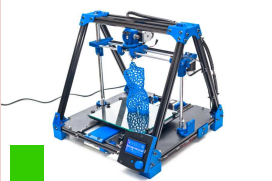

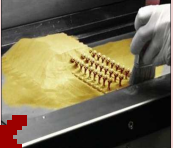



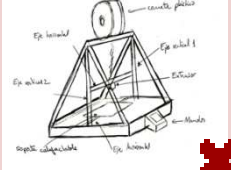
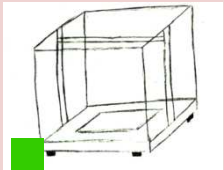






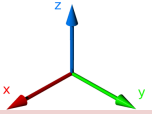
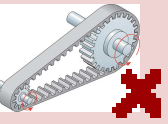
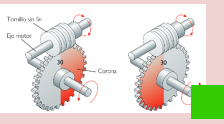

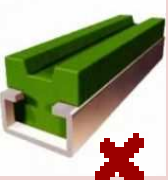
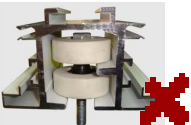

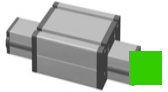





## 7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

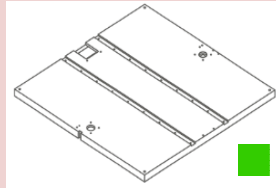
Partiendo de los antecedentes de proyectos de impresoras 3D anteriormente descritos en tal apartado *Antecedentes*, del análisis de la impresora que adquirimos y con los objetivos y/o requisitos de diseño del apartado anterior nos disponemos a indicar las distintas alternativas para cumplir nuestros objetivos, las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, la elección de la correcta en nuestro caso y la justificación fehaciente de nuestra elección.

### 7.1 Desglose en partes

Para ello vamos a desglosar la impresora en partes que se puedan analizar:

1. Tipo impresora.
2. Material de construcción general.
3. Estructura general.
4. Dimensiones generales.
5. Piezas de unión.
6. Movimiento de la impresora para la impresión.
7. Sistema de transmisión del movimiento.
8. Sistema de refrigeración.
9. Elementos de seguridad.
10. Diseño.
11. Software.
12. Hardware.

1.Tipo de impresora	Inyección fotopolímero	Extrusión RepRap	Polvo y tinta	Polvo láser
				
2.Material	Al 	Cu 	Al 6061 	
3.Estructura				
4.Dimensiones	200x200x200 	500x500x500 		
5.Piezas unión	plástico 	Aluminio 	Acero inox. 	Madera 
6.Movimiento				
7.Sistema transmisión movimiento				
				
8.Refrigeración	Ventilador 	Orificios 		
9. Seguridad		Cristal 	Metacrilato 	

**10.Diseño****Estabilidad.****11.Software**

Libre

Open Source

Licencias

educativas

Software de

pago

**12.Hardware**

Arduino



Otro hardware

**1. Tipo de Impresora.**

Como se detalló en el apartado Antecedentes, existen diversos tipos de impresora que podríamos desarrollar.

Las de compactación de polvo por tinta.

Las de compactación de polvo por láser.

Las de inyección de polímeros.

Las de extrusión de filamento de termoplástico.

En nuestro caso y como también se cita en el apartado 3.8 de Antecedentes hemos optado por el último modelo. La comparativa de ventajas y desventajas de cada una de las otras se puede leer en los apartados 3.3.2 y 3.3.5 de Antecedentes.

Pero lo más importante y que cabe destacar es que las de extrusión de filamento plástico pueden adherirse al proyecto RepRap y con ello satisfacemos la restricción 7 del apartado Objetivos y/o requisitos de diseño.

Por lo tanto tipo de impresora: **De extrusión de filamento de plástico.**

**Objetivo y/o requisitos con los que tiene relación:1,3,5,7,10.**

## 1. Material de construcción en general.

Para satisfacer la restricción núm. 13, que las partes se puedan mecanizar. Para ello contamos con las fresadoras, tornos, taladros y CNC del centro, estas máquinas no cuentan con la suficiente potencia, o mejor dicho, no están indicadas para trabajar con materiales muy duros como el acero por ejemplo.

El maestro de taller nos aconsejó que para que el proyecto se pudiera desarrollar con normalidad, sin romper máquinas ni herramientas, debíamos usar metales fáciles de mecanizar y a la vez resistentes.

Materiales como el Aluminio o el cobre.

### **Propiedades del cobre**

El cobre tiene una buena maquinabilidad, es decir, es fácil de mecanizar y además posee muy buena ductilidad y maleabilidad, lo que permite producir láminas e hilos muy delgados y finos. Es un metal blando, con un índice de dureza 3 en la escala de Mohs (50 en la escala de Vickers) y su resistencia a la tracción es de 210 MPa, con un límite elástico de 33,3 MPa.

Admite procesos de fabricación de deformación como laminación o forja, y procesos de soldadura.

Su precio de mercado es de 7,3 euros/kilogramo.



### Propiedades del Aluminio

Es un material blando (escala de Mohs: 2-3-4) y maleable. En estado puro tiene un límite de resistencia en tracción de 160-200 N/mm<sup>2</sup> (160-200 MPa). Todo ello le hace adecuado para la fabricación de cables eléctricos y láminas delgadas. Para mejorar estas propiedades se alea con otros metales, lo que permite realizar sobre él operaciones de fundición y forja, así como la extrusión del material. También de esta forma se utiliza como soldadura.

Su precio de mercado es de 1,3 euros/kilogramo.



En cuanto a propiedades mecánicas podrían servir los dos, pero el aluminio resultaba muchísimo más económico y como la restricción 2, es que no pase de 2000 euros elegimos el Aluminio como material.

Concretamente el **Aluminio 6061** ya que éste es un poco más resistente que el no aleado.

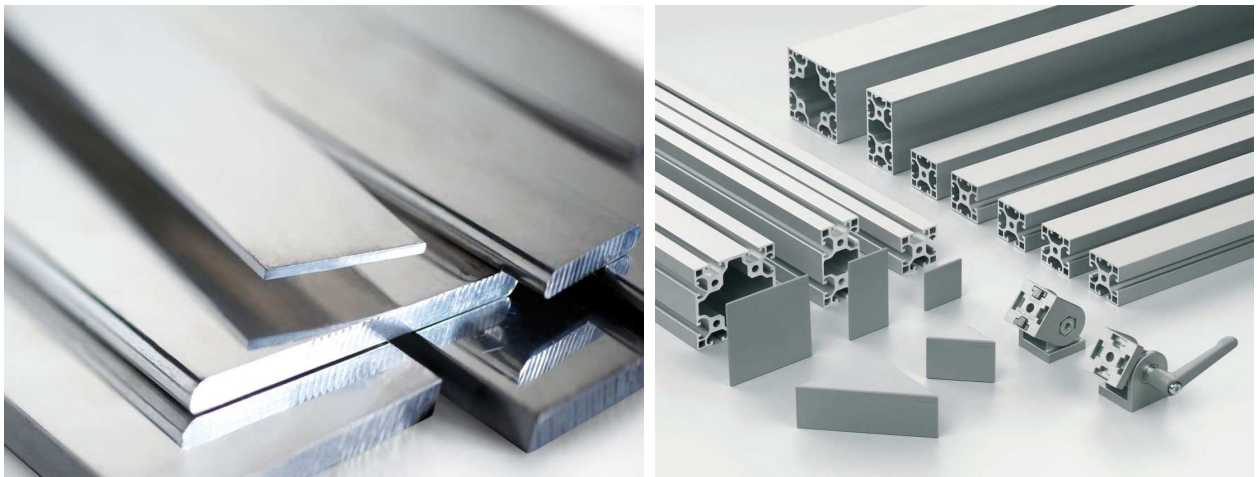
El aluminio 6061 es una aleación de aluminio endurecido que contiene como principales elementos aluminio, magnesio y silicio. Originalmente denominado "aleación 61S" fue desarrollada en 1935. Tiene buenas propiedades mecánicas y para su uso en soldaduras. Es una de las aleaciones más comunes de aluminio para uso general, especialmente estructuras de alta resistencia que requieran un buen comportamiento frente a la corrosión, camiones, barcos, vehículos ferroviarios, mobiliario y tuberías.

Se emplea comúnmente en formas pre templadas como el 6061-O y las templadas como el 6061-T6 y 6061-T651.

Tiene una densidad de 2,70 g/cm<sup>3</sup>.

**Objetivo y/o requisitos con los que tiene relación: 2, 6, 11 y 13.**

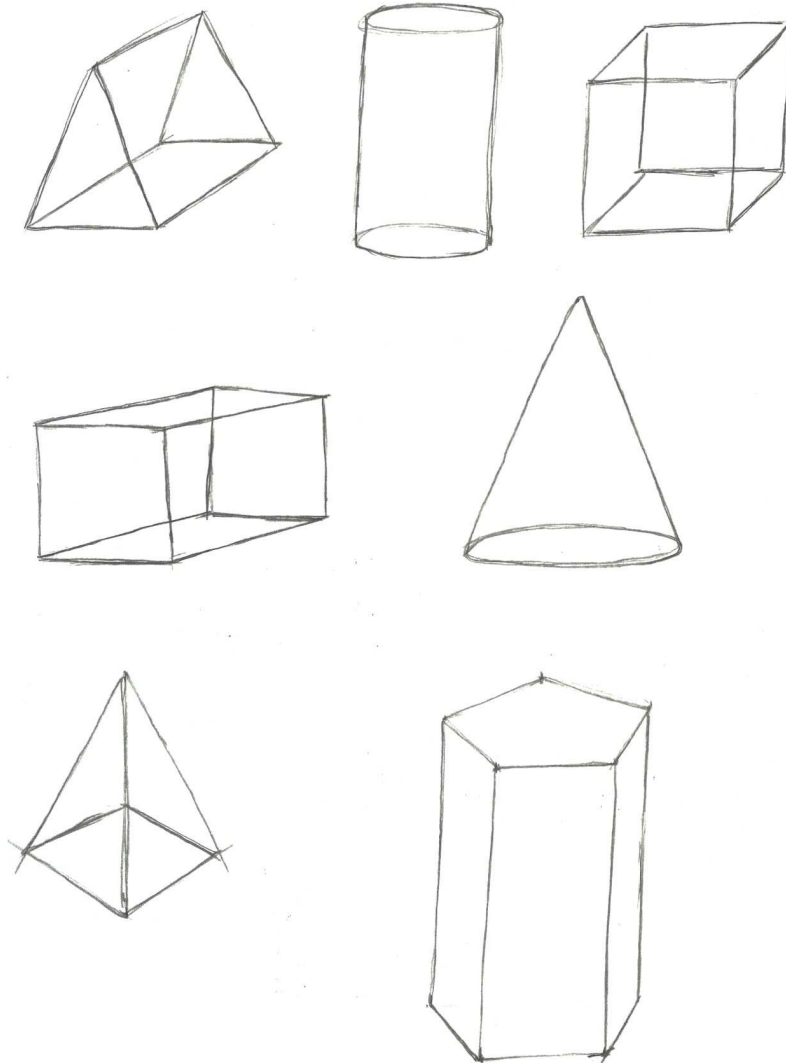
## Aluminio 6061



### 2. Estructura general.

Compactamos lo máximo posible la máquina, para que tenga un acabado limpio y libre de cables a la vista (solo los necesarios para funcionar)

Estuvimos estudiando varias formas geométricas puras que pudieran encajar con nuestras proyecciones.



Poliedros puros simples

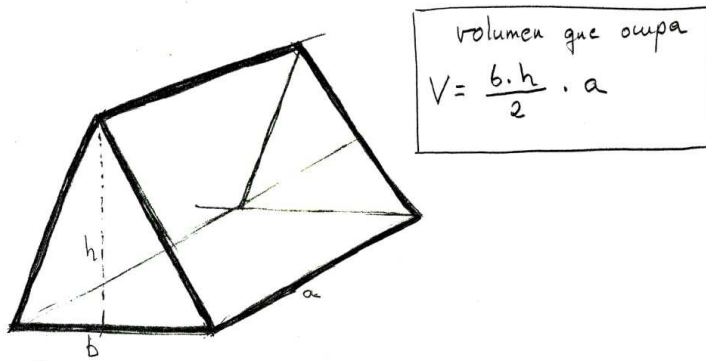
De estos poliedros descartamos los que tuvieran más altura que anchura, ya que la restricción 6 dice que ha de ser estable y estas formas tienden a caer fácilmente.

Así que nos quedamos con el cubo, la pirámide de base triangular, la de base rectangular y el poliedro rectangular.

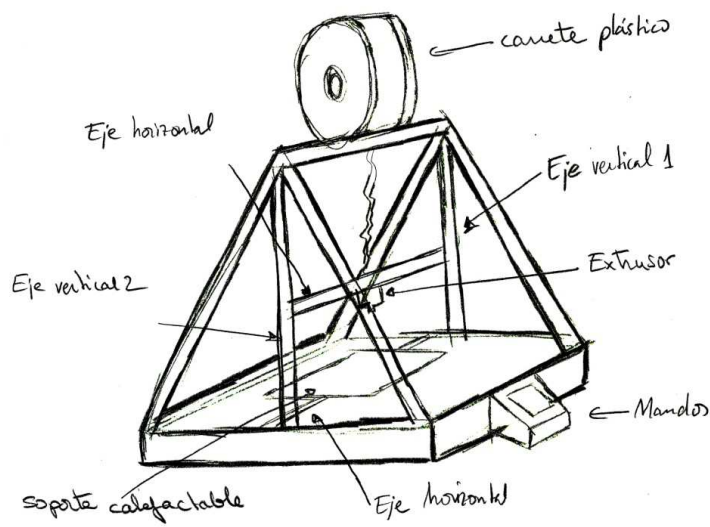
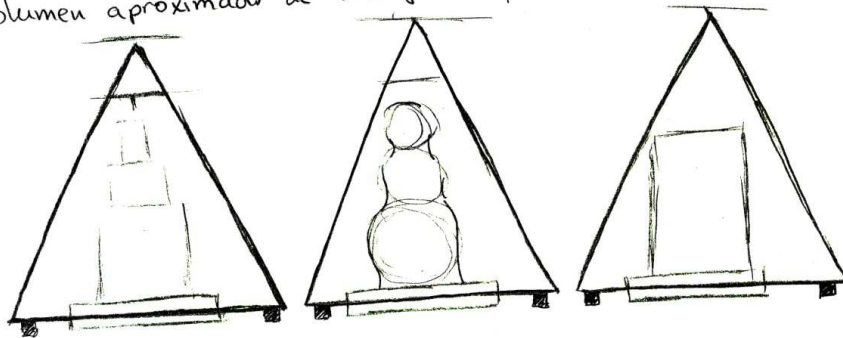
Descartamos la piramidal con base triangular por ser menos estable que la de base rectangular y el poliedro rectangular por ser demasiado ancho, no quedaba muy compacto. Finalmente analizamos más a fondo dos formas.



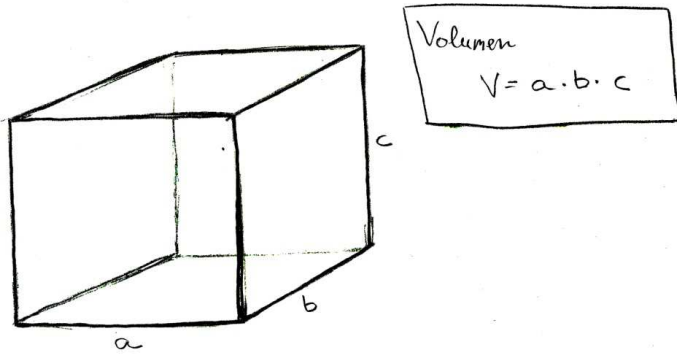
Forma 1



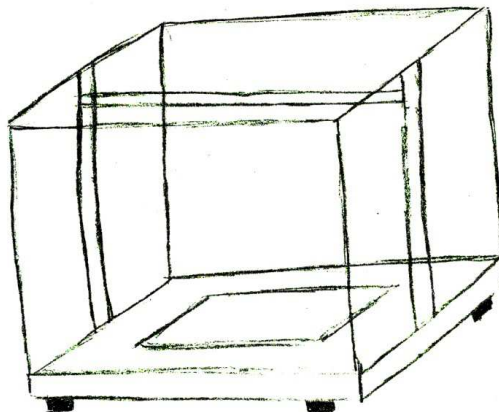
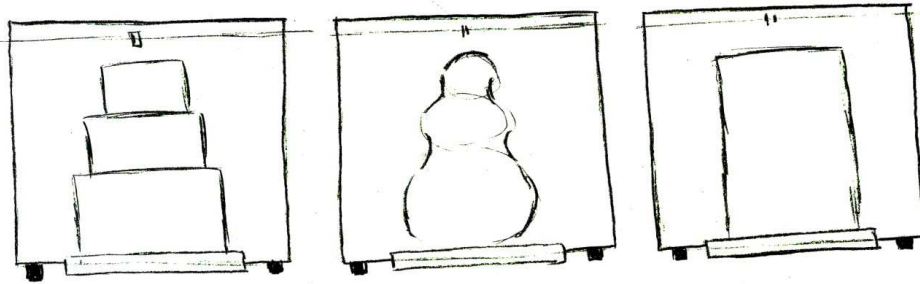
Volumen aproximado de trabajo en prototipado



Forma 2



Volumen aproximado de trabajo en prototipado:



Las ventajas de la Forma 1 es que necesita menos material para montarla, es más sencilla ya que la barra superior hace a la vez de estructura y a la vez de eje.

Pero la desventaja es que a la hora de hacerle un cerramiento es más complicado.

Por otro lado la Forma 2 ocupa más espacio, pero es más robusta y se puede hacer un cerramiento fácilmente.

Por lo tanto elegimos la **Forma 2**.

**Objetivo y/o requisitos con los que tiene relación: 1,3,5,6,8,10,11,12 y 13.**

### **3. Dimensiones generales.**

Como tenemos un objetivo cuantificable que es el núm. 3 que dice que imprima objetos de grandes dimensiones, y que las impresoras imprimen de media 200x200x200 mm.

Pensamos y consultamos con un maestro de taller sobre la forma cúbica y las medidas máximas que podía llegar a tener, en un principio se quería hacer un prototipado de 500x500x500.

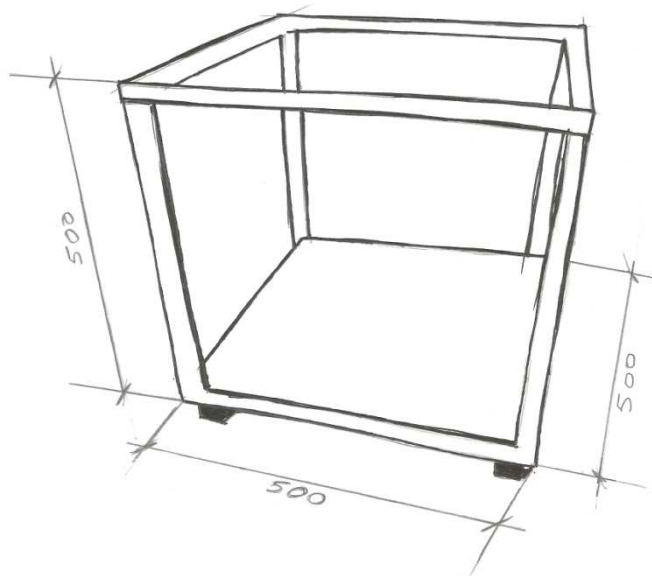
Pero eso tenía la desventaja de que su base, al ser de aluminio pesaba mucho.

Dimensiones de la base,  $500 \times 500 \times 20 = 5000000 \text{ mm}^3$  de aluminio 6061

Cuya densidad es  $2,7 \text{ g/cm}^3$  como tenemos  $5000 \text{ cm}^3$  es un total de 13500g. que son 13,5 Kg, solo de base.

Pero una vez más, gracias al trabajo conjunto con maestros de taller que llevan años en el oficio este problema se pudo subsanar de una manera muy inteligente.

**Vaciando parte de la base en la cara inferior.** Eso nos quitaba material, peso y nos daba las grandes dimensiones que queríamos.

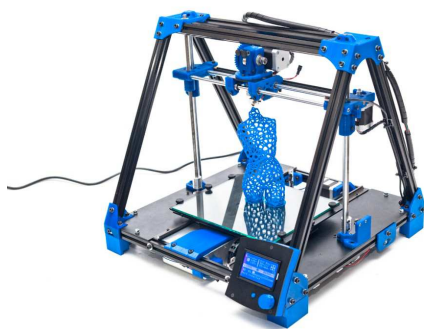


Boceto de las dimensiones que se querían obtener.

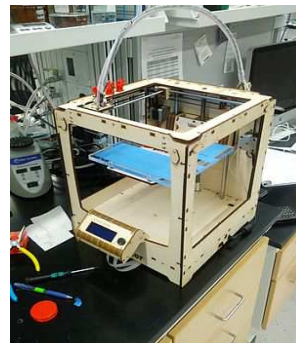
**Objetivos y restricciones con los que tiene relación: 1,3,6,10,12 y 13.**

#### 4. Piezas de unión

Esta parte tiene que ver con la forma que hemos elegido y su material, una forma cúbica de aluminio puede tener varias maneras de unir sus piezas. En el apartado Antecedentes encontramos estos dos modelos.



Plástico



Madera

El de plástico es capaz de imprimir sus piezas de unión en plástico, el de madera las unía con cola, machihembrados, y clavos. Incluso se habla de una impresora la “Cupcake” que sus componentes iban soldados.

De entre ellas, desaconsejamos las uniones de madera ya que la impresora es de aluminio, y desaconsejamos la soldadura, ya que ha de ser fácil montarla y repararla.

En cuanto a las uniones de plástico si nos parecieron interesantes en un principio porque la máquina es capaz de rehacerlas si se rompen, pero precisamente esa era su peor desventaja que se rompen, queríamos utilizar un material más estable y más duradero, dado que las impresoras que tenemos actualmente son bastante frágiles y se desaconseja su transporte continuado, movimiento y manipulación. Es muy fácil descentrarlas y que ya no impriman bien y esto es en parte por las uniones.

También tuvimos en cuenta el acero inoxidable pero lo descartamos al ser muy pesado, y más difícil de mecanizar, para las piezas que diseñemos, pero si contamos con él para las piezas compradas por su estabilidad y dureza.

Para nuestra impresora vamos a mecanizar el aluminio 6061, que nos aportara mayor estabilidad y precisión a la hora de crear las piezas.

**Por lo tanto la unión entre piezas se hará con Aluminio 6061 cuando sean creadas por nosotros y acero inoxidable cuando se trate de tornillería rodamientos ejes concéntricos u otros accesorios.**

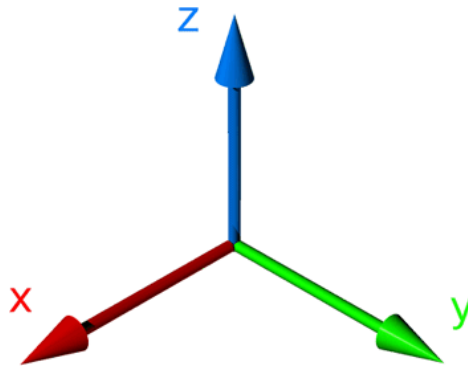
**Objetivos y restricciones con los que tiene relación:1,5,6,11,12 y 13.**

## 5. Movimiento de la impresora para la impresión.

Al ser una impresora de extrusión de plástico, debe tener libertad de movimiento en los 3 ejes de coordenadas.

Por lo tanto deberemos colocar 3 ejes para que se pueda mover con libertad. Es una solución única porque de momento con los avances tecnológicos es la más idónea actualmente.

Los ejes X Y Z.



## 6. Sistema de transmisión del movimiento.

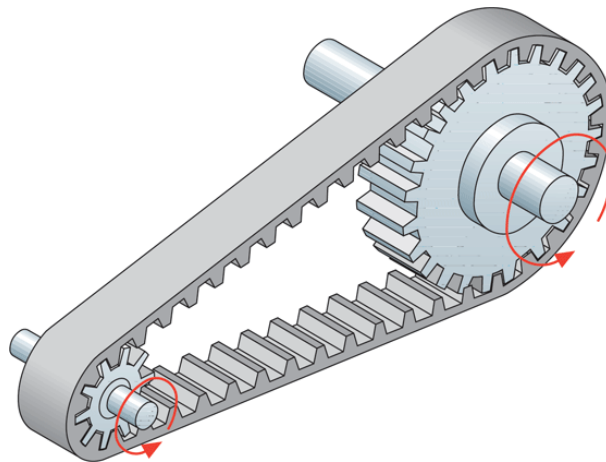
En las impresoras estudiadas en el apartado *anteriores* la transmisión se hace mediante un sistema de engranajes y correas como estas:



Sistema de correas y engranajes.

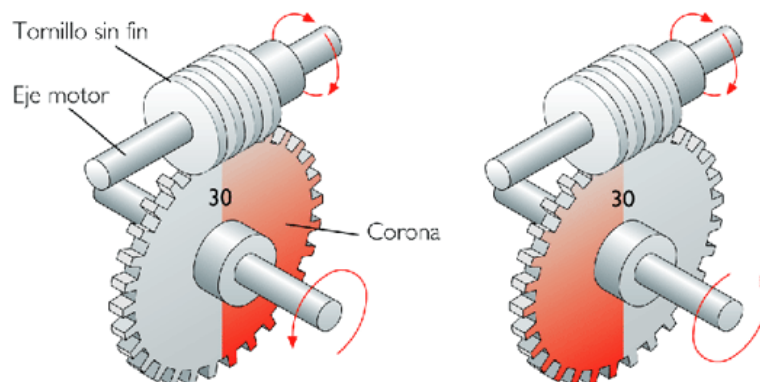
Que hacen que el extrusor se desplace por un eje, estos engranajes están accionados por un motorcillo que se mueve según las órdenes que recibe de un PC, con un diseño previo en 3D.

Tienen la ventaja de ser económicas, pero la desventaja de no ser muy precisas, además se rompen con facilidad y son ruidosas.



Sistema transmisión movimiento por correas

En nuestra impresora queremos sustituir esto por un nuevo sistema de transmisión basado en las maquinas de hoy en día (tornillo sin fin)



Mecanismo transmisión movimiento tornillo sin fin

Las ventajas del tornillo sin fin es que aporta mejoras tanto en vibraciones como acabados de la pieza extruida.

Los **sistemas de tornillo sin fin** son más fiables y duraderos además de más precisos mantienen la relación de transmisión constante incluso transmitiendo grandes potencias entre los ejes (caso de automóviles, camiones, grúas...), lo que se traduce en mayor eficiencia mecánica (mejor rendimiento). Además, permite conectar ejes que se cruzan (mediante tornillo sinfín), o que se cortan (mediante engranajes cónicos) y su funcionamiento puede llegar a ser muy silencioso.

También se incorporan unas **varillas calibradas** para asegurar que el movimiento sea perfectamente recto. Esta solución está en casi todos los modelos de impresoras y lo tomamos como válido. Tienen la ventaja de ser económicas y asegurar precisión en el movimiento.

En cuanto al motor que mueve los mecanismos tiene que ser un motor de calidad, no puede ser un motor de par normal, porque terminaría quemándose. Para ello investigamos y encontramos estos que son específicos para impresoras 3D. **El motor Nema**. Con las siguientes ventajas frente a los normales:

Es bipolar, tiene un ángulo de paso de  $1.8^\circ$  (200 pasos por vuelta) y cada bobinado es de 1.2 A a 4 V, capaz de cargar con 3.2 kg/cm (44 oz-in).

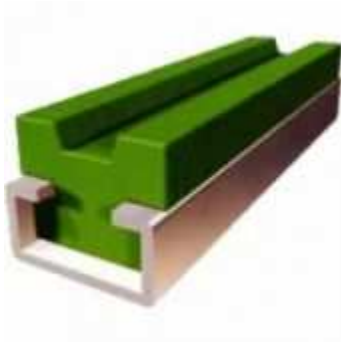
Es un motor muy robusto ampliamente utilizado en impresoras 3D caseras como las Prusa, es más potente que los de uso normal y dura más.



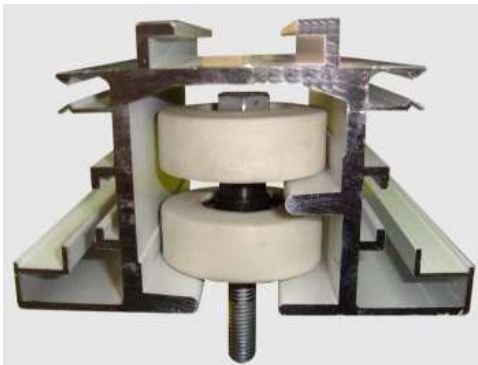
Motor Nema



Para el desplazamiento de la base había que pensar en algo fiable y fino, que a penas opusiera resistencia. Teníamos varias posibilidades.



Este tipo de guía resuelve el movimiento en la base, pero fue descartado porque el mantenimiento requería poner aceite muy a menudo por la fricción de ambos materiales

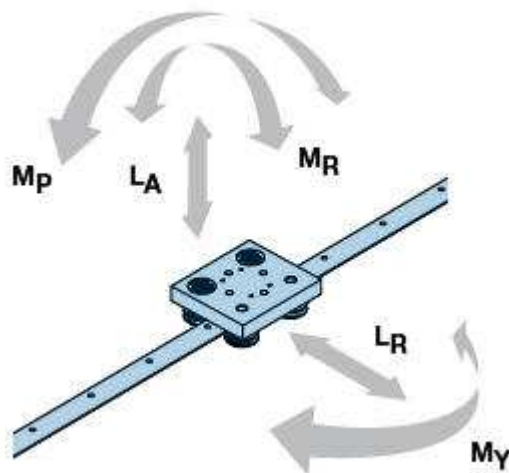


Este tipo de guía resuelve el movimiento en la base, pero fue descartado porque no era lo suficientemente preciso en su movimiento.



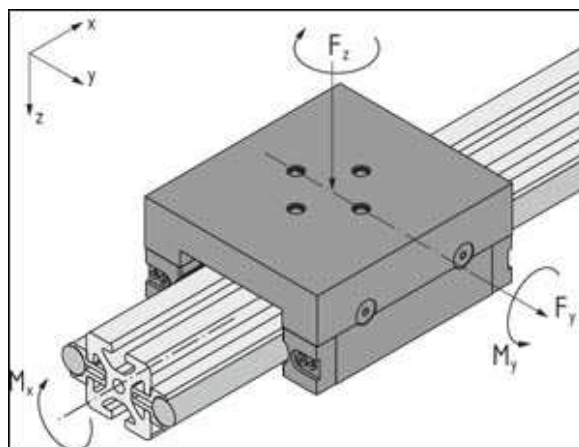
Este tipo de guía resuelve el movimiento en la base, pero fue descartado porque no era lo suficientemente preciso en su movimiento, al igual que el anterior.

Finalmente aconsejados por expertos en el sector nos fijamos más en este tipo de desplazamiento:



Se trata de un patín sujeto a una guía similar al sistema de agarre de los trenes.

Empezamos a investigar sobre estas soluciones:





Guía y patín de desplazamiento.

Hemos incorporado dos guías (patines) con gran precisión para el eje Y, que nos aportará resistencia, suavidad y una buena precisión para las piezas que se realicen. La solución adoptada pasa por una buena fabricación de precisión. Estos patines acompañarán el movimiento del tornillo sinfín de la base calefactable para que esta este apoyada y que no oscile.

Las soluciones que se estudiaron fueron primero unos surcos en la base y unos recorridos con ruedas por esos surcos.

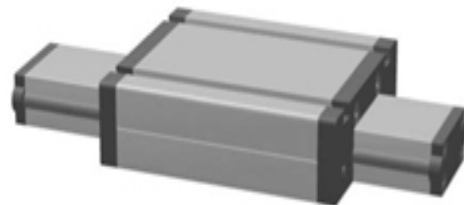
Pero luego se pensó en la solución que se le da a los trenes en los raíles que es mucho más segura y fiable.

Así que en esos dos surcos se atornillaron dos guías o perfiles como si fuesen los raíles del tren y se le incorporaron dos piezas que al encajarse quedaban prisioneras en su recorrido.

Solución adoptada:



Patines



Patín con perfil

Objetivos y restricciones con los que tiene relación:1,4,6,13.

## 8. Sistema de refrigeración.

En este caso no teníamos mucho donde elegir ni donde innovar, ya que la máquina es un objeto independiente y si hubiese dependido de otros mecanismos hubiésemos aprovechado el aire para secar pero en este caso necesitamos un aporte de aire que seque y solo disponemos de ventiladores.



Aportamos **un ventilador** en la parte superior del extrusor de plástico, que actuará como refrigerador de la boquilla y de la pieza, evitando que al aplicar la siguiente capa aún no se haya solidificado.

En algunos casos, nos encontrábamos con que la impresora iba tan rápido poniendo capas que no le daba tiempo a solidificar y la siguiente capa no se adhería correctamente, y debíamos ralentizar el proceso. Pero como queremos conseguir prototipos de buena calidad y además de manera rápida, incorporamos un ventilador en la parte superior que refrigerara las capas que se iban depositando. Se puede decir que es una innovación, que ninguna impresora vista hasta ahora lleva un ventilador incorporado en la boquilla de extrusión. Además este ventilador cuenta con un sistema **automatizado de control**. Que se enciende cuando aumenta la temperatura y disminuye cuando baja.

Para el cerramiento de la máquina se han previsto unos **agujeritos en las placas de metacrilato** para hacer circular el aire caliente.

**Objetivos y restricciones con los que tiene relación:4,8,9,12.**

## 9. Elementos de seguridad.

Las posibles soluciones que se tuvieron en cuenta fue hacer un cerramiento de la máquina, para que no se tuviera acceso a las partes móviles, pero recordemos que se tenía que poder ver el proceso, así que buscamos materiales transparentes.



Vidrios: Esta solución parecía buena en principio, pero hacia muy pesada la máquina y frágil, y al buscar vidrios más resistentes se encarecía bastante el precio final. Además el vidrio es más conductor del calor y del frío que el plástico.

Pensamos que el **metacrilato** sería mejor que el vidrio ya que es más ligero y resistente y, menos frágil, se hizo un cerramiento alrededor de la impresora, que nos proporcionaran el mantenimiento del calor para así obtener mejores acabados. Además de protección al usuario.

Esta solución nos ha parecido muy óptima, la hemos visto incorporada en alguna de las impresoras en el apartado *antecedentes*.

Había que pensar en la temperatura que alcanza el interior de la impresora y en las mediciones que se hicieron fue inferior a la temperatura de fusión del metacrilato.

Así que se adoptó esta solución como válida.



Metacrilato de colores

La carcasa de metacrilato contará con una puerta para extraer el prototipo y **unos agujeritos** para que el calor no se acumule en exceso en el interior, la extracción del calor por estos agujeros irá señalizada según UNE.



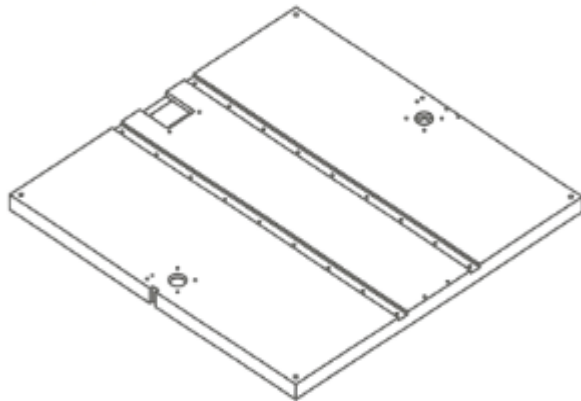
**Objetivos y restricciones con los que tiene relación:5,6,8,9,10,12.**

### **10.Diseño**

Para apoyar la impresora en una superficie como una mesa o banco, debíamos asegurarnos de dos cosas que influyen en el acabado de las piezas, una es **la vibración** que la máquina hace al moverse, y la otra que la **superficie este completamente recta.**

Para dar solución a la estabilidad de la impresora se pensó desde un principio en la gran base de aluminio que lleva y luego incorporamos unas patas de goma redondas con forma de baldosa que actuaran como fijación a la mesa, así conseguiremos un buen apoyo y un menor movimiento de la máquina cuando esté trabajando.

En cuanto a conseguir una superficie completamente recta, estas patas se pueden roscar o sea regular como lo hacen las patas de una mesa de modo que cogiendo un nivel y ajustando las patas podemos conseguir que la máquina esté recta en una superficie no recta.



Base estable de aluminio, que se puede mecanizar y dejarla perfectamente planeada.



Cuatro patas de silemblock, que se pueden roscar para poner un nivel y dejar la superficie completamente recta, además absorbe vibraciones y se adhieren a la superficie.

**Objetivos y restricciones con los que tiene relación:1,3,5,6,10,12,13.**



## 11. Software

El Software que utiliza la impresora es de Licencia Pública General de GNU o más conocida por su nombre en inglés GNU General Public License, es la licencia más ampliamente usada en el mundo del software y garantiza a los usuarios finales (personas, organizaciones, compañías) la libertad de usar, estudiar, compartir (copiar) y modificar el software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

Para crear nuestros modelos 3D podemos usar cualquier programa de modelado como el 3D Studio Max, el ProEngineer. Con el inconveniente que son de pago, al menos que tengamos alguna licencia educativa como en nuestro caso.

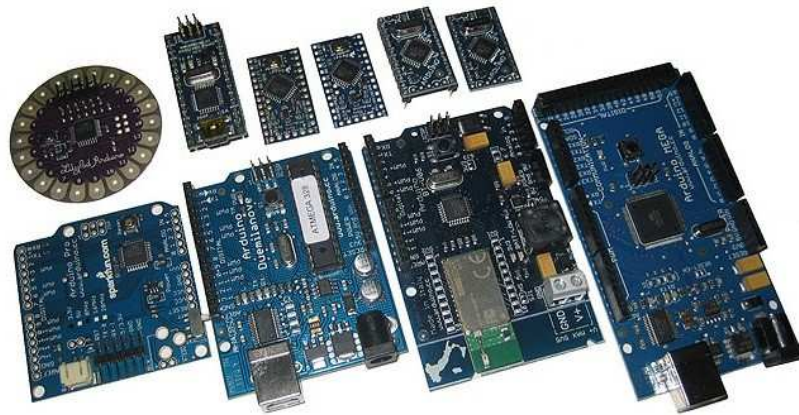
Aun así hay también programas de modelado en 3D libres como Blender, K3D, Art of Illusion, Zmodeler entre otros.

Para convertir un archivo 3D en uno de formato .STL se puede usar Bescope Modelimg o algún similar, pero es de pago y este paso se puede hacer hasta on-line. Hay paginas que se dedican a convertir archivos de 3D a .STL gratuitamente. O descargar alguno gratuito como Autodesk 123 Make o similar.

Para el manejo de la impresora deberíamos descargar el software que corresponda según las especificaciones de nuestro PC. (*Ampliar información en Pliego de Condiciones apartado 6*)

## 12.Hardware.

El hardware utilizado es el Arduino, por la única razón de que es libre y funciona bien.



Arduino es una plataforma de electrónica "open-source" o de código abierto cuyos principios son contar con software y hardware fáciles de usar. Es decir, que promete ser una forma sencilla de realizar proyectos interactivos para cualquier persona. Y cuando decimos cualquiera, es cualquiera, ya que internet está literalmente plagado de proyectos con Arduino.

Arduino es tanto software como hardware, y aquí viene la primera diferencia con otras placas y microcontroladores. Los entornos de desarrollo y lenguaje de programación de Arduino y las placas en las que se ejecutan han sido desarrollados de la mano, por lo que tenemos asegurada tanto la compatibilidad como la sencillez de desarrollo sobre ellas.

**7.2 Ventajas y desventajas de las soluciones adoptadas:**

<b>Solución</b>	<b>Ventaja</b>	<b>Desventaja</b>
Material piezas de unión y estructura aluminio.	Mayor estabilidad precisión y dureza. Fácil de mecanizar	No las puede reproducir la máquina en aluminio. (de momento)
Transmisión del extrusor con tornillo sin fin	Mayor precisión, menos vibraciones, durabilidad.	Necesita engrase.
Incorporar dos guías o patines en la base	Mayor estabilidad y suavidad en desplazamiento.	Ninguna.
Protecciones de metacrilato	Mantienen el calor y evitan que el usuario se quemara involuntariamente	Ninguna.
Ventilador	Solidifica la capa anterior de plástico	Ninguna.
Patatas regulables	Mantener la máquina recta y con adherencia a la superficie donde se halla.	Ninguna.
Forma simple y sin cables	Evita accidentes y confusiones.	Ninguna
Forma estructural cúbica	Fácil cerramiento	Ninguna.

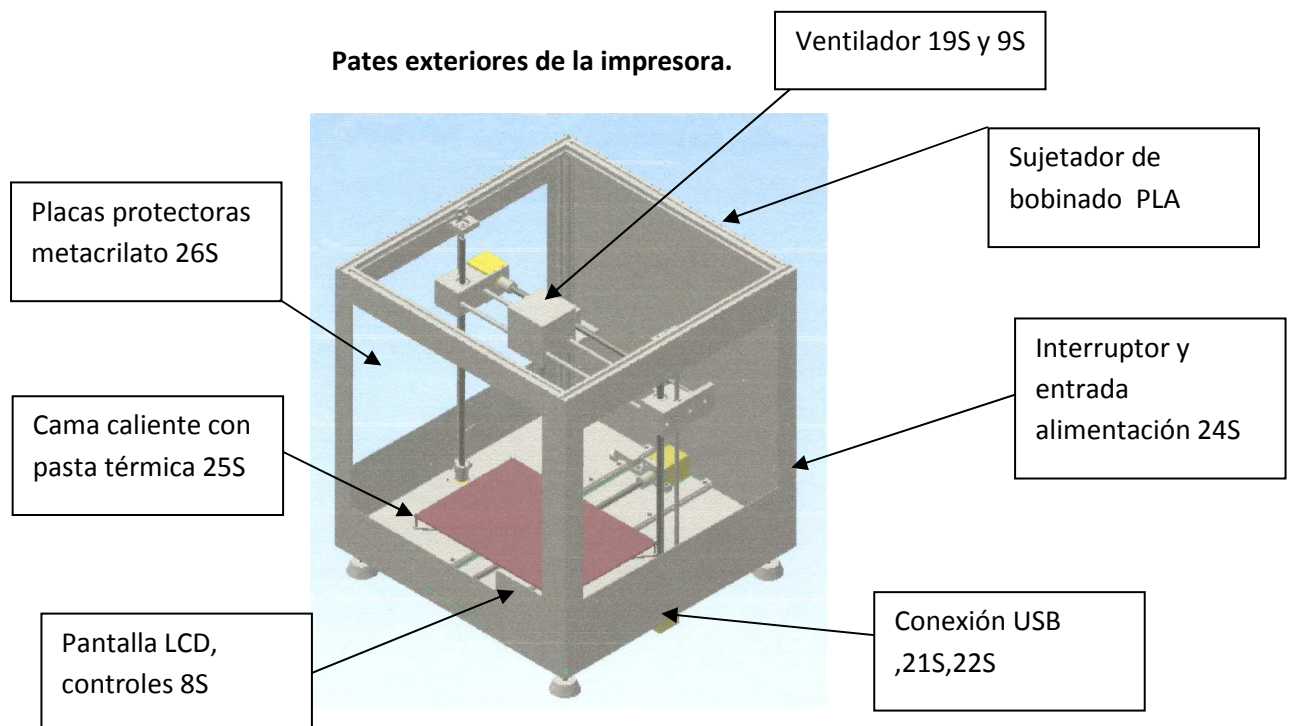
Resumiendo la solución final obtenida es una impresora capaz de fabricar prototipos de termoplásticos como ABS o PLA (biodegradable) de una calidad alta, que mantiene la temperatura en su interior para que la base siga caliente y el prototipo a cierta temperatura, que ventila la boquilla y las capas

de plástico para solidificarlas de manera rápida, que incorpora un sistema de tornillo sin fin para su desplazamiento en ejes, y un sistema de desplazamiento por patines con raíl en la base. De forma cúbica compacta y de líneas limpias. Que para garantizar su estabilidad y rectitud se le ha incorporado unas patas con forma de baldosa y regulables. Y que para garantizar la protección de los usuarios se ha provisto de unas pantallas de metacrilato.

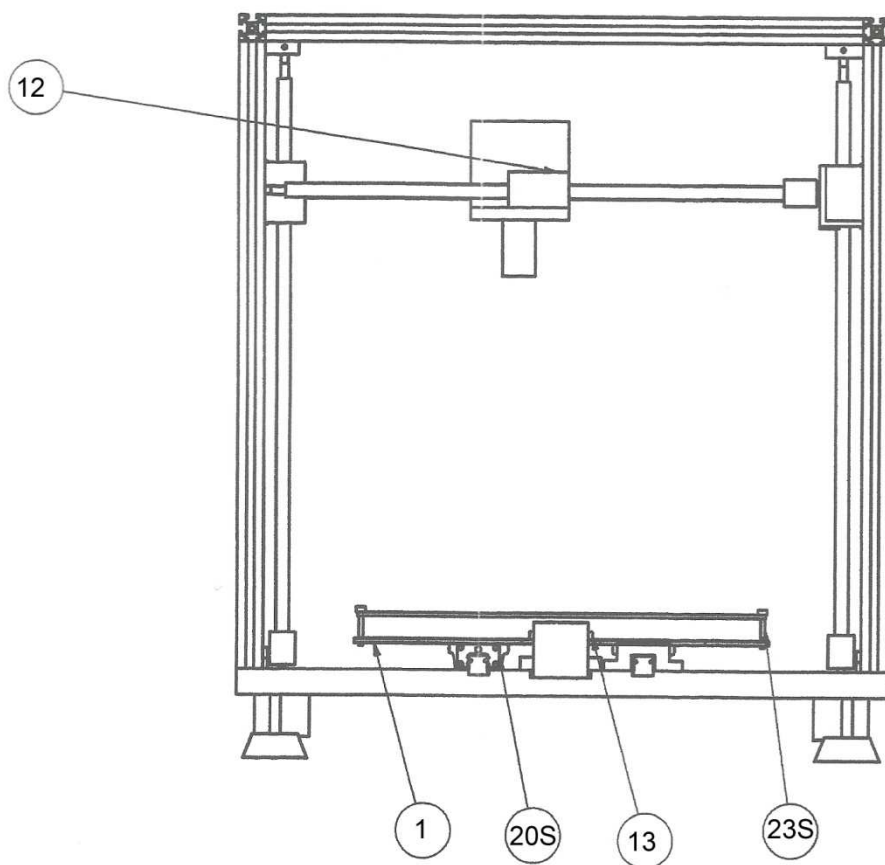
## 8.RESULTADOS FINALES

### 8.1 Nuestra impresora

Nuestra impresora será un compendio de piezas diseñadas y mecanizadas por nosotros como, la base, los soportes del motor etc. Serán piezas únicas. Y piezas o elementos que compraremos a empresas especialistas en el sector que nos puedan aconsejar, serán piezas estándar. Y con todo ello diseñaremos, construiremos y dejaremos funcionando perfectamente una impresora 3D única.



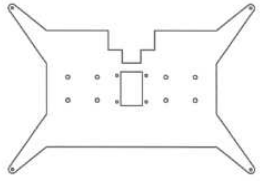
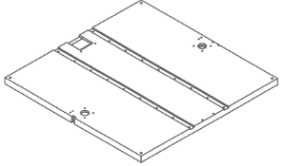
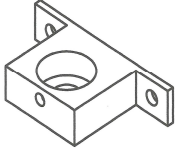
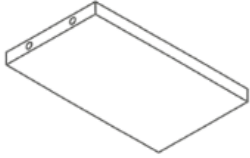



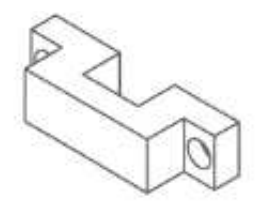
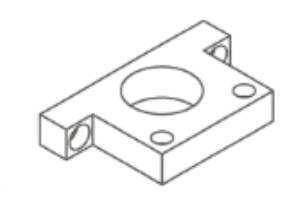
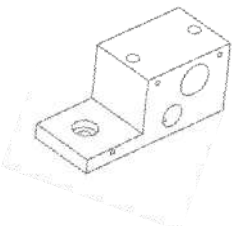
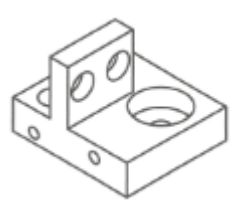
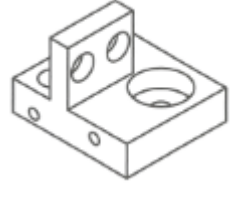
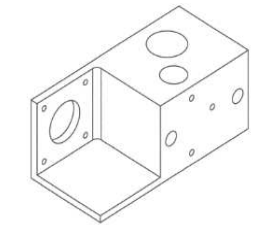


## 8.2 Despiece

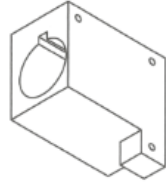
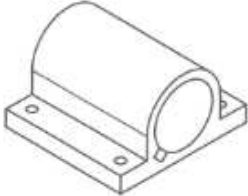
### 8.2.1 Piezas Diseñadas y fabricadas por nosotros

Piezas diseñadas y fabricadas en el taller de mecanizado excepto la 1 que la dimos a cortar por láser.

Ref.	C.	Pieza	Descripción	H.F.	Foto
1	1	Placa cortada láser(placa patín)	Es una pieza que damos a hacer, en corte por láser. Esta de soporte a la cama caliente.	0	
2	1	Base	Es una pieza que damos a rectificar para tener el mejor acabado.	6h	
3	1	Soporte cojinete Y.	Pieza que da soporte al cojinete en eje Y.	1h	
4	1	Soporte final de carrera eje Z	Pieza que da soporte al final de carrera en eje Z.	20'	
5	2	Soporte barra calibrada	Pieza que da soporte a la barra calibrada.	1h 15'	





6	1	Soporte final de carrera eje Y	Pieza que da soporte al final de carrera el eje Y	45'	
7	1	Soporte motor	Pieza que da soporte al motor	1h	
8	1	Pieza móvil eje Z derecha	Pieza móvil eje Z derecha	3h30'	
9	1	Referencia eje Y derecha	Pieza que sirve de referencia para el eje Y	1h45'	
10	1	Referencia eje Y izquierda	Pieza que sirve de referencia para el eje Y		
11	1	Pieza móvil eje Z izquierda	Pieza móvil eje Z izquierda	3h	



12	1	Hembra eje X	Hembra eje X	1h30'	
13	1	Hembra eje Y	Hembra eje Y	1h30'	

### 8.2.2 Piezas estándar : (léase C. cantidad y H.F. horas de fabricación)

Piezas compradas para montar en nuestra impresora.

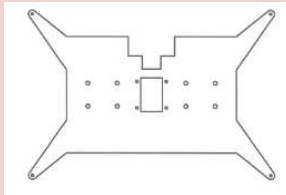
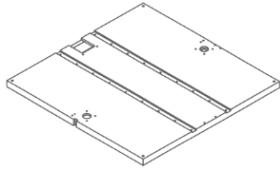
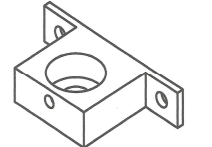
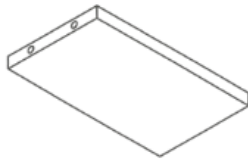
Ref.	C.	Pieza	Descripción	H.F	Foto
1S	1	Arduino Mega	Microprocesador	0	
2S	1	Placa RAMPS 1.4 Ensamblada + Jumper pasos	Placa traducción de órdenes.	0	
18S	3	Final de carrera con Led Mecanico + cable	Final recorrido de los ejes	0	
4S	1	Kit stepper Nema 17x4	Motor	0	

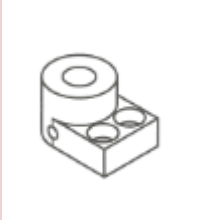
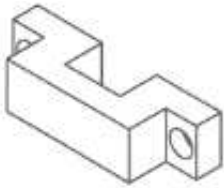
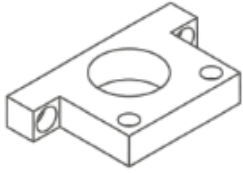
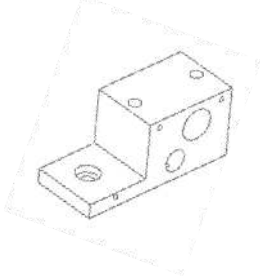
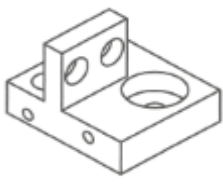
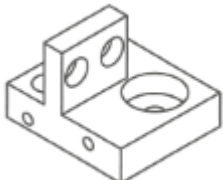
8S	1	Full graphic LCD Smart Controller + SD Adapter	Pantalla	0	
3S	1	Set White Pololu + Heatsink (5units)	Controlador del motor	0	
7S	1	RepRap PCB Heatbed 200x300mm	Cama caliente	0	
19S	1	.30A 12V Power Supply	Fuente alimentación	0	
5S	4	Adaptador flexible Coupling 5mm-8mm	Unión de ejes sin soldadura	0	
13S	1	Perfil 5 20x20 negro 4M	Perfil estructura	0	
14S	4	2x Rodamiento lineal LM88UU	Rodamientos	0	

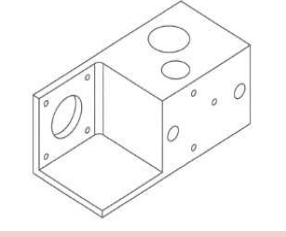
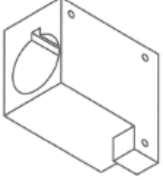
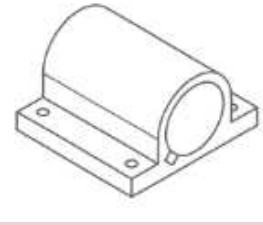
15S	4	2x608Z Axial Bearing	Rodamientos	0	
17S	1	4 Silemblock	Patas de la impresora	0	
9S	1	Termistor 100k NTC 3950 1%	Control temperatura	0	
20S	2	Patines	Deslizar la cama caliente	0	
11S	1	Barras calibradas 8	Ejes de desplazamiento	0	
6S	1	Kit bcn3d+extruder con ventilador	Extrusor	0	 

21S	1	Conectores	Conectores	0	
22S	1	Tira pines hembra	Tira pines hembra	0	
23S	1	Tornilleria	Tornilleria	0	
10S	1	Ejes transmisores 2m	Ejes roscados	0	
12S	1	Cinta Poliamida kapton 12mm	Cinta Poliamida kapton 12mm	0	
24S	2	Cableado	Cableado		
25S	1	Pasta térmica	Pasta térmica	0	
26S	5	Placas metacrilato 500x500	Son unas placas que se colocan para proteger.		

### 8.3 Proceso de fabricación de las piezas no estándar

Ref.	C.	Pieza	Proceso de fabricación	Foto
1	1	Placa	Se ha mandado a cortar una plancha fina, a una epesa de corte por láser, luego se han hecho los agujeritos para tornillería M3.	
2	1	Base	Se ha partido de un cuadrado de 500x500x20 de aluminio. Se ha vaciado la parte inferior. Luego se han mecanizado los raíles por donde irán los patines. Y se han taladrado para las varillas y soportes. También se han roscado las patas.	
3	1	Soporte	Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 55x30x15. Y luego se han taladrado los agujeros y rebajado la pieza en los laterales.	
4	1	Soporte final de carrera eje Z	Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 75x45x5. Se ha mecanizado y se le han hecho los taladros laterales que se observan.	

5	2	Soporte barra	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 60x20x20</p> <p>Y se ha realizado un programa de CNC que incluye: perfilado, taladrado central y agujeros para tornillos</p>	
6	1	Soporte final de carrera eje Y	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 65x25x20.</p> <p>Se ha mecanizado los rebajes y se han hecho los taladros.</p>	
7	1	Soporte motor	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 55x30x15.</p> <p>Y luego se han taladrado los agujeros y rebajado la pieza en los laterales.</p>	
8	1	Pieza móvil eje Z derecha	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 115x60x50 se ha realizado un programa CNC donde se ha rebajado el material y se han hecho los taladros correspondientes.</p>	
9	1	Referencia eje Y derecha	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 40x35x35.</p> <p>Se ha rebajado el material dejándolo a 28mm y luego los taladros.</p>	
10	1	Referencia eje Y	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 40x35x35.</p> <p>Se ha rebajado el material dejándolo a 28mm y luego los taladros.</p>	

11	1	Pieza móvil eje Z	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 15x60x50.</p> <p>Se ha realizado un programa de CNC donde se incluye: perfil, cajera y los dos taladros ajustados.</p>	
12	1	Hembra eje X	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 50x50x30.</p> <p>Programa de mecanizado que incluye: perfil, taladrado central ajustado y taladros para M3.</p>	
13	1	Hembra eje Y	<p>Se ha partido de un taco de aluminio 6061 de 50x50x30.</p> <p>Programa de mecanizado que incluye: perfil, taladrado central ajustado dejar la pieza a medida 44mm.</p>	

## 8.4 Proceso de montaje

En este apartado se han tenido en cuenta el montaje de ambos materiales, los estándares y también los de fabricación propia.

1. Cogemos un reloj comparador para determinar el 0 de herramienta.
2. Roscamos las patas silemblock a la base.
3. Atornillamos los raíles con los patines a la base.
4. Atornillamos la pieza ref1 placa, a los patines con M3.
5. Colocamos la cama calefactora encima de la placa mediante tornillos M3.
6. Atornillaremos las barras exteriores ref.13S o perfiles, primero los verticales y luego los superiores verticales.
7. A continuación incorporamos las barras calibradas ref. 11S y los ejes sin fin ref. 10S con sus respectivos soportes atornillados del eje Z.
8. Luego el eje X con las con ayuda de las piezas que hemos mecanizado.

9. Estas piezas nos facilitan las uniones de los tres ejes el Z con el X y el Y.
10. Incorporamos el cabezal extrusor ref.6S en el eje superior junto con el ventilador y los motores ref. 4S.
11. Montamos la electrónica, sin olvidarnos de la pantalla LCD ref. 8S.
12. Atornillaremos las placas de metacrilato.
13. Cargamos el hilo PLA.
14. Conectamos la fuente de alimentación.

## **8.5 Sistema de funcionamiento**

La impresora 3D es una máquina capaz de realizar "impresiones" de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador.

Surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. En la actualidad son utilizados para la matricaria o la prefabricación de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial resulta más común es el de las prótesis médicas, donde resultan ideales dada la facilidad para adaptar cada pieza fabricada a las características exactas de cada paciente.

Una vez introducido este diseño en el software de la impresora 3D este se encarga de seccionarlo con el espesor especificado que pueda trabajar.

El extrusor coge el filamento de plástico sólido y lo funde creando un hilo de plástico fundido, que se va depositando sobre la base de la impresora según se muevan los motores.



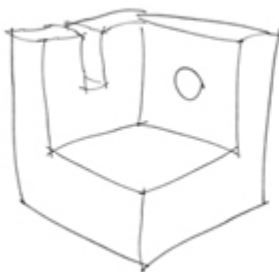
El plástico se solidifica una vez depositado, y el resultado es una capa de plástico sólida. El cabezal se desplazara ligeramente hacia arriba, y sobre la capa creada se depositara otra capa de la misma manera. Después de repetir este proceso las veces que sea necesario, conseguiremos una figura rígida de plástico formada por muchas capas.

Los modelos comerciales son actualmente de dos tipos:

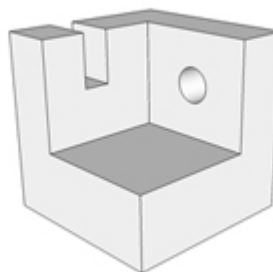
- De compactación, en las que una masa de polvo se compacta por estratos.
- De adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas.

Nuestra impresora corresponde al segundo tipo. Mediante la adición de capas sucesivamente.

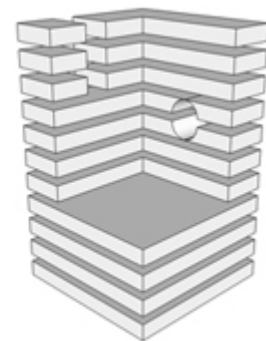
[www.atectecnologia.com](http://www.atectecnologia.com)



Modelo original



Modelo CAD



Separación en capas para impresión 3D

### 8.5.1 Preparación del modelo 3D

El modelo 3D generado por ordenador es procesado mediante un programa que, calculando sus dimensiones y forma, lo transforma en ordenes de movimiento para los motores de la impresora, desplazando el extrusor a diferentes posiciones. (*Consultar pliego de condiciones para más detalles.*)

### 8.5.2 Conceptos importantes para imprimir

Los conceptos importantes a la hora de imprimir en 3d son: la velocidad, el coste del prototipo impreso, el coste de la impresora, la elección y el coste del material y las capacidades de utilizar diferentes colores.

Por otro lado, muchos materiales diferentes se podrían utilizar para imprimir en 3D, como el plástico ABS, PLA, poliamida (nylon), poliamida con fibra de vidrio, estereolitografía (resinas epóxid), plata, titanio, acero, cera, fotopolímeros y policarbonatos, entre otros materiales.

El formato de ficheros estándar del prototipo rápido es el archivo .STL. Este tipo de ficheros utiliza una malla de pequeños triángulos sobre las superficies para definir la forma del objeto. Porque un objeto definido en un archivo STL se construye correctamente los triángulos los cuales tienen que encajar perfectamente entre ellos sin ningún vacío ni superposiciones.

El .STL es un formato de salida estándar para la mayor parte de los programas CAD (Diseño Asistido por Ordenador) y el número de triángulos a utilizar puede ser definido por el usuario.

Los programas de modelaje 3D pocas veces trabajan sobre archivos .STL y, habitualmente hace falta una exportación de los modelos ha esta formato antes de empezar la 'impresión' 3D.

Dadas las diferencias entre el formato .STL y el formato de origen 3D, la transformación suele dejar fallos estructurales en el modelo. Por lo tanto los archivos .STL tienen que ser comprobados usando un programa especial antes de fabricar un modelo.

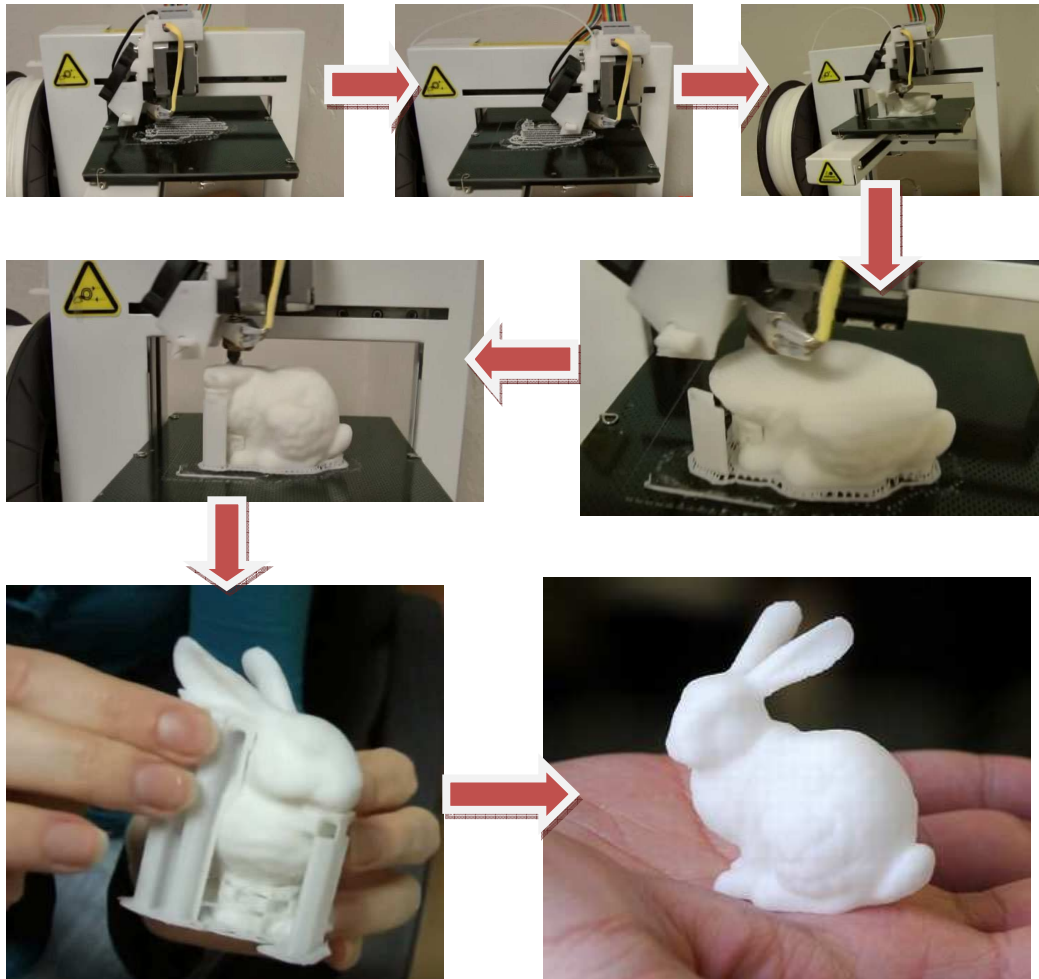
Los pequeños errores se pueden reparar de manera automática por el programa, pero los errores graves o ambiguos pueden requerir reparación por parte del ingeniero.

## **8.6 Funcionamiento de la máquina**

El funcionamiento básico de nuestra impresora 3D se basa en tres ejes. La manera de trabajar es parecida a la de un CNC de 3 ejes (Computer Numeric Control) excluyendo alguna tecnología, que funciona con pequeñas variaciones, sobre todo en el eje de deposición de material.

El PLA pasa por el extrusor que lo calienta y va creando el prototipado a base de capas.

Secuencia de fotos de cómo funciona la máquina.



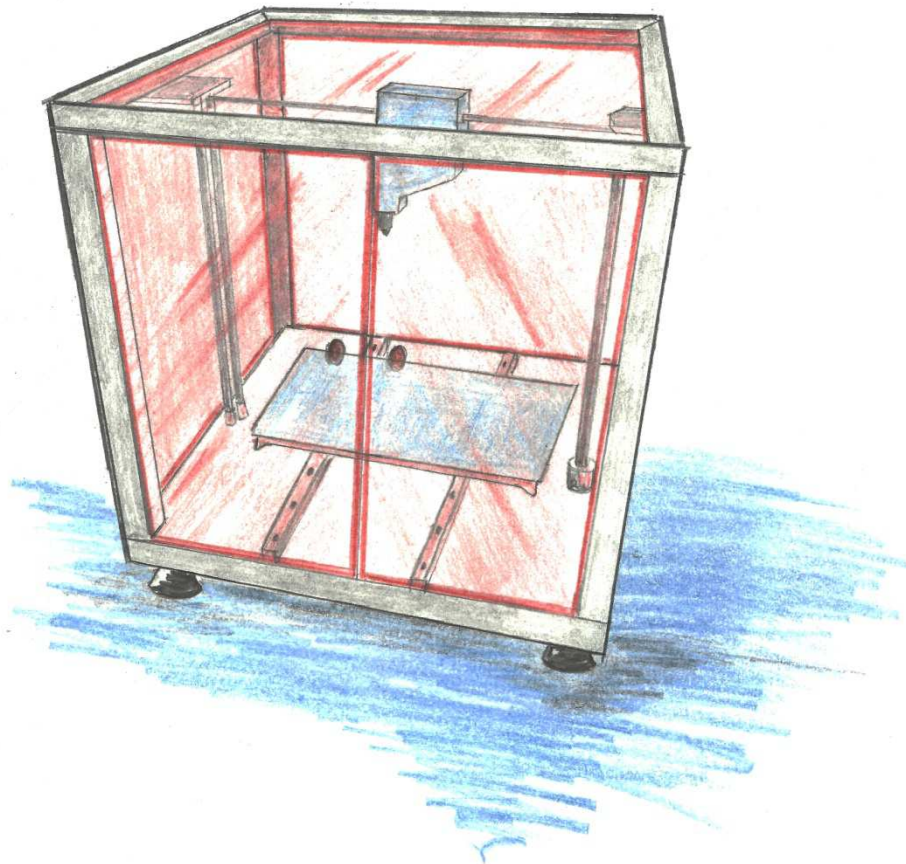
## 8.7 Resultados finales

Como el alcance de este proyecto refería llegar a materializar la impresora 3D, aquí tenemos fotos reales de la máquina diseñada y construida.



Por último cortaremos las piezas de metacrilato a nuestro gusto, combinando los colores que más nos agraden ya que debemos recordar que es un proyecto para nuestro grupo educativo y no debe cumplir un requisito externo de belleza excepto el nuestro propio.

**Boceto de la máquina con el metacrilato.**



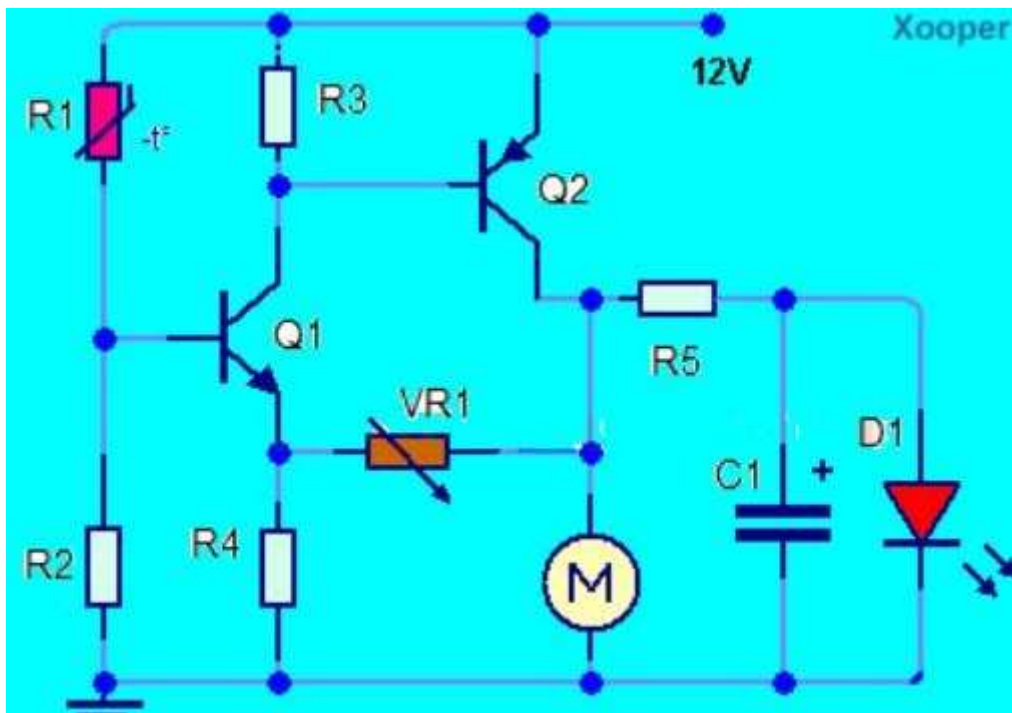
## 8.8 Materiales para prototipos

Respecto a los materiales con los que nuestra impresora puede trabajar son los termoplásticos como ABS, PLA y similares. Una impresora RepRap puede utilizar desde plásticos, resinas, metales, composites a color, orgánicos, ceras y en un futuro otros materiales.

Nuestra impresora, al ser de uso escolar y para realizar prototipos rápidos extruye solo termoplásticos.

## 8.9 Esquema eléctrico de ventilación del extrusor

Este controlador de velocidad de un ventilador por medio de temperatura, establecerá la velocidad del motor según la temperatura que se esté recibiendo. A mayor temperatura, a más velocidad girará el motor.



Esquema eléctrico ventilador autónomo de la boquilla extrusor.

### **Funcionamiento del ventilador controlado por temperatura .**

Para variar la velocidad del motor DC, se varía el voltaje que se aplica entre sus terminales.

Para medir la temperatura se utiliza un termistor (R1) que debe colocarse lo más cercano posible del lugar donde se desea sensar la temperatura.

Del diagrama, se puede observar que el termistor (R1) y el resistor (R2) forman un divisor de voltaje. Se recomienda que el valor de R2 sea más o menos un décimo del valor de R1.

Al subir la temperatura el valor del termistor disminuirá causando que el transistor Q1 se sature cada vez más (conduzca cada vez más corriente).

El voltaje de colector de Q1 está conectado a la base de Q2. El voltaje en la base de Q2 disminuirá

Al disminuir el voltaje en la base de Q2, este se saturará cada vez más, haciendo que el voltaje colector-emisor (VCE) sea cada vez menor y por consiguiente se incremente el voltaje en el terminal superior del motor.

El valor máximo aplicable al motor CC es ligeramente menor de 12 voltios. Como elemento adicional, y que no es necesario para el correcto funcionamiento del circuito, para conocer la temperatura a controlar y velocidad del motor se coloca un diodo led. Este diodo aumentará su intensidad de su luz a medida que la velocidad del motor aumente.



## 8.10 Cómo imprimir:

### 8.10.1 El formato STL.

El software puede ser cualquiera que diseñe en 3D si es gratuito o tiene licencia educativa mejor.

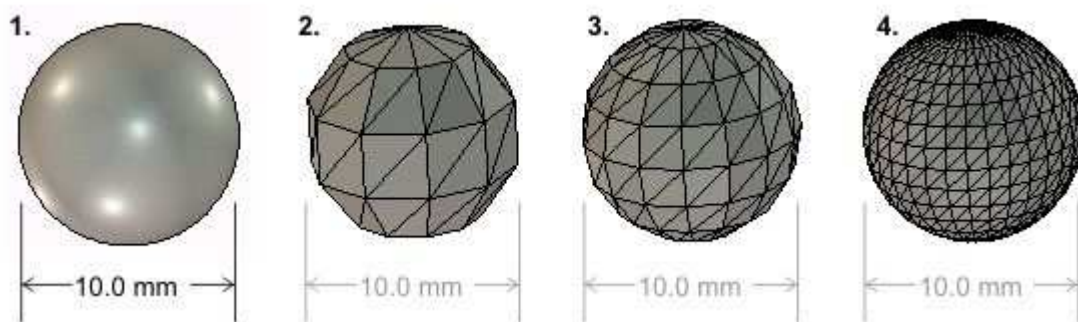


Fig. 1: Muestra una esfera original en CAD de 10mm

Fig. 2: Se observa una esfera STL facetada con una desviación de superficie de 0.5mm

Fig. 4: Observamos la misma esfera con una desviación de superficie de 0.1mm.

Los ficheros de estero litografía (\*.STL) pueden generarse a partir de la mayoría de las aplicaciones 3D existentes en el mercado actual. Las opciones a tener en cuenta en la creación de objetos son “Chord Tolerance” (desviación) y “Angular Control” (tolerancia de ángulo). Estas opciones cambian el número de triángulos y por tanto el facetado o resolución del fichero STL. El facetado o resolución determinarán la rugosidad o suavidad relativa del área curvada.

Por tanto, cuantos más triángulos formen la superficie, más grande será el fichero STL. Para producir objetos aceptables, los modelos deberán ocupar entre 1-5MB de tamaño de fichero.”

De todas formas para los prototipos que se impriman rugosos o poco definidos debido a lo anteriormente dicho existe solución y pasa por ser muy sencilla y económica

Existe una idea errónea en impresión 3D de que no pueden conseguirse, piezas tan absolutamente lisas y pulidas, como con los métodos de fabricación tradicionales. Sin embargo, existen ciertas técnicas de acabado que pueden abordar dichas inquietudes.

Usar una u otra técnica de acabado depende, en gran medida, de la geometría de la pieza y el material. Estos dos factores determinan qué tipo de estética se puede lograr, así como la función, según las diferentes texturas y apariencias.

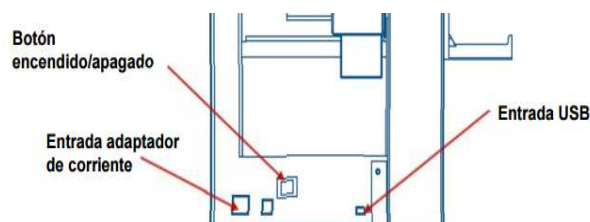
Existen varias técnicas de acabado, aunque normalmente las más solicitadas por los clientes son el lijado, las perlas abrasivas y una técnica que utiliza el suavizado por vapor. (*Consultar apartado 8.10 de Memoria, y Pliego de Condiciones*)

### 8.10.2 Guía de impresión

Para imprimir un objeto en 3D hay que seguir esta pequeña guía de impresión que se describe en éste apartado (*guía ampliada en Pliego de Condiciones*)

#### Preparación del PC y de la Impresora

1. Conecta el cable USB que une el PC con la impresora 3D.



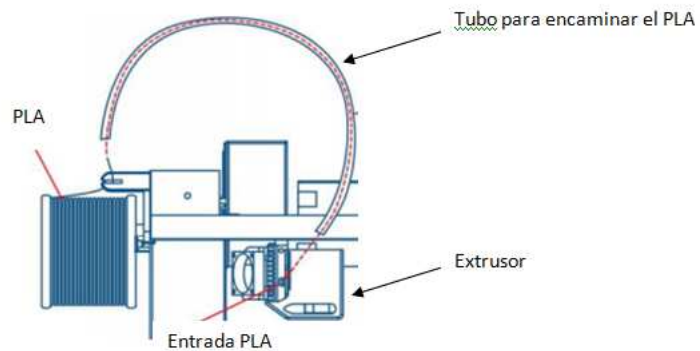
- Seguir la guía automática de instalación al detectar el software necesario. (*Consúltese apartado 6 del Pliego de condiciones*)



- En caso de que no funcione el método automático de detección de software, entrar en la página web de cualquier suministrador de GNU (licencias públicas generales) como la de Rep Rap project, para obtener el software de acuerdo al Sistema Operativo de nuestro PC.
- Seguir el proceso de instalación del software descargado.



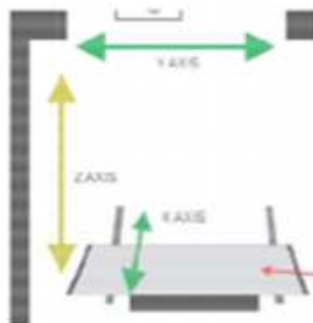
5. Comprobar que la impresora tenga PLA. (*en caso contrario consultar Pliego de Condiciones*)



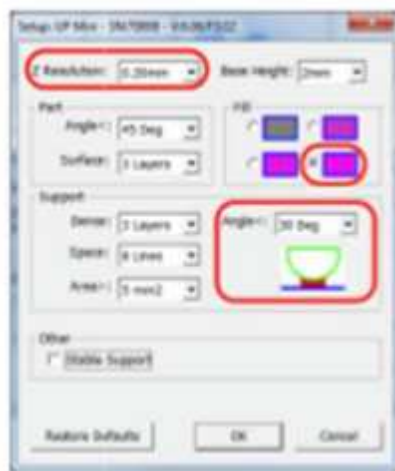
6. Encender la impresora ON y esperar el precalentamiento.



7. La impresora debería alinear los 3 ejes automáticamente para prepararse para imprimir.



8. Seleccione el archivo .STL que quiera imprimir.
9. Cambie los valores que necesite según como quiera imprimir la pieza. (ver más detalles en el apartado 9 del Pliego de condiciones)



10. Presione el botón imprimir.
11. Espere a que la máquina realice el diseño en 3D.



12. Una vez terminado, esperar a que el software nos indique que podemos retirar la pieza.

13. Retiramos la pieza.

14. Le damos la terminación que sea necesaria, como se describe en el apartado 8.10 de este documento.

### Retirada de la pieza

Para retirar la pieza de la impresora se han de tener en cuenta ciertas precauciones. (*Apartado desarrollado en el punto 8 del Pliego de Condiciones*)

1. Se apaga la impresora OFF.



2. Se aconseja realizar la operación con guantes de tela o térmicos.



3. Se recomienda usar una espátula suave (para que no dañe la placa caliente) para poder despegar la pieza en caso que fuera necesario.

4. Se retiran las partes sobrantes o que han servido de apoyo al modelo 3D.



5. Le damos la terminación que sea necesaria, como se describe en el apartado 8.10 de éste documento.

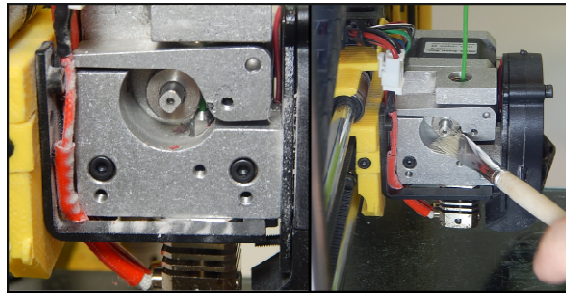
### 8.10.3 Mantenimiento de la impresora

La impresora necesita un pequeño mantenimiento como cualquier impresora 2D de tinta pero un poco más complejo. *(Para información más detallada consultar apartado 11 del Pliego de Condiciones)*

1. En primer lugar deberemos tener en cuenta que tenga cartucho de PLA, o cualquier otro plástico termoplástico.



2. Asegurarnos de que el extrusor está limpio y en caso contrario limpiarlo, con un paño o un pincel.



3. Lubricación de rodamientos. Al tratarse de ejes roscados con sistema tornillo sin fin, cada mes sería conveniente engrasar los rodamientos

4. Piezas de recambio. Si observamos que la impresora funciona mal, o es poco precisa deberíamos pensar en que alguna pieza esta fallando, por lo tanto deberíamos revisarla y si es una pieza mecanizada por nosotros volverla a mecanizar y sustituirla. Y si se trata de una pieza comprada, sustituirla por una nueva.





## 8.11 Recomendaciones generales de seguridad

1. Revisar con regularidad los calefactores y la instalación eléctrica. No abusar del tiempo que están encendidas y alejarlas de materiales inflamables y de los líquidos en el caso de las eléctricas
2. Evitar sobrecargar los circuitos eléctricos porque puede favorecer los incendios. No colocar nada por encima de los artefactos que pueda recalentar y prenderse fuego.
3. Importante mantener limpio el metacrilato y despejados los agujeritos de éste. También hay que tener la precaución de no dejar cerca nada que pueda caer en la impresora y causar un incendio, así como colocar un chispeo que contenga las chispas que puedan saltar y prender fuego algo.
4. Mantener la impresora 3D a una distancia aproximada de al menos 1 metro de cortinas, muebles y cualquier otro tipo de material inflamable.
5. No dormirse jamás con la impresora encendida.
6. Ante el más mínimo olor, molestia o ardor de ojos, mareos o problemas para respirar, apagar la impresora, ventilar el lugar y revisar todos los componentes.
7. Mantener fuera del alcance de los niños.
8. Se recomienda supervisar las primeras impresiones por personal cualificado.

## 8.12 Terminación de las piezas extruidas

Aunque nuestra impresora ha sido diseñada para producir piezas de alta calidad, algunas capas de líneas pueden ser visibles, lo cual altera su estética visual, una de las principales prioridades para los clientes.

Existen diversas técnicas para dar un acabado 100% fiable, fino y pulido como son. *(apartado ampliado en Pliego de Condiciones)*

### 1.Lijar.



### 2. Perlas abrasivas



### 3.Suavizado por vapor

La pieza se sumerge en un tanque que contiene un líquido.



### 4.Químicos

Otra idea es dar una capa de disolución muy suave de acetona.

### 8.13 Presupuesto final

Presupuesto de la máquina si se realiza en el taller del Ciclo formativo.  
Partiendo de que el centro se hace cargo de los costes indirectos solo se tiene en cuenta:

El presupuesto total de las piezas estándar.....	<b>848,07€</b>
El coste del aluminio.....	<b>315€</b>
	<b>Total : 1163,07€</b>

En el apartado 4 del documento Presupuesto podemos encontrar desglosado este presupuesto, así como dos estimaciones más de dicho proyecto contando con la mano de obra directa e indirecta.

## 9. PLANIFICACIÓN

Este apartado hemos considerado más oportuno describirlo al lado de cada pieza en el apartado de planos, allí se describe las diferentes etapas de cada pieza, el tiempo de realización de cada una.

En cuanto al proyecto en global, dependerá de los operarios trabajando en la construcción de la impresora. A más operarios realizando piezas simultáneamente menor tiempo de mecanizado y montaje. En nuestro proyecto se ha tenido en cuenta 1 operario y un ayudante para hacer las estimaciones.

Y una planificación global de montaje correspondería al siguiente diagrama de Gantt.

ID	Nome da Tarefa	Inicio	Final																	
				26-2	4-3	11-3	18-3	25-3	14	8-4	15-4	22-4	29-4	6-5	13-5	20-5	27-5	3-6	10-6	17-6
1	Redacción del proyecto	23-02-2015	25-10-2015	[Barra azul que cubre todo el periodo]																
2	Pliego de condiciones	27-02-2015	30-04-2015	[Barra azul que cubre desde 27-02 hasta 30-04]																
3	Planos	05-03-2015	30-04-2015	[Barra azul que cubre desde 05-03 hasta 30-04]																
4	Estado de mediciones	14-03-2015	19-03-2015	[Barra azul que cubre desde 14-03 hasta 19-03]																
5	Presupuesto	20-03-2015	02-04-2015	[Barra azul que cubre desde 20-03 hasta 02-04]																
6	índice general	02-04-2015	06-04-2015	[Barra azul que cubre desde 02-04 hasta 06-04]																
7	Anexos 1,2	09-10-2015	13-10-2015	[Barra azul que cubre desde 09-10 hasta 13-10]																
8	Anexos 2,3	16-10-2015	20-10-2015	[Barra azul que cubre desde 16-10 hasta 20-10]																
9	Portada	20-10-2015	26-10-2015	[Barra azul que cubre desde 20-10 hasta 26-10]																

## 10. ORDEN PRIORIDAD DE DOCUMENTOS

Según la experiencia diseñando y fabricando esta máquina, desde mi punto de vista la prioridad de los documentos es la siguiente.

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria



# Pliego de condiciones

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I

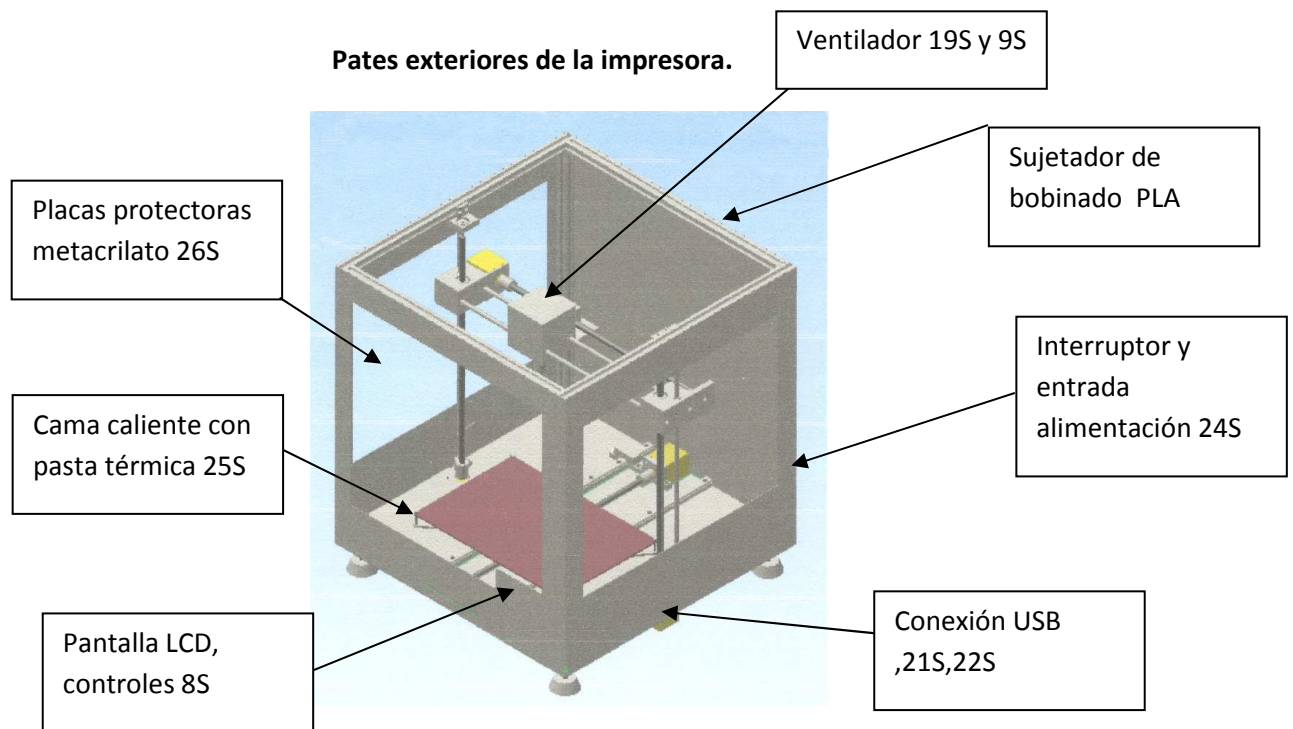
## Índice:

1.Nuestra impresora diseño y componentes.....	3
1.1Diseño.....	3
1.2 Componentes.....	6
1.2.1 Piezas Diseñadas y fabricadas por nosotros.....	6
1.2.2 Piezas estándar.....	8
2.Descripción y detalles de fabricación de las piezas.....	11
2.1Descripción piezas estándar.....	12
2.2Materiales y detalles de fabricación de piezas diseñadas y hojas de ruta.....	22
2.3 Tiempo total de mecanizado de las piezas.....	51
3.Proceso de montaje.....	52
4.Resultado final.....	59
5.Primer prueba.....	60
6.Manejo de la impresora 3D.....	61
6.1Drivers de la impresora.....	61
6.2Preparación inicial de la impresora.....	62
6.3 Imprimir un modelo STL.....	64
7.Impresión en 3D.....	67
8.Retirada del modelo 3D.....	69
9.Opciones de impresión.....	70
10.Acabado de piezas impresas.....	74
11.Mantenimiento de la impresora 3D.....	77
11.1Cambio de material.....	77
11.2 Limpieza del extrusor.....	78
11.3 Lubricación de los rodamientos.....	78
11.4 Piezas de recambio.....	78
12.Recomendaciones generales de seguridad.....	79
13.Pruebas y ensayos.....	80
14.Seguridad en el taller.....	86
15. Normativa.....	93
15.1 Normativa de obligado cumplimiento.....	93
15.2 Normativa de no obligado cumplimiento.....	93
15.3 Patentes de las empresas.....	96
16.Modificaciones al proyecto actual.....	97
17.Condiciones económicas.....	98
18.Responsabilidades de uso.....	98

# 1.NUESTRA IMPRESORA DISEÑO Y COMPONENTES

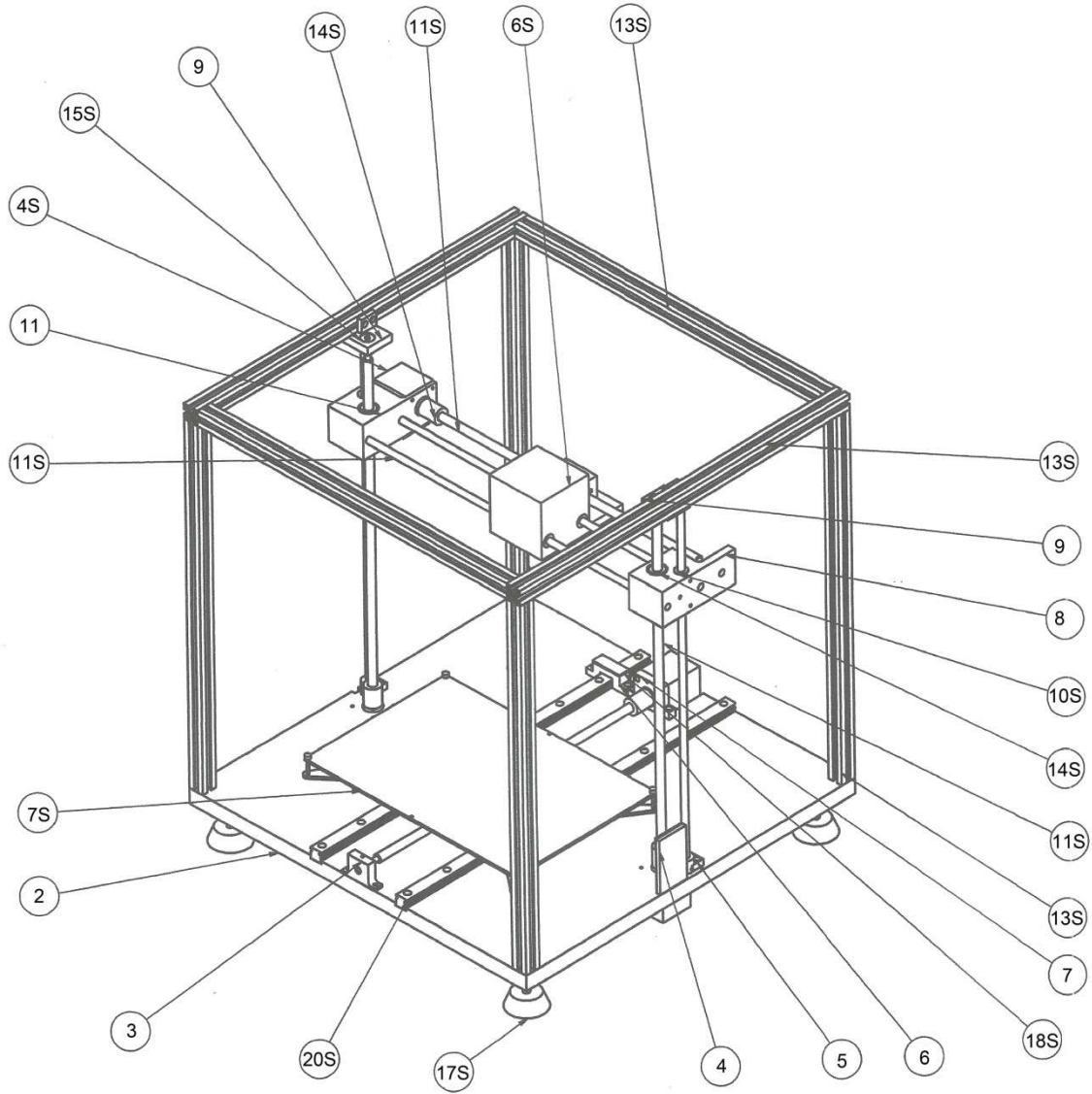
## 1.1 Diseño

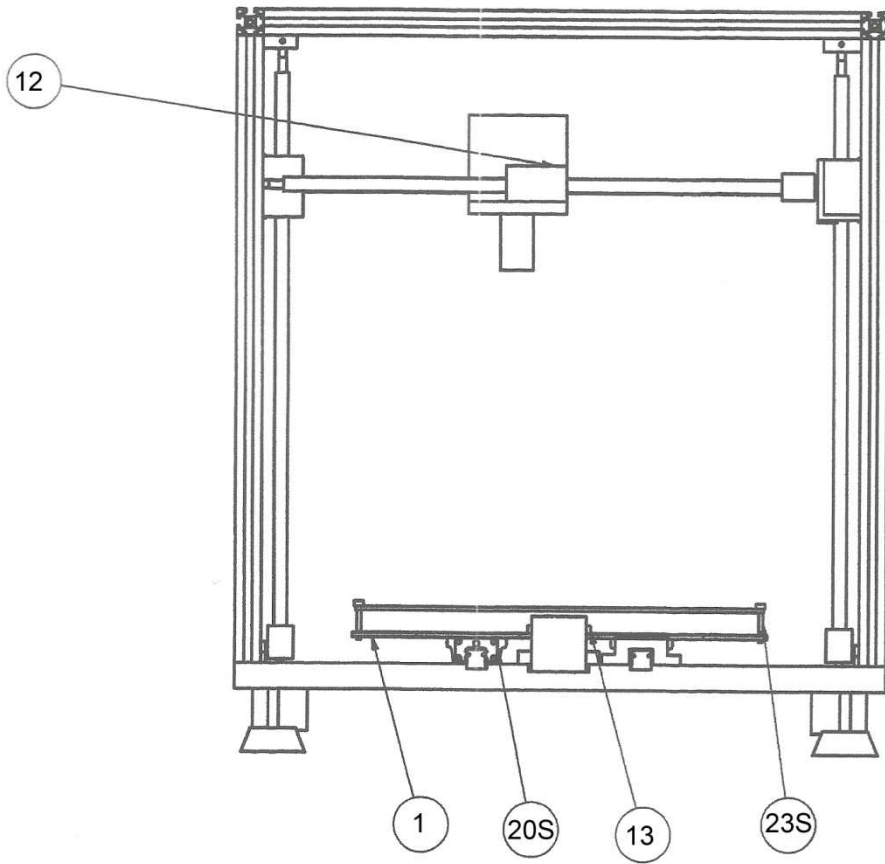
Nuestra impresora será un compendio de piezas diseñadas y mecanizadas por nosotros como, la base, los soportes del motor etc. Serán piezas únicas. Y piezas o elementos que compraremos a empresas especialistas en el sector que nos puedan aconsejar, serán piezas estándar. Y con todo ello diseñaremos, construiremos y dejaremos funcionando perfectamente una impresora 3D única.





Despiece nuestra impresora

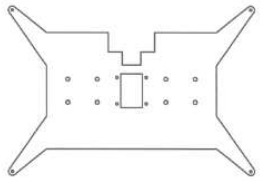
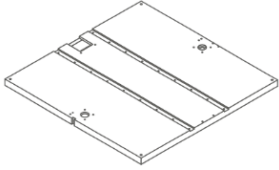
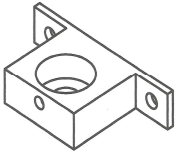
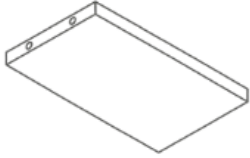



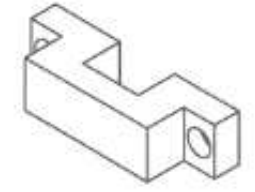
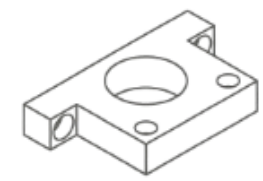
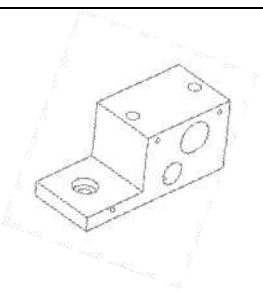
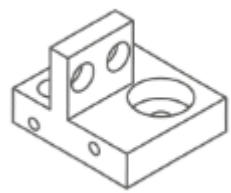
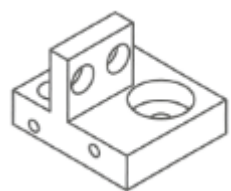
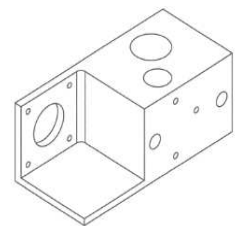


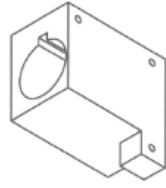
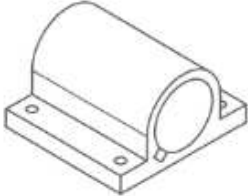
## 1.2 Componentes.

### 1.2.1 Piezas Diseñadas y fabricadas por nosotros

Piezas diseñadas y fabricadas en el taller de mecanizado excepto la 1 que la dimos a cortar por láser.


Ref.	C.	Pieza	Descripción	H.F.	Foto
1	1	Placa cortada láser(placa patín)	Es una pieza que damos a hacer, en corte por láser. Esta de soporte a la cama caliente.	0	
2	1	Base	Es una pieza que damos a rectificar para tener el mejor acabado.	6h	
3	1	Soporte cojinete Y.	Pieza que da soporte al cojinete en eje Y.	1h	
4	1	Soporte final de carrera eje Z	Pieza que da soporte al final de carrera en eje Z.	20'	
5	2	Soporte barra calibrada	Pieza que da soporte a la barra calibrada.	1h 15'	

6	1	Soporte final de carrera eje Y	Pieza que da soporte al final de carrera el eje Y	45'	
7	1	Soporte motor	Pieza que da soporte al motor	1h	
8	1	Pieza móvil eje Z derecha	Pieza móvil eje Z derecha	3h30'	
9	1	Referencia eje Y derecha	Pieza que sirve de referencia para el eje Y	1h45'	
10	1	Referencia eje Y izquierda	Pieza que sirve de referencia para el eje Y		
11	1	Pieza móvil eje Z izquierda	Pieza móvil eje Z izquierda	3h	

12	1	Hembra eje X	Hembra eje X	1h30'	
13	1	Hembra eje Y	Hembra eje Y	1h30'	





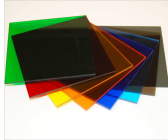
### 1.2.2 Piezas estándar: *(léase C. cantidad y H.F. horas de fabricación)*

Piezas compradas para montar en nuestra impresora.

Ref.	C.	Pieza	Descripción	H.F	Foto
1S	1	Arduino Mega	Microprocesador	0	
2S	1	Placa RAMPS 1.4 Ensamblada + Jumper pasos	Placa traducción de órdenes.	0	
18S	3	Final de carrera con Led Mecanico + cable	Final recorrido de los ejes	0	
4S	1	Kit stepper Nema 17x4	Motor	0	
8S	1	Full graphic LCD Smart Controller + SD Adapter	Pantalla	0	

3S	1	Set White Pololu + Heatsink (5units)	Controlador del motor	0	
7S	1	RepRap PCB Heatbed 200x300mm	Cama caliente	0	
19S	1	.30A 12V Power Supply	Fuente alimentación	0	
5S	4	Adaptador flexible Coupling 5mm-8mm	Unión de ejes sin soldadura	0	
13S	1	Perfil 5 20x20 negro 4M	Perfil estructura	0	
14S	4	2x Rodamiento lineal LM88UU	Rodamientos	0	
15S	4	2x608Z Axial Bearing	Rodamientos	0	
17S	1	4 Silemblock	Patas de la impresora	0	

9S	1	Termistor 100k NTC 3950 1%	Control temperatura	0	
20S	2	Patines	Deslizar la cama caliente	0	
11S	1	Barras calibradas 8	Ejes de desplazamiento	0	
6S	1	Kit bcn3d+extruder con ventilador	Extrusor	0	
21S	1	Conectores	Conectores	0	
22S	1	Tira pines hembra	Tira pines hembra	0	
23S	1	Tornilleria	Tornilleria	0	

10S	1	Ejes transmisores 2m	Ejes roscados	0	
12S	1	Cinta Poliamida kapton 12mm	Cinta Poliamida kapton 12mm	0	
24S	2	Cableado	Cableado		
25S	1	Pasta térmica	Pasta térmica	0	
26S	5	Placas metacrilato 500x500	Son unas placas que se colocan para proteger.		

## 2. DESCRIPCIÓN Y DETALLES D FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS

Para la construcción de nuestra impresora hay que distinguir dos tipos de materiales, los estructurales que hemos resuelto como diseñadores y que se encuentran definidos en el de Planos y los comprados o materiales estándar que montaremos en la estructura de la máquina para que todo, coordinado, haga su función.



## 2.1 Descripción piezas estándar.

Los materiales estándar que hemos comprado para construir nuestra impresora son:

### **Arduino:**

Es una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Es el cerebro de la máquina.



### **RAMPS (Reprap Arduino Mega Pololu Shield):**

En definitiva, la RAMPS es una placa, que se ensambla directamente con el arduino y traduce las órdenes digitales a órdenes de potencia para los actuadores.



### **Pololu:**

Es el controlador de motor paso a paso, le permite controlar un motor bipolar de hasta 2A de corriente de salida por bobina. Es decir, es el que ordena al motor girar en un sentido u otro y regularle la potencia para evitar recalentamientos.



### **Motor Nema 17:**

El Nema 17 Stepper es un motor paso a paso potente con un esfuerzo de torsión superior a los motores paso a paso híbridos estándar, a causa de la utilización de potentes imanes especiales, en lugar de los imanes permanentes tradicionales. Necesitamos 4, uno para cada varilla.



### **Adaptador Flexible Coupling:**

Sirven para poder unir sin soldadura ni ningún otro tipo de fijador dos ejes de diferente o igual diámetro y mantener su concentricidad perfectamente.

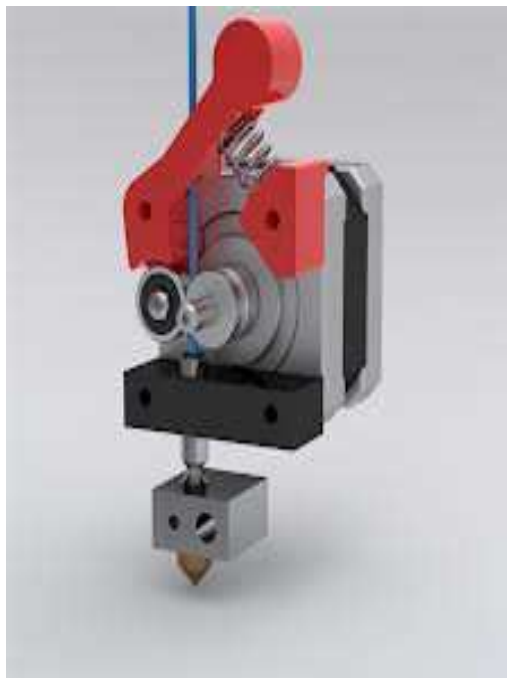


### **Extrusor(Kit bcn3d+extruder):**

Es la zona por donde pasa el material para ser fundido y depositado en la mesa caliente. El material es empujado por un tornillo grafilado que se mueve gracias a un motor.

Este material antes de ser depositado pasa a través de una boquilla de diámetro 0.3,0.4 a unos 170°C para que el hilo depositado sea más fino y controlado.

Aportamos un ventilador en la parte superior del extrusor de plástico, que actuará como refrigerador de la boquilla y de la pieza, evitando que al aplicar la siguiente capa aún no se haya solidificado.



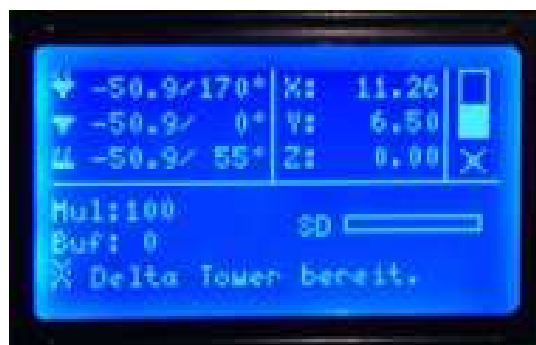
### Cama Caliente (HeatBed PCB 200x300)

Es la placa donde se deposita el material fundido para crear las piezas. Esta consiste en un circuito impreso que actúa como resistencia llegando a un máximo de 140°C.



### Pantalla LCD:

Con la pantalla podemos manejar la impresora sin necesidad de disponer de un PC. Desde el menú podemos imprimir piezas, variar velocidad, temperaturas etc.



### Termistor:

Miden y controlan la temperatura para empezar o no a trabajar. Forma parte del circuito que maneja el ventilador de la boquilla extrusora y hace que se pueda extruir de manera más rápida.



### Los ejes

**Eje transmisión X, Y, Z.** (ver nº11,19 en plano general despiece)

Se trata de una varilla roscada por donde se desplazaran los elementos, las encontramos en los 3 ejes, son de métrica 22, y adquirimos 2 metros por ser más económica. Son d métrica 8. Esto es así para que el paso sea más pequeño y la máquina más precisa.



### **Varilla calibrada plateada:**

Es una varilla de diámetro 8 que usamos para mantener el eje Z y X totalmente rectos y evitar así que se entre giren las piezas. Son de métrica 8 igual que los ejes roscados.



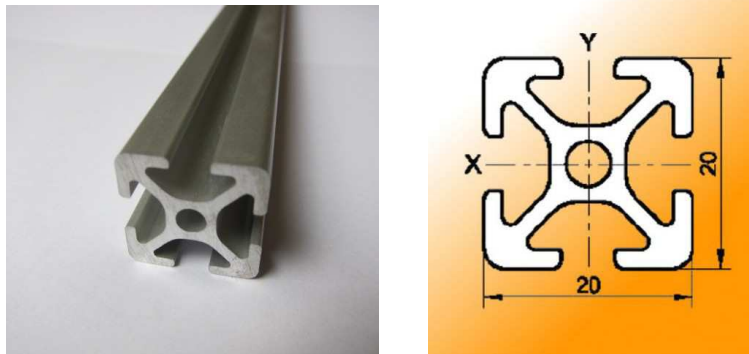
### **Cinta Poliamida Kapton:**

Cinta aislante adhesiva de poliamida de 12mm, ideal para aislar eléctricamente, soporta altas temperaturas, puede utilizarse tanto para aislar camaras calientes como para imprimir plástico sobre ella.



**Perfil de aluminio** ( ver nº10, 16,17 del plano general de despiece):

Se usa para la construcción de estructuras rígidas, en nuestro caso se ha utilizado tanto para las cuatro barras verticales, como para las cuatro barras superiores que en la totalidad forman la estructura cúbica. Se trata de un material estandarizado. Concretamente Perfil aluminio 20x20 Tipo I ran. 5 este perfil de aluminio extruido de 20x20 mm de sección, es ideal para los proyectos de CNC, impresoras 3D por su formato que permite que se puedan atornillar elementos con facilidad además de aportar rigidez y robustez. El agujero central de la sección puede ser mecanizado para M5.



En nuestro caso serian 8 barras cortadas a 50cm.

**Rodamientos lineales:**

Se usan para desplazar los ejes Z y X por las varilla calibrada. Tipo LM8UU.



**Rodamientos de bolas (axial bearing):**

Se usan para mantener centrado el eje transmisor y ayudan a girar. Modelo 2x608Z.





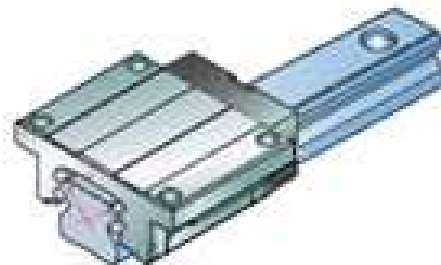
### Tornillería:

Desde Allen M-3, M-4 y M-5 hasta pasadores de M-4 para sujetar las piezas en el sitio que les corresponde y evitar que se muevan una vez tengamos la maquina calibrada y esté en funcionamiento.



### Guías y patín de base (ver nº3 y nº29 en el plano despiece general):

Pese a ser un material estandarizado, lo hemos tenido que cortar según medidas de base y hemos necesitado dos guías y dos patinetes. Son el modelo SKF LLTCHC 25 A TD PS. Las guías que van con los patines, dos de 500mm cada una.



**Patas (silemblock) (ver 4 en el plano despiece general):**

Es un material estandarizado, podemos encontrarlas en ferreterías, seleccionamos unas que fuesen acorde con el volumen de la impresora y que se pudiesen regular. Hemos necesitado 4 unidades.



**Final de carrera con Led mecánico + cable (ver nº8 en plano despiece general):**

Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto, son dispositivos eléctricos situados al final del recorrido o de un elemento móvil, en nuestro caso en el final del recorrido de los ejes, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. En nuestro caso necesitaremos 3 al tener 3 ejes de movimiento en la impresora X, Y, Z.



### Fuente de alimentación (30A 12V Power Supply)

En electrónica, la fuente de alimentación es el dispositivo que convierte la corriente alterna (CA), en una o varias corrientes continuas(CC), que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta (computadora, televisor, impresora, router, etcétera).

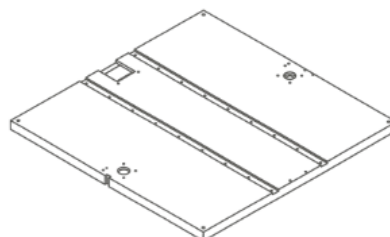
En inglés se conoce como *power supply unit (PSU)*, que literalmente traducido significa: unidad de fuente de alimentación, refiriéndose a la fuente de energía eléctrica.



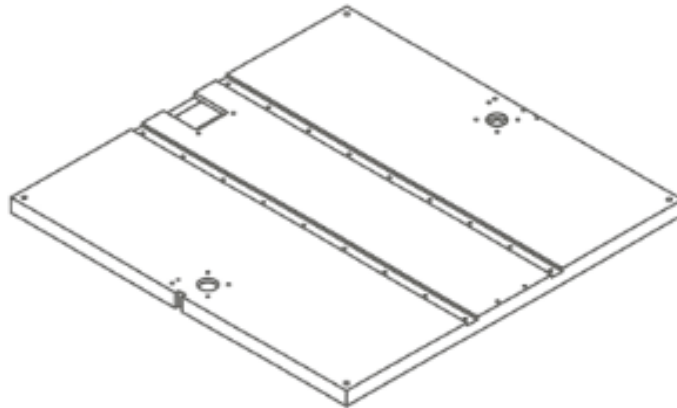
## 2.2 Materiales y detalles de fabricación de piezas diseñadas y hojas de ruta.

**Base** (ver n°1 en plano despiece general y plano 2 en el apartado planos):

Es la base de nuestra impresora, se realizó partiendo de una placa y posterior mecanizado, es donde irá montado todo lo demás, esta realizada en aluminio 6061y tiene unas medidas de 505x505x20 en la base inferior se realizó un vaciado para aligerar un poco la pieza ya que era demasiado pesada.



### Detalles fabricación de la base.



- En primer lugar pediremos una placa de 500x500x20 con el ancho de la pieza rectificada.
- Estacar pieza en la mesa del centro de mecanizado con ayuda de bridas, alinear caras con el reloj comparador y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la cajera inferior para minimizar el peso de la máquina.
- Girar pieza y estacar en mordaza para dejar a medida 500mm
- Girar pieza 90° y mecanizar los laterales a 500mm.
- Buscar zeros pieza y realizar regatas para las guías con sus respectivos taladros M-4.
- Con el mismo zero realizaremos todos los taladros y cajeras correspondientes en esta cara.
- Girar pieza y relizar los taladros y cajeras correspondientes a esa vista.
- Realizar los roscados pertinentes con el Roscamat.

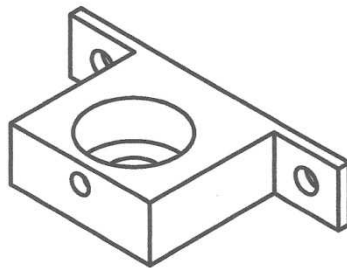
Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 6h.

**Hoja de Ruta de la base**

HOJA DE RUTA				
BASE				
OPERARIO	MAQUINA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO
	CENTRO DE MECANIZADO	20-03-14	20-03-14	5h 30'
	ROSCAMAT	20-03-14	20-03-14	30'
<b>TOTAL</b>				<b>6h</b>
<p><b>OBSERVACIONES:</b>            Esta pieza la pedimos cortada a medida porque era material rectificado</p> <p>El centro de mecanizado usado para realizar esta pieza fue una Travis 1200</p> <p>Roscamat es una máquina neumática que hace las roscas con un macho que gira con el aire que sale del compresor.</p>				

**Soporte cojinete eje Y** ( ver nº2 en plano despiece general y plano 4 en el apartado planos):

El soporte del cojinete del eje Y es el que se encuentra en la base, el que soporta el movimiento de la placa calefactora. Tiene unas dimensiones de 55x30x15 y esta realizado en aluminio 6061 mediante mecanizado.



#### **Detalles fabricación del soporte.**

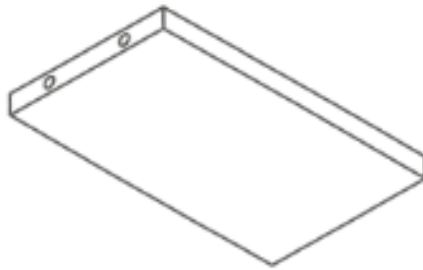
- En primer lugar buscaremos un taco de 55x30x15mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil, taladro central y cajera circular ajustada.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 10mm.
- Estacar pieza en mordaza, realizar taladros, rosca y quitar los radios de la herramienta.

Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 1h.



**Soporte final de carrera eje Z** (ver nº5 plano despiece general y plano 6 en el apartado Planos):

Es una pieza que da soporte el final de carrera del eje Z, es de forma rectangular con unas medidas de 75x45x5 realizada en aluminio 6061.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 75x45x5mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Escuadrar pieza para dejar a medida 70x41mm.
- Estacar pieza en mordaza y realizar taladros para el posterior roscado M-3.

Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 20min.



**Hoja de ruta.**

HOJA DE RUTA				
SOPORTE FINAL DE CARRERA Z				
OPERARIO	MAQUINA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO
	CENTRO DE MECANIZADO	20-03-14	20-03-14	15'
	ROSCAMAT	20-03-14	20-03-14	5'
TOTAL				20'
<p>OBSERVACIONES:                      El centro de mecanizado usado para realizar esta pieza fue una Kondia 500</p> <p>Roscamat es una máquina neumática que hace las roscas con un macho que gira con el aire que sale del compresor.</p>				

**Soporte barra calibrada** (ver nº6 plano despiece general y plano 8 en el apartado planos):

Es un soporte que coge el eje Z, tiene unas medidas de 30x20x20 y esta realizado en aluminio 6061. Hemos necesitado realizar dos soportes iguales para coger el eje Z en los dos extremos, superior e inferior.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 30x20x20mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil, taladro central y los agujeros para los tornillos.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 16mm.
- Estacar pieza en mordaza y realizar taladro para el posterior roscado M-3.
- Repasar taladro central con escariador  $\varnothing 8H7$ .

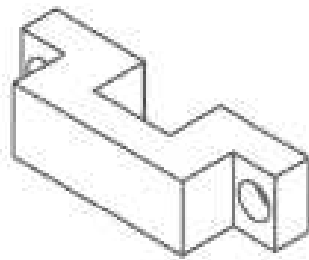
Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 1h 15min.  
las dos piezas.

**Hoja de ruta.**

HOJA DE RUTA				
SOPORTE BARRA CALIBRADA				
OPERARIO	MAQUINA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO
	SIERRA	19-03-14	19-03-14	10'
	CENTRO DE MECANIZADO	19-03-14	19-03-14	55'
	ROSCAMAT	19-03-14	19-03-14	10'
TOTAL				1h 15'
OBSERVACIONES:				
El centro de mecanizado usado para realizar esta pieza fue una Kondia 500				
Roscamat es una máquina neumática que hace las roscas con un macho que gira con el aire que sale del compresor.				

**Soporte final de carrera eje Y** ( ver nº7 plano despiece general y plano 9 en el apartado planos)

Es un soporte donde va el final de carrera del eje Y donde se encuentra el recorrido de la placa calefactora, tiene unas dimensiones de 65x25x20 y esta mecanizado en aluminio 6061.



#### **Detalles de fabricación.**

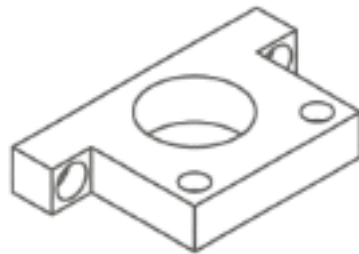
- En primer lugar buscaremos un taco de 65x25x20mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar el perfil con los rebajes laterales y los posteriores taladros para los tornillos.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 20mm y realizar rebaje central.

Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 45min.



**Soporte del motor:** (ver nº9 plano despiece general y plano 10 en el apartado planos)

Es una pieza que mecanizaremos para insertar el motor del eje Y. tiene unas dimensiones de 65x40x15 realizado en aluminio 6061.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 55x30x15mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil, taladro central y cajera circular ajustada.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 10mm.
- Estacar pieza en mordaza, realizar taladros, rosca y quitar los radios de la herramienta.

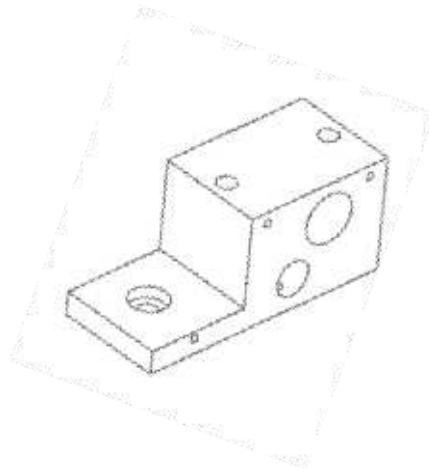
Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 1h.



**Pieza móvil eje Z derecha:** (ver n°14 plano de despiece general y plano 11 en el apartado planos)

Es una pieza que saldrá a partir de un taco de 115x60x50 de aluminio 6061 usando un centro de mecanizado y posterior taladrado.

Es la pieza que bajará y subirá en el eje derecho por la varilla roscada y el eje calibrado.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 115x60x50mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil y los dos taladros ajustados.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 52mm y realizar los tres agujeros de M-4.
- Estacar pieza en mordaza y buscar los ceros para realizar taladros.
- Estacar pieza para realizar la cajera circular.

Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 3h 30min

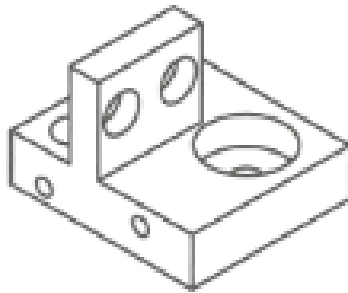


**Hoja de ruta.**

HOJA DE RUTA				
PIEZA MOBIL EJE Z DERECHO				
OPERARI	MÀQUINA	ENTRADA	SORTIDA	TEMPS
	SIERRA	18-03-14	18-03-14	10'
	CENTRO DE MECANIZADO	18-03-14	18-03-14	3H
	ROSCAMAT	18-03-14	18-03-14	10'
	TALADRO	18-03-14	18-03-14	10'
TOTAL				3h 30'
OBSERVACIONES:				
El centro de mecanizado usado para realizar esta pieza fue una Kondia 640				
Roscamat es una máquina neumática que hace las roscas con un macho que gira con el aire que sale del compresor.				
El taladro lo usaremos para pasar el escariador y dejar el Ø8 H-7				

**Referencia eje Y derecha:** (ver n°15 plano despiece general y plano 12 en apartado planos)

Es una pieza que sujeta el eje Y superior, se realiza partiendo de un taco de aluminio de 40x35x35 luego se realiza un programa para mecanizar que incluye perfil y dos taladros.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 40x35x35mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil y los dos taladros ajustados.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 28mm.
- Estacar pieza en mordaza y realizar taladros laterales de M-4.
- Girar pieza y realizar taladros.

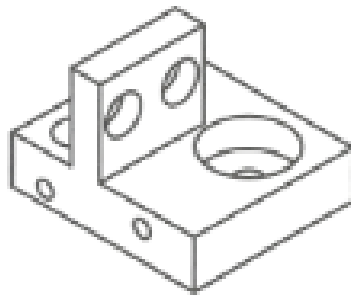
Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 1h 45min.  
las dos piezas.

**Hoja de ruta.**

HOJA DE RUTA				
REFERENCIA EJE Y				
OPERARIO	MAQUINA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO
	SIERRA	19-03-14	19-03-14	10'
	CENTRO DE MECANIZADO	19-03-14	19-03-14	1h25'
	ROSCAMAT	19-03-14	19-03-14	10'
TOTAL				1h 45'
OBSERVACIONES:				
El centro de mecanizado usado para realizar esta pieza fue una Kondia 640				
Roscamat es una máquina neumática que hace las roscas con un macho que gira con el aire que sale del compresor.				

**Referencia eje Y izquierda:** (ver nº21 plano despiece general y plano 12 en apartado planos)

Es una pieza igual a la anterior pero que se sitúa en la parte izquierda.



#### **Detalles de fabricación.**

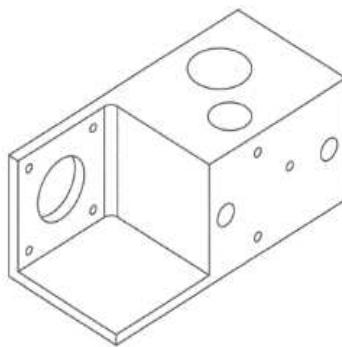
- En primer lugar buscaremos un taco de 40x35x35mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil y los dos taladros ajustados.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 28mm.
- Estacar pieza en mordaza y realizar taladros laterales de M-4.
- Girar pieza y realizar taladros.

Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 1h 45min.  
las dos piezas.



**Pieza móvil eje Z izquierda:** (ver nº24 plano de despiece general y plano 13 en apartado planos)

Es una pieza importante ya que subirá y bajará por el lado derecho, tanto por el eje roscado como por el eje caibrado también da soporte a ls ejes horizontales. Esta pieza se mecanizará a partir de un tocho de 115x60x50 de aluminio y se mecanizará en el centro de mecanizado.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 115x60x50mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil, cajera y los dos taladros ajustados.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 52mm y realizar los dos agujeros de M-4.
- Estacar pieza en mordaza y buscar los ceros para realizar taladros y cajera.

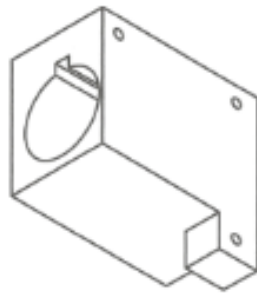
Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 3h.

**Hoja de ruta.**

HOJA DE RUTA				
PIEZA MOBIL EJE Z IZQUIERDA				
OPERARIO	MAQUINA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO
	SIERRA	18-03-14	18-03-14	10'
	CENTRO DE MECANIZADO	18-03-14	18-03-14	2h30'
	ROSCAMAT	18-03-14	18-03-14	10'
	TALADRO	18-03-14	18-03-14	10'
<b>TOTAL</b>				<b>3h</b>
OBSERVACIONES:				
El centro de mecanizado usado para realizar esta pieza fue una Kondia 640				
Roscamat es una máquina neumática que hace las roscas con un macho que gira con el aire que sale del compresor.				
El taladro lo usaremos para pasar el escariador y dejar el Ø8 H-7				

**Hembra eje X:** (ver nº 27 en despiece general y plano 14 en apartado de planos)

Es una pieza que va unida al extrusor y por donde pasa el eje X, la pieza se realizará a partir de una taco de 50x50x30mm y se realiza un programa para el centro de mecanizado.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 50x50x30mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil, taladro central ajustado.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 46mm.
- Estacar pieza en mordaza y realizar taladros para el posterior roscado M-3.
- Realizar chaveta con la máquina de hilo.

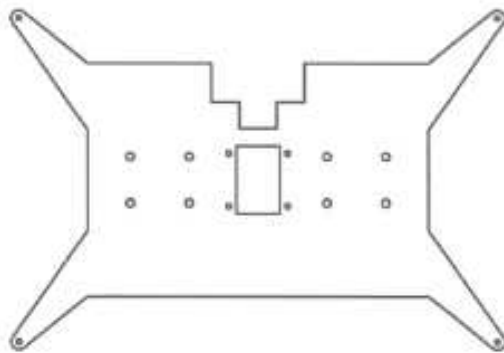
Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 1h 30min.





**Placa patín:** (ver nº28 en despiece general y plano 15 en el apartado de planos)

Esta placa está encargada para que la corten por láser, ya que es la mejor manera de cortar con precisión. Posteriormente se realizan los taladros de M3.



#### **Detalles de fabricación.**

- Esta placa esta realizada por corte por láser.
- Repasar los taladros y roscar los M-3 con macho helicoidal.
- Insertar los helicoils de M-3.

Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 15min.

**Hoja de ruta.**

HOJA DE RUTA				
PLACA PATIN				
OPERARIO	MAQUINA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO
	PIEZA CORTADA A LASER	19-03-14	19-03-14	
	TALADRO	19-03-14	19-03-14	5'
	ROSCADO	19-03-14	19-03-14	10'
TOTAL				15'
OBSERVACIONES:				
Esta pieza la hemos comprado cortada a láser donde nos la dieron a medida.				
El taladro lo usaremos para repasar los taladros que vienen a un diámetro inferior.				

### El corte por láser:

Vamos a hacer un inciso para repasar cómo se trabajan las piezas por corte por láser.

La pieza (ref.1) tuvimos que pedirla a una empresa de corte por láser, ya que la manipulación con chapas de aluminio en una maquina como una fresadora puede llevar varios problemas o simplemente porque el corte por láser es más rápido, eficaz y barato de lo que nosotros imaginamos.



El corte con láser es una técnica empleada para cortar piezas de chapa caracterizada en que su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo.

Para poder evacuar el material cortado es necesario el aporte de un gas a presión como por ejemplo oxígeno, nitrógeno o argón. Es especialmente adecuado para el corte previo y para el recorte de material sobrante pudiendo desarrollar contornos complicados en las piezas.

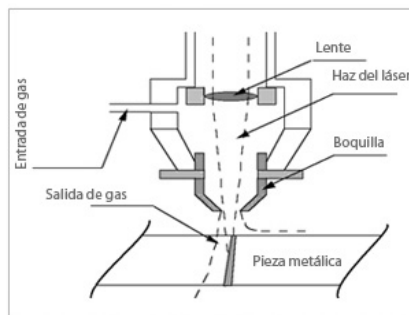
Entre las principales ventajas de este tipo de fabricación de piezas se pueden mencionar que no es necesario disponer de matrices de corte y permite efectuar ajustes de silueta. También entre sus ventajas se puede mencionar que el accionamiento es robotizado para poder mantener constante la distancia entre el electrodo y la superficie exterior de la pieza.

Para destacar como puntos desfavorables se puede mencionar que este procedimiento requiere una alta inversión en maquinaria y cuanto más conductor del calor sea el material, mayor dificultad habrá para cortar.

El láser afecta térmicamente al metal pero si la graduación es la correcta no deja rebaba. Las piezas a trabajar se prefieren opacas y no pulidas porque reflejan menos. Los espesores más habituales varían entre los 0,5 y 6 mm para acero y aluminio. Las potencias más habituales para este método oscilan entre 3000 y 5000 W.

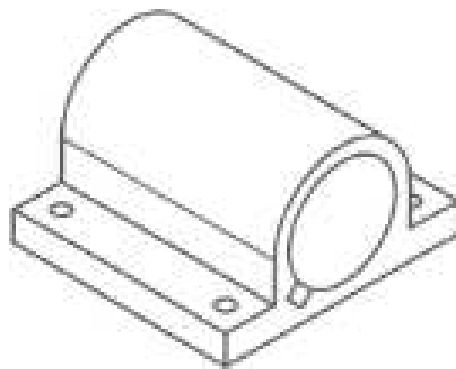
'LASER' son las siglas del inglés 'Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation', lo que en castellano significa Amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación.

El mecanizado con láser, comparado con los procesos convencionales de arranque de viruta, presenta una mejor precisión y acabado superficial (rugosidad), siempre y cuando no lo comparemos con los procesos de superacabado.



**Hembra eje Y :** ( ver nº 30 en despiece general y plano 16 en el apartado de planos)

Es la pieza que recoge el eje Y, parte de un taco de 50x50x30, en el centro de mecanizado se realiza el programa que incluirá perfil y taladrado central. Luego realizar los taladros y el chavetero con la máquina de hilo.



#### **Detalles de fabricación.**

- En primer lugar buscaremos un taco de 50x50x30mm.
- Estacar pieza en la mordaza del centro de mecanizado y buscar los ceros.
- Realizar programa para mecanizar la pieza que incluye: perfil, taladro central ajustado.
- Girar pieza y mecanizar material sobrante dejandola a medida 44mm.
- Estacar pieza en mordaza, quitar los radios de herramienta y realizar taladros.
- Realizar chaveta con la máquina de hilo.

Tiempo de preparación y mecanizado de pieza: 1h 30min.

**Hoja de ruta.**

HOJA DE RUTA				
HEMBRA EJE Y				
OPERARIO	MAQUINA	ENTRADA	SALIDA	TIEMPO
	SIERRA	19-03-14	19-03-14	10'
	CENTRO DE MECANIZADO	19-03-14	19-03-14	1h 10'
	ROSCAMAT	19-03-14	19-03-14	10'
TOTAL				1h 30'
OBSERVACIONES:				
El centro de mecanizado usado para realizar esta pieza fue una Kondia 500				
Roscamat es una máquina neumática que hace las roscas con un macho que gira con el aire que sale del compresor.				

### 2.3Tiempo total de mecanizado de las piezas.

<u>PIEZA</u>	<u>TIEMPO</u>
- HEMBRA EJE X	1h 30min.
- BASE	6h
- PIEZA MOBIL EJE Z IZQUIERDA	3h
- PIEZA MOBIL EJE Z DERECHA	3h 30min.
- SOPORTE FINAL DE CARRERA EJE Y	45min.
- PLACA PATIN	15min.
- SOPORTE COJINETE EJE Y	1h
- SOPORTE BARRA CALIBRADA	1h 15min. (Las dos piezas)
- REFERENCIA EJE Y	1h 45min. (Las dos piezas)
- SOPORTE FINAL DE CARRERA EJE Z	20min.
- SOPORTE MOTOR	1h
- HEMBRA EJE Y	1h 30min.
<b>TIEMPO TOTAL =</b>	<b>20h 50min.</b>



### 3.PROCESO DE MONTAJE

En este apartado se han tenido en cuenta el montaje de ambos materiales, los estándares y también los de fabricación propia.

En primer lugar, mediremos las herramientas en eje Z para que todas tengan el mismo 0 herramienta y poner las compensaciones de diámetro. Con ayuda de un reloj comparador, acercamos el tester para marcar nuestro cero herramienta.

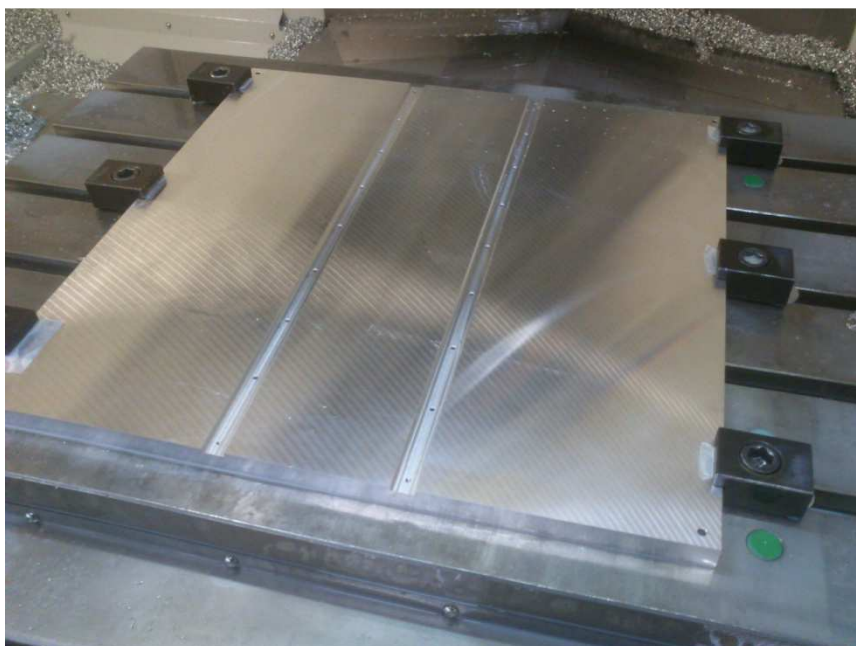


A continuación, podremos medir las herramientas necesarias para nuestro mecanizado, sabiendo que todas van a quedar con la misma medida en eje Z.



Empezamos por la placa base, donde irán las dos guías (patines) atornilladas.

Esta placa la compramos rectificada a medida, lo cual nos ahorro tiempo en planearla y dejar las dos caras totalmente paralelas. (*ver plano 2 base*)



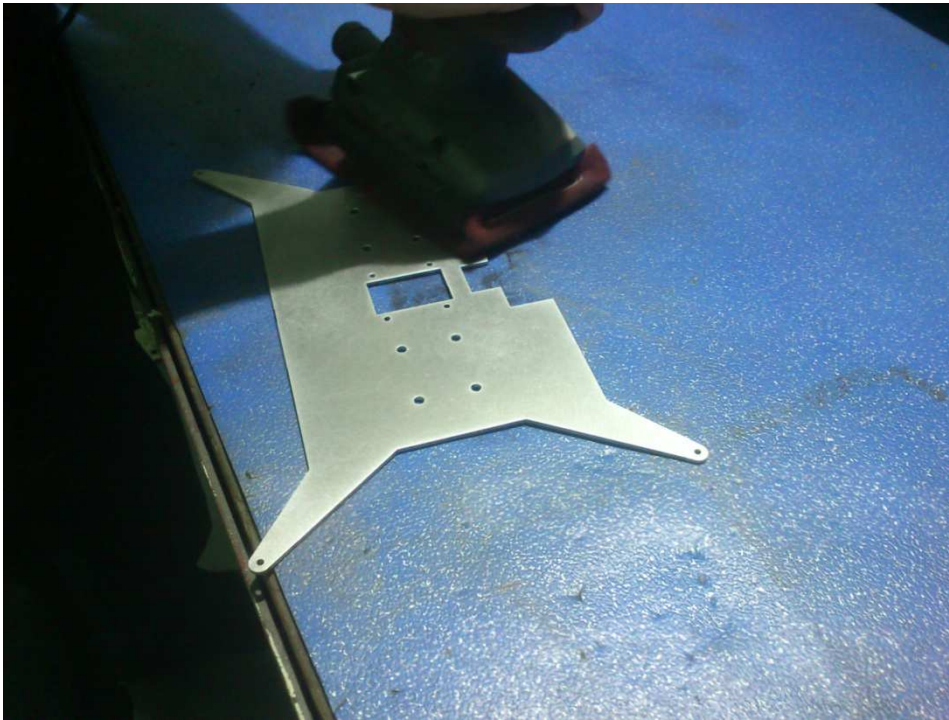
A continuación, incorporamos en las cuatro esquinas y en la parte inferior de la placa base, las 4 patas (ref. 17S) para elevar la impresora y tener una buena base para el montaje.



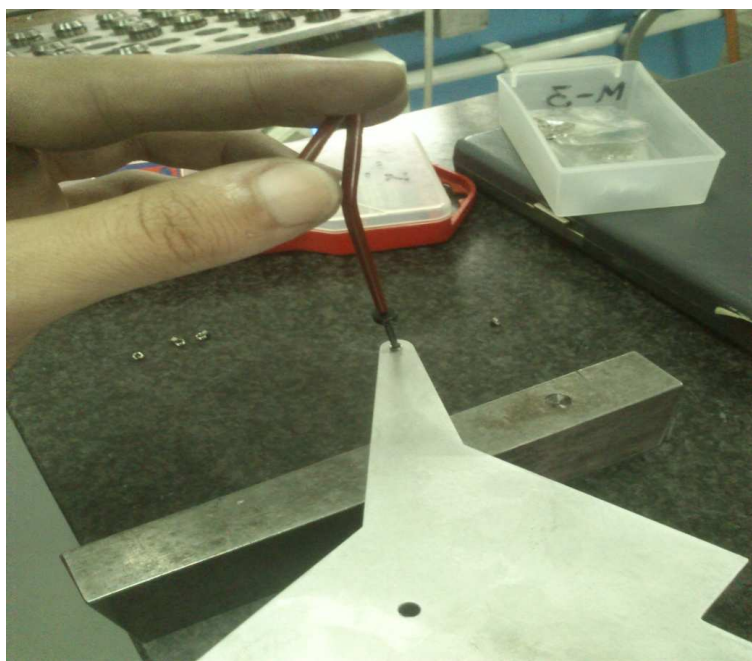
El siguiente paso, atornillar las dos guías a la base y poner los patines en las respectivas guías.



Una vez ha llegado la pieza, pasamos. Le añadimos las roscas helicoidales M-3. (*ver plano 15*)



Le añadimos las roscas helicoidales M-3. (*ver plano 15*)





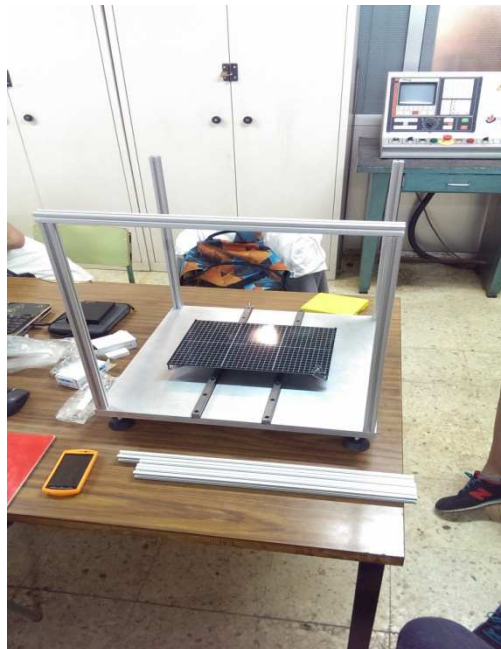
Seguidamente, colocaremos la placa (ref.1) que une los dos patines (pedida con antelación para que la cortaran a laser y la dejaran a medida) a los patines, para que ambos se muevan a la vez y uniremos a dicha placa nuestro primer eje sin fin, que nos hará el movimiento del EJE Y.



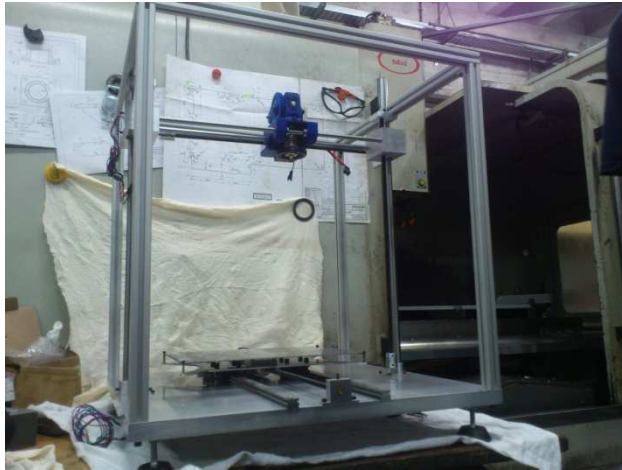
Encima de esta placa, colocaremos la placa calefactora (ref.7S), pedida de Dinamarca que es donde se depositará el plástico de las piezas que realizaremos. La manera de unir una placa con otra es mediante tornillos. También hacen de reguladores, según queramos subir o bajar un poco más o menos nuestra placa.



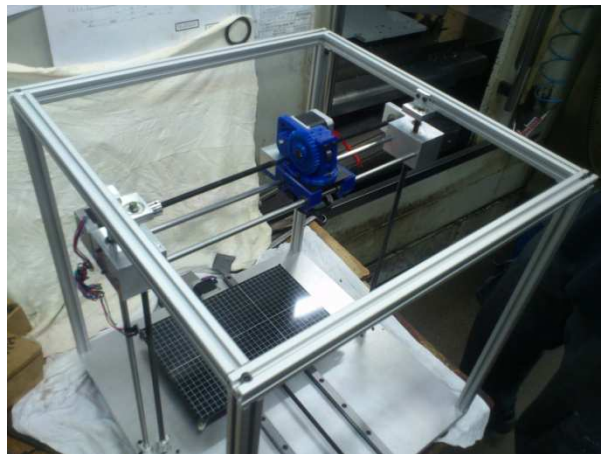
Seguidamente, colocaremos las barras exteriores (ref. 13S) atornilladas, o mejor dicho, perfiles. Estos, nos ayudaran a poner la carcasa de nuestra impresora y nos ayudará como base y refuerzo, dando una mejor estabilidad. Primero los verticales. Seguidos los superiores horizontales.



A continuación, incorporamos las barras calibradas (ref.11S) y los ejes sin fin (ref.10S) del EJE Z, que actuaran como subida y bajada del cabezal.

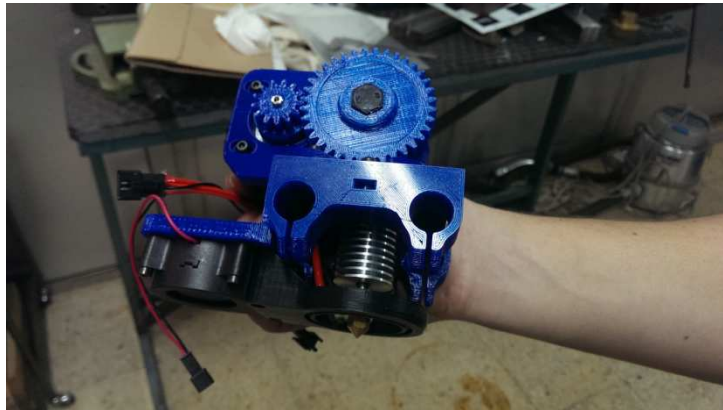


El siguiente paso es incorporar el EJE X, con ayuda de las piezas que hemos mecanizado anteriormente, que nos facilitan las uniones de los 3 EJES, uniremos el EJE Z con el EJE X.



Una vez tenemos la estructura terminada, incorporaremos el cabezal (ref 6S), motores (ref.4S) y electrónica, sin olvidarnos de la pantalla (ref.8S) situada en la parte posterior de nuestra carcasa y el ventilador (ref.19S) que hará de refrigeración.

Colocaremos la fuente de alimentación de CC que ira conectada a la red de CA.



Por último incorporaremos las placas de metacrilato que irán atornilladas al perfil.

Solo nos quedaría conectar la máquina al ordenador mediante el puerto USB y comprobar si funciona.

#### 4.RESULTADO FINAL

Impresora real montada sin las placas de metacrilato.





## 5.PRIMERA PRUEBA

Teníamos ya un objeto en 3D que descargamos gratuitamente de internet del proyecto Rep Rap que se trataba de una rana en formato STL.



Hicimos la conversión de archivo correspondiente como se explicará en detalle en los próximos apartados.

Encendimos la máquina, esperamos pocos segundos para que se alineara y calentara el extrusor y empezó a dibujar por capas el modelo. El resultado fue éste.



Primera impresión que se recomienda hacer al iniciar por primera vez tu impresora 3D.

## 6.MANEJO DE LA IMPRESORA 3D

### 6.1 Drivers de la instalación

1. Conecte la impresora a un ordenador con el cable USB. En el ordenador debería aparecer la ventana "Nuevo Hardware Encontrado". Seleccione "No esta vez", y "Siguiente". Entonces seleccione "Instalar desde una lista o ubicación específica (avanzado)" y "Siguiente".



2. Pulse "Buscar" y elija la carpeta donde haya instalado el software.



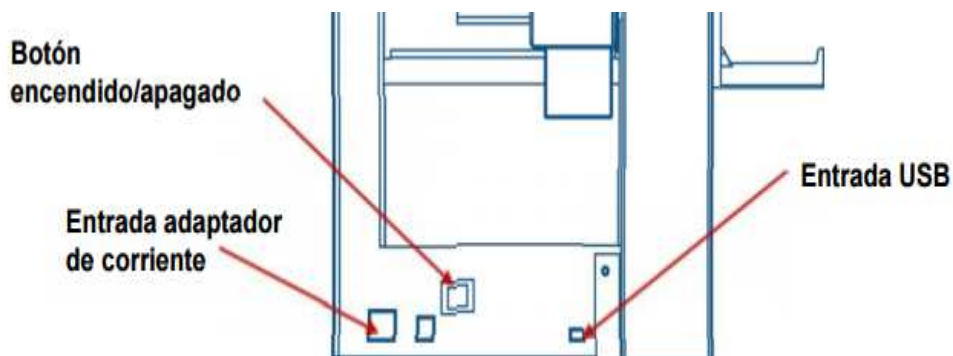
3.El cuadro de diálogo aparece. Seleccione "Continuar de todas formas", y los controladores se instalarán automáticamente.



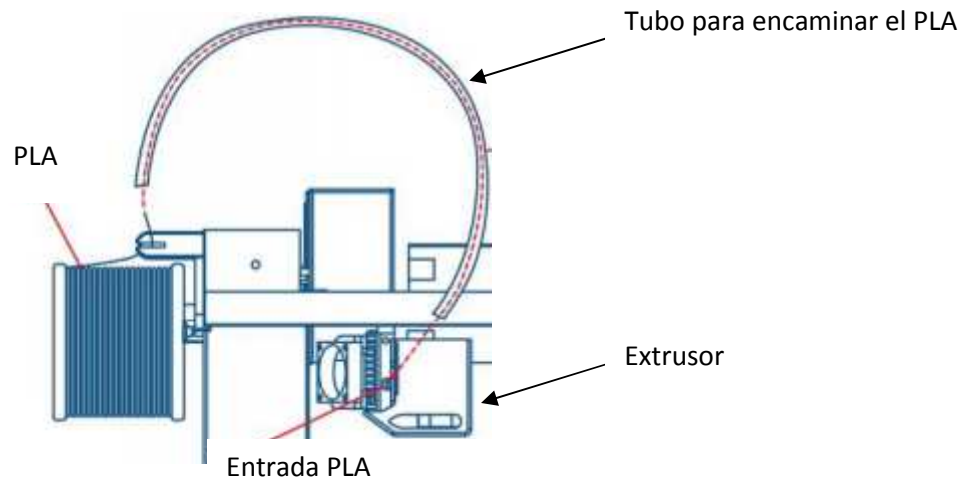
4. También se puede entrar en la página web del Rep Rap Project y descargar los drivers que necesitemos de manera gratuita, pero debemos saber cuales, dependiendo de nuestro Sistema Operativo y ordenador.

## 6.2 Preparación inicial impresora.

1. Antes que nada tenemos que conectar la impresora a la corriente y conectar el USB del ordenador con el que vayamos a trabajar.



2. En segundo lugar tenemos que proveer la máquina de un bobinado de plástico termoplástico, en este caso el PLA que es biodegradable.

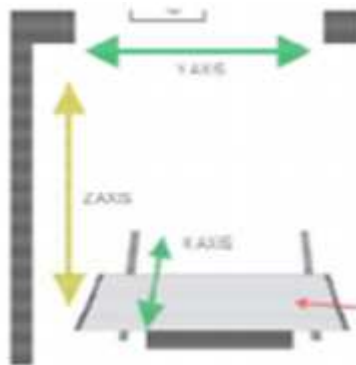


3. Se ha de introducir el filamento en el tubo hasta que salga aproximadamente 10 cm por el otro extremo del tubo. Introducir el extremo del filamento en el agujero del cabezal de extrusión.



1. Encender la impresora del botón ON.

2. Visite la página de Rep Rap Project o cualquiera que colabore con ésta para descargar e instalar el software de impresión 3D.
3. Instale los drivers siguiendo los pasos que éstos indican.
4. Abra el software, pulse "Impresión 3D" e "Iniciar". La impresora debería alinear los 3 ejes automáticamente.  
Eje X: la mesa se mueve hacia adelante y hacia atrás.  
Eje Y: la tabla arriba y abajo.  
Eje Z: el cabezal se mueve a derecha e izquierda.

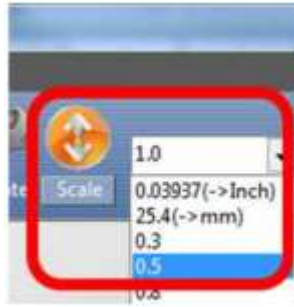


### 6.3 Imprimir un modelo STL.

5. Descargue el archivo "Frog.STL" que suele encontrarse en "Mi primera impresión" en muchos lugares u otro que le parezca sencillo.
6. Ejecute el archivo "Frog.STL" i haga clic en "Abrir". Ubique el sitio donde ha descargado el archivo "Frog.STL" y ábralo.



7. Escalar la rana al 50%, clique "Escalar" i seleccione "0.5"



11. Clique "Place" y se centrará el modelo o modelos en la base del área de impresión del software.



12. Clique el icono "Imprimir" y "Preferencias"



13. Seleccione el siguiente:

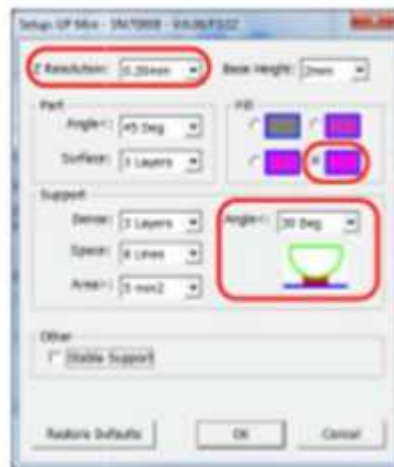
Resolución Z: "0.2mm" dependiendo de la resolución que queramos, en este caso poca.

Relleno: Panal de abeja vacía, para que la rana este algo vacía por dentro y ahorrar material

Ángulo de soporte: 30 grados.

Normalmente estos son los únicos valores que se suelen cambiar.

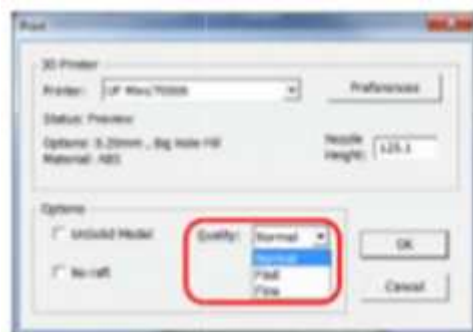
Clicar "OK".



14. Seleccionar la calidad de impresión y clicar "OK" para comenzar a imprimir  
Normal = Calidad media (Recomendada)

Fina = Calidad buena y tarda menos.

Rápida = Calidad borrador y tarda menos.



15. El software pondrá el trabajo en la cola de impresión.

16. La impresora comenzará a precalentar la plataforma y el extrusor. Se puede ver el aumento de temperatura haciendo clic en "Impresión 3D" y "Mantenimiento".

17. Asegurarse de que la puerta de metacrilato y toda la impresora esta cerrada. Tener la puerta de ventilación cerrada acelera el proceso de calentamiento en el cabezal extrusor y la plataforma.

18. La impresora imprimirá la rana.

19. Una vez la impresora ha acabado de imprimir, coja la pieza y descarte el material de soporte. *(ver terminado d piezas extruidas para más información)*

## 7.IMPRESIÓN EN 3D

1. Una de las claves para imprimir correctamente es la preparación y el precalentamiento. Especialmente con piezas grandes, en las impresoras 3D hay una tendencia a que los bordes de la pieza levanten de la plataforma (que es un poco más fría que el centro) y haga que las piezas se deformen.

La mejor manera de prevenir esto es asegurarse de que

**a) La plataforma está perfectamente nivelada.**

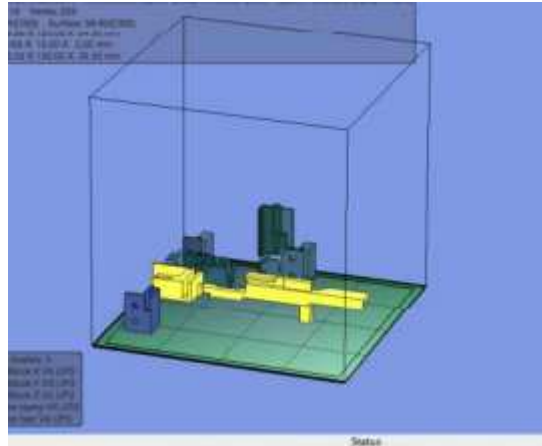
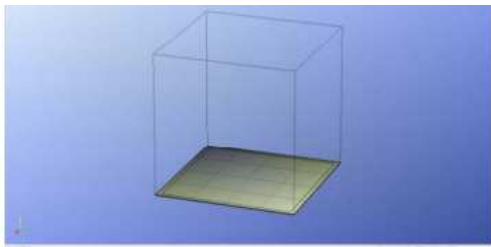
**b) La altura del extrusor está correctamente ajustada.**

**c) La plataforma está bien precalentada.**

También ayuda a tener la impresora en una habitación que no sea demasiado fría (es decir, más caliente que, por ejemplo, 18 grados centígrados) y libre de corrientes de aire.



2. Conecte la impresora 3D, iníciela y configure el sistema de impresión. Cargue el modelo y colóquelo correctamente a la plataforma virtual de la ventana del software. Compruebe si hay suficiente material para el modelo (el software en general le dirá si no hay suficiente material cuando comienza la impresión). En su defecto, cambie el rodillo por uno nuevo.



3. Para los modelos grandes los resultados se pueden mejorar mediante el precalentamiento de la plataforma. Haga clic en la opción "Precalentar" del menú "Impresión 3D" y la impresora comenzará a calentar la plataforma. Deje que la plataforma llegue a 100 grados centígrados antes de empezar a imprimir.

4. Pulse en el menú "Impresión 3D-> Imprimir", y el cuadro de diálogo de impresión aparecerá. Elija "Preferencias" para ajustar los valores de impresión. Haga clic en "OK" para comenzar a imprimir.

5. Una vez comenzada la impresión, se puede desconectar el PC de la impresora. El trabajo de impresión está almacenado en la memoria interna de la impresora.

## 8. RETIRADA DEL MODELO 3D

Cuando el modelo se ha acabado de imprimir, la impresora le avisará con una señal acústica y el extrusor y la tarjeta perforada dejarán de calentarse.

1. Haga deslizar suavemente la espátula de plástico, bajo el modelo y mueva lentamente adelante y atrás para hacer palanca y así soltarlo. Recuerde utilizar guantes, la plataforma y el modelo aún podrían estar calientes.



2. Quitar el material de apoyo. Los modelos impresos se componen de dos partes. Una parte es el modelo en sí y la otra, es el material de soporte utilizado para apoyar a las partes que sobresalen del modelo.

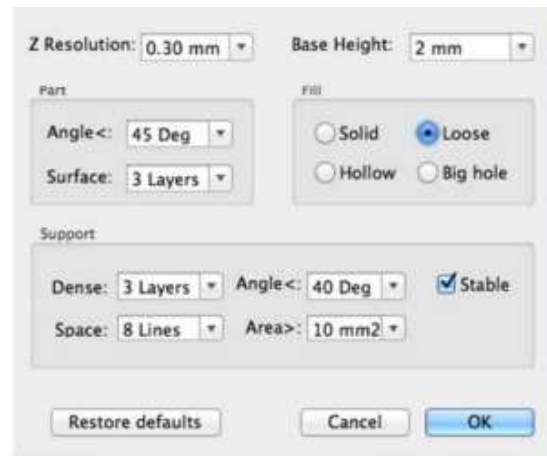


## 9.OPCIONES DE IMPRESIÓN

1.Pulse en el menú "Impresión 3D-> Configuración". Aparecerá el siguiente cuadro de diálogo.



(Versión Windows)



(Versión Mac)

2. "Resolución Z": Establece la resolución de impresión (grosor de la capa) de la impresora. Esta puede ser de entre 0,15 mm y 0,4 mm por capa.

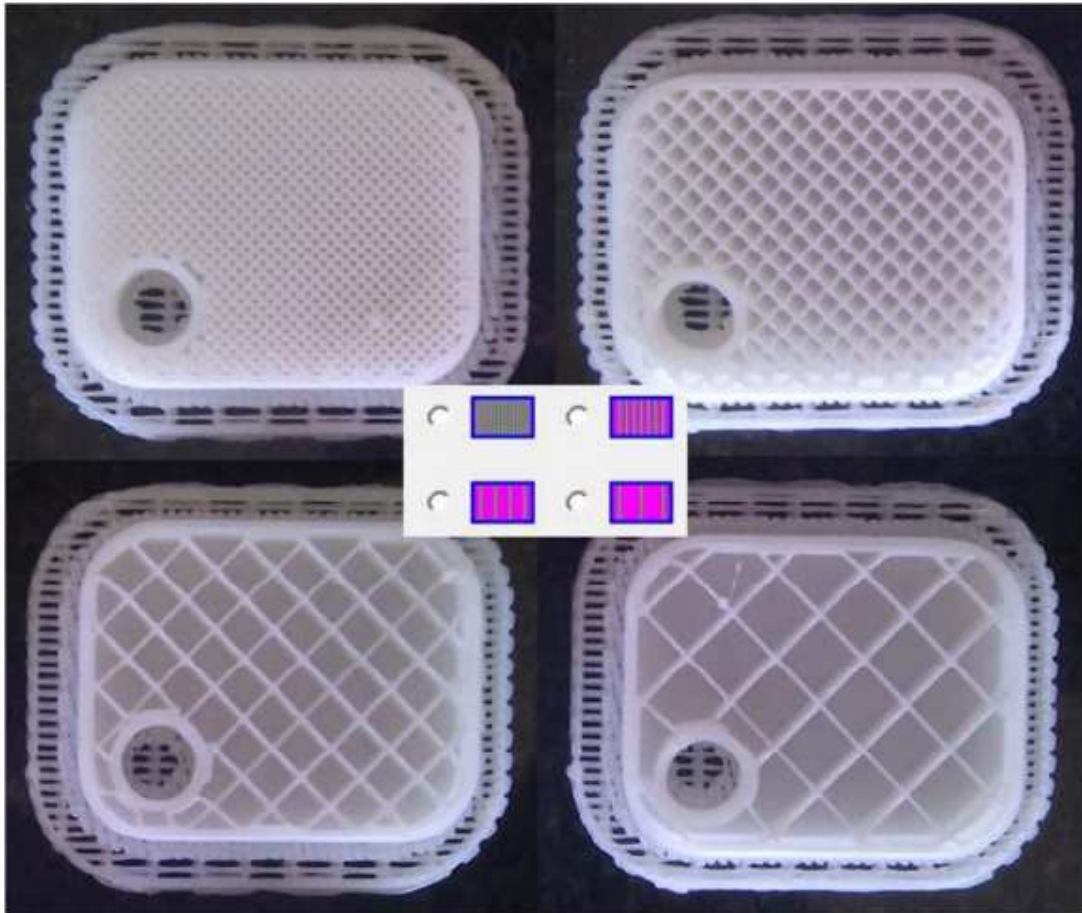
3. "Base": Este es el espesor del conjunto del material de soporte que se imprimirá debajo del modelo. Cuando la impresora comienza a imprimir, primero imprime una capa de material no sólido. Sigue construyendo hileras horizontales de material de apoyo del grueso de los mm que haya elegido. Luego, justo antes de que llegue a la superficie inferior de la pieza real, empieza a construir capas de soporte perpendiculares.

4. "Extrusor": representa la distancia entre el extrusor y la plataforma de impresión cuando está en la posición inferior.
5. "Superficie": Este parámetro determina el número de capas que forman la cara inferior de un modelo cuando no es sólido. Por ejemplo, si lo configura a 3, la máquina imprimirá 3 capas completas antes de entrar en el modo no-sólido. Esto no afecta al grosor de la pared lateral en las partes no-sólidas, que son todas del mismo grosor (aproximadamente 1,5 mm) independientemente de la forma que se llenen.
6. "Ángulo": La parte "Ángulo" determina el punto a partir del cual se usa el material de apoyo. Si el ángulo es pequeño, la impresora añadirá capas de relleno sólidas bajo la superficie de la pieza. El grosor de este soporte sólido (denso) está determinado por el parámetro "Denso" bajo las opciones de soporte como se describe a continuación.

**Opciones de relleno:**

Hay cuatro maneras de llenar las partes interiores, como se describe a continuación.

	<p>Sólido: el modelo está hecho de plástico casi macizo, que hace que sea más fuerte. Esta configuración se recomienda para piezas de ingeniería funcionales.</p>
	<p>Denso: el modelo tiene la pared exterior de plástico sólido (aproximadamente 1,5 mm), pero su interior se llena con una estructura de trama razonablemente densa.</p>
	<p>Vacío: el modelo tiene la pared exterior de plástico sólido (aproximadamente 1,5 mm), pero su interior se llena con una trama de espaciado medio.</p>
	<p>Muy vacío: el modelo tiene la pared exterior de plástico sólido (aproximadamente 1,5 mm), pero su interior está relleno de una trama muy espaciada.</p>

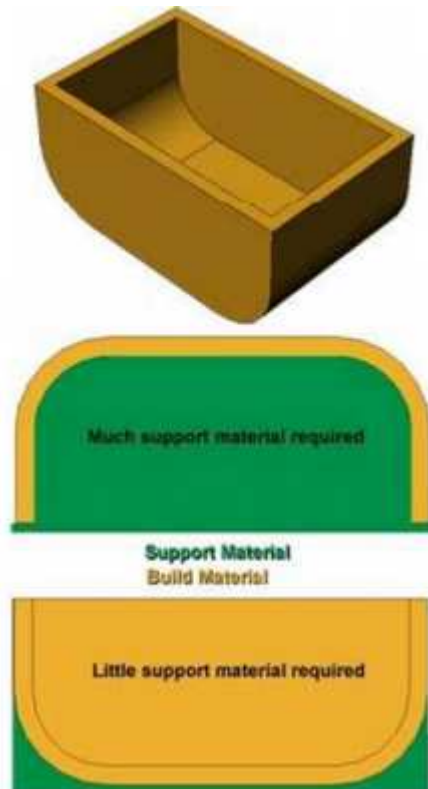


7. “Denso”: Representa el número de capas de material sólido (denso) que forman la parte de la estructura de soporte directamente debajo del modelo.

8. “Ángulo”: El ángulo con el que se acostumbra a hacer material de soporte. Por ejemplo, si se utiliza  $10^\circ$ , el material de soporte sólo es empleado si el ángulo de la superficie es mayor que  $10^\circ$  con la horizontal (o sea que el material de apoyo casi no se usa). Si se pone a  $50^\circ$  entonces el material de apoyo se utiliza para cualquier superficie cuando es superior a  $50^\circ$  de horizontal.



Como regla general, es más fácil para eliminar el material de soporte desde la parte exterior de una pieza que desde el interior. Como se puede ver en la imagen, la pieza usaría mucho más material de soporte si se imprimiese con la apertura hacia abajo que si estuviera mirando hacia arriba.



19. "Velocidad": "Fina", "Normal" o "Rápida". Esto simplemente determina la velocidad a la que se mueve la impresora. Como regla general, cuanto más lento imprima, mejor será la calidad de las piezas. Para las partes altas, el funcionamiento a velocidad rápida ("Rápida") puede ser problemático, ya que la impresora puede vibrar y la impresión se puede ver afectada. Por grandes partes de la superficie de la pieza, el ajuste fino ("Fina") puede ser problemático, ya que la impresora tarda más en imprimir la pieza y las esquinas son por lo tanto más propensas a levantarse un poco. Generalmente se recomienda la velocidad "Normal".



10.“Modelo NoSolid”: Esta función es útil para imprimir archivos STL que no son perfectos. Un archivo STL es perfecto cuando la superficie está completamente lisa, no tiene agujeros en la capa superficial ni superficies superpuestas. Si el archivo no es perfecto, esta opción debe permitir que lo imprima todos modos.

## 10.ACABADO DE LAS PIEZAS IMPRIMIDAS

### Lijar

Aunque nuestra impresora ha sido diseñada para producir piezas de alta calidad, algunas capas de líneas pueden ser visibles, lo cual altera su estética visual, una de las principales prioridades para los clientes. El lijado resuelve este problema.

El proceso de lijado es exactamente tal y como suena. Las piezas pueden lijarse a mano o con lijadoras de banda, como ocurre con la madera o piezas de automoción. El lijado es un método barato, eficaz y consigue un **acabado liso**. Es la **técnica de acabado más utilizada para piezas impresas en 3D**. Se realiza con lijas finas de numeración 600.



## Perlas abrasivas

El segundo proceso de acabado más utilizado son las perlas abrasivas. Se trata de un aparato con una boquilla que pulveriza a presión diminutas bolitas de plástico que van erosionando las líneas de capa.

Es rápido, en tan solo unos 5 ó 10 minutos deja un acabado liso, mate y uniforme.

También puede utilizarse la pulverización de bicarbonato de sodio, que ofrece buenos resultados aunque es un proceso un poco más sucio que las pequeñas perlas de plástico.

Una de las limitaciones de la técnica de las **perlas abrasivas** es el tamaño de la pieza, ya que el proceso se realiza en una cámara cerrada con un tamaño máximo de 24 x 32 x 32 pulgadas.





## Suavizado por vapor

La pieza se sumerge en un tanque que contiene un líquido en la base (normalmente **acetona**) que se lleva al punto de ebullición. El vapor se eleva y se derrite alrededor de 2 micras de la superficie de la pieza, dejándola suave y brillante en tan sólo unos segundos.

Al igual que ocurre con las perlas abrasivas, este método cuenta también con alguna restricción. En primer lugar, el tamaño del tanque limita el tamaño de la pieza que vamos a introducir en él. Por otro lado, el suavizado por vapor sólo sirve para el ABS y ABS-M30 que, a pesar de ser económicos, son fuertes y duraderos.



## Químicos

Otra idea es dar una capa de disolución muy suave de acetona u otro producto que ataque al plástico para hacerlo más fluido superficialmente y procurar que por su propia tensión superficial tienda a suavizar contornos, pegar hilos y tapar poros.

## 11.MANTENIMIENTO DE LA IMPRESORA 3D

### 11.1Cambio de material

En primer lugar retire el material sobrante de la impresora. Inicialice la impresora y seleccione "Impresión 3D-> Mantener". Pulse en "Retirar" y el sistema automáticamente comenzará a calentar el extrusor. Cuando éste llega a la temperatura correcta, la impresora le avisará y podrá suavemente retirar el material.

Se coloca un nuevo rodillo de material en el soporte de la bobina, y se tira del hilo a través del tubo de filamento hasta que esté aproximadamente unos 10cm fuera del tubo, a continuación, se inserta el hilo en el agujero de la parte superior del cabezal del extrusor.

Se Selecciona "Mantener" en el menú "Impresión 3D". A continuación, se pulsa el botón "Extruido" en el cuadro de diálogo "Mantener". Cuando el extrusor se haya calentado hasta 260°C, la impresora avisará con un tono. Hay que empujar el filamento por el agujero de la parte superior del cabezal extrusor, con un poco de presión, y el extrusor automáticamente extruirá material. El hilo de plástico exprimido fuera de la boquilla debe ser delgado, brillante y suave.

## 11.2 Limpieza del extrusor

Limpieza del extrusor Después de muchas impresiones, el extrusor puede estar cubierto con una capa de PLA solidificado. Cuando la impresora está imprimiendo, este PLA se puede fundir y puede crear manchas descoloridas al modelo. Para evitar esto, hay que limpiar periódicamente el extrusor. En primer lugar, precalentar el extrusor para fundir el PLA duro. Utilice el botón "Extruir" en el cuadro de diálogo "Mantener", y baje la plataforma hasta el fondo. Finalmente, utilice un material resistente al calor, como ropa de algodón 100%. También necesitará un par de pinzas. A continuación, pegue el paño con las pinzas para limpiar el filtro.

Algunos usuarios también bañan el extrusor en acetona para limpiarlo, o incluso le hacen un baño de ultrasonidos.

## 11.3 Lubricación de los rodamientos

Los rodamientos en la impresora de vez en cuando pueden necesitar un poco de lubricante para que funcione sin problemas. Lo que se recomienda utilizar es grasa de litio. Para lubricar los cojinetes, primero limpie el máximo de la grasa antigua como sea posible, aplique la grasa nueva en el rodamiento y deslice la plataforma en la dirección apropiada para extenderlo.

## 11.4 Piezas de recambio

Todas las piezas del apartado que hemos diseñado y mecanizado nosotros mismos se pueden volver a reproducir en el taller de mecanizado siguiendo el apartado Planos y éste mismo.

Las demás se pueden volver a comprar y montar ya que guardamos las empresas y referencias de las mismas.

No está de más tener varias bobinas de PLA en el almacén.

## 12. RECOMENDACIONES GENERALES DE SEGURIDAD

1. Revisar con regularidad los calefactores y la instalación eléctrica. No abusar del tiempo que están encendidas y alejarlas de materiales inflamables y de los líquidos en el caso de las eléctricas
2. Evitar sobrecargar los circuitos eléctricos porque puede favorecer los incendios. No colocar nada por encima de los artefactos que pueda recalentar y prenderse fuego.
3. Importante mantener limpio el metacrilato y despejados los agujeritos de éste. También hay que tener la precaución de no dejar cerca nada que pueda caer en la impresora y causar un incendio, así como colocar un chispeo que contenga las chispas que puedan saltar y prender fuego algo.
4. Mantener la impresora 3D a una distancia aproximada de al menos 1 metro de cortinas, muebles y cualquier otro tipo de material inflamable.
5. No dormirse jamás con la impresora encendida.
6. Ante el más mínimo olor, molestia o ardor de ojos, mareos o problemas para respirar, apagar la impresora, ventilar el lugar y revisar todos los componentes.
7. Mantener fuera del alcance de los niños.
8. Se recomienda supervisar las primeras impresiones por personal cualificado.

### 13. PRUEBAS Y ENSAYOS

Para todas las piezas diseñadas y mecanizadas por nosotros se han seguido una minuciosa verificación de cotas y tolerancias utilizando las siguientes herramientas de medida.

#### **Pie de rey**

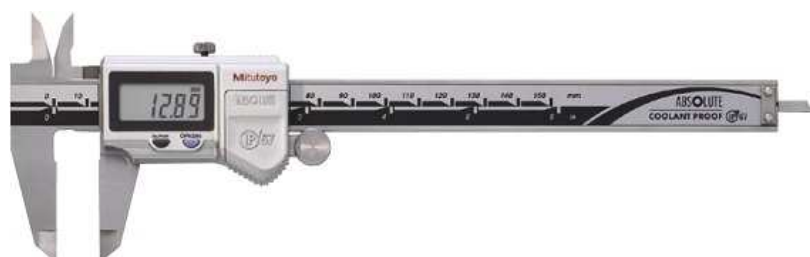
El pie de rey es un instrumento de medición usado, sobre todo, en mecánica y en la fabricación de toda forma de objetos. Suele estar graduado en milímetros y su rango típico es de 0 a 150mm.

El pie de rey permite medir, por ejemplo, el diámetro de una barra, el ancho de una placa, la profundidad y un diámetro de un agujero, la anchura de una ranura, etc., con una precisión típica (o error) de 0.05 mm (media décima de milímetro, o cinco centésimas).

Algunos pies de reis más precisos dividen cada décima en cinco partes, y por tanto permiten medir con una precisión o error de 0.02 mm (dos centésimas de milímetro).

El principio de funcionamiento del pie de rey es el nonios. El nonios es el sistema que permite leer variaciones muy pequeñas en la dimensión que está midiendo.

El pie de rey convencional es un aparato de medición totalmente manual y mecánico, también hay pie de rey digitales que, sin nonios, permiten leer el valor de la medida directamente en una pequeña pantalla.



## Micrómetro

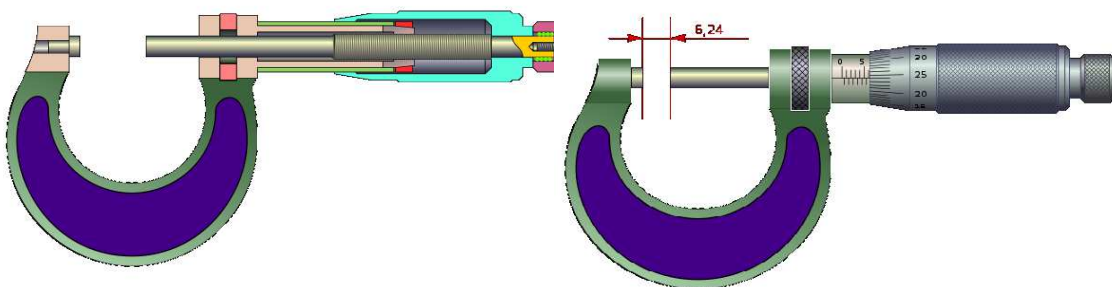
Un micrómetro (del griego micros, pequeño, y metrón, medición) también llamado rodillo de Palmer es un aparato que sirve para medir con precisión dimensiones de orden de milésimas de milímetro.

El instrumento, se basa en un rodillo de paso constante roscado interiormente que al ir girando, desplaza un tambor graduado donde indica la distancia recorrida linealmente por el rodillo.



## Funcionamiento

El principio de funcionamiento del micrómetro es el rodillo, que realizando un giro más o menos amplio da lugar a un pequeño avance, y las diferentes medidas, una regla, un tambor y un nonios, permiten un alto grado de apreciación



Se basa en que, si un rodillo montado en una hembra fija se hace girar, el desplazamiento de este en el sentido longitudinal, es proporcional a dicho giro.

### Gramil o calibre de altitud

Es un instrumento capaz de realizar medidas en altura verticalmente, y realizar señalizaciones y paralelas en piezas.



### Calibre pasa no pasa

Calibre tapón cilíndrico: son elementos que sirven para comprobar el diámetro de agujeros y comprobar que se adaptan a lo que necesitamos, para respetar las tolerancias de equipo, se someten a la condición de pasa, no pasa y tiene el uso contrario al calibre de herradura.

Calibre de rosca: permiten medir la rosca tanto de un macho como de una hembra, sometidos a la condición de pasa/no pasa.



## Reloj comparador

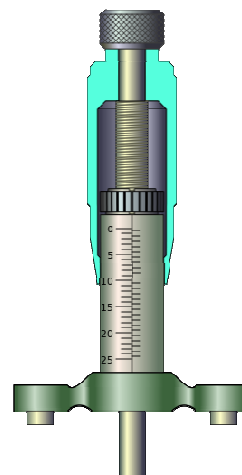
Es un instrumento que permite realizar comparaciones de medida entre objetos. También tiene aplicaciones de alineación de objetos en maquinarias. Necesita un soporte con pie magnético.



## Mira fondos o Micrómetro de Profundidad

En el caso del micrómetro de profundidad, sonda, se puede ver las similitudes con el tornillo micrométrico de exteriores, si bien en este caso la escala está en sentido inverso.

Se aplica para medir fondos de taladros, cajas, chavetas, etc.





## Galgas Johansson

Creado en el año 1919, a finales del siglo XIX, el tecnólogo sueco C.E. Johansson introdujo una ingeniosa colección de galgas para uso en la ingeniería de precisión.

Las galgas patrón son los dispositivos de longitud materializada más precisa que existe, también son conocidas como bloques patrón. Instrumento de control destinado a definir o materializar, conservar o reproducir la unidad o varios valores conocidos de una magnitud, para transmitirlos por comparación a otros instrumentos.

Esto abrió el camino a la producción en serie de piezas de ingeniería mecanizadas con precisión para muchos usos, y muy especialmente para la industria del automóvil y, más adelante, la aeronáutica.

Es un instrumento utilizado para medir, controlar y comprobar las dimensiones de piezas fabricadas, siendo fundamental para saber si las piezas, aparatos o máquinas cumplen o no las condiciones o requisitos necesarios para llevar a cabo la función a la que están destinados.

Las galgas son de acero, templado y rectificado, o de carburos, con una gran precisión de ejecución.

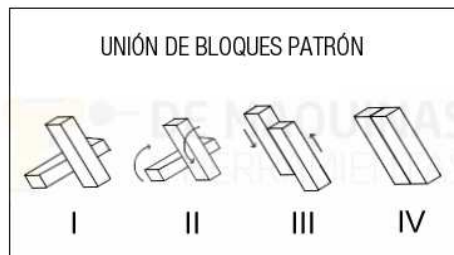


**-Estas deben cumplir con los siguientes requisitos:**

1. Exactitud dimensional y geométrica (longitud, paralelismo y planitud)
2. Capacidad de adherencia con otros bloques patrón
3. Estabilidad dimensional a través del tiempo
4. Resistencia al desgaste y corrosión.

**-Forma de componer un bloque de galgas:**

Para acoplar las galgas entre sí es necesario limpiar la vaselina que las cubre. Luego, apoyando entre sí los extremos de las superficies de contacto, se desliza suavemente una galga sobre la otra con un movimiento de cabeceo y ejerciendo una ligera presión.



**-Empleo y aplicaciones de las galgas:**

El empleo de las galgas en la industria mecánica es muy variado, pues se utilizan tanto para los trabajos de laboratorio de la más alta precisión como para efectuar mediciones directas en los trabajos de taller. Por esta razón no se construye una única calidad de calas, sino que hay establecidos 5 grados de precisión.



## 14. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TALLER

Para un buen estado del taller:

1. Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo, evitando o, si hiciera falta recogiendo, los posibles abocamientos y basamentos de productos utilizados, así como las encanallas que hayan podido caer al suelo. Conservar en buen estado de funcionamiento las máquinas y herramientas y evitar que los cables y accesorios invadan el suelo y las zonas de paso.

2. Prevenir golpes, caídas y tropiezos.

3. No quitar los dispositivos de seguridad, mientras los motores estén en marcha.

4. Todas las máquinas deben tener:

- Marcaje CE
- Instrucciones de uso
- Libro de mantenimiento

5. Los órganos de accionamiento de las máquinas tienen que ser claramente visibles y estar bien identificados.

6. Respetar la señalización de seguridad.

7. No fumar en el interior de las cabinas.

8. Evitar el contacto directo de la piel con refrigerantes del motor. En los casos en que no se pueda evitar, utilizar guantes o crema barrera.

9. No realizar trabajos de soldadura ni utilizar llamas abiertas o fuentes de ignición, en sitios cercanos a los almacenamientos de productos inflamables, bancos de pruebas de motores, etc.

10. Las instalaciones de gas y de aire comprimido tienen que ser sometidas a mantenimiento periódico, única i exclusivamente por entidades autorizadas.

11. Disponer de una buena ventilación general en estos tipos de talleres.

Para evitar los riesgos a nivel individual se tiene que utilizar los EPI, que son un equipo destinado a ser llevado o cogido por el trabajador para que lo proteja de uno o más riesgos de peligro para a su salud y su seguridad.

## **EPIS a utilizar en un taller de mecanización**

### **Protección de los pies**



**ÚS OBLIGATORI  
DE CALÇAT  
DE SEGUËTAT**



Las botas son obligatorias que sean de punta de hierro y de una amplia suela. Porque al estar todo el día manipulando piezas más o menos pesadas, es fácil que se nos pueda caer una al pie y hacernos daño, una suela gruesa nos servirá para evitar clavarnos rebaba que pueda haber.

Y también se tiene que tener en cuenta que la suela sea antideslizante para evitar posible caídas.

## Protección visual

El uso de las gafas es obligatorio ya que al mecanizar cualquier tipo de pieza salta toda la rebaba y se puede clavar en los ojos y producir lesiones visuales.

También es importante que lleve protección en los laterales.



ÚS OBLIGATORI  
D'ULLERES

## Protección auditiva



ÚS OBLIGATORI  
DE PROTECTOR  
AUDITIU

El uso de las orejeras es obligatorio en muchos casos ya que las máquinas hacen bastante ruido al trabajar y también los compresores que tienen muchas empresas.

Todo esto a la larga puede producir pérdidas auditivas y estrés.



## Protección de las manos



Los guantes son necesarios para evitar muchos cortes en las manos a la hora de coger piezas mecanizadas o no mecanizadas y son muy útiles a la hora de recoger la rebaba.

También evitan el contacto directo con productos químicos.

## Protección visual en mola

La protección en la mola es muy importante, porque esta, arranca el material de forma muy fina y muchas veces acompañada de rebaba y fácilmente puede ir a parar a los ojos y clavarse.





## Protección visual en las soldaduras



Además, la exposición al brillo del área de la soldadura produce una lesión nombrada ojo de arco (queratitis) por efecto de la luz ultravioleta que inflama la cornea y puede quemar las retinas.

Las gafas protectoras y los cascos y caretas de soldar con filtros de vidrio oscuro se usan para prevenir esta exposición, y en años recientes se ha comercializado nuevos modelos de casco que el filtro es transparente y permite ver el área de trabajo cuando no hay radiación UV, pero se auto oscurecen cuando se inicia la soldadura.

## Protección de brazos y cuerpo



ÚS OBLIGATORI  
DE ROBA  
PROTECTORA



El riesgo de quemaduras o electrocuciones es significativo por el hecho que muchos procedimientos comunes de soldadura implican un arco eléctrico o llama abierta. Para prevenirlo, las personas que sueldan, utilizan ropa de protección, como calzado homologado, guantes de cuero y gruesos y chaquetas protectoras de mangas largas para evitar la exposición a las chispas, la calor y las posibles llamas.





## En caso de accidente

La rápida actuación delante de un accidente puede salvar la vida de una persona o evitar el empeoramiento de las posibles lesiones que padece. Por eso es importante conocer las actuaciones básicas de atención inmediata en caso que durante el desarrollo del trabajo pueda ocurrir algún accidente.

Mantener la calma para actuar con serenidad y rapidez, dando tranquilidad y confianza a los afectados.

Evaluar la situación antes de actuar, realizando una rápida inspección de la situación y su entorno que permita poner en marcha la conocida conducta PAS (proteger, avisar y socorrer):

**Proteger** el accidente asegurando que tanto el como la persona que el socorre estén fuera de peligro. Esto es especialmente importante cuando la atmosfera no es respirable, se ha producido un incendio, hay contacto eléctrico o una maquina esta en marcha.

**Avisar** de forma inmediata tanto a los servicios sanitarios, para que acudan al sitio del accidente a prestar su ayuda especializada. El aviso tiene que ser claro, conciso, indicando el sitio exacto donde ha ocurrido la emergencia y las primeras impresiones sobre los síntomas de la persona o personas afectadas.

**Socorrer** la persona o personas accidentadas comenzando por realizar una evaluación primaria. ¿Esta consciente? ¿Respira? ¿Tiene pulso? A una persona que este inconsciente, no respire y no tenga pulso se le tiene que practicar la Resucitación Córdio-Pulmonar (RCP).

No mover al accidentado y no darle de beber ni medicamento.

## 15. NORMATIVA

Como normativa tendremos la de obligado cumplimiento y la de no obligado cumplimiento.

### 15.1 Normativa obligado cumplimiento:

En la referente a la ejecución del proyecto en el taller se tiene que seguir la normativa de **Seguridad e higiene en el taller** (*descrita en el pliego de condiciones*)

En la referente al diseño de la impresora **se debe aplicar la UNE-EN 60335-1:2012** Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales. De donde se extraen los requisitos de diseño en partes móviles, partes calientes, y aparatos eléctricos con estructuras metálicas su correspondiente protección de plástico aislante o toma tierra en el enchufe.

### 15.2 Normativa de no obligado cumplimiento o recomendaciones

Analizamos cuatro de las principales cuestiones legales

#### Cuestiones jurídicas relacionadas con la Propiedad Intelectual:

**Descarga ilegal de modelos 3D:** Del mismo modo que, en la actualidad, es posible descargar ilegalmente películas, canciones o libros electrónicos, también es posible acceder a archivos que contienen diseños tridimensionales, descargarlos directamente o a través de redes de pares (P2P) e imprimirlos. La descarga de modelos 3D sin la previa autorización del titular de los derechos de propiedad intelectual, es ilegal.

**Transformación de modelos 3D:** El autor de un diseño tridimensional tiene el derecho exclusivo de decidir si éste puede ser transformado o no, lo que incluye la posibilidad de prohibir que se hagan cambios en el modelado o, incluso, que se convierta su diseño digital en una obra tangible. Por tanto, el

usuario que cambie, transforme o imprima un diseño en contra de la voluntad de su autor estará cometiendo un acto ilegal.

**Creación de modelos 3D:** Los usuarios pueden crear modelos 3D con programas de diseño gráfico. Las creaciones realizadas por un usuario confieren a éste todos los derechos de propiedad intelectual sobre sus obras. Ahora bien, si la sube a Internet, ¿podrá oponerse de forma efectiva a que otros la usen en contra de su voluntad?

**Canon digital por las copias privadas:** Gracias a las impresoras 3D, el usuario que adquiera lícitamente un objeto con propiedad intelectual podrá hacer un número limitado de copias de éste. La Ley se lo permite, con una condición: que pague una remuneración equitativa al autor por la copia privada que haga. Esta remuneración es conocida por la sociedad como “canon digital”.

**En segundo lugar, comprobamos que existen cuestiones jurídicas conflictivas en el ámbito de la propiedad industrial:**

**Patentes:** Las impresoras 3D son capaces de imprimir objetos patentados; es decir, piezas de maquinaria, utensilios y otros elementos útiles cuyo monopolio de explotación ha comprado una persona o empresa. El titular de una patente adquiere el derecho temporal de ser el único que pueda fabricar el objeto. Si un usuario fabrica en su domicilio dicho objeto patentado, estará vulnerando la patente, por lo que dicha impresión será ilegal.

**Diseño industrial:** Un molde o plano tridimensional novedoso y singular (por ejemplo, de una taza con forma especial) puede ser objeto de protección de un diseño industrial. Esta protección opera de forma similar a como lo hace la patente, por lo que su impresión o fabricación privada también podría ser ilegal.

**Marca tridimensional:** Con efectos también similares a los de la patente, la impresión de objetos cuya forma coincida con una marca tridimensional, puede ser ilegal en determinados casos. La marca tridimensional es aquella que se corresponde con cuerpos representados en 3 dimensiones, como envases, envoltorios, botellas, cajas o, incluso, la forma de un producto, siempre y cuando distinga el producto y no corresponda a una forma usual en el mercado.

**En tercer lugar, vemos que el Derecho de Imagen también puede entrar en juego, cuando se utilizan las impresoras 3D sobre la figura del cuerpo humano:**

**Muñecos personalizados:** Está prohibido realizar copias (de cualquier tamaño) de personas reales, a menos que el individuo copiado haya dado su consentimiento expreso para ello. Así pues, es ilícita la impresión en casa de figuras de jugadores de fútbol, exnovias u otras personas.

**En cuarto lugar, estimamos que la pena de cárcel u otras sanciones puede imponerse a personas que impriman determinados contenidos:**

**Imprimir armas:** Es ilegal imprimir un arma de fuego (que pueda lanzar un proyectil por la acción de un combustible propulsor), conforme se estipula en el Real Decreto 137/1993 y en el Código Penal. Las sanciones pueden llegar hasta los 3 años de cárcel.

**Imprimir contenidos ilícitos:** También es ilegal, y puede ser motivo de condena (incluso privativa de libertad), la impresión de imágenes en 3D de determinados contenidos cuya fabricación o mera posesión, conforme estipula la normativa penal, es delictiva.

### 15.3 Patentes de las empresas:

Como parte del esfuerzo de 3D Systems 'para consolidar la impresión 3D bajo un mismo logotipo (como hemos explicado en antecedentes en la memoria), sus productos abarcan una amplia gama de impresoras 3D y productos de impresión para apuntar todos los consumidores potenciales de sus tecnologías.

Las tres ramas de las impresoras ofrecidos por 3D Systems son personales, profesionales y de producción. Aunque las impresoras de calidad de producción formaron a principios columna vertebral de la empresa, la extensión 3D Systems para impresoras profesionales y personales.

Además de las impresoras, 3D Systems ofrece software de creación de contenido a los consumidores Unversed en CAD, con la esperanza expresada de hacer la creación de contenidos "tan simple e intuitiva como un juego de video." Después de maquinillas de afeitar y cuchillas de modelo de negocio, 3D Systems ofrece más de un centenar de materiales a utilizar con sus impresoras, incluidas las ceras, materiales similares al caucho, metales, materiales compuestos, plásticos y medias de nylon.

3D Systems es una compañía de código cerrado, basándose en la innovación dentro de la empresa para el desarrollo de productos y mejora, y un escudo de protección de las patentes para favorecer sus tecnologías más competentes.

Los críticos del modelo de código cerrado han culpado el desarrollo aparentemente lento y la poca innovación en la impresión 3D, no en la falta de tecnología, sino en la falta de libre intercambio dentro de la industria de la información, por lo tanto el estancamiento.

Los partidarios del modelo de código cerrado sostienen que el derecho a las patentes inspira y motiva a las innovaciones de mayor calidad, lo que lleva a un producto final mejor y más impresionante.

En noviembre de 2012, 3D Systems presentó una demanda contra la compañía impresora 3D prosumidor Formlabs y el pedal de arranque página web de crowdfunding sobre Formlabs intento de financiar una impresora que alegó infringido su patente sobre "simultánea curado capa múltiple en estereolitografía."

3D Systems ha solicitado patentes para las siguientes innovaciones y tecnologías: la creación rápida de prototipos y el sistema de fabricación. Composiciones por radiación de útiles en sistemas de proyección de imagen; compensación de los perfiles de intensidad de radiación actínica para modeladores 3D; aparato y método para la refrigeración de la torta parte en la sinterización por láser; composiciones por radiación útiles en los sistemas de fabricación de forma libre sólidos; aparato para la impresión en 3D usando capas fotografiadas; composiciones y métodos para el modelado de deposición selectiva; la suavidad del borde con baja resolución las imágenes para su uso en la imagen sólida proyectada; ascensor y método para inclinar la plataforma de construcción sólida imagen para reducir el atrapamiento de aire y para la liberación de la construcción de la base; métodos de modelado deposición selectiva para mejorar la interfaz de apoyo a objetos; soportes basados en la región para las piezas producidas por la fabricación de forma libre sólida; los métodos de fabricación de aditivos para un mejor control de rizo y la calidad de la pared lateral así como apoyar y crear aplicaciones de materiales.

## **16. MODIFICACIONES AL PROYECTO ORIGINAL**

El proyecto original puede ser modificado, adaptado, y cambiado estéticamente a voluntad del centro que lo quiera realizar, respetando su funcionalidad y sus medidas de seguridad.

## 17. CONDICIONES ECONÓMICAS

Para la realización del proyecto se pedirá el presupuesto detallado en el apartado presupuesto a la partida del Departamento del curso correspondiente, quedando excluida la mano de obra que será realizada por alumnado y profesorado.

Queda totalmente prohibida la venta de la impresora, el mal uso, y la venta de los productos que de ella pudieran surgir.

Se aceptan usos pedagógicos, prácticos-educativos, artísticos y otros que no lucren.

## 18. RESPONSABILIDADES DE USO

En cuanto a la mala praxis tanto del uso de la impresora como de los objetos que se puedan imprimir con ella, el autor de este proyecto queda exento de responsabilidades, al advertir claramente en el apartado **3. Normativa**, tanto las normas de obligado cumplimiento como las de no obligado cumplimiento y patentes, sus consecuentes penalizaciones por la ley. Se recomienda un uso meramente educativo.

# Estado de mediciones

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I



## Índice

1.Partida de construcción de una impresora 3D.....	3
1.1Piezas estándar.....	3
1.2Piezas mecanizadas y diseñadas.....	6

## 1.Partida de construcción de una impresora 3D





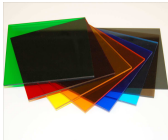
El proyecto define el diseño y fabricación de una sola impresora 3D, dado que es un objeto realizado a nivel de aula, no se harán estimaciones de partidas ni de lotes de fabricación, como tampoco se precisará la fabricación de moldes. Anteriormente se ha descrito en otros apartados como Memoria o Pliego de condiciones que la impresora cuenta con unas piezas estandarizadas y otras diseñadas y fabricadas por nosotros.

### 1.1Piezas estándar : (léase C. cantidad y H.F. horas de fabricación)

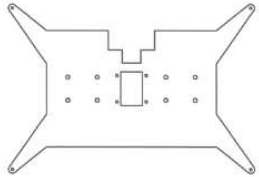
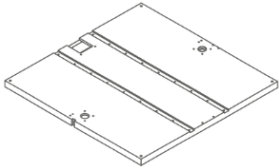
Ref.	C.	Pieza	Descripción	H.F	Foto
1S	1	Arduino Mega	Microprocesador	0	
2S	1	Placa RAMPS 1.4 Ensamblada + Jumper pasos	Placa traducción de órdenes.	0	
18S	3	Final de carrera con Led Mecanico + cable	Final recorrido de los ejes	0	
4S	1	Kit stepper Nema 17x4	Motor	0	
8S	1	Full graphic LCD Smart Controller + SD Adapter	Pantalla	0	

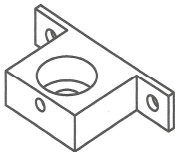
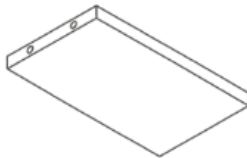

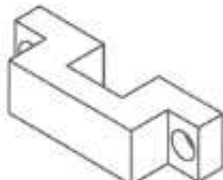
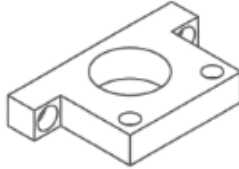
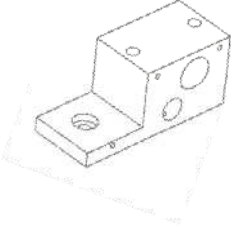
3S	1	Set White Pololu + Heatsink (5units)	Controlador del motor	0	
7S	1	RepRap PCB Heatbed 200x300mm	Cama caliente	0	
19S	1	.30A 12V Power Supply	Fuente alimentación	0	
5S	4	Adaptador flexible Coupling 5mm-8mm	Unión de ejes sin soldadura	0	
13S	1	Perfil 5 20x20 negro 4M	Perfil estructura	0	
14S	4	2x Rodamiento lineal LM88UU	Rodamientos	0	
15S	4	2x608Z Axial Bearing	Rodamientos	0	
17S	1	4 Silemblock	Patas de la impresora	0	

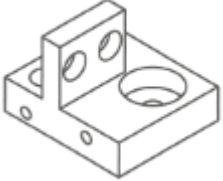
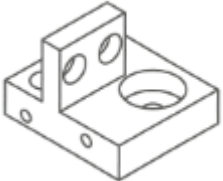
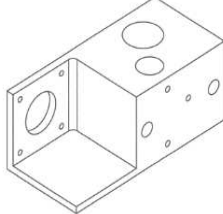
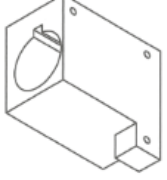
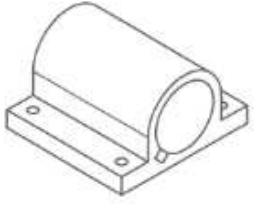
9S	1	Termistor 100k NTC 3950 1%	Control temperatura	0	
20S	2	Patines	Deslizar la cama caliente	0	
11S	1	Barras calibradas 8	Ejes de desplazamiento	0	
6S	1	Kit bcn3d+extruder con ventilador	Extrusor	0	 
21S	1	Conectores	Conectores	0	
22S	1	Tira pines hembra	Tira pines hembra	0	
23S	1	Tornilleria	Tornilleria	0	

10S	1	Ejes transmisores 2m	Ejes roscados	0	
12S	1	Cinta Poliamida kapton 12mm	Cinta Poliamida kapton 12mm	0	
24S	2	Cableado	Cableado		
25S	1	Pasta térmica	Pasta térmica	0	
26S	5	Placas metacrilato 500x500	Son unas placas que se colocan para proteger.		

## 1.2 Piezas diseñadas y mecanizadas: *(léase C. cantidad y H.F. horas de fabricación)*

Ref.	C.	Pieza	Descripción	H.F.	Foto
1	1	Placa cortada láser(placa patín)	Es una pieza que damos a hacer, en corte por láser. Esta de soporte a la cama caliente.	0	
2	1	Base	Es una pieza que damos a rectificar para tener el mejor acabado.	6h	

3	1	Soporte cojinete Y.	Pieza que da soporte al cojinete en eje Y.	1h	
4	1	Soporte final de carrera eje Z	Pieza que da soporte al final de carrera en eje Z.	20'	
5	2	Soporte barra calibrada	Pieza que da soporte a la barra calibrada.	1h 15'	
6	1	Soporte final de carrera eje Y	Pieza que da soporte al final de carrera el eje Y	45'	
7	1	Soporte motor	Pieza que da soporte al motor	1h	
8	1	Pieza móvil eje Z derecha	Pieza móvil eje Z derecha	3h30'	

9	1	Referencia eje Y derecha	Pieza que sirve de referencia para el eje Y	1h45'	
10	1	Referencia eje Y izquierda	Pieza que sirve de referencia para el eje Y		
11	1	Pieza móvil eje Z izquierda	Pieza móvil eje Z izquierda	3h	
12	1	Hembra eje X	Hembra eje X	1h30'	
13	1	Hembra eje Y	Hembra eje Y	1h30'	

# Presupuesto

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I



## Índice

1.Introducción.....	3
2.Coste de piezas estándar .....	3
2.1 Elementos eléctricos y/o electrónicos.....	3
2.2 Elementos estructurales y/o de unión.....	4
2.3 Total de las piezas estándar.....	7
3.Coste de piezas diseñadas y mecanizadas.....	7
3.1 Coste materia prima Aluminio.....	7
3.2 Costes directos de mano de obra.....	7
3.3 Costes indirectos de mano de obra.....	7
3.4 Costes directos de fabricación.....	7
3.5 Costes indirectos de fabricación.....	8
3.6 Costes de verificación.....	8
3.7 Coste total de las piezas mecanizadas.....	8
4. Resumen de presupuestos.....	11
4.1 Presupuesto de la máquina si se realiza en el taller del Ciclo formativo.....	11
4.2 Presupuesto de la máquina si se realiza en el taller del Ciclo formativo para colaborar con otro centro educativo.....	11
4.3 Presupuesto de la máquina si se realiza como proyecto.....	12

## 1. Introducción



En este presupuesto cabe decir que los datos son verídicos, ya que los componentes se han comprado y realizado, no cabe lugar a suposiciones o estimaciones. No obstante, si se han realizado estimaciones a la hora de presupuestar el trabajo de los operarios, ya que en este proyecto la mano de obra del mecanizado de piezas y las mías como diseñadora no se han contabilizado. Las primeras por tratarse de alumnado y personal de taller del centro que no las han cobrado y las segundas porque han sido mías y tampoco las he contabilizado. Hemos trabajado gratuitamente y conjuntamente para el beneficio común, para tener una impresora nuestra, hecha por nosotros, y que se acopla a nuestras necesidades específicas.








Dicho esto, y recordando que se trata de un proyecto con partes estándar o compradas y partes diseñadas y mecanizadas vamos a desarrollar el Presupuesto.

## 2. Coste de piezas estándar

### 2.1 Elementos eléctricos y/o electrónicos

*(léase C. cantidad, H.F. horas de fabricación, P/U precio por unidad, PT precio total)*





Ref.	C.	Pieza	P/U €	PT €	Empresa	Foto
1S	1	Arduino Mega	24,57	24,57	Rep rap me	
2S	1	Placa RAMPS 1.4 Ensamblada + Jumper pasos	17,99	17,99	3despana	

18S	3	Final de carrera con Led Mecanico + cable	2,99	8,97	3despana	
4S	1	Kit stepper Nema 17x4	44,5	44,5	Rep rap bcn	
8S	1	Full graphic LCD Smart Controller + SD Adapter	36,2	36,2	Rep rap bcn	
3S	1	Set White Pololu + Heatsink (5units)	32,5	32,5	Rep rap bcn	
7S	1	RepRap PCB Heatbed 200x300mm	32,79	32,79	Rep rap me	
19S	1	.30A 12V Power Supply	37,95	37,95	3despana	
9S	1	Termistor 100k NTC 3950 1%	1,99	1,99	3despana	


21S	1	Conectores	3,79	3,79	Onda Radio	
22S	1	Tira pines hembra	2,25	2,25	Radio Sevilla	
24S	2	Cableado	10,35	20,7	Diotronic	

## 2.2 Elementos estructurales y/o de unión

(léase C. cantidad, H.F. horas de fabricación, P/U precio por unidad, PT precio total)

Ref.	C.	Pieza	P/U €	PT €	Empresa	Foto
5S	4	Adaptador flexible Coupling 5mm-8mm	3,99	15,96	3despana	
13S	1	Perfil 5 20x20 negro 4M	59,63	59,63	Item	
14S	4	2x Rodamiento lineal LM88UU	1,89	7,56	3despana	
15S	4	2x608Z Axial Bearing	1,5	6	3despana	

17S	1	4Silemblock	3	3	ferreteria	
20S	2	Patines	83,63	167,26	Feyc Rodaments	
11S	1	Barras calibradas 8	19,99	19.99	3despana	
6S	1	Kit bcn3d+extruder	76,9	76,9	Reprapbcn	
23S	1	Tornillería	13	13	Mach s.l.	
10S	1	Ejes transmisores 2m	13	13	Mach s.l.	
12S	1	Cinta Poliamida kapton 12mm	3,19	3,19	3despana	
26S	5	Placas metacrilato 500x500	Son unas placas que se colocan para proteger.	120	Marco Stil SL	

25S	1	Pasta térmica	5,9	5,9	Traxtore	
-----	---	---------------	-----	-----	----------	---

## 2.3 Total de las piezas estándar

El presupuesto total de las piezas estándar asciende a **848,07€**

## 3. Coste de piezas diseñadas y mecanizadas

### 3.1 Coste materia prima Aluminio

El coste del aluminio proporcionado por la empresa Balumer S.L asciende a **315€**.

### 3.2 Costes directos de mano de obra

El coste de la mano de obra se va estimar ya que esta fue gratuita pero si lo tuviéramos que contabilizar en el taller asignaríamos un jornal de 12€/hora a nuestros operarios con lo que al ser un trabajo de 20 horas y 50 minutos lo redondearíamos a 21 horas y ascendería a un total de **252€**.

### 3.3 Costes indirectos de mano de obra

El coste de la mano de obra indirecta, es la que representa a las funciones de planificación, supervisión, diseño y apoyo a las actividades productivas y de calidad. Incluyendo las horas que he aportado al proyecto un total de 300 horas a un supuesto de 40€/hora ascendería a **12.000€**

### 3.4 Costes directos de fabricación

Los costes directos de fabricación son los que se derivan de manipulación de máquinas, desgaste de máquina-herramienta, herramientas de verificación y uso de los recursos del taller en general, se presupone que esto asciende a un total de 6€/hora con lo cual asciende a **126 €**

### 3.5 Costes indirectos de fabricación

Los costes indirectos de fabricación serían los del uso de potencia de luz, ya que el taller tiene contratada más potencia para mover los tornos, fresadoras y CNC, con un coste de 10€/hora asciende a **210€**.

### 3.6 Costes de verificación

Los costes de verificación es la operación posterior al mecanizado y también en el montaje de que todo mide y se acopla con las tolerancias redactadas a esto le suponemos un coste de 5€/hora con un total de **105€**

### 3.7 Coste total de las piezas mecanizadas

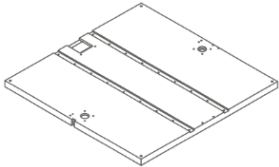
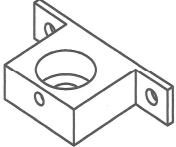
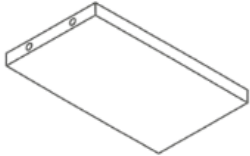

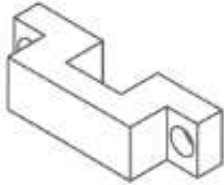
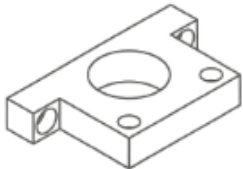
Se ha elaborado un presupuesto de cada pieza que incluya:

- 1.El coste de la materia prima.
- 2.El coste directo de la mano de obra.
- 3.Los costes directos de fabricación.
- 4.Los costes indirectos de fabricación
- 5.Costes de verificación

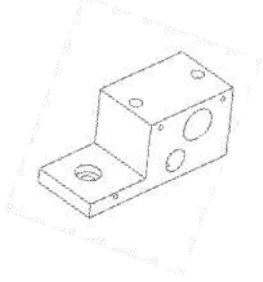
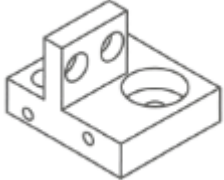
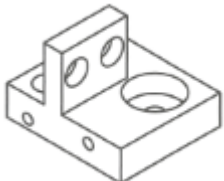
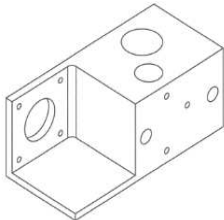
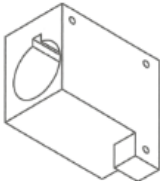
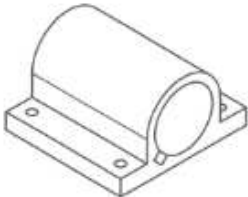
No se ha querido incluir el coste indirecto de mano de obra ya que este asciende a 12.000€ y se entiende que el proyecto se diseñó y redactado de manera gratuita y para un uso pedagógico.

*(léase C. cantidad y H.F. horas de fabricación)*

Ref.	C.	Pieza	Precio €	H.F.	Foto
1	1	Placa cortada láser(placa patín)	18,38€ en la empresa Laser Goded	0	

2	1	Base	288	6h	
3	1	Soporte cojinete Y.	48	1h	
4	1	Soporte final de carrera eje Z	16	20'	
5	2	Soporte barra calibrada	60	1h 15'	
6	1	Soporte final de carrera eje Y	36	45'	
7	1	Soporte motor	48	1h	



8	1	Pieza móvil eje Z derecha	168	3h30'	
9	1	Referencia eje Y derecha	108	1h45'	
10	1	Referencia eje Y izquierda	108	1h45'	
11	1	Pieza móvil eje Z izquierda	144	3h	
12	1	Hembra eje X	72	1h30'	
13	1	Hembra eje Y	72	1h30'	

Total de las piezas diseñadas y mecanizadas: **1018,38€**

## 4. Resumen de presupuestos

### 4.1 Presupuesto de la máquina si se realiza en el taller del Ciclo formativo

Partiendo de que el centro se hace cargo de los costes indirectos solo se tiene en cuenta:

El presupuesto total de las piezas estándar.....	<b>848,07€</b>
El coste del aluminio.....	<b>315€</b>
<b>Total :</b>	<b>1163,07€</b>

### 4.2 Presupuesto de la máquina si se realiza en el taller del Ciclo formativo para colaborar con otro centro educativo

Partiendo de que otro centro se hace cargo de los costes directos en indirectos solo se tiene en cuenta:

El presupuesto total de las piezas estándar.....	<b>848,07€</b>
El coste del aluminio.....	<b>315€</b>
El coste de la mano de obra.....	<b>252€</b>
Costes directos de fabricación.....	<b>126€</b>
Costes indirectos de fabricación.....	<b>210€</b>
Costes de verificación.....	<b>105€</b>
<b>Total:</b>	<b>1856.07€</b>

### 4.3 Presupuesto de la máquina si se realiza como proyecto

Partiendo de que el proyecto se realizara con un Ingeniero técnico que no perteneciese al equipo educativo del centro el presupuesto incluiría:

El presupuesto total de las piezas estándar.....	<b>848,07€</b>
El coste del aluminio.....	<b>315€</b>
El coste de la mano de obra.....	<b>252€</b>
Costes directos de fabricación.....	<b>126€</b>
Costes indirectos de fabricación.....	<b>210€</b>
Costes de verificación.....	<b>105€</b>
Costes indirectos mano obra.....	<b>12.000€</b>
	<b>Total: 13.856,06€</b>

# Anexo 1

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I

## Índice

1.Despliegue de la función de calidad QFD.....	3
1.1 La función de calidad QFD.....	3
1.2 Lista de los QUÉ.....	4
1.3 Análisis de los QUÉ.....	5
1.4 Lista de los CÓMO.....	5
1.5 Relación entre QUÉ y CÓMO.....	6
1.6 Conclusión.....	7
2. Objetivos y requisitos de diseño.....	7
2.1Requisitos de diseño.....	7
2.2 Objetivos de diseño.....	8
2.3 Objetivos cuantificables y no cuantificables.....	8

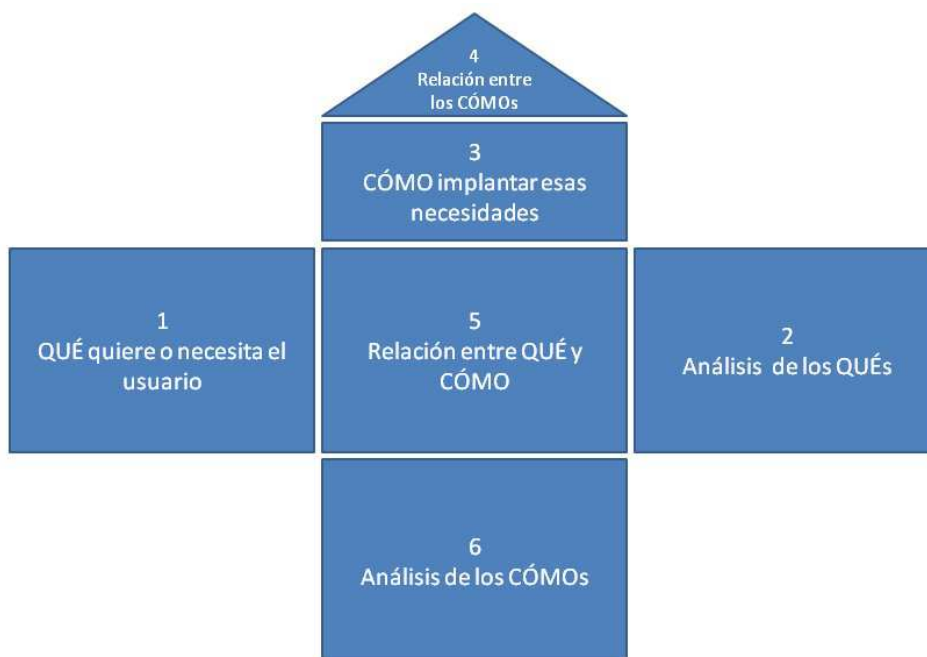
## 1.Despliegue de la función de calidad QFD

### 1.1 La función de calidad QFD

El despliegue de la función calidad o QFD pretende aportar lo siguiente a la hora de diseñar de un producto:

1. Una visión objetiva de qué es lo que buscan los usuarios en un producto y de los requisitos que debe tener.
- 2.Una priorización de qué características son las más prioritarias a añadir, y cuáles no son necesarias.
- 3.Una situación de cómo está nuestro producto actual frente a la competencia, y cuáles son los aspectos a mejorar para ser más competitivos.

De forma general, el QFD tiene esta forma:



## 1.2 Lista de los QUÉ

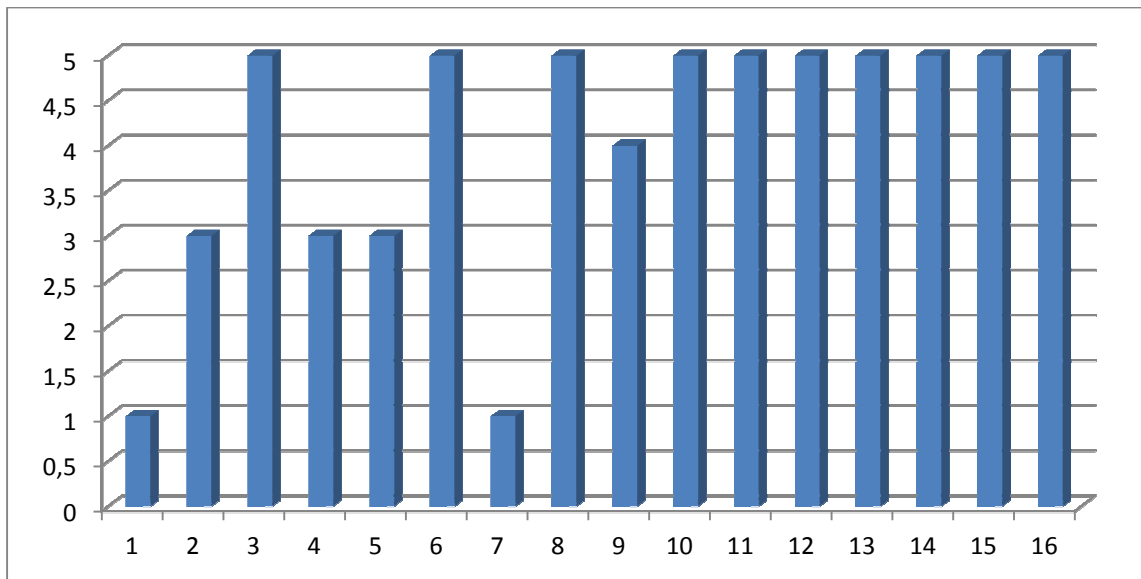
La lista de los QUÉ debe incluir los aspectos que los usuarios van a esperar del producto. En este punto hay que poner cuántas más cosas mejor sin olvidarse ni despreciar ningún aspecto, ya que posteriormente se irán descartando los QUÉ menos relevantes.

En la impresora 3D encontramos los siguientes:

1. que tenga una pantalla LED grande
2. que sea de fácil manejo
3. que tenga dimensiones compactas
4. que tenga diseño bonito
5. que tenga forma ergonómica
6. que haga los prototipos rápidos
7. que tenga bluetooth
8. que sincronice bien con el ordenador
9. que sea resistente a golpes
10. que sea precisa
11. que sea económica
12. que sea estable
13. que se pueda fabricar y reparar en el taller de mecanizado
14. que sea segura
15. que haga buenas impresiones 3D
16. que sea respetuosa con el medio ambiente

### 1.3 Análisis de los QUÉ

Lo primero que hay que hacer es clasificar los QUÉ según su importancia, para ello podemos hacer una encuesta a los usuarios potenciales donde clasifiquen la importancia de cada aspecto entre 1 y 5 (1=no es importante, 5=muy importante)



### 1.4 Lista de los CÓMO

Una vez estudiado lo que debe tener nuestro producto, ahora hay que definir los requisitos técnicos necesarios para que se cumplan, para ellos en la lista de los CÓMO enumeramos qué características debe tener el producto.

1. Resolución de prototipado de 100micras.
2. Rango de precio entre 1000 y 2000 euros.
3. Software libre.
4. Diseñada y fabricada en un taller de mecanizado metal.
5. Normativa UNE (0-1)
6. Tamaño pantalla (pulgadas)
7. Volumen (cm<sup>3</sup>)
8. Facilidad de manejo (1...10)



9. Estética (1...10)
10. Ergonomía (1...10)
11. Rapidez en hacer prototipos
12. Bluetooth (0-1)
13. Compatibilidad con ordenador (0...10)
14. Facilidad montaje (0...10)
15. Tipo plástico extruido

## 1.5 Relación entre QUÉ y CÓMO

Esta matriz está en el centro del QFD y sirve para relacionar los QUÉ demandados por el usuario con los CÓMO. De esta forma podemos traducir los aspectos abstractos de la lista de los QUÉ en características medibles de la lista de los CÓMO.

Para hacer esto clasificamos entre 1 y 9 la relación entre cada QUÉ y cada CÓMO.

Es crucial verificar que todos los QUÉ más importantes están conectados con uno o varios CÓMO, ya que de otra forma habría aspectos que no estaríamos contemplando.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1																							1
		Resolución de prototipado de 100micras	Rango de precio entre 1000 y 2000 euros	Software libre	D y F en un taller de mecanizado metal	Normativa UNE (0-1)	Tamaño pantalla (pulgadas)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Estética (1..10)	Facilidad de manejo (1..10)	facilidad de manejo (1..10)	estética (1..10)	ergonomia (1..10)	rapidez en hacer prototipos	bluetooth (0-1)	compatibilidad con ordenador (0..10)	Facilidad montaje (0..10)	Tipo plástico extruido					importancia para el usuario (1 a 5)
2																							
3		que tenga una pantalla LED grande	0	8	0	0	0	3	0	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
4		que sea de fácil manejo	0	0	3	1	0	0	3	0	3	3	0	8	3	0	3	3	0	0	0	0	3
5		que tenga dimensiones compactas	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
6		que tenga diseño bonito	0	0	0	0	3	1	0	3	0	1	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7		que tenga forma ergonómica	0	0	0	0	0	0	0	7	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8		que haga los prototipos rápidos	8	1	6	0	0	0	0	3	3	0	6	3	7	7	1	0	0	0	0	0	5
9		que tenga bluetooth	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	1
10		que sincronice bien con el ordenador	0	0	7	0	0	0	0	3	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5
11		que sea resistente a golpes	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12		que sea precisa	3	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13		que sea económica	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	5
14		que sea estable	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15		que se pueda fabricar y reparar en el taller de mecanizado	0	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	5
16		que sea segura	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17		que haga buenas impresiones 3D	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
18		que sea respetuosa con el medio ambiente	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5

## 1.6 Conclusión

Con el análisis QFD hemos conseguido lo siguiente:

- Priorizar qué es lo que quieren nuestros clientes.
- Conocer cuáles son los aspectos esenciales que necesita nuestro producto y cuáles son los aspectos superfluos donde no vale la pena invertir tiempo y dinero.

Esta parte del QFD no la hemos contemplado con tanto ahínco porque no es un producto que vaya a competir en un mercado junto con otras impresoras.

- Compararnos con la competencia y tener una situación de cómo estamos en el mercado.
- Conocer qué características técnicas con las más relevantes en nuestro producto, y cuáles son superfluas y podemos eliminar.
- Fijar unos objetivos de las características técnicas que debe tener nuestro futuro producto para satisfacer al cliente y superar a los competidores al mínimo coste.

## 2. Objetivos y requisitos de diseño

Para la realización de nuestra impresora 3D, partimos del proyecto RepRap citado en *antecedentes*.

### 2.1 Requisitos de diseño

1. Que la máquina sea capaz de realizar modelos 3D a partir de diseños por ordenador. Prototipado
2. Este en un rango de precio entre 1000 y 2000 euros
3. .Que sea robusta y estable.
4. Que utilice software libre.
5. Que se pueda fabricar y reparar en el taller de mecanizado.
6. Que sea segura para el usuario y cumpla con la normativa vigente.

## 2.2 Objetivos de diseño

1. Que la máquina sea capaz de realizar modelos 3D a partir de diseños por ordenador lo más fiables y con calidad elevada.
2. Que sea una máquina económica.
3. Que imprima objetos de grandes dimensiones.
4. Que sea rápida imprimiendo y silenciosa.
5. Que sea fácil de montar.
6. Que sea robusta y estable.
7. Que utilice software libre.
8. Que sea segura.
9. Que sea estéticamente agradable a la vista.
10. Que sea ergonómica.
11. Que se vea el prototipado mientras la máquina trabaja.
12. Que no puedas quemarte.
13. Que sea fácil de reparar.
14. Que las partes sean fácilmente accesibles.
15. Que las partes se puedan mecanizar.
16. Que respete el medio ambiente.
17. Que cumpla la normativa vigente en cuanto a pequeños electrodomésticos.

## 2.3 Objetivos cuantificables y no cuantificables

1. Que la máquina sea capaz de realizar modelos 3D a partir de diseños por ordenador lo más fiables y con calidad elevada.
  - 1.1 Que la máquina sea capaz de realizar modelos 3D a partir de diseños por ordenador con una resolución de 100micras. Restricción.

2. Que sea una máquina económica.
  - 2.1 Que cueste entre 1000 y 2000 euros. Restricción.
  
3. Que imprima objetos de grandes dimensiones.
  - 3.1 Que imprima objetos de 30x20x50cm.
  
4. Que sea rápida imprimiendo y silenciosa.
  - 4.1 Este objetivo es cuantificable en la medida en que el tiempo depende de la resolución del prototipado, a mayor resolución mayor tiempo y a menor resolución menor tiempo. Se puede cuantificar del 1 al 10, siendo el 1 lenta y ruidosa y el 10 rápida y silenciosa.
  
5. Que sea fácil de montar.

Este objetivo está pensado para alumnos de ciclo superior de diseño u mecanizado, se podría evaluar del 1 al 10.
  
6. Que sea robusta y estable.

Restricción. Se puede comprobar midiendo la vibración mientras trabaja.
  
7. Que utilice software libre.

Se trata de una restricción.
  
8. Que sea segura.

Debe cumplir la normativa en cuanto a pequeños electrodomésticos. No es cuantificable.
  
9. Que sea estéticamente agradable a la vista.

Este objetivo se podría realizar una pequeña encuesta para ver si resulta visualmente atractivo el diseño exterior de la impresora. Por ejemplo de 1 al 10 si resulta agradable a la vista.

10. Que se vea el prototipado mientras la máquina trabaja.

No cuantificable.

11. Que no puedas quemarte.

Entraría dentro de que sea segura. No es cuantificable. Por tanto lo eliminamos por tenerlo repetido.

12. Que sea fácil de reparar.

Aquí tendríamos que definir para qué tipo de usuarios va dirigida, como es el caso de estudiantes de ciclo superior de mecanizado y diseño en principio para ellos si resultaría fácil de reparar si las partes son accesibles. Para un usuario en casa no resultaría tan fácil. Por ellos sería del 1 al 10 pero con usuarios del ciclo formativo.

13. Que las partes sean fácilmente accesibles.

Esta estrechamente relacionado con el objetivo anterior, para reparar la máquina y para manipular el conjunto en sí.

14. Que las partes se puedan mecanizar.

No es cuantificable. Restricción.

15. Que respete el medio ambiente.

Aquí podemos decir que el plástico que usaremos para la extrusión es biodegradable.

16. Que cumpla la normativa vigente en cuanto a pequeños electrodomésticos.

Está relacionado con la 8, no es cuantificable o la cumple o no, pero como es una restricción debe cumplirla. Así que lo eliminamos por repetición.



# Anexo 2

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I

## Índice

1. Alcance de las impresiones en 3D.....	3
1.1 Proyectos artísticos.....	3
1.2 Replica de órganos humanos.....	6
1.3 Comida de diseño.....	8
1.4 Prototipado.....	9

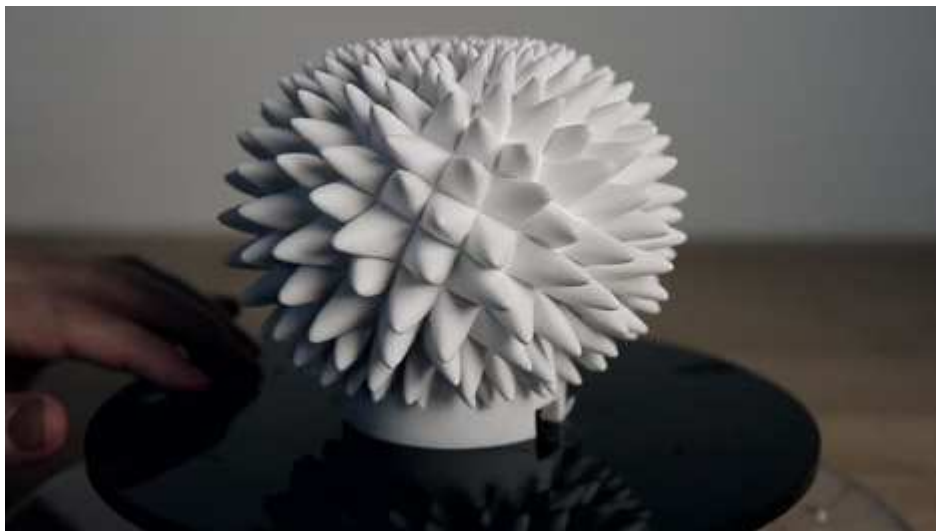


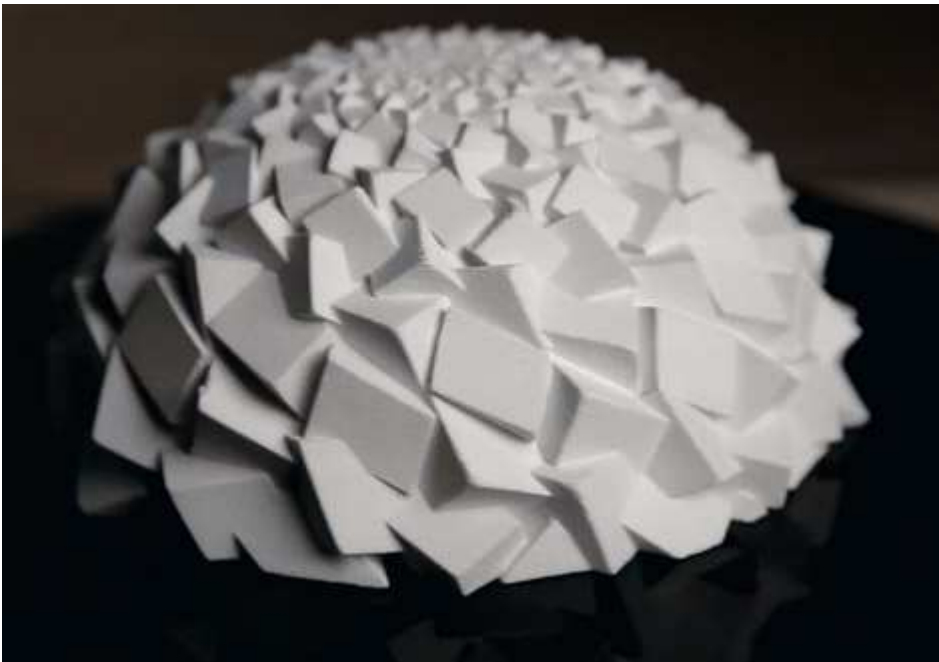
## 1. Alcance de las impresiones en 3D

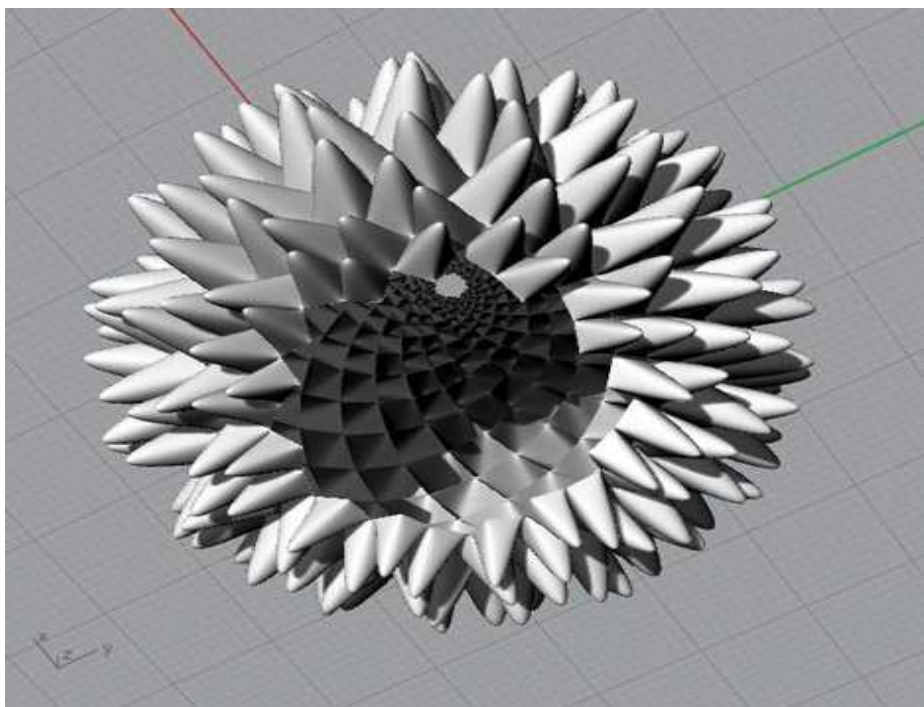


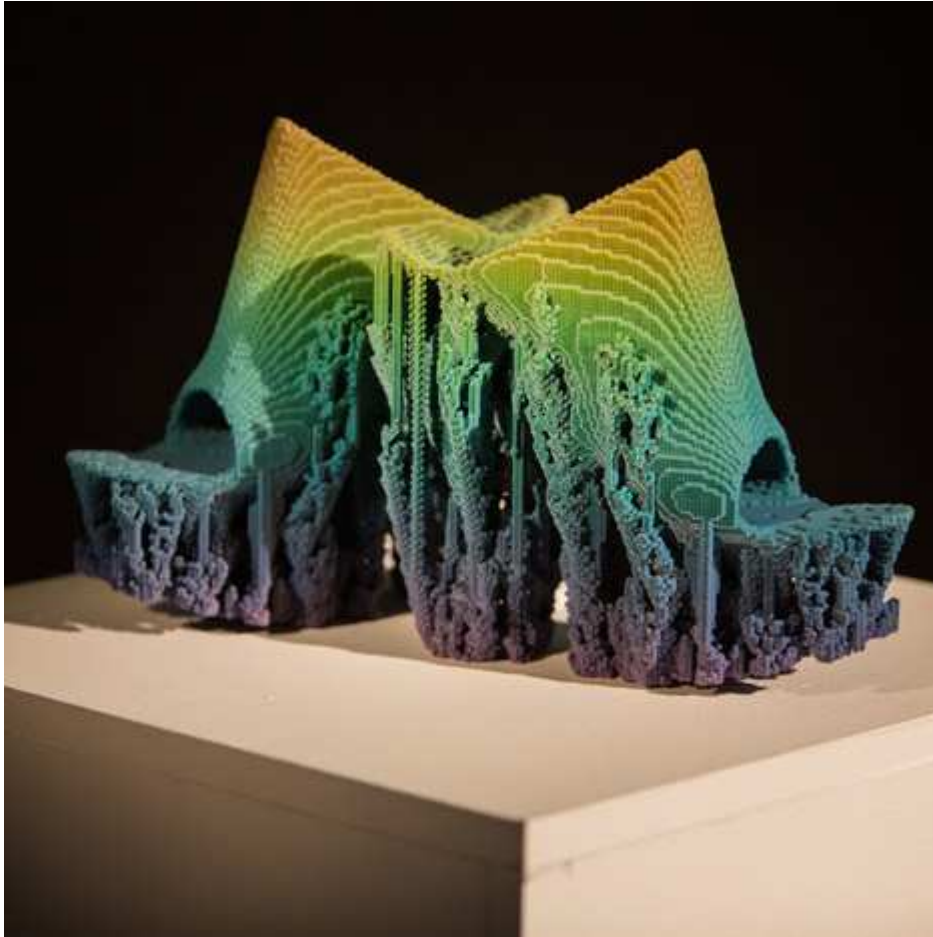
¿Hasta dónde podrían llegar las impresiones 3d?

### 1.1 Proyectos artísticos





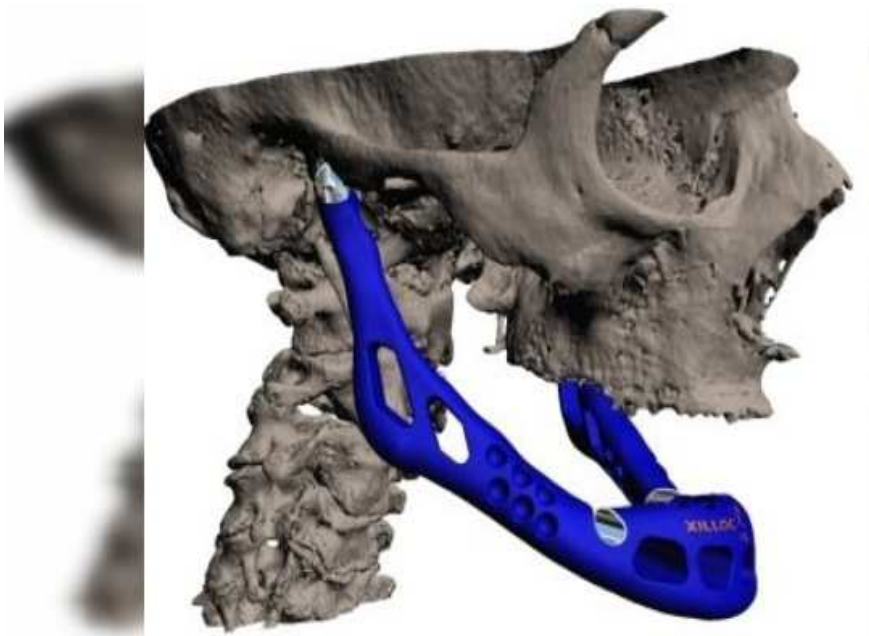
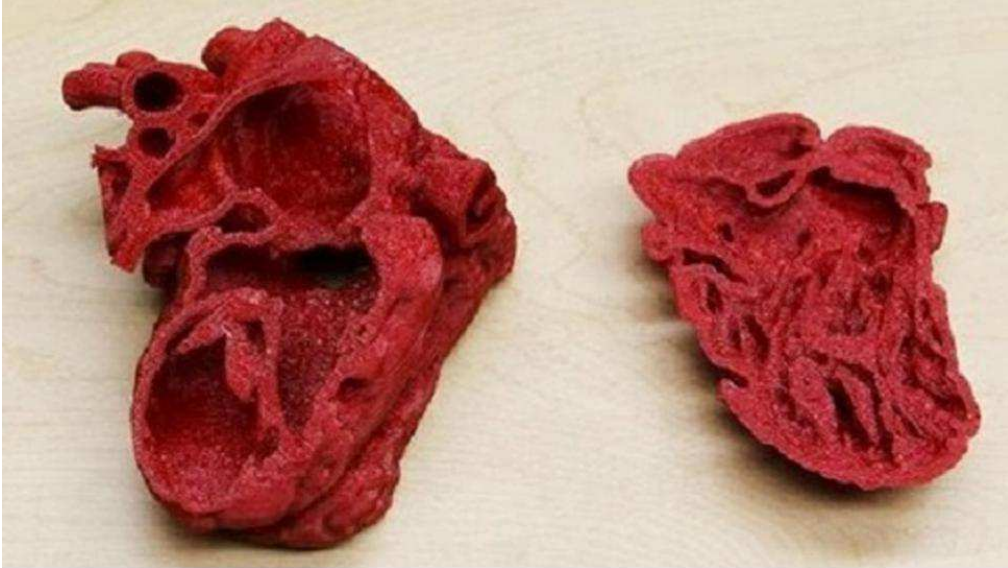




## 1.2 Replica de órganos humanos



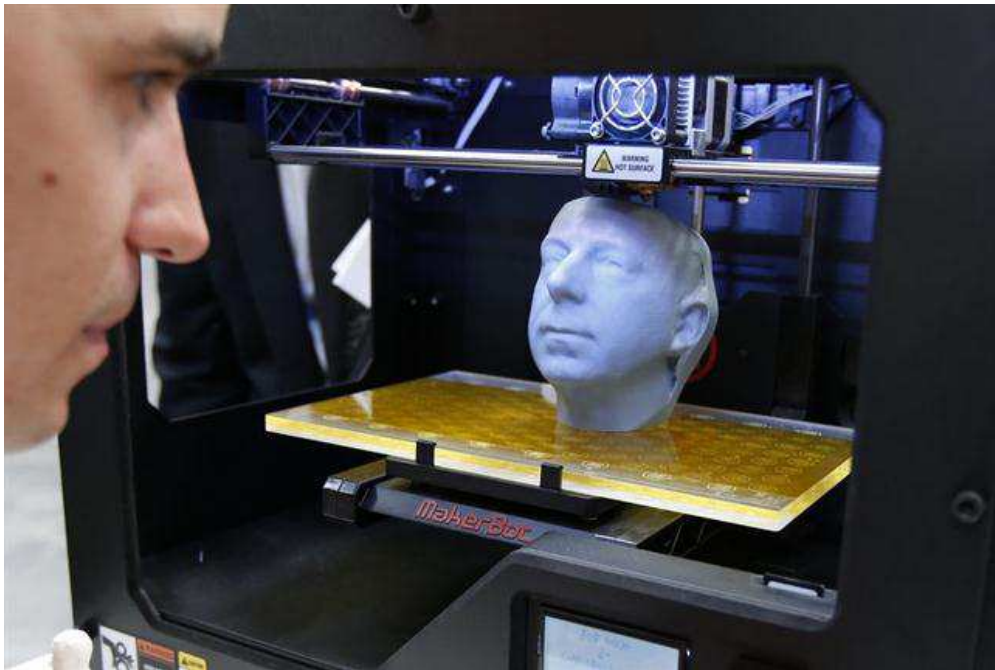




### 1.3 Comida de diseño



## 1.4 Prototipado



# Anexo 3

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I



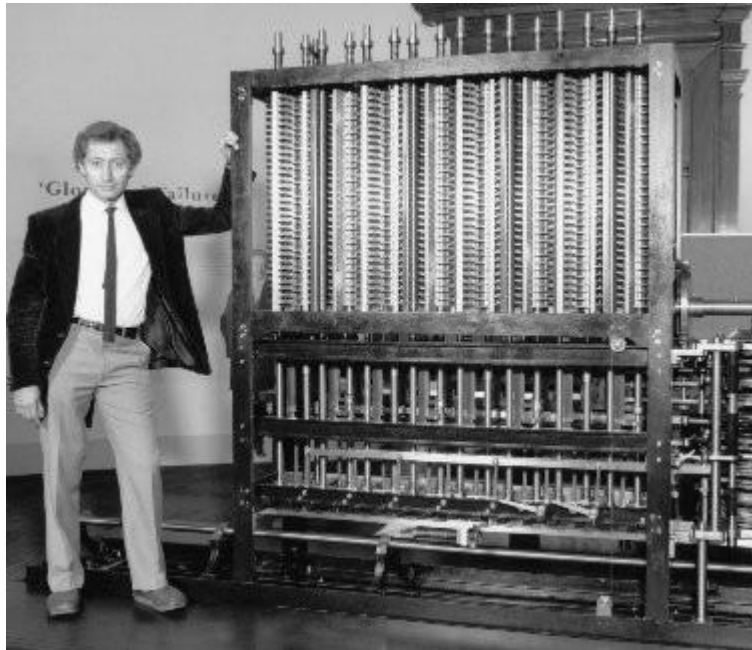
## Índice

1.Las impresoras clásicas historia y evolución.....	3
1.1Las impresoras de los años 90.....	3
1.2 La década del 2000.....	14
2.Las impresoras en la actualidad.....	16

## 1. Las impresoras clásicas historia y evolución

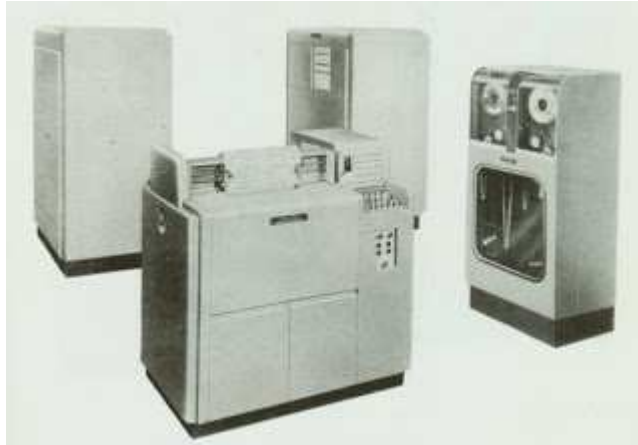
### 1.1 Las impresoras de los años 90

La creación de la impresora se remonta a la década de 1940 aproximadamente, con la creación de la primera computadora de la historia, la maquina analítica de Charles Babbage, aunque Babbage nunca termino de armar su computadora pero si termino los planos de ella y junto con el mecanismo de impresión los mismos fueron utilizados para armar el modelo funcional en 1991 y presentarlo en 2000 al publico en el Museo de Ciencias de Londres, este modelo estaba formado por 4000 piezas mecánicas y pesar alrededor de 2,5 toneladas.



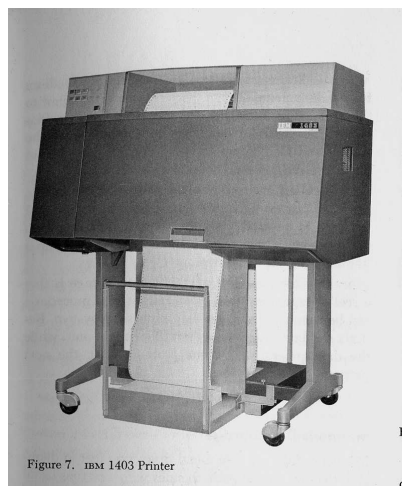
### UNIVAC High Speed Printer

La primera impresora de alta velocidad llamada UNIVAC High Speed Printer (1953) diseñada por Remington-Rand para ser utilizada es un ordenador UNIVAC la cual estaba compuesta de cuatro gabinetes, una fuente de alimentación, la máquina de impresión, un dispositivo de control y la comprobación, y un lector de cinta. Esta impresora de cinta alimentada produce seiscientas líneas de texto por minuto.



### La primera impresora matricial (1957)

Es puesta a la venta por parte de IBM la primera impresora de matriz de punto. una impresora matricial o impresora de matriz de puntos es un tipo de impresora con una cabeza de impresión que se desplaza de izquierda a derecha sobre la pagina, imprimiendo por impacto, oprimiendo una cinta de tinta contra el papel, de forma similar al funcionamiento de una máquina de escribir.



Impresora IBM 1403 (1959)

## La impresora de líneas IBM 1403

La impresora de líneas IBM 1403 fue introducida como parte de la computadora IBM 1401 en octubre de 1959 y no tuvo una vida especialmente larga en la línea de productos IBM. El modelo original podía imprimir 600 líneas de texto por minuto y podía hacer saltos de línea de hasta 190 centímetros por segundo. El modelo estándar tenía 120 posiciones de impresión (columnas). Un adicional de 12 posiciones estaba disponible como opción. Cada cadena de impresión con un mínimo de cinco copias del juego de caracteres se alineaban horizontalmente delante de la cinta y del papel, los martillos golpeaban por detrás en el momento exacto en el que pasaba el carácter a imprimir. En los últimos modelos, la cadena de impresión fue reemplazada por el tren de impresión; en su lugar fueron montados bloques de impresión en una cadena montados sobre una pista. El modelo superior podía imprimir hasta 1400 líneas de 132 caracteres por minuto, esto es 23 páginas por minuto y menos de 3 segundos por página, e incluso aún menos si la página a imprimir contenía líneas en blanco.

El tren o cadena estándar de la 1403 podía imprimir 48 caracteres especiales: & , . - \$ \* / % # @ etc. Podían poderse cadenas o trenes especiales para tener otro juego de caracteres.

Usuarios científicos, por ejemplo, podían usar cadenas que tenían el paréntesis izquierdo, el derecho y un signo “mas” en lugar de un signo de porcentaje (%), el signo losange (⋈), diferente al actual que tiene forma de rombo, y el signo unión o ampersand (&). Las cadenas numéricas tenían más copias de algunos caracteres.

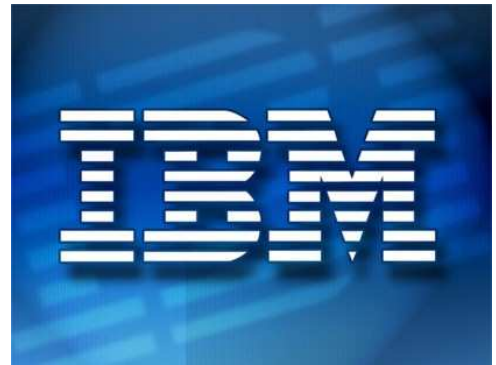
La cinta de tinta era un rollo grande con el ancho del área de impresión ubicada entre el papel y la cadena de impresión. El rollo estaba en dos partes, el hillo de alimentación, y el rollo de recepción. La cinta era constantemente enrollada y desenrollada durante la impresión.

Como muchas impresoras de la época, la 1403 usaba papel fan-fold con perforaciones en los costados para el tractor de alimentación. Una cinta de control de transporte o, más tarde, un buffer, bajo de control del programa especificaba la longitud de la línea y la forma en que estaba a punto de comenzar la impresión de modo que pudiera usarse papel de diferentes tamaños.

El arrastre del papel consistía en dos juegos de tractores (un par debajo de la unidad de martillos y otro por encima) movidos por un circuito de aceite formado por una unidad hidráulica consistente en una bomba de engranajes, un juego de válvulas (diferenciaba del salto de una línea y el de varias) y un Carter que era el dispositivo de aceite.

Una impresora IBM 1403 desempeñó un pequeño papel en la película de 1964 de Stanley Kubrick Dr. Strangelove, que actúa como escondite para una radio portátil.

La capacidad de la impresora de sobreimprimir fue usada para generar una amplia escala equivalente de grises. Muchas imágenes fueron escaneadas, pixeladas y podían reproducirse en la 1403, la más notable es la Mona Lisa. Algunas personas fueron capaces de utilizar el ritmo de los martillos de impresión para generar las frecuencias deseadas y realmente reproducir música. Eran máquinas enormes y ruidosas, especialmente cuando la tapa estaba levantada.



### La primera mini-impresora (1968)

En septiembre de 1968, Shinshu Seiki lanzo la primera mini-impresora del mundo, el EP-101, que pronto fue incorporada en muchas calculadoras. En los siguientes años, el nombre Epson fue acuñado después de que la generación siguiente del EP-101 fuera lanzado al público (el “Son of EP-101” se convirtió en “EP-SON” quedando en “Epson”).



La Centronics Model 101 fue presentada en la National Computer Conference de 1970. La cabeza de impresión usaba un innovador sistema de impacto mediante un solenoide de siete agujas. Basándose en este diseño, Centronics proclamo más tarde haber desarrollado la primera Impresora Matricial.



### Láser Printer EARS

La primera impresora láser llamada EARS, fue desarrollada en el Xerox Parc (Xerox Palo Alto Research Center) comenzando en 1969 y finalizando en noviembre de 1971.



## Hewlett Packard (1976)

En la década de los 70 se desarrolla la tecnología de inyección de tinta. Los investigadores tuvieron dificultades para crear un flujo controlado de tinta desde el cabezal de impresión a la página.

En 1976, la Hewlett Packard creó la primera impresora de inyección de tinta, pero solo fue hasta 1988 cuando llegó a los hogares de los consumidores. Ofrecía una velocidad promedio de apenas 2 páginas por minuto.





### Apple Computer - ImageWriter (1983-1984)

La primera imageWriter fue pensada para ser utilizada con el Apple II. Esta impresora podía producir tanto imágenes como el texto, hasta una resolución de 144 DPI y una velocidad de cerca de 120 CPS. En modo texto, la cabeza movía en ambas direcciones mientras que para imprimir gráficos la cabeza solamente se movía en una dirección.



### HP- LaserJet Classic (1984)

En 1984, HP introdujo la primera impresora LaserJet en la feria COMDEX de las vegas, aquel modelo revolucionaria un mercado que acogió con timidez aquel primer modelo que de hecho, era complicado de usar porque no había software preparado para ella, pero que pronto comenzaría a valorar las ventajas de esta tecnología. La LaserJet Classic contaba nada menos que U\$ 3.495 de la época.



En marzo de 1991 HP lanzó la primera impresora con conectividad de red de área local, la LaserJet IIIsi. Los clientes podían conectar su impresora directamente a una red Ethernet o Token Ring a través del servidor de impresión HP JetDirect, que ofrecía un rendimiento superior, una mayor flexibilidad y permitía compartir la impresora en un grupo de trabajo. La LaserJet IIIsi fue también la primera impresora de HP en ofrecer Adobe PostScript, en contraposición a los cartuchos de fuente ofrecidos en anteriores modelos.



### **La primera impresora láser de formato apaisado (1994)**

La LaserJet 4v fue la primera impresora de HP de formato apaisado, lanzada en septiembre de 1994, se convirtió en el referente en cuanto a precio y rendimiento para impresiones de 11x17.



Hp entró en el mercado de la impresión láser color en septiembre de 1994 con la Color LaserJet, con un coste medio por pagina de menos de 10 céntimos la Color LaserJet ofrecía a las empresas una alternativa económica a los centros de impresión que cobraban U\$ 1 o más por cada copia a color. Además, el software ColorSmart simplificaba y optimizaba la impresora en color.

En septiembre de 1994, HP contribuyó a ratificar un acuerdo sectorial para la utilización de los estándares de impresión en red MIB (Managed Information Base) y el protocolo Simple Network Management (SNMP). Ambos mejoraban la experiencia de impresión fuera cual fuera la impresora y la red utilizada.

La LaserJet 5P, lanzada por HP en marzo de 1995 fue la primera impresora del mercado en incorporar tecnología inalámbrica por infrarrojos.



HP lanzó la LaserJet 3100 en abril de 1998. Fue el primer dispositivo láser multifunción para el gran público del mercado, una herramienta versátil que permitía a las empresas imprimir, fotocopiar, escanear y enviar faxes desde un mismo equipo.



## 1.2 La década del 2000

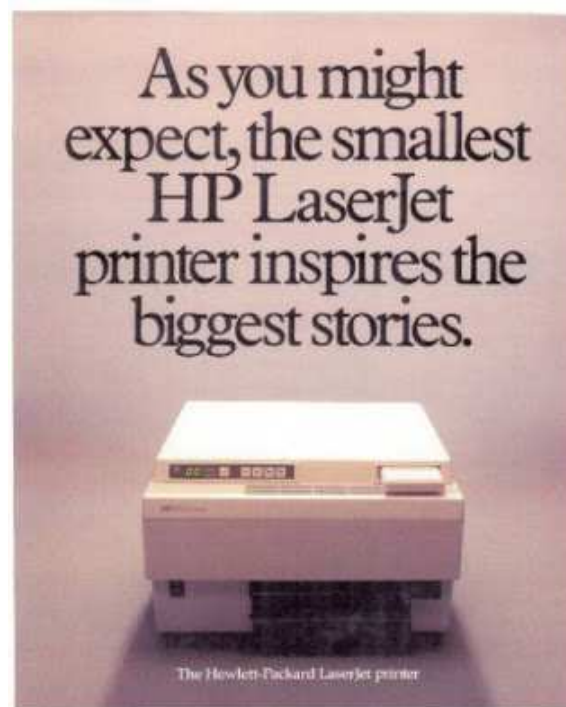
En 2005, los técnicos de redes se preguntaban: ¿No estaría bien si se pudiera instalar y actualizar cualquier impresora con único software de gestión, en noviembre de 2005.

HP lanzó el primer driver de impresión universal (UPD) diseñado por defecto.

En febrero de 2007 se alcanzó la cifra de dos millones de descargas del driver de impresión universal (UPD) desde la web de HP, permitiendo a los usuarios y al departamento de TI gestionar de forma más eficaz sus flotas de impresoras.

En marzo de 2008, la democratización total del color en el lugar de trabajo se hizo realidad con el lanzamiento de la LaserJet CP1215

La impresora láser más barata de la historia.



## 2. Las impresoras en la actualidad

Hoy en la actualidad podemos encontrar variados tipos de impresoras dependiendo de nuestras necesidades, como si queremos una impresora para nuestro hogar, para una oficina, para alguna empresa pequeña, de mediano rango o una multinacional. Un 90% aproximadamente de la población tiene acceso a una impresora, ya sea una HP, Lexmark u otra marca famosa, forman parte de nuestro vivir ya que todos los papeles que se entregan en colegios, oficinas, bancos, entre muchos más lugares son impresos por una impresora. Cada vez se ha ido reduciendo el tamaño de la impresora, con muchas más funciones, y podríamos deducir así como avanza a nivel agigantado lo que es la computación.

Y con ello conlleva que lo que es una impresora también avance, es por eso que creemos que en un futuro no tan lejano podríamos estar hablando de una impresora con muchas más funciones de lo que tienen ahora.

En la actualidad, podríamos decir también que podría reducirse más su tamaño, podríamos decir miles de cosas, pero el futuro trae sorpresas y eso es innegable.

Hoy en día existen muchos tipos de impresoras pero las que son mucho más conocidas en el mundo y tienen un estatus más o menos ganado porque dan seguridad y confianza a sus clientes, las marcas más conocidas o los fabricantes de impresoras más populares son:



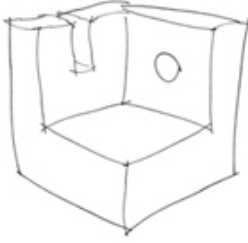
Hasta el momento las impresoras imprimían en 2D, es decir, imprimían dibujos, diseños, planos, portadas, fotos en un determinado tipo de papel. Pero a partir del nacimiento de los programas de creación en 3D, tenemos a nuestra disposición poder crear objetos en 3D en la pantalla de un ordenador. Una vez tenemos el modelo en 3D lo podemos descomponer en finas capas, como trabajar planos seriados con cartón o madera. Hay un software que se dedica a calcular como serán esos pequeños planos que irán uno sobre otro y luego genera coordenadas para desplazar el cabezal en función de nuestro diseño.



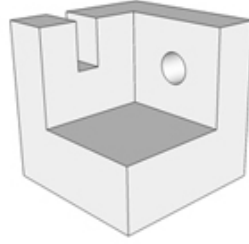
Ese cabezal va soltando un hilo fino de plástico caliente y al solidificar queda el diseño 3D materializado en un objeto tangible.



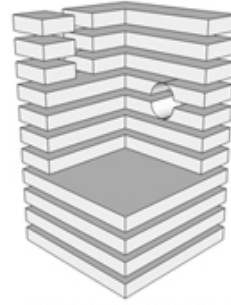
[www.areatecnologia.com](http://www.areatecnologia.com)



Modelo original



Modelo CAD



Separación en capas  
para impresión 3D

# Anexo 4

**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA IMPRESORA 3D**

Universidad Jaime I

## Índice

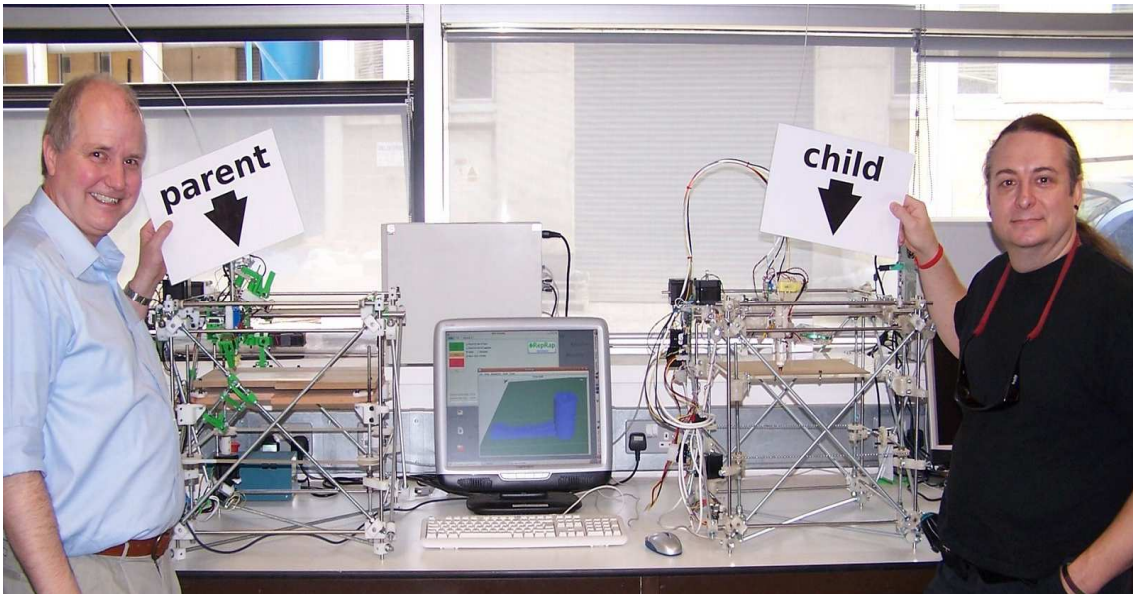
1. Empresas dedicadas a las impresoras 3D.....	3
1.1 Estudio de mercado.....	3
1.2 Cuotas de mercado y precio.....	18

## 1. Empresas dedicadas a las impresoras 3D

### 1.1 Estudio de mercado

Para tratar de enmarcar nuestra impresora vamos a hacer un pequeño estudio de mercado donde se reflejan las principales empresas que construyen impresoras 3D y sus cuotas de mercado en 2014 y el precio.

## REPRAP PROJECT



Adrian Bowyer (left) and Vik Olliver (right) son miembros del RepRap proyecto.

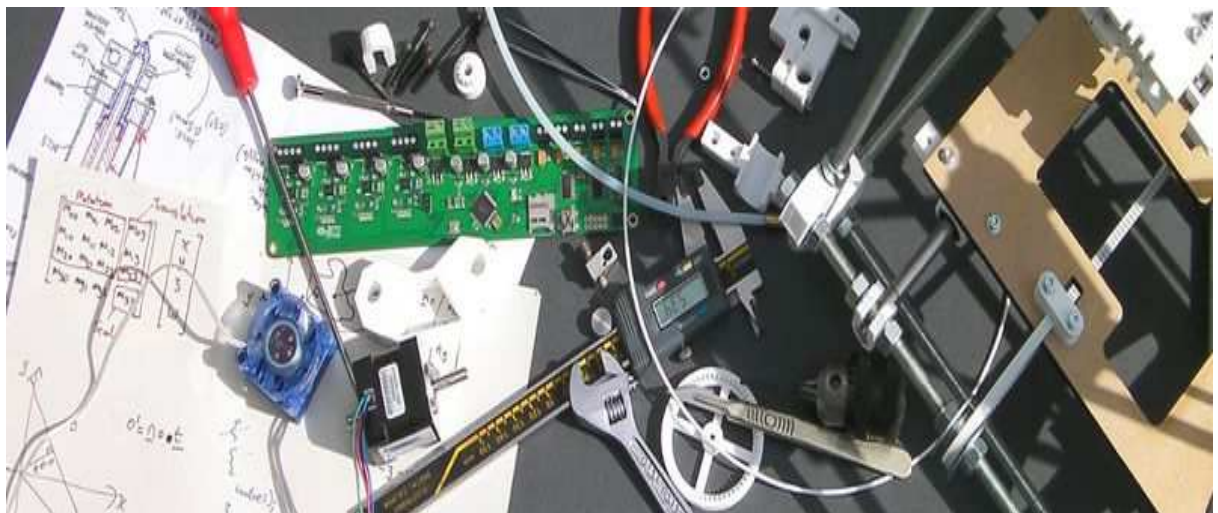
RepRap es un proyecto a gran escala que tiene por lema general que toda persona pueda tener una máquina auto-replicante.

RepRap toma la forma de una impresora libre 3D de escritorio capaz de imprimir objetos de plástico. Muchas partes del RepRap están hechas de plástico y RepRap imprime aquellas partes, RepRap auto-repeticiones al hacer un kit de sí mismo - un kit que cualquiera puede montar en un determinado tiempo y determinados materiales. También significa que - si tienes una RepRap - puedes imprimir un montón de cosas útiles e inútiles.

Se trata de hacer máquinas de auto-replicantes, y hacerlas disponibles libremente para el beneficio de todos.

Reprap.org es un proyecto para la humanidad, lo que significa que todo el mundo es bienvenido a editar la mayoría de las páginas de este sitio, o mejor aún, crear nuevas páginas por su cuenta.

RepRap fue la primera de las impresoras 3D de bajo coste, y el proyecto RepRap inició la revolución de la impresora 3D de código abierto. Se ha convertido en la impresora 3D más utilizada entre los miembros globales de la Maker Community.



## MAKER BOOT



MakerBot Industrias es una compañía fundada en enero de 2009 por Bre Pettis, Adam Mayer y Zach "Hoeken" Smith para diseñar y producir las impresoras 3D. MakerBot se basa en el progreso inicial del proyecto RepRap. A partir de abril de 2015, después de un despido de alrededor del 20% de su personal, MakerBot tiene cerca de 400 empleados.

## OBJECT



Objet es una de las marcas de Stratasys, un fabricante de impresoras 3D. La marca comenzó con Objet geometrías Ltd, una empresa dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de sistemas de impresión de fotorpolímero 3D. La compañía, fundada en 1998, se basó en Rehovot, Israel. En 2011 se fusionó con Stratasys. Se llevó a cabo patentes en una serie de materiales de impresión asociados que se utilizan en *PolyJet* y *Matrix PolyJet* tecnologías de chorro de polímero. Se distribuye impresoras 3D en todo el mundo a través de empresas subsidiarias en los Estados Unidos, Europa (Objet geometrías GmbH), y Hong Kong.

## STRATASYS



Stratasys, Ltd. es un fabricante de impresoras 3D y sistemas de producción 3D para oficina basada en la creación rápida de prototipos y fabricación digital de soluciones. Los ingenieros utilizan sistemas Stratasys para modelar geometrías complejas en una amplia gama de termoplásticos materiales, incluyendo:

ABS, polifenilsulfona (PPSF), policarbonato (PC) y ULTEM9085.

Stratasys fabrica prototipos para el automotriz, aeroespacial, industrial, recreativo, electrónica, médica y OEM de productos de consumo.

### HISTORIA

Stratasys fue fundada en 1989, por S. De Scott Crump y su esposa Lisa Crump en Minnesota. La idea empezó en 1988 cuando decidió hacer una rana de juguete para su joven hija con una pistola de pegamento cargado con una mezcla de polietileno y cera de vela. Pensó en la creación de la capa de forma de capa y de una manera de automatizar el proceso. En abril de 1992, Stratasys vendió su primer producto, el Modelador 3D.

En octubre de 1994, Stratasys la compañía vendió 1,38 millones de acciones ordinarias a 5 dólares por acción, la compensación de aproximadamente \$ 5,7 millones.



En enero de 1995, Stratasys compró IBM y empleó a 16 ex ingenieros de IBM, que habían estado desarrollando una pequeña impresora 3-D que se basaba en un sistema de extrusión muy similar al patentado de Crump modelado por deposición fundida (FDM) la tecnología.

En 2003, Stratasys fusiona modelado por deposición (FDM) fue la tecnología de prototipado rápido con más éxito de ventas. FDM es un proceso que la compañía patentó, que se utiliza para producir piezas tridimensionales directamente desde archivos CAD 3D Capa- por capa para su uso en la verificación del diseño, prototipado, desarrollo y fabricación.

En 2007, Stratasys suministra el 44% de todos los aditivos sistemas de fabricación instalados en el mundo, por lo que es el líder del mercado unidad por sexto año consecutivo.

En enero de 2010, Stratasys firmó un acuerdo con HP para la fabricación de la marca HP impresoras 3D.

En mayo de 2011, Stratasys anunció que habían adquirido Solidscape, líder en impresoras 3D de alta precisión para aplicaciones de fundición a la cera perdida.

En 2012, un proyecto relacionado para producir un arma de fuego de trabajo por la impresión 3D se pretende utilizar una impresora Stratasys. Stratasys se negó a permitir esto y retiró su licencia de uso de la impresora, citando que no permitió que sus impresoras "para ser utilizados con fines ilegales".

### **Fusión con Objet**

El 16 de abril de 2012, Stratasys anunció que iba a fusionarse con Objet llegando a la capitalización de mercado de la nueva empresa que fue de aproximadamente \$ 3,0 mil millones.

### **Adquisición de MakerBot**

El 19 de junio de 2013, MakerBot Industrias anunció que fue comprada por Stratasys por \$ 403 millones.

El 2 de abril de 2014, Stratasys anunció que habían firmado acuerdos definitivos para adquirir conceptos sólidos y Harvest Technologies, que se combinarán, para establecer un solo servicios de fabricación. La adquisición se completó el 15 de julio de 2014.



## Z Corporation

ZCorporation fue adquirida por 3D Systems, el 3 de enero, 2012. En 1993, una nueva tecnología de impresión 3D, ZPrinting, fue desarrollada en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Al igual que en muchos otros prototipos rápidos, la parte que se va a imprimir se construye de muchas secciones delgadas transversales del modelo 3D. En impresoras ZPrinter, un cabezal de inyección de tinta se mueve a través de un lecho de polvo, deposita selectivamente un líquido de unión en la forma de la sección. Una nueva capa de polvo se extiende por la parte superior del modelo, y el proceso se repite. Cuando el modelo está completo, el polvo no unido se elimina automáticamente. Las piezas se pueden construir en una ZPrinter a un ritmo de aproximadamente 1 pulgada vertical por hora.

Las Impresoras ZPrinter se han ganado el reconocimiento a través de aplicaciones en la industria médica y arquitectónica. Más recientemente, han sido populares en la creación de modelos 3D impresos de personas de color 3d-scan, avatares de videojuegos, artística y esculturas realistas.



## 3D Systems



3D Systems, con sede en Carolina del Sur, es una empresa que fabrica y vende impresoras 3D.

Las tecnologías y servicios de 3D Systems se utilizan en las etapas de diseño, desarrollo y producción de muchas industrias, incluyendo el sector aeroespacial, automoción, arquitectura, servicios de salud, dental, entretenimiento, recreación y bienes de consumo. 3D Systems ofrece impresoras 3D profesionalismo y calidad de producción, además de una línea de impresoras 3D personales y productos de consumo impresos en 3D, apoyada por el foro en línea afiliada Cubify. 3D Systems es notable dentro de la impresión en 3D de la industria para el desarrollo de estereolitografía y el STL (formato de archivo).

3D Systems fabrica estereolitografía (SLA), selectiva sinterización láser (SLS) de impresión a color de chorro (CJP), modelado por deposición fundida (FDM), impresión de chorro múltiple (MJP) y sinterización de metales directa (DMS). Cada tecnología toma de entrada digital a partir de datos tridimensionales para crear piezas tridimensionales a través de un aditivo, proceso de capa por capa. Los sistemas varían en sus materiales, la capacidad de impresión y aplicaciones.

### **Tecnología que maneja:**

**1. Estereolitografía o SLA:** describe el método y aparato para la fabricación de objetos sólidos con una tina de fotopolímero líquido usando material ultravioleta y un láser para trazar el diseño digital. El sistema SLA imprime con soportes y es ventajoso debido a la velocidad y el posible tamaño de impresiones (el tamaño depende del volumen de construcción de la máquina particular). El

sistema SLA también puede fabricar rápidamente piezas de diferentes geometrías, al mismo tiempo y están diseñados para producir prototipos, patrones o partes de uso final de tamaños y aplicaciones versátiles. El SLA es lo suficientemente fuerte para ser mecanizado y se puede utilizar como patrón para moldeo por inyección, termoconformado, moldeo por soplado y diversos procesos de fundición de metal.

**2. Sinterización selectiva por láser, o SLS:** es una técnica de fabricación aditiva que utiliza un láser de alta potencia para fundir pequeñas partículas o puntos. Las opciones de materiales son amplias, incluyendo el plástico, metal, cerámica, nylon, poliestireno o polvos de vidrio. En muchos casos, SLS es un proceso eficiente debido a un gran número de partes se pueden imprimir en una sola sesión.

**3. Impresión por chorro de color:** utiliza la tecnología de inyección de tinta para depositar un aglutinante líquido a través de un lecho de polvo. El polvo se libera y se extiende con un rodillo para formar cada nueva capa. Esta tecnología fue desarrollada originalmente por Z Corporation.

**4. Modelado por deposición fundida:** es la línea de impresoras a nivel aficionado 3D Systems. Estas impresoras utilizan un extrusor calentado para depositar un material termoplástico a lo largo de trayectorias complejas, una capa a la vez. Un buen modelo visual de esto es usar una pistola de pegamento caliente para construir un modelo 3D. La pistola de pegamento caliente (una extrusora con alimentación manual) tendría que construir las cosas de una capa a la vez, el depósito de una cadena de más o menos el ancho del orificio de extrusión. Una vez que una capa se ha enfriado y endurecido, la siguiente capa se puede construir hasta que el modelo se completa. Las limitaciones de FDM incluyen el tiempo (debe hacer trayectorias complejas), color ( solo un color se puede imprimir a la vez), y la durabilidad (adherencia entre capas es análoga a una soldadura en frío). Este es generalmente el tipo menos costoso de impresora disponible.

**5. Impresión Multi-Jet:** se refiere al proceso de depositar líquidos fotopolímeros sobre una superficie de acumulación usando la tecnología de inyección de tinta de alta resolución, es alcanzable con un material de soporte que se puede quitar fácilmente en el procesamiento posterior. A diferencia de FDM, estas piezas son generalmente demasiado frágiles para molde.

**6. La sinterización directa de metal:** se refiere al proceso de impresión de metal 3D Systems. Este proceso se propaga a polvos finos de diversas aleaciones metálicas fuera sobre un printbed (cama de dibujo), y se fusiona geometrías entre sí mediante un rayo láser. Esta tecnología se utiliza principalmente en aplicaciones médicas y aeroespaciales, donde se requieren bajos volúmenes de modelos únicos y complejos.

EOS



EOS GmbH Electro Optical Systems, fue fundada por el Dr. Hans J. Langer y el Dr. Hans Steinbichler, el éxito en el mercado inicial de la tecnología en EE.UU. muestran que la creación rápida de prototipos (RP), basado en fabricación aditiva (AM) tenía hueco en un nuevo mercado. Utilizando la tecnología láser que genera cuerpos 3D capa por capa a partir de datos CAD directamente.

En 2003 material de metal DirectSteel H 20 se puso en marcha para la construcción de herramientas y materiales de moldeo para machos de arena y moldes.

También se lanzó con el aluminio en proceso de llenado de material de poliamida fina.

Además el material PA 2200 certificado para aplicaciones en los productos alimenticios así como nuevas aplicaciones ahora posibles en la producción de alimentos.



En 2015 EOS presenta su nuevo equipo de gestión empresarial y lanza dos nuevos sistemas: el 400 EOS M sistema de metal AM y EOS P 396 sistema de plástico AM.

EOS introduce dos nuevos materiales plásticos para la impresión 3D industrial: PrimePart ST (PEBA 2301) y PrimePart® FR (PA 2241 FR)

EOS ofrece un nuevo material de metal para la industria 3D Impresión:  
EOS NickelAlloy HX.

También recibe el premio del "Top 100" premio a la innovación 2013  
EOS se convierte en "Innovador del año"



### Dimensions

Es una compañía dentro de stratasys que tiene unas series de impresoras las 1200es, Dimension ofrece una tecnología disponible para construir una impresora de la serie Diseño Rendimiento 3D dentro de casa, o para objetos simples de casa. Desarrollado por FDM Tecnología, imprime en nueve colores de termoplástico ABSplus. Esta impresora 3D permite elegir la resolución o la impresión más rápida, con espesores de capa de 0,254 mm (0,010 pulg.) O 0,33 mm (0,013 pulg.).





## BitsFromBytes

Bitsfrombytes fue adquirida por 3DSystems adquiridan en 2010, y desde entonces han dejado toda la gama de impresoras BfB, dejando a muchos usuarios descontentos. Fueron los creadores de el proyecto RAPMAN

El Rapman es un trabajo comercial patentada basada en el modelo Darwin con las siguientes características:

La electrónica diferente (sin necesidad de PC, trabajando con gcode archivos de una tarjeta SD que utiliza una pantalla OLED como la interfaz de usuario)

Las piezas de prototipos rápidos reemplazados por láser cortan piezas de acrílico, y un extrusor diferente (dicen que es bastante fiable) con electrónica, archivos en CAD de piezas de acrílico. Era vendido por Bits De Bytes como un kit que contiene todas las piezas necesarias y instructons montaje. El nuevo Repman Pro se vende incluso pre-ensamblado y listo para funcionar como una ofrenda en su mayoría a las instituciones técnicas, educativas. Que es también la base de este proyecto.

BitsFromBytes han lanzado algunas versiones de su firmware bajo una licencia de Creative y proponiendo el firmware libre.



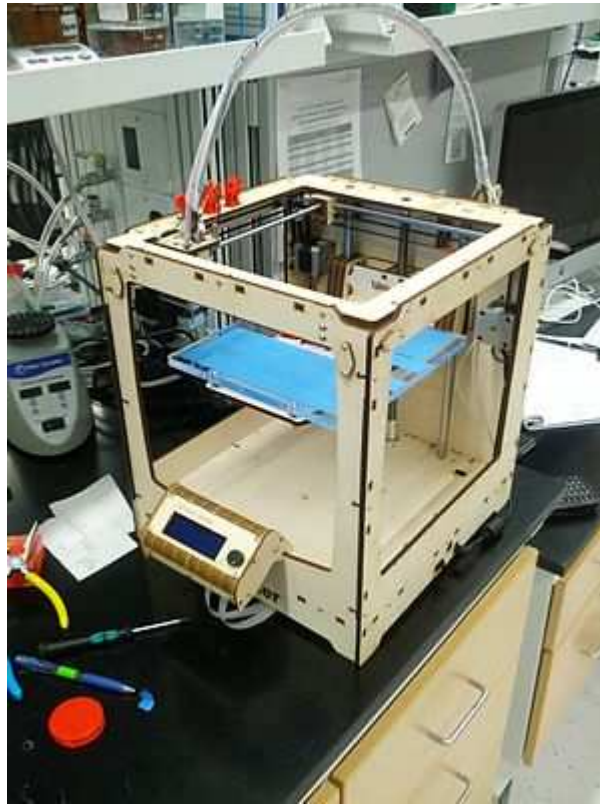
## Ultimaker BV



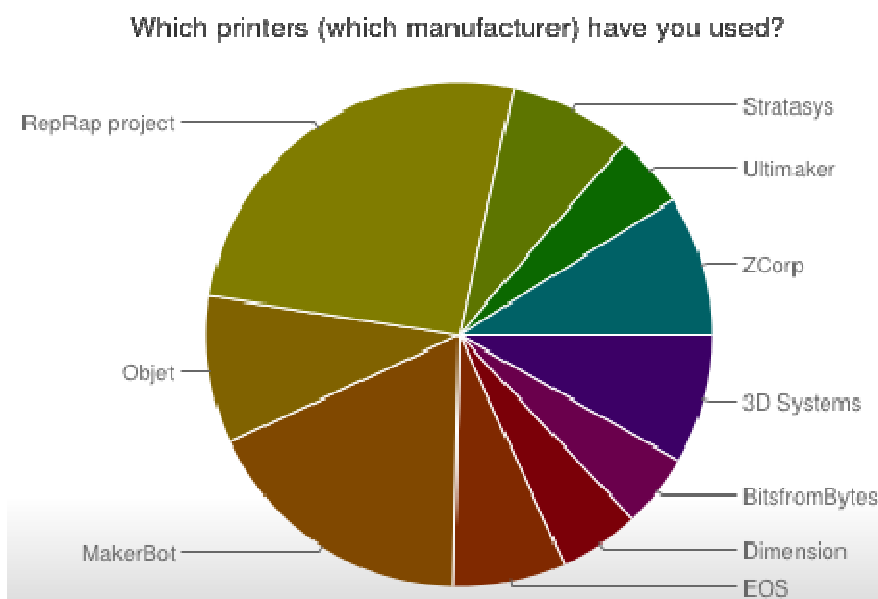
Ultimaker BV es una holandesa impresora 3D empresa que fue fundada en 2011 por Martijn Elserman, Erik de Bruijn, y Siert Wijnia. [1] Ultimaker comenzó a vender sus productos en mayo de 2011. Fundación de la compañía se puso en el protoespacio Utrecht donde Siert Wijnia organizó dos talleres para construir la impresora Reprap Darwin 3D.

La frustración de su incapacidad para conseguir el diseño de el diseño Darwin al trabajo condujo a la inspiración para crear su propio diseño. En lugar de apegarse al principio Reprap que su impresora debería poder imprimir sus propias piezas, diseñaron su impresora para ser construido en su mayoría de las piezas de madera contrachapada Lasercut, que se pudieran producir órdenes de magnitud más rápido que las piezas impresas en el momento. Sus primeros prototipos llevaban el nombre "protobox Ultimaker", sino más nuevos prototipos fueron simplemente titulado "Ultimaker". En marzo de 2011, Ultimaker Ltd. lanzó su primer producto completo, el "Ultimaker" (rebautizada en 2013 para "Ultimaker Original") bajo una licencia Creative Commons BY-NC licencia.

Su primer software corrió bajo una versión modificada del replicador-G. Cambiaron esta tarde al Cura debido al hecho de que cada vez más usuarios comenzaron a utilizar este software a favor del replicador-G, que fue producido originalmente con Makerbot en mente. Cuando el desarrollador principal de Cura (creador de software) comenzó a trabajar para Ultimaker, Cura se convirtió en el producto de software líder para Ultimaker. Contrariamente al proyecto RepRap fundada por Adrian Bowyer, Ultimaker no se centra en un objetivo final de la auto-replicación. Su producto está diseñado para hacer impresiones de alta calidad. Ultimaker actualmente vende el original Ultimaker como DIY kit y el Ultimaker 2 familia pre-ensamblado.



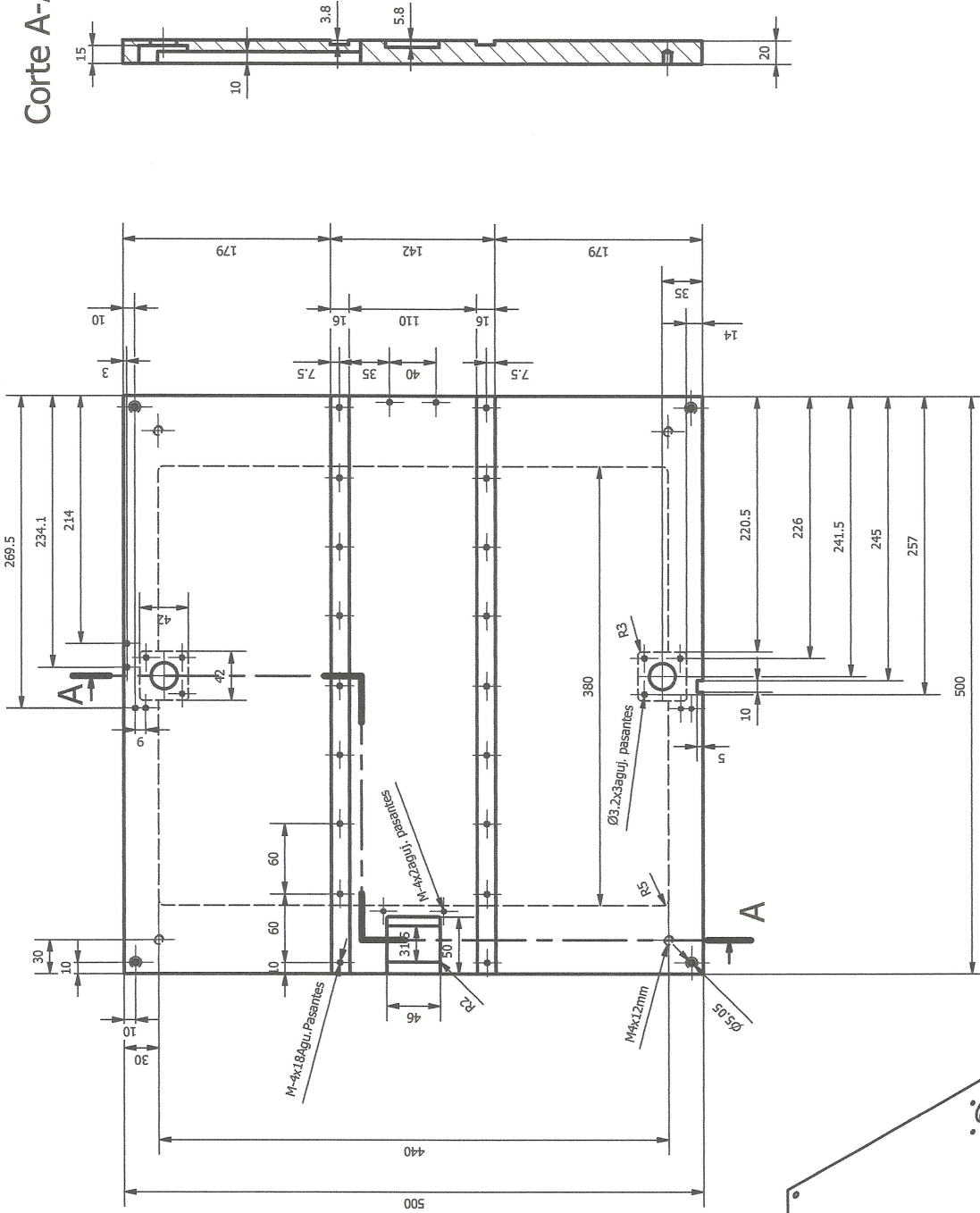
## 1.2 Cuotas de mercado y precios



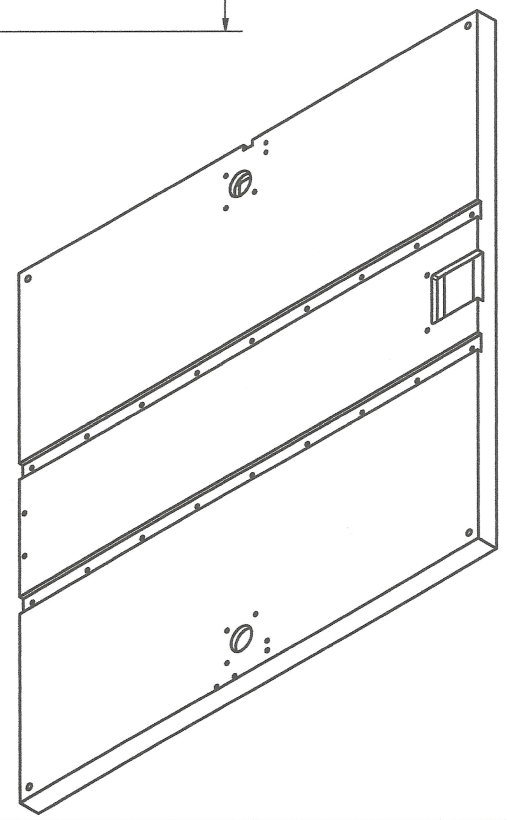
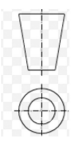
<b>Empresa</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Precio Aproximado (euros)</b>
Rep Rap Project	26,01%	De 400 a 600
Maker Bot	17,71%	De 1500 a 3000
Objet	9,42%	De 16000 a 17000
Zcorp	8,97%	De 11000 a 12000
Stratasys	7,85%	De 11000 a 13000
3D Systems	8,30%	De 8000 a 10000
EOS	7,17%	3000 a 5000
Dimension	5,16%	De 1500 a 3000
BitsfromBytes	4,71%	De 700 a 2200
Ultimaker 21	4,71%	De 1100 a 1900

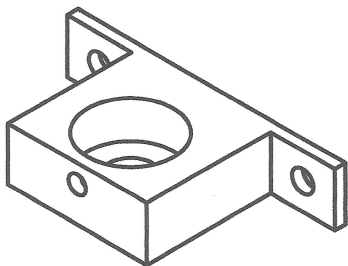
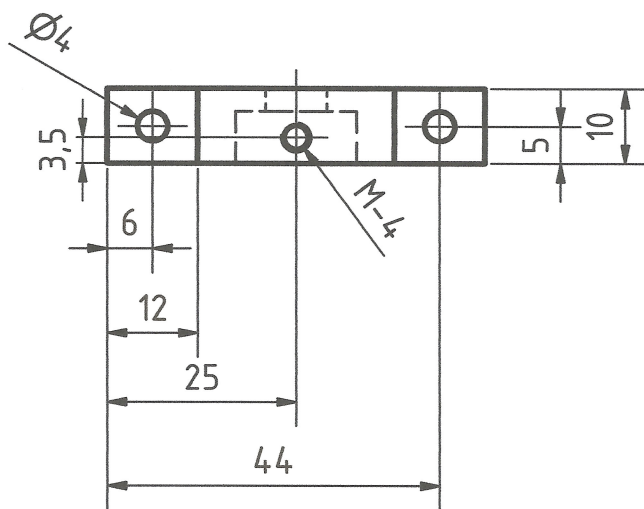
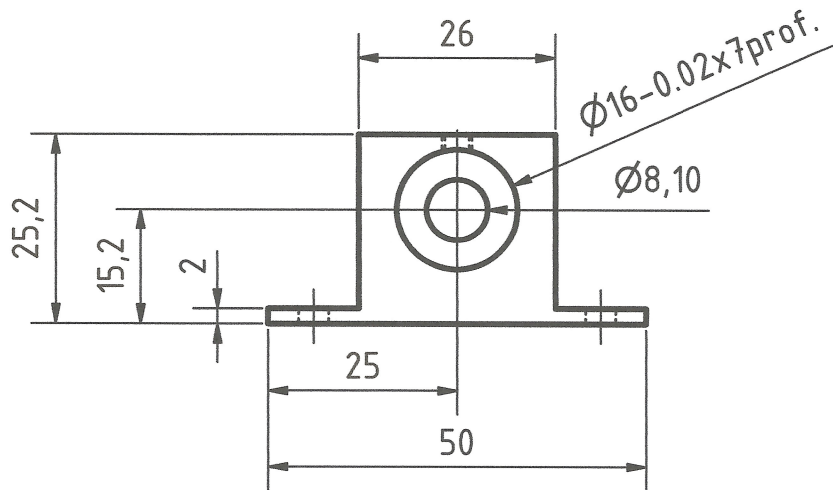
Aunque ha diario sacan nuevos productos de impresoras y mejoras al mercado.

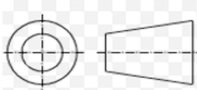
# Corte A-A

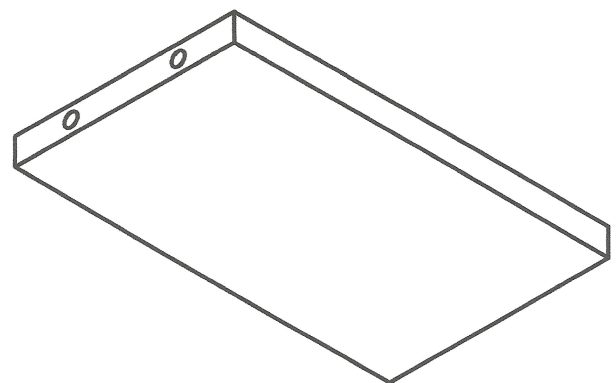
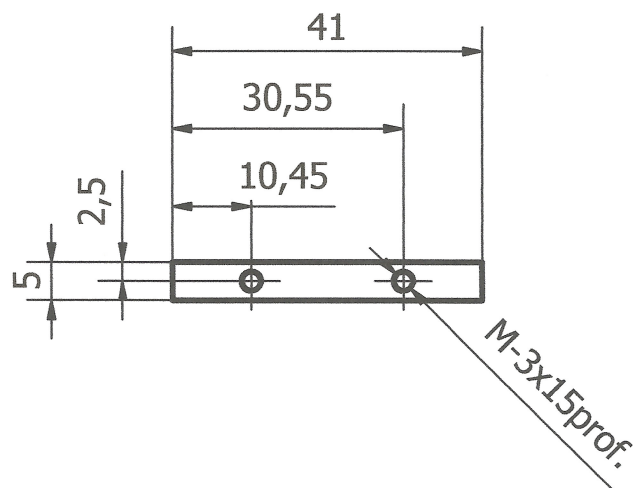
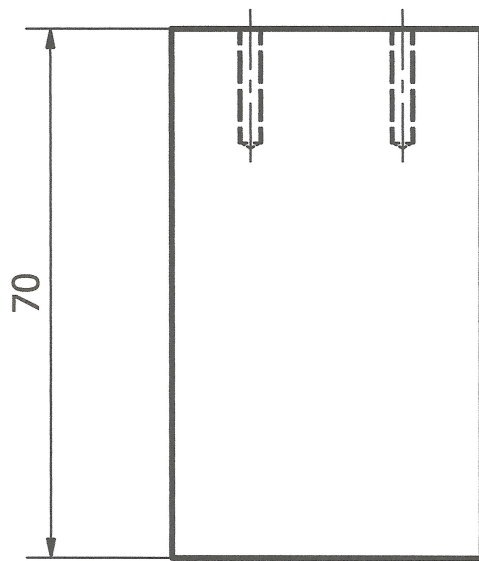


Diseño de	Cristina	Plano 2	Pieza nº	1	Escala	1:2	Conjunto	Impresora 3D
							Denominación	BASE
							Material	ALUMINIO
							Nº piezas	1



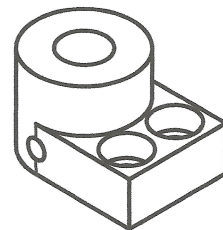
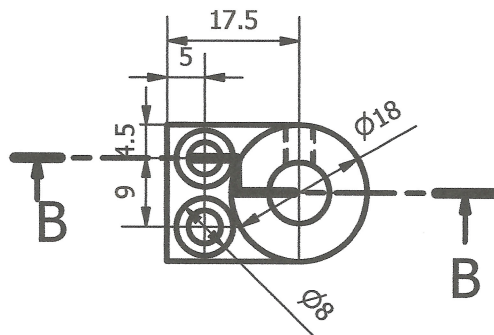
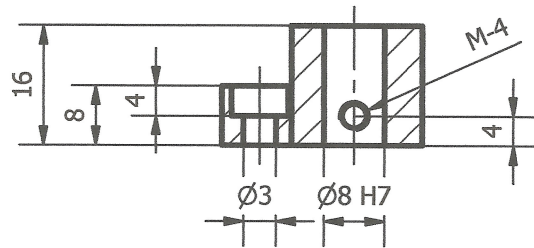


Diseño de <b>Cristina</b>	<b>Plano 4</b>	Pieza nº <b>2</b>	Escala 1:1	Conjunto Impresora 3D
		Denominación <b>SOPORTE COJINETE EJE Y</b>		
		Material <b>ALUMINIO</b>		Nº piezas <b>1</b>



Diseño de <b>Cristina</b>	<b>Plano 6</b>	Pieza nº <b>5</b>	Escala 1:1	Conjunto Impresora 3D
		Denominación <b>SOPORTE FINAL DE CARRERA Z</b>		
		Material <b>ALUMINIO</b>	Nº piezas <b>1</b>	

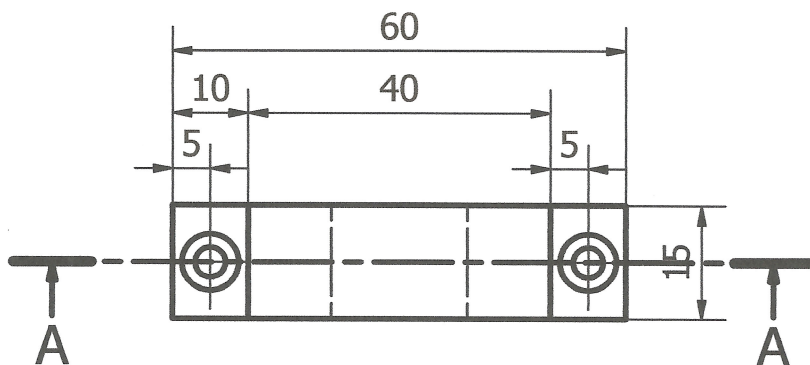
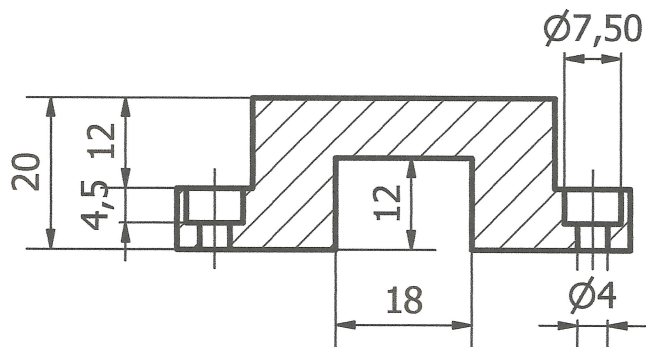
# B-B ( 1 : 1 )



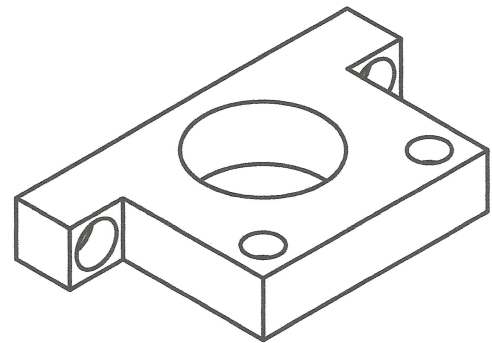
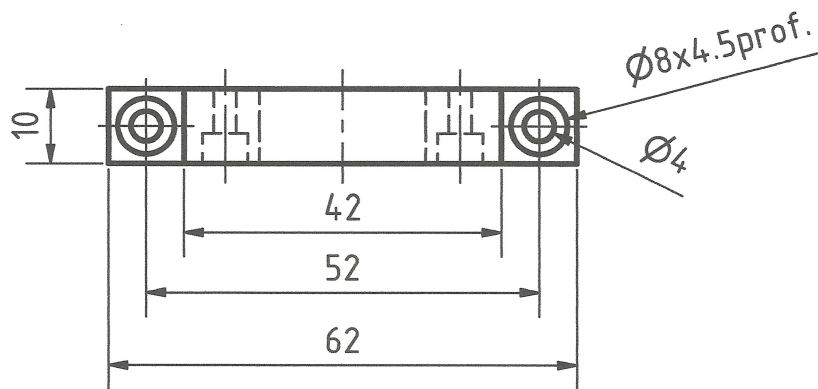
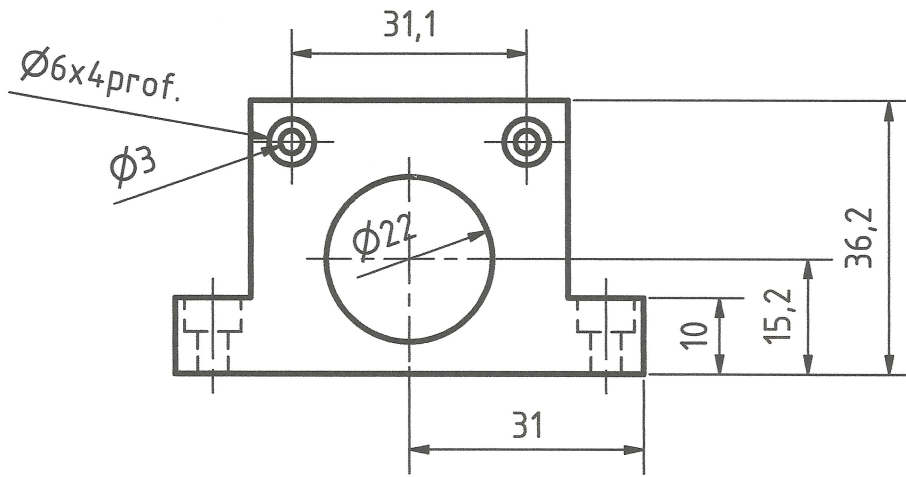
Diseño de <b>Cristina</b>	<b>Plano 8</b>	Pieza nº <b>6</b>	Escala 1:1	<b>Conjunto</b> Impresora 3D
		Denominación <b>SOPORTE BARRA CALIBRADA</b>		
		Material <b>ALUMINIO</b>	Nº piezas <b>1+1</b>	



### A-A ( 1 : 1 )

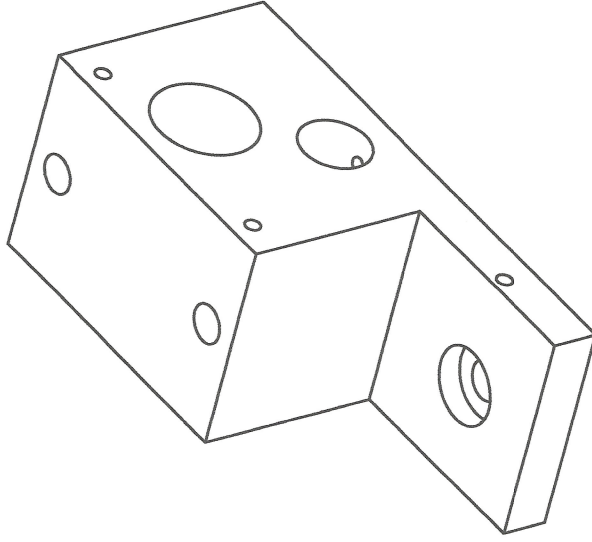
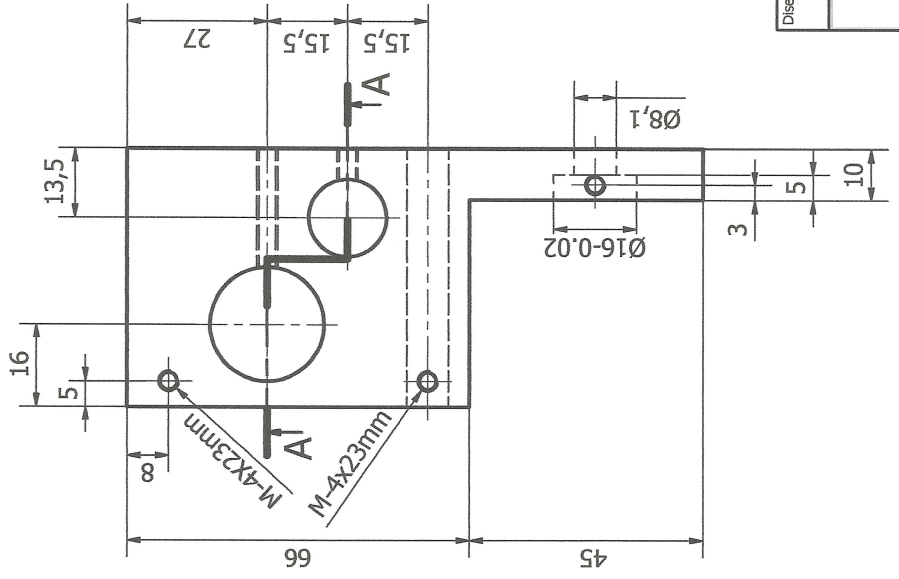
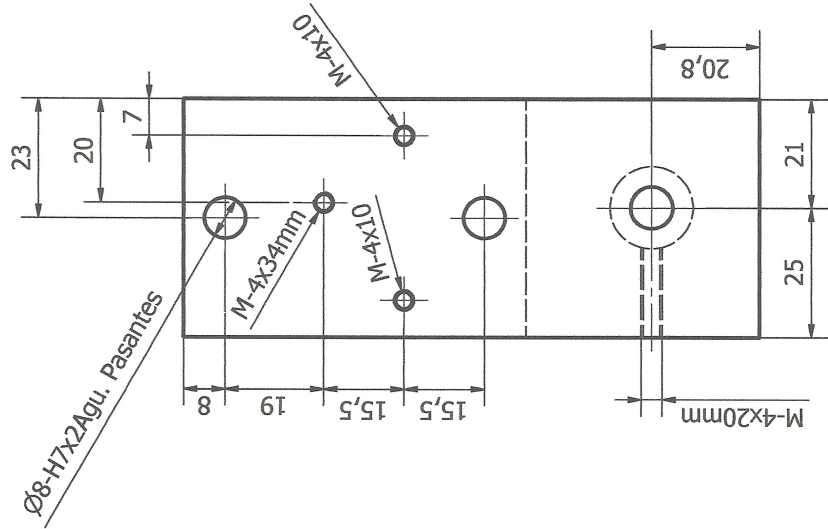
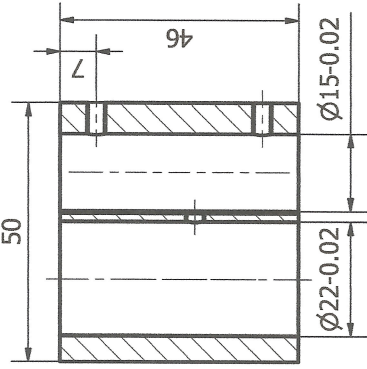


Diseño de <b>Cristina</b>	Plano 9	Pieza nº 7	Escala 1:1	Conjunto Impresora 3D
		Denominación <b>SOPORTE FINAL DE CARRERA EJE Y</b>		
		Material <b>ALUMINIO</b>	Nº piezas 1	

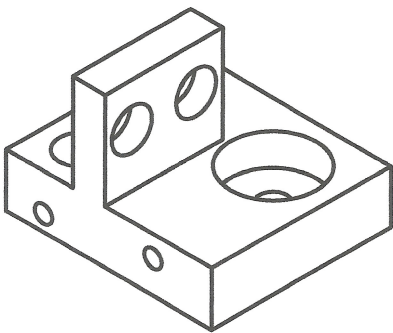
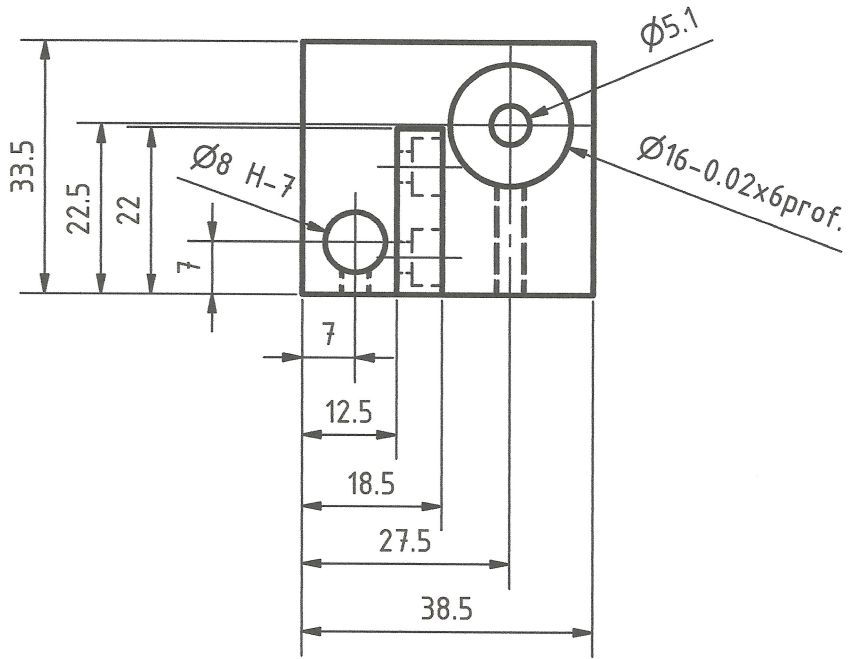
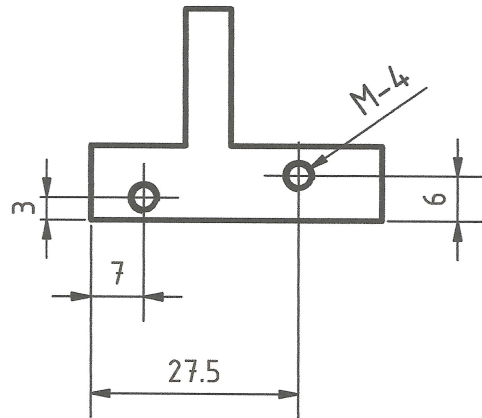
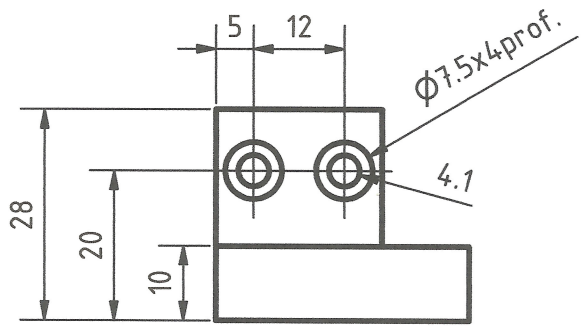


Diseño de <b>Cristina</b>	Plano 10	Pieza nº 9	Escala 1:1	Conjunto Impresora 3D
		Denominación <b>SOPORTE MOTOR</b>		
		Material <b>ALUMINIO</b>	Nº piezas <b>1</b>	

A-A (1:1)

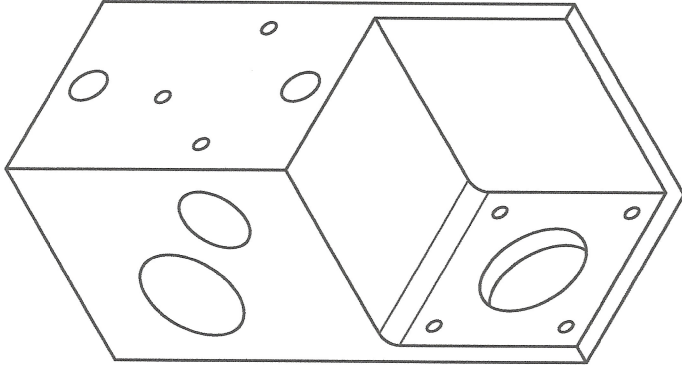
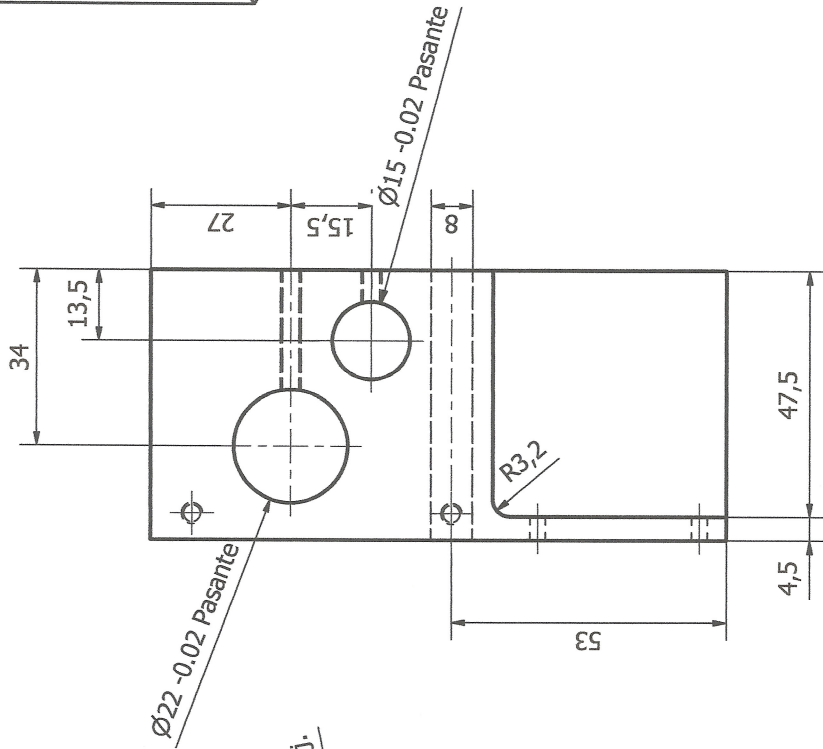
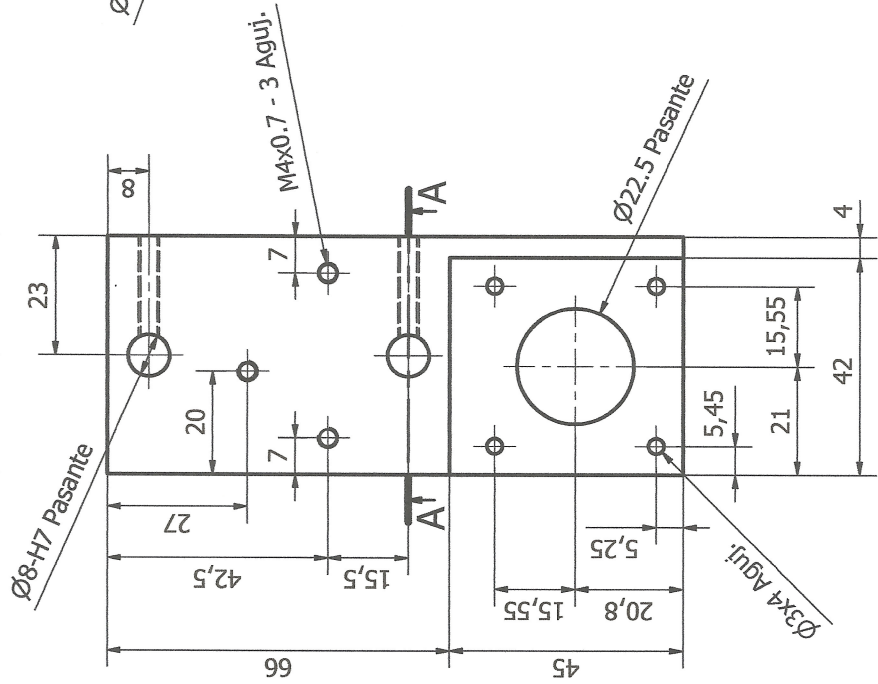
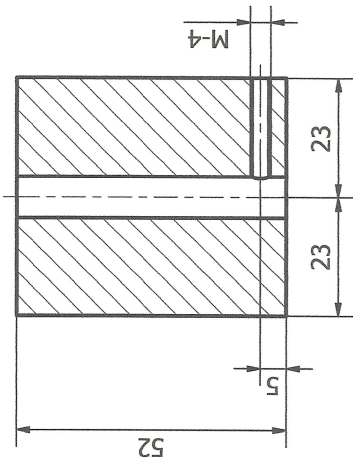


Diseño de	Cristina	Plano nº	11	Pieza nº	14	Escala	1:2	Conjunto	Impresora 3D
Denominación	PIEZA MOVIL EJE Z DERECHA								
Material	ALUMINIO								
Nº piezas	1								

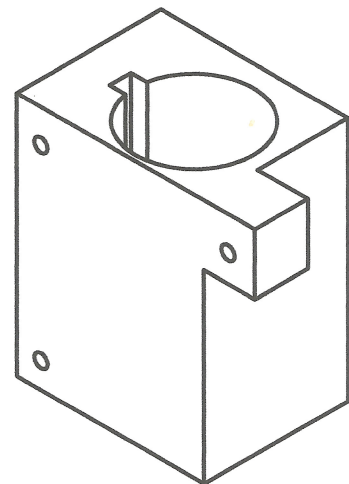
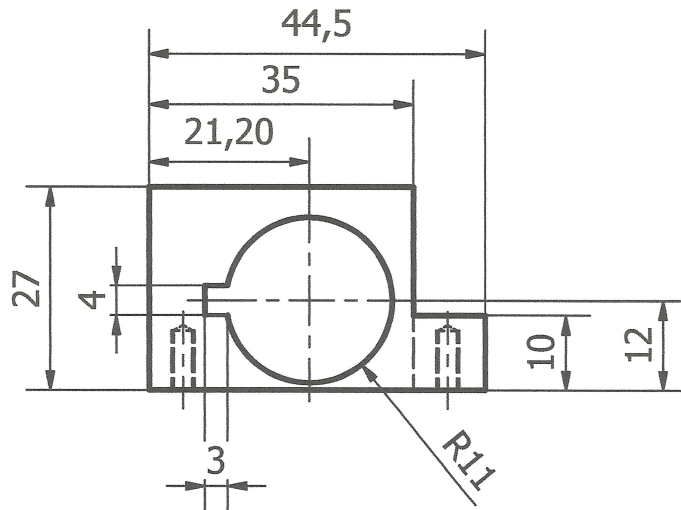
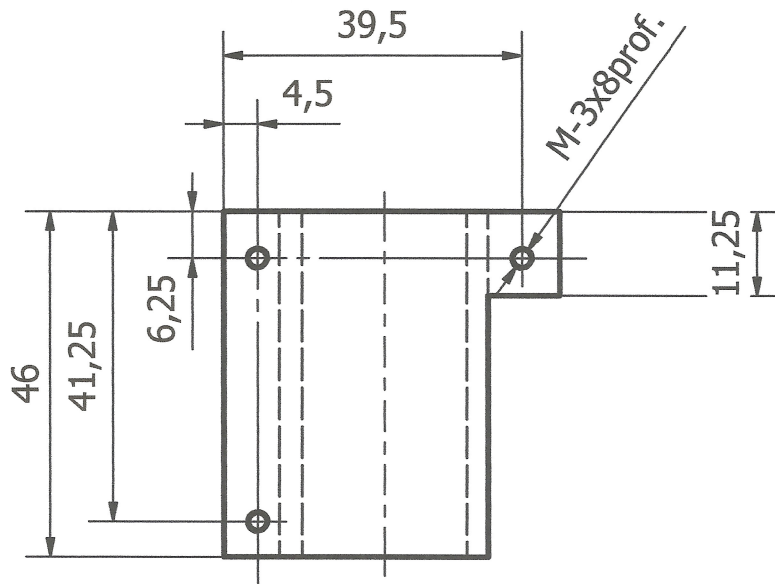


Diseño de Cristina	Plano 12	Pieza nº 15/21	Escala 1:1	Conjunto Impresora 3D
		Denominación REFERENCIA EJE Y		
		Material ALUMINIO	Nº piezas 1+1	

A-A (1:1)



Diseño de	Plano nº	Escala	Conjunto
Cristina	24	1:2	Impresora 3D
Denominación		Material	
PIEZA MOBIL EJE Z IZQUIERDA		ALUMINIO	
No piezas			1



Diseño de <b>Cristina</b>	Plano 14	Pieza nº <b>27</b>	Escala 1:1	Conjunto Impresora 3D
		Denominación <b>HEMбра EJE X</b>		
		Material <b>ALUMINIO</b>	Nº piezas <b>1</b>	



