



**IV Congreso Argentino de Ingeniería
X Congreso Argentino de Enseñanza
de la Ingeniería**

**19 al 21 de Septiembre 2018
Córdoba**

Trabajo N° 39:

**LA EVOLUCIÓN DEL SOFTWARE LIBRE CAD PARA
MODELADO PARAMÉTRICO TRIDIMENSIONAL**

Autores:

Rubén Darío Morelli - Luis Sebastián Nieva

**Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
UNIVERSIDAD NACIONAL de ROSARIO**



**Córdoba, 19 al 21 de Setiembre de 2018
ARGENTINA**

**En el año del Centenario de la
Reforma Universitaria del 15 de Junio de 1918**

EL SOFTWARE LIBRE CAD EN NUESTRA PRÁCTICA DOCENTE

- **Años 2012 a 2015:**

Nuestro primer proyecto de investigación y abordaje del arte. Buscamos, estudiamos, comparamos. Aprendimos haciendo. A partir de nuestras certezas comenzamos a elaborar estrategias didácticas de inclusión del software libre CAD en el aula.

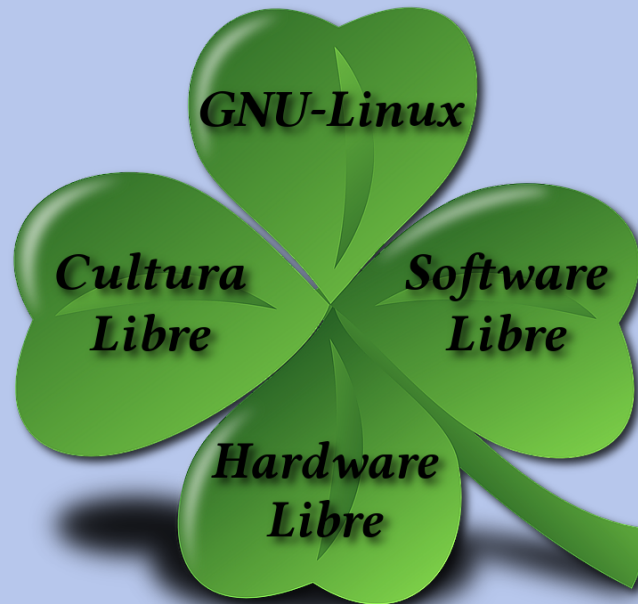
- **Años 2016 a la actualidad:**

El uso de CAD libre ya forma parte de la práctica habitual de nuestros alumnos, y convive con los programas privativos tradicionales.

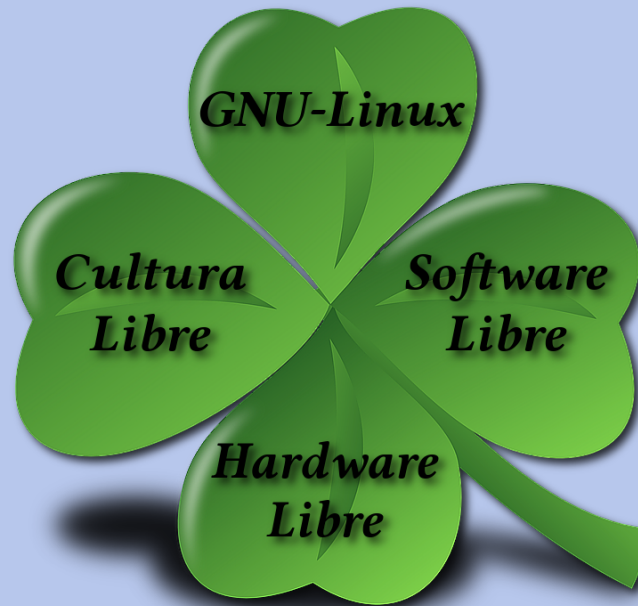
Derribamos mitos. El software libre es una filosofía que va mucho más allá de ser programas de computación con determinadas características. Es un nuevo paradigma, una forma diferente de pensar sobre cómo debe entregarse la ciencia y el conocimiento a la sociedad...

- **LAS 4 LIBERTADES DEL SOFTWARE LIBRE (R. Stallman)**
 - **EL COPYLEFT,**
 - **EL HARDWARE LIBRE,**
 - **LA CULTURA LIBRE**

- **LAS 4 LIBERTADES DEL SOFTWARE LIBRE (R. Stallman)**
 - **EL COPYLEFT,**
 - **EL HARDWARE LIBRE,**
 - **LA CULTURA LIBRE**

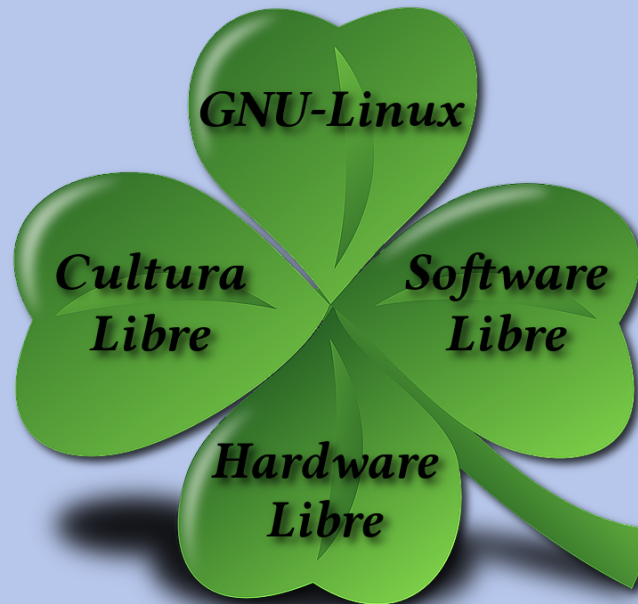


- **LAS 4 LIBERTADES DEL SOFTWARE LIBRE (R. Stallman)**
 - **EL COPYLEFT,**
 - **EL HARDWARE LIBRE,**
 - **LA CULTURA LIBRE**



El patrimonio tecnológico de la humanidad (Obijuan)

- **LAS 4 LIBERTADES DEL SOFTWARE LIBRE (R. Stallman)**
 - **EL COPYLEFT,**
 - **EL HARDWARE LIBRE,**
 - **LA CULTURA LIBRE**



El patrimonio tecnológico de la humanidad (Obijuan)

- **Aportar conciencia desde la Universidad, mostrando herramientas libres que pueden convivir con los programas tradicionales para el trabajo dentro del marco ético y legal.**
- **Las premisas de colaboración y solidaridad del Software Libre influyen en la formación de personas éticas, responsables e independientes.**

EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO

**Mostrar la evolución del software libre CAD para modelado paramétrico 3D.
Hablamos fundamentalmente de [FreeCAD](#), un programa libre y gratuito que ha tenido un salto evolutivo muy importante en los últimos años.**

EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO

Mostrar la evolución del software libre CAD para modelado paramétrico 3D. Hablamos fundamentalmente de **FreeCAD**, un programa libre y gratuito que ha tenido un salto evolutivo muy importante en los últimos años.

- **Desentrañar su historia, conocer sus mentores, su evolución.**

EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO

Mostrar la evolución del software libre CAD para modelado paramétrico 3D.
Hablamos fundamentalmente de **FreeCAD**, un programa libre y gratuito que ha tenido un salto evolutivo muy importante en los últimos años.

- **Desentrañar su historia, conocer sus mentores, su evolución.**
- **Describir características y funcionalidades del software.**

EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO

Mostrar la evolución del software libre CAD para modelado paramétrico 3D. Hablamos fundamentalmente de **FreeCAD**, un programa libre y gratuito que ha tenido un salto evolutivo muy importante en los últimos años.

- **Desentrañar su historia, conocer sus mentores, su evolución.**
- **Describir características y funcionalidades del software.**
- **Mostrar ejemplos de trabajos propios, de trabajos prácticos de nuestros alumnos y otros ejemplos de proyectos hechos con FreeCAD.**

EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO

Mostrar la evolución del software libre CAD para modelado paramétrico 3D. Hablamos fundamentalmente de **FreeCAD, un programa libre y gratuito que ha tenido un salto evolutivo muy importante en los últimos años.**

- **Desentrañar su historia, conocer sus mentores, su evolución.**
- **Describir características y funcionalidades del software.**
- **Mostrar ejemplos de trabajos propios, de trabajos prácticos de nuestros alumnos y otros ejemplos de proyectos hechos con FreeCAD.**
- **Justificar y resaltar la importancia de su inclusión en las áreas de diseño y Representación Gráfica para la formación de ingenieros.**

EL PROPÓSITO DE ESTE TRABAJO

Mostrar la evolución del software libre CAD para modelado paramétrico 3D. Hablamos fundamentalmente de [FreeCAD](#), un programa libre y gratuito que ha tenido un salto evolutivo muy importante en los últimos años.

- **Desentrañar su historia, conocer sus mentores, su evolución.**
- **Describir características y funcionalidades del software.**
- **Mostrar ejemplos de trabajos propios, de trabajos prácticos de nuestros alumnos y otros ejemplos de proyectos hechos con FreeCAD.**
- **Justificar y resaltar la importancia de su inclusión en las áreas de diseño y Representación Gráfica para la formación de ingenieros.**
- **Difusión efectiva en el ámbito académico y profesional.**

Acercas de FreeCAD y su historia

- Aplicación de modelado paramétrico multiplataforma (Windows, GNU/Linux y Mac)
- Arquitectura modular (bancos de trabajo o workbenches).
- Software de propósito general (orientado a la ingeniería mecánica y al diseño de producto), para amplio rango de especialidades de ingeniería y arquitectura.
- Lógica de diseño similar a Solid Works, Solid Edge o Inventor, y cuenta con herramientas BIM (Building Information Modeling), MCAD (Mechanical Computer-Aided Design), PLM (Product Lifecycle Management), CAx-CAE (Computer Aided Technologies - Computer Aided Engineering).
- Desarrollado con los lenguajes C++ y Python.
- Origen y evolución en base al trabajo de sus desarrolladores originales más el aporte que a través de los años fueron haciendo desarrolladores de todo el mundo.

Acercas de FreeCAD y su historia

- Aplicación de modelado paramétrico multiplataforma (Windows, GNU/Linux y Mac)
- Arquitectura modular (bancos de trabajo o workbenches).
- Software de propósito general (orientado a la ingeniería mecánica y al diseño de producto), para amplio rango de especialidades de ingeniería y arquitectura.
- Lógica de diseño similar a Solid Works, Solid Edge o Inventor, y cuenta con herramientas BIM (Building Information Modeling), MCAD (Mechanical Computer-Aided Design), PLM (Product Lifecycle Management), CAx-CAE (Computer Aided Technologies - Computer Aided Engineering).
- Desarrollado con los lenguajes C++ y Python,
- Origen y evolución en base al trabajo de sus desarrolladores originales más el aporte que a través de los años fueron haciendo desarrolladores de todo el mundo.

Líderes desarrolladores (Project managers)

- **Jürgen Riegel:** programador informático alemán. Creador del proyecto / año 2001
- **Werner Meyer:** programador alemán, colega y amigo de Riegel, se incorpora en año 2005.
- **Yorik van Havre:** arquitecto, programador, alemán radicado en San Pablo. Se incorpora en año 2008. Desarrollador de los módulos Draft, Arch y BIM.
- Ver en www.freecadweb.org lista de los demás colaboradores: codificadores, escritores de wiki, moderadores del foro, comunidad que aporta tutoriales y ayudas, complementos, etc.

Breve reseña de la historia de FreeCAD

<p>Años 2001 a 2005</p>	<p>2001 > Riegel trabajaba para una empresa en un proyecto comercial sobre un desarrollo CAD-3D llamado Cas.CADE (luego Open Cascade) que tenía un núcleo CAD de código abierto. En su tiempo libre, gracias a ese código libre crea un programa que llama GOM - Graphical Object Modeler, que registra como FreeCAD, software libre, el 29-10-2002. Es la v0.0.1 / 2003 > v0.1 / 2005 > Su amigo W. Meyer vincula FreeCAD a su empresa que dona el módulo Malla y se integra como 2º desarrollador. v0.2 y v0.3</p>
<p>Años 2006 a 2009</p>	<p>2006 > v0.4.y v0.5 / 2007 > v0.6. FreeCAD toma la licencia LGPL (tarea de Meyer). 2008 > se une Yorik van Havre al proyecto y crea módulo de dibujo 2D Draft, y de arquitectura Arch. Programados en Python. Integra Python con C++. / 2009 > v0.7 con el mód. Draft y v0.8 con mejoras en mód. Part (Revolución y Sección).</p>
<p>Años 2010 a 2012</p>	<p>2010 > v0.10 que incluye el mód. Sketcher como croquizador básico. 2011 > v0.11 trae un nuevo mód.: Part Design (extrusión, vaciado, redondeado, chaflán). Mejoras en mód. Draft (<i>Spline</i>). 2012 > v0.12 con grandes mejoras en mód. Sketcher y Part Design. Incorporan la página de bienvenida al abrir FreeCAD con acciones importantes (arch.recientes, ayudas, tutoriales, etc.)</p>
<p>Años 2013 a 2017</p>	<p>2013 > v0.13 con importantes mejoras. Mód Drawing con Plantillas para láminas A3, A4 y edición de texto. Vistas ortogonales ISO. Mejoras en Sketcher, Part Design y Part. 2014 > v0.14 importantes mejoras en Draft (import-export DWG), Sketcher (verifica y encuentra restricciones), Part Design (engranajes + parámetros) y Drawing (inc. SVG). 2015 > v0.15 mejoras en Part, Sketcher, Part Design. Ahora se puede agregar Módulos y Macros externas (mejorar funcionalidades): p. ej Drawing Dimensioning (acotar) 2016 > v0.16 mejoras en la parametrización, control con hojas de cálculo. Profunda vinculación entre Sketcher y Part Design para el modelado paramétrico. 2017 > intenso trabajo con la preparación de la v0.17 de la que se conoce la v-Beta.</p>
<p>Año 2018</p>	<p>En abril se lanza la v0.17 estable, con un importante salto de calidad. Nuevo módulo de trabajo TechDraw (en lugar de Drawing) para confeccionar planos de definición, proyecciones automáticas incluidos cortes, acotación y axonometrías. Sale para evaluación la v0.18. Mientras Yorik van Havre sigue su trabajo en el desarrollo de la tecnología BIM para el módulo de arquitectura.</p>

INTERFAZ, WORKBENCHES, MACROS y demás características de FreeCAD

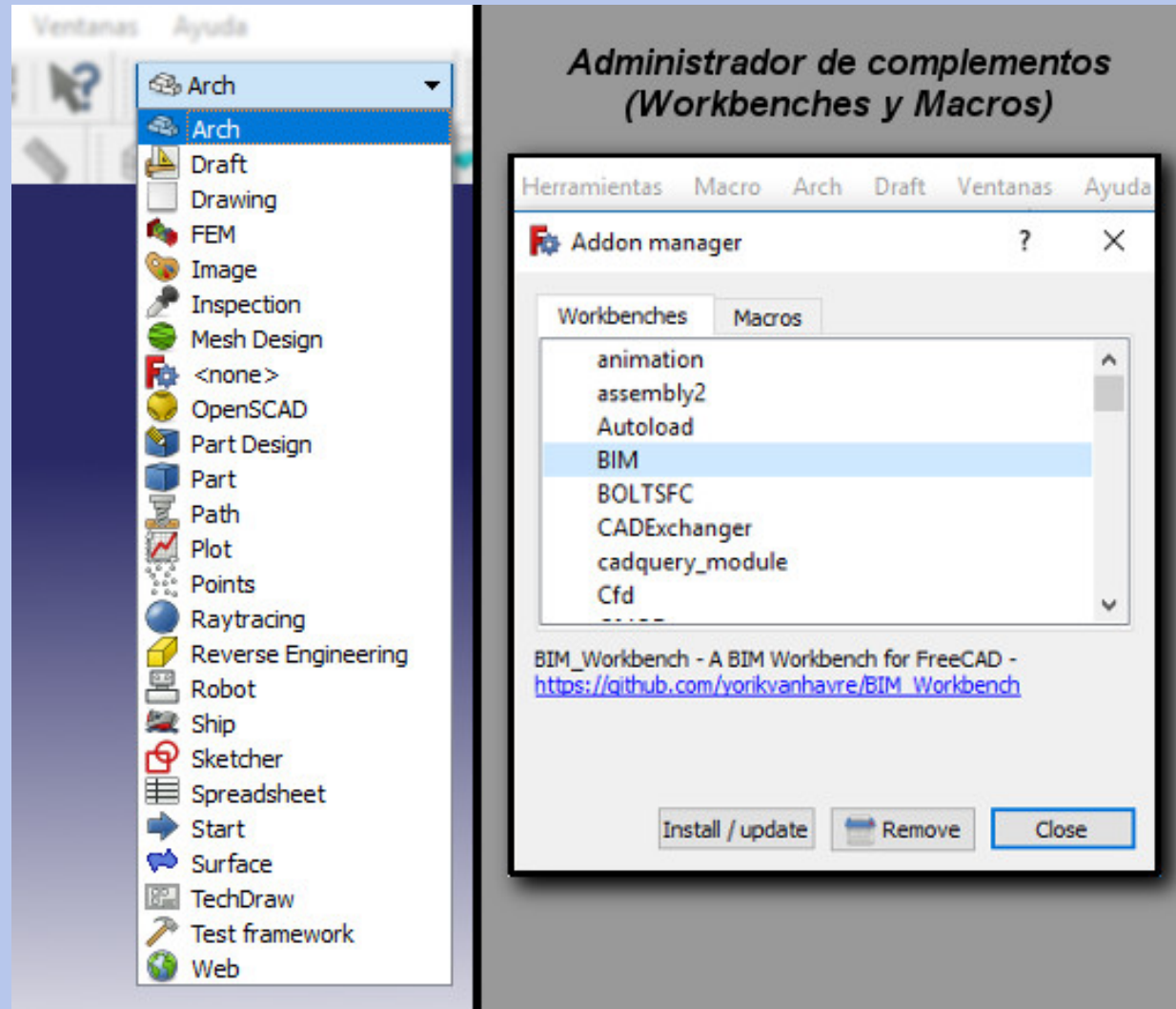
The image shows a screenshot of the FreeCAD software interface. The window title is "FreeCAD". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Ver", "Herramientas", "Macro", "Dibujo", "Ventanas", and "Ayuda". The toolbar contains various icons for file operations and modeling. The main workspace is divided into several areas:

- Área de Menús estándar y barras de herramientas:** Located at the top right, showing the standard menu and toolbar.
- Menú de Workbenches o Bancos de Trabajo:** A dropdown menu is open, listing various workbenches such as Arch, Complete, Draft, FEM, Image, Inspection, Mesh Design, OpenSCAD, Part Design (highlighted), Part, Path, Plot, Points, Raytracing, Reverse Engineering, Robot, Ship, Sketcher, Spreadsheet, Start, Surface, TechDraw, Test framework, and Web.
- Área de DISEÑO:** The central workspace showing a 3D model of a mechanical part.
- Árbol de jerarquía del proceso y partes del modelado:** A tree view on the left showing the model's structure, including "Pocket", "Pocket001", "Pocket002", "Unnamed1", "Schenkel", and "TPI-PARTE1".
- Propiedad Valor:** A table below the tree view showing properties for the selected object, such as "Placement", "Ángulo", "Eje", "Posición", "Label", "Extrude", "Base", "Dir Mod", "Length", "Length Rev", and "Solid".
- PESTANÍAS DE DATOS EDITABLES:** A label pointing to the "Propiedad Valor" table.
- CONSOLA de PYTHON:** A Python console at the bottom showing code execution for setting the active document to "Unnamed" and "TPI_PARTE1".
- VENTANA de INFORMES:** A report window at the bottom left showing error messages like "<unknown exception>".

Additional labels include "VISTA COMBINADA" for the main view, "DESPLIEGADO" for the workbench menu, and "Área de" for the top-left section.

Workbenches y Addon Manager

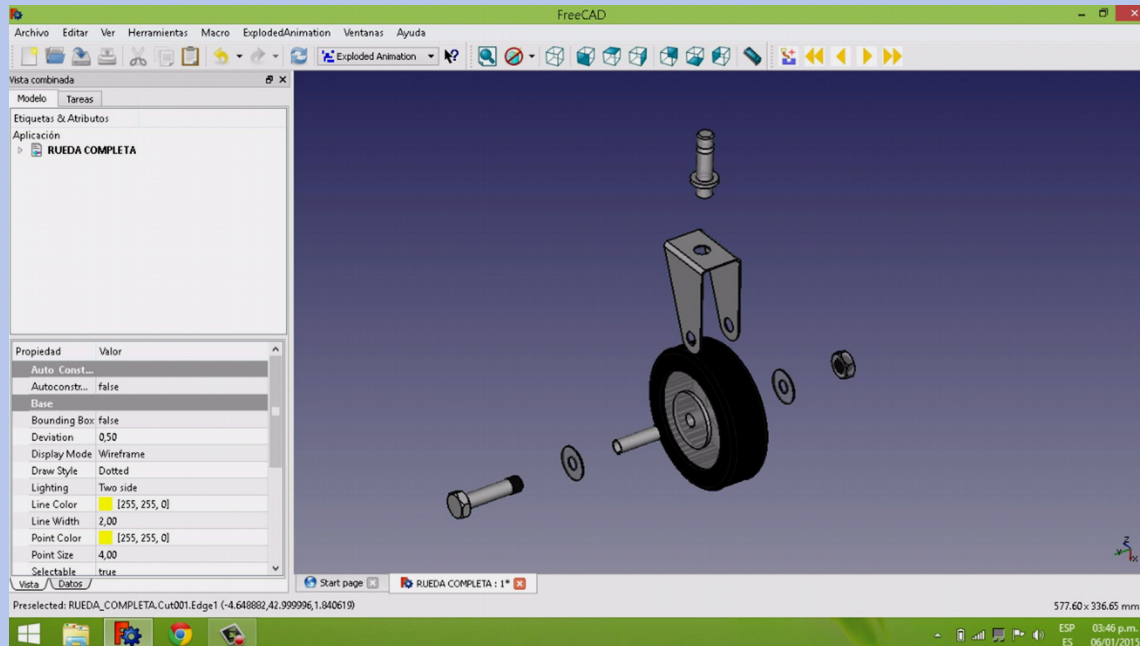
(Bancos de Trabajo y Administrador de Complementos)



DISCUSIÓN DEL TEMA

Nuestra experiencia como investigadores: Trabajos propios

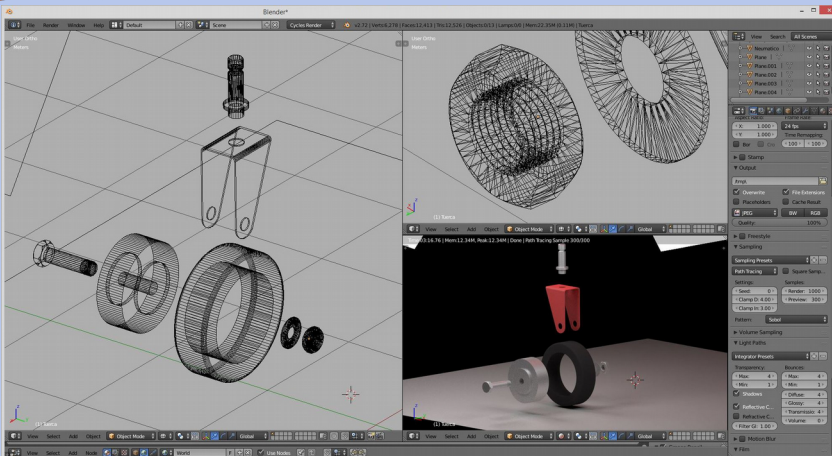
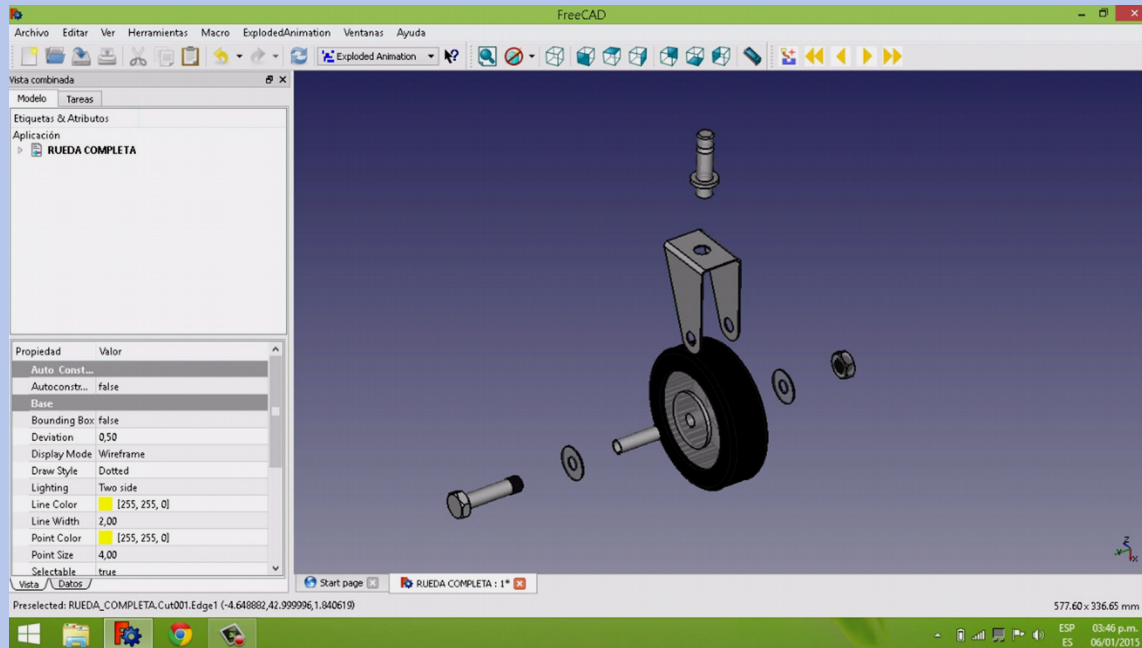
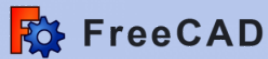
2015: Rodamiento



DISCUSIÓN DEL TEMA

Nuestra experiencia como investigadores: Trabajos propios

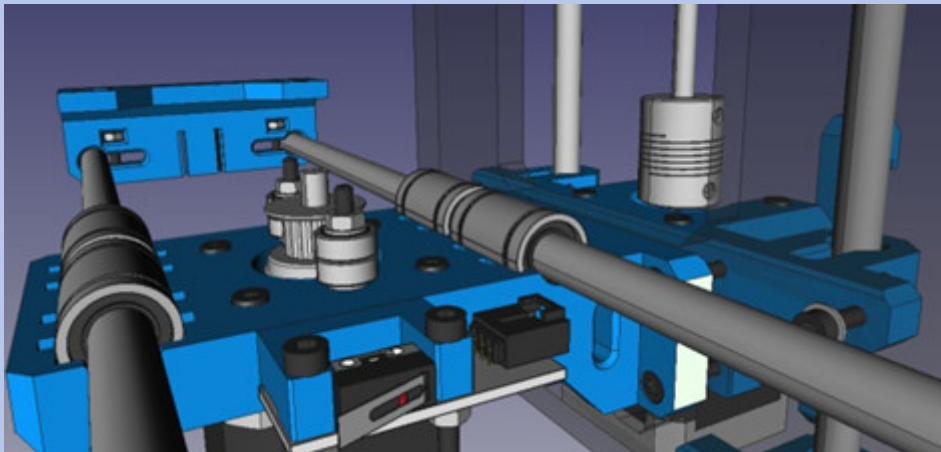
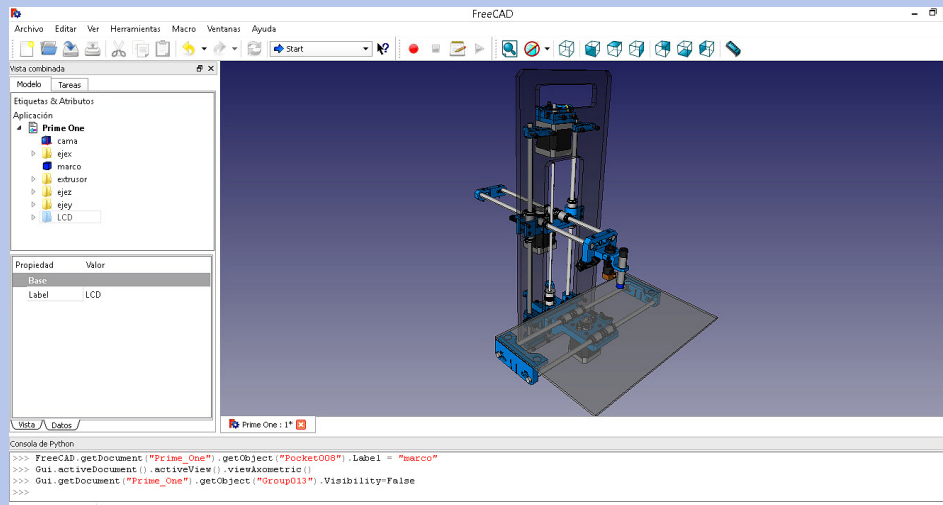
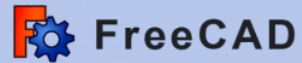
2015: Rodamiento



DISCUSIÓN DEL TEMA

Nuestra experiencia como investigadores: Trabajos propios

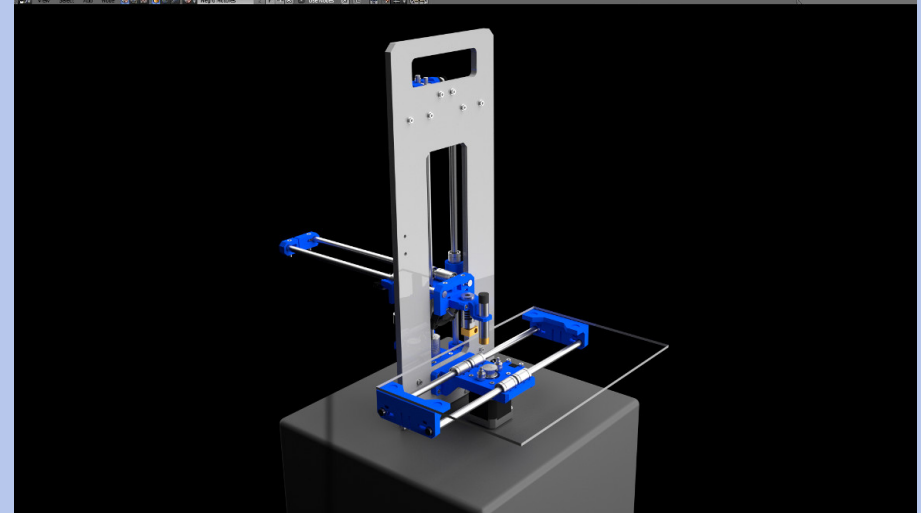
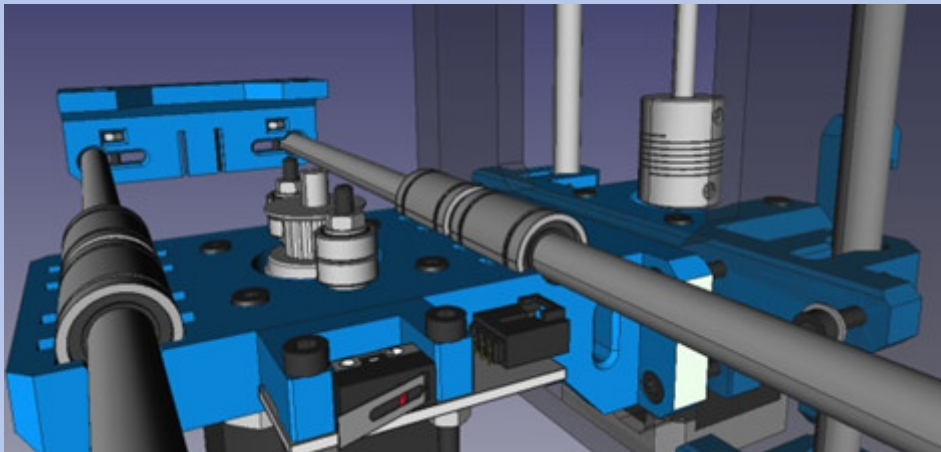
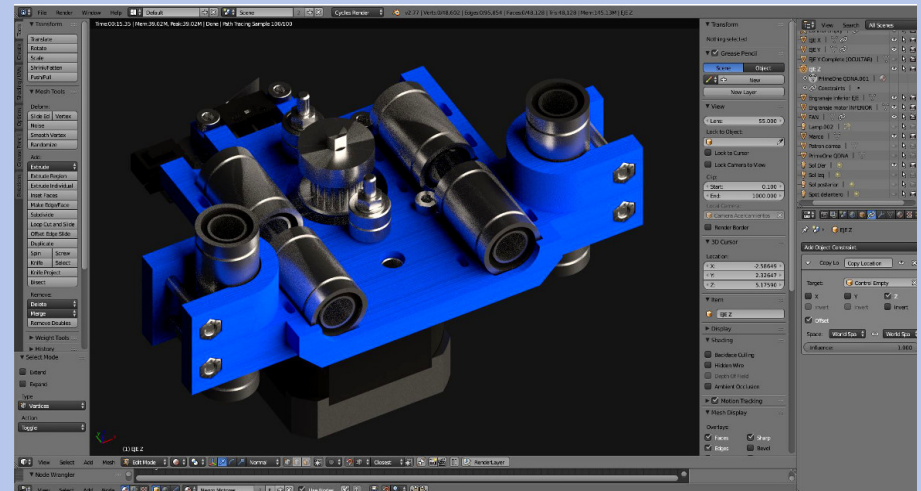
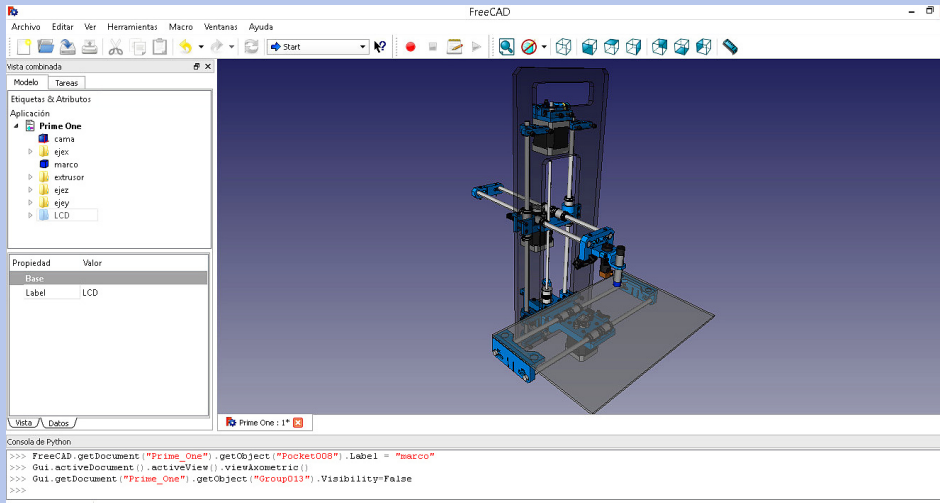
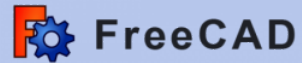
2016: Impresora 3D – M Prime One



DISCUSIÓN DEL TEMA

Nuestra experiencia como investigadores: Trabajos propios

2016: Impresora 3D – M Prime One

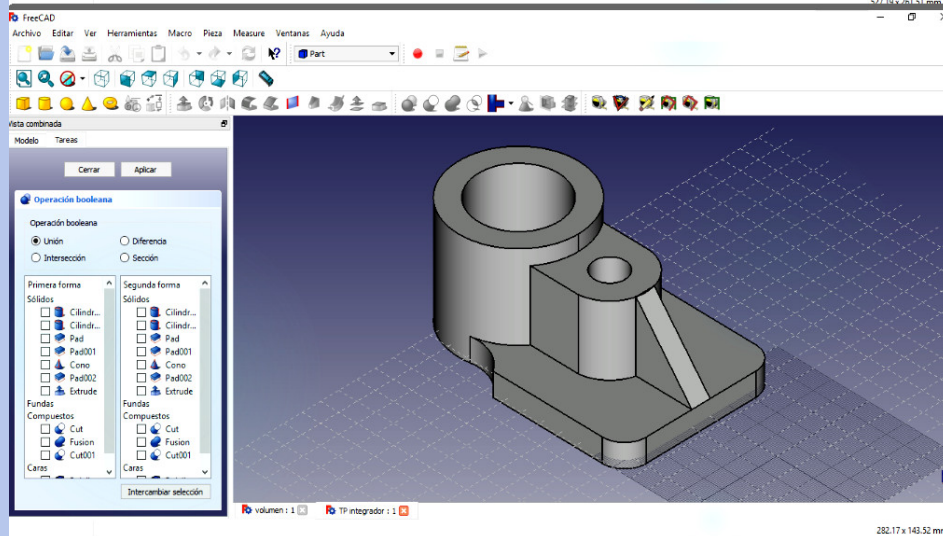
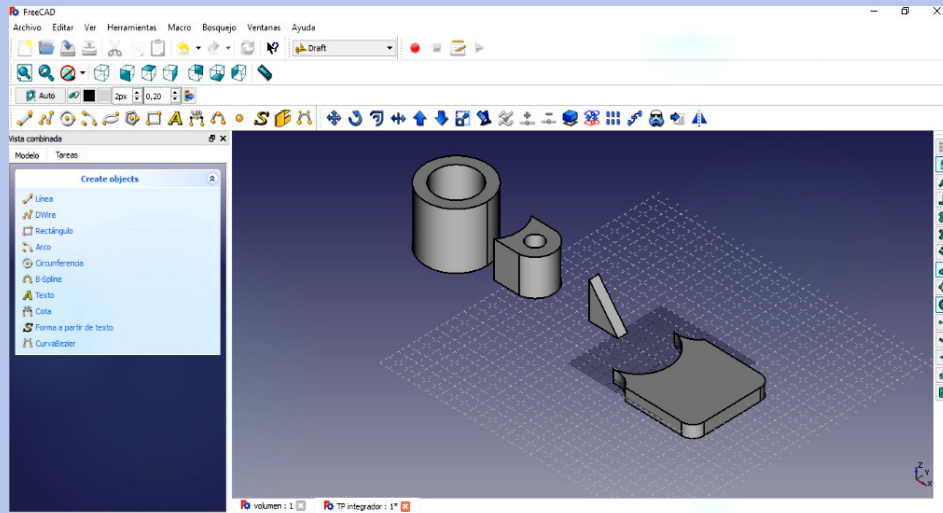


Trabajo de nuestros alumnos

**Modelado Sólido Paramétrico con Software Libre (Programa FreeCAD)
Aplicado a piezas mecánicas**

Trabajo de nuestros alumnos

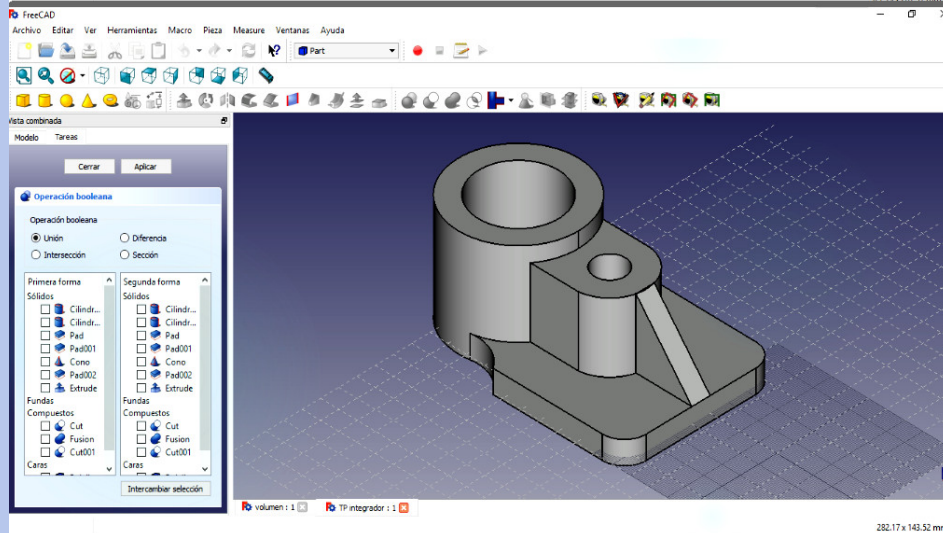
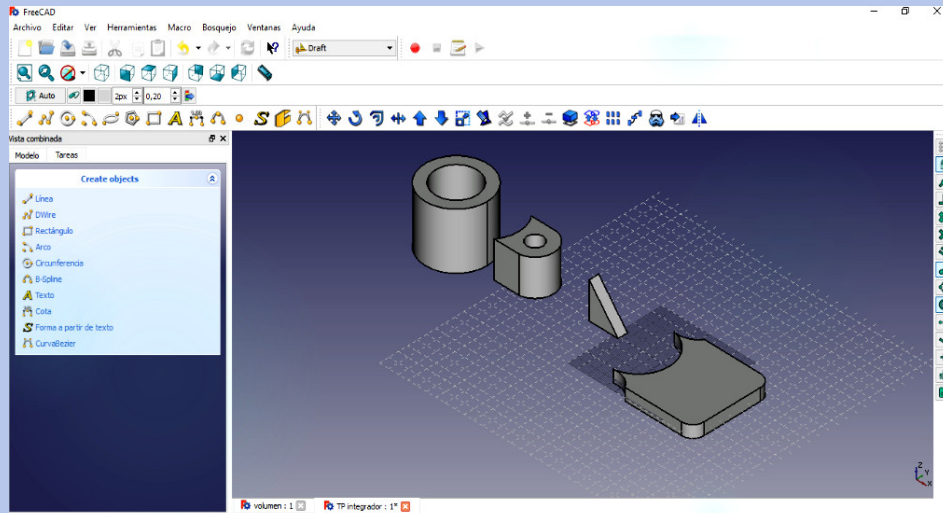
Modelado Sólido Paramétrico con Software Libre (Programa FreeCAD) Aplicado a piezas mecánicas



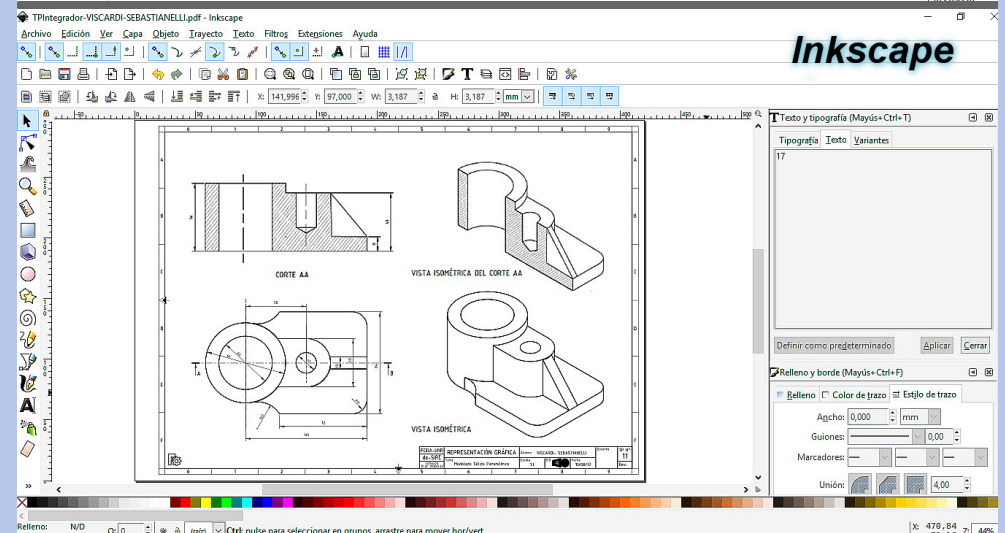
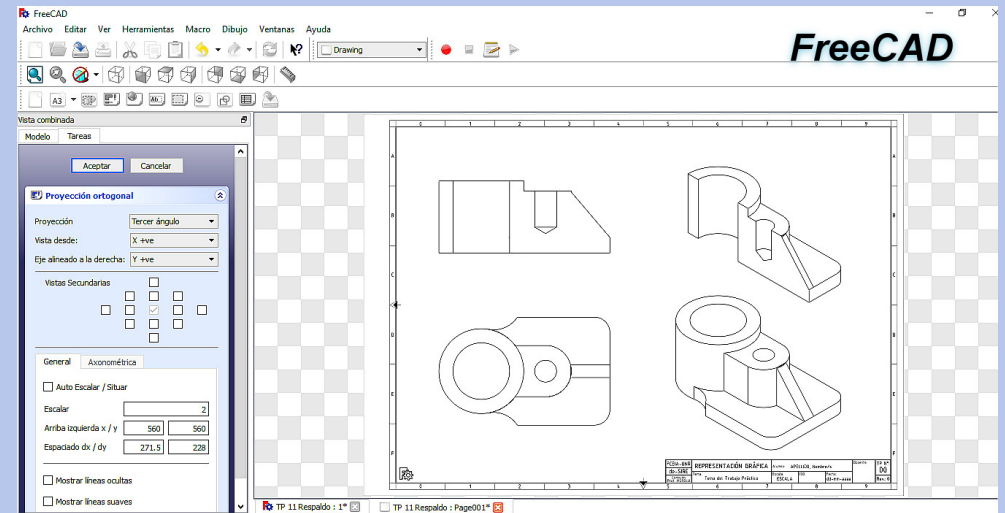
Modelado pieza de soporte – FreeCAD 0.16

Trabajo de nuestros alumnos

Modelado Sólido Paramétrico con Software Libre (Programa FreeCAD) Aplicado a piezas mecánicas



Modelado pieza de soporte – FreeCAD 0.16

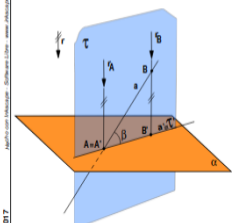


Plano de definición. FreeCAD 0.16 e Inkscape 0.91

Equipo alumnos: Laureano Viscardi – Ian Sebastianelli

Material didáctico de la cátedra elaborado con Software Libre

APUNTE DE CLASE: Proyección de la recta.



EL PLANO PROYECTANTE DE LA RECTA

Dado el plano de proyección α y la recta a que es oblicua al plano, tenemos:

es el rayo de proyección ortogonal a α .

Los puntos A y B son puntos de la recta, y la determinan.

A: punto de intersección de la recta con el plano

A': coincide con A y es la proyección de A en α

B': es la proyección de B en α

A'B' determina la recta a' que es la proyección de la recta a en α

Los rayos de proyección AA' y BB' que pasan por los puntos A y B respectivamente son paralelos y determinan un plano τ

$\tau \perp \alpha$ esto significa que: $\tau \perp \alpha$

El plano τ se denomina "PLANO PROYECTANTE DE LA RECTA".


$\tau \cap \alpha = \tau'$

La recta τ' recibe el nombre de "traza del plano"

ÁNGULO QUE FORMA UNA RECTA CON UN PLANO. Definición.

La recta a y su proyección a' determinan un ángulo β que es el ángulo que forma la recta a con el plano de proyección α .

El ángulo que forma una recta con un plano es el ángulo que forma dicha recta con su proyección sobre dicho plano.



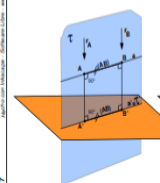
POR CADA PROYECCIÓN DE UNA LINEA PASA UN PLANO PROYECTANTE PROPIO

REPRESENTACIÓN GRÁFICA
COMISION DEL PROFESOR MORELLI
APUNTES DE CLASE - Hoja 1 de 2

APUNTE DE CLASE: Proyección de la recta.

POSICIONES BÁSICAS DE LA RECTA EN PROYECCIÓN ORTOGONAL:

1. PARALELA AL PLANO



Tenemos que: $a \parallel \alpha$

Con los rayos de proyección se genera un rectángulo A-A'-B-B', por lo tanto, AA'B'B' es un rectángulo que significa que A'B' es la Verdadera Magnitud de AB.

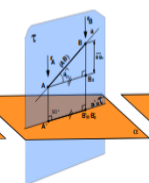
RECORDAR:

- Si una recta es paralela al plano de proyección, es paralela a la recta que es su proyección sobre dicho plano.

$a \parallel \alpha \Rightarrow a \parallel a'$

Sobre la proyección (a') se conserva la V.M. (Verdadera Magnitud lineal).

2. OBLICUA AL PLANO



Como AB es oblicua, su proyección A'B' sufre reducción por proyección. A'B' < AB. Se traza ABo-A'E. Se forma el triángulo rectángulo A-Bo-B, donde:

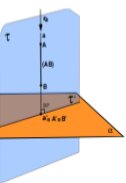
- α es el ángulo que la recta (a) forma con el plano de proyección.
- el lado AB es la verdadera magnitud de la recta a .
- el lado ABo es A'B'.
- α es el ángulo que la recta (a) forma con el plano de proyección.

Por trigonometría: $\cos \alpha = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow Cr = 1$.

donde Cr es el valor o coeficiente de reducción de la verdadera magnitud de AB, es decir:

$(AB) \times Cr = (A'B')$

3. PERPENDICULAR AL PLANO



Tenemos que: $a \perp \alpha$

La recta se proyecta como punto: a, A, B, B'

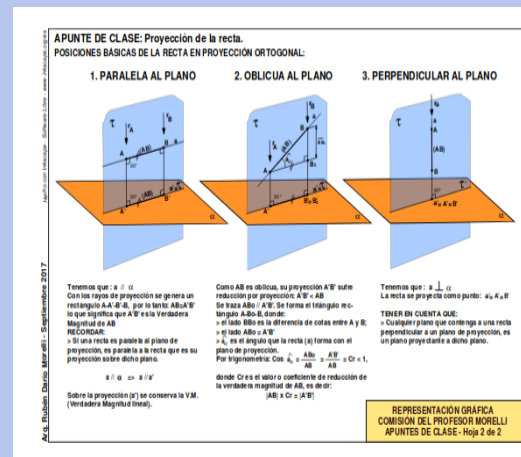
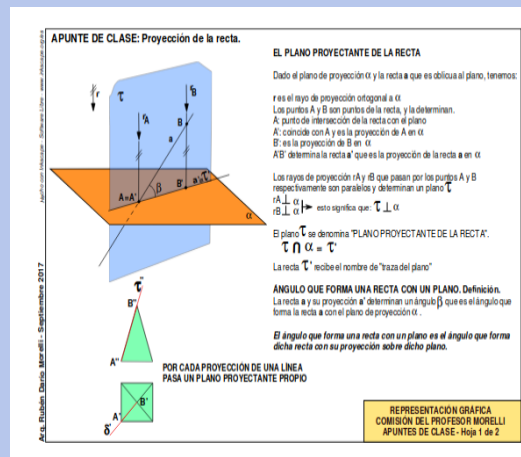
TENER EN CUENTA QUE:

- Cualquier plano que contenga a una recta perpendicular a un plano de proyección, es un plano proyectante a dicho plano.

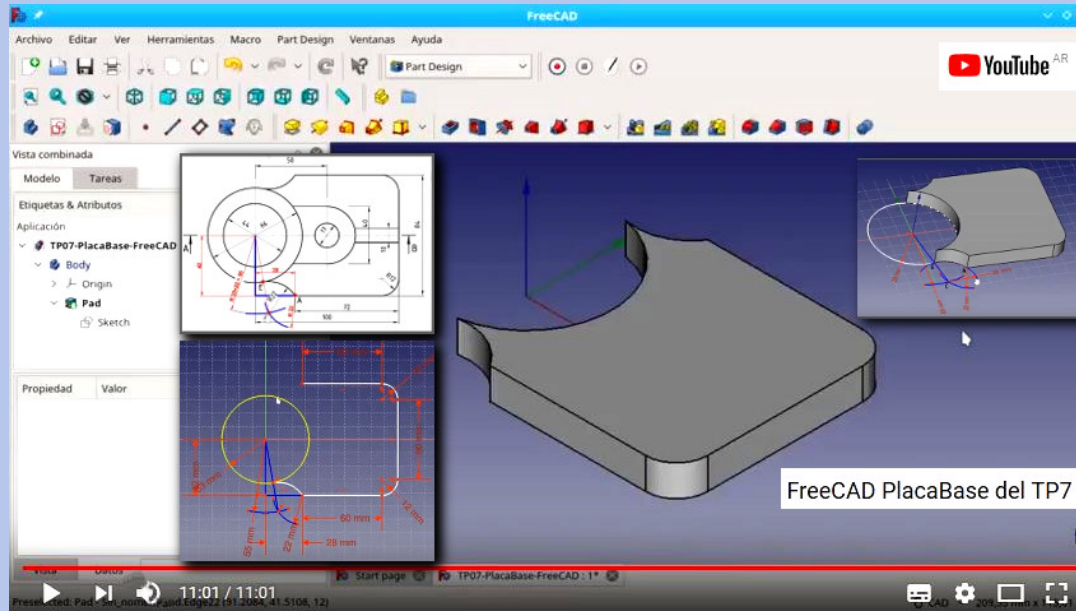
REPRESENTACIÓN GRÁFICA
COMISION DEL PROFESOR MORELLI
APUNTES DE CLASE - Hoja 2 de 2

Apunte de teoría. Proyección de la recta. Inkscape

Material didáctico de la cátedra elaborado con Software Libre



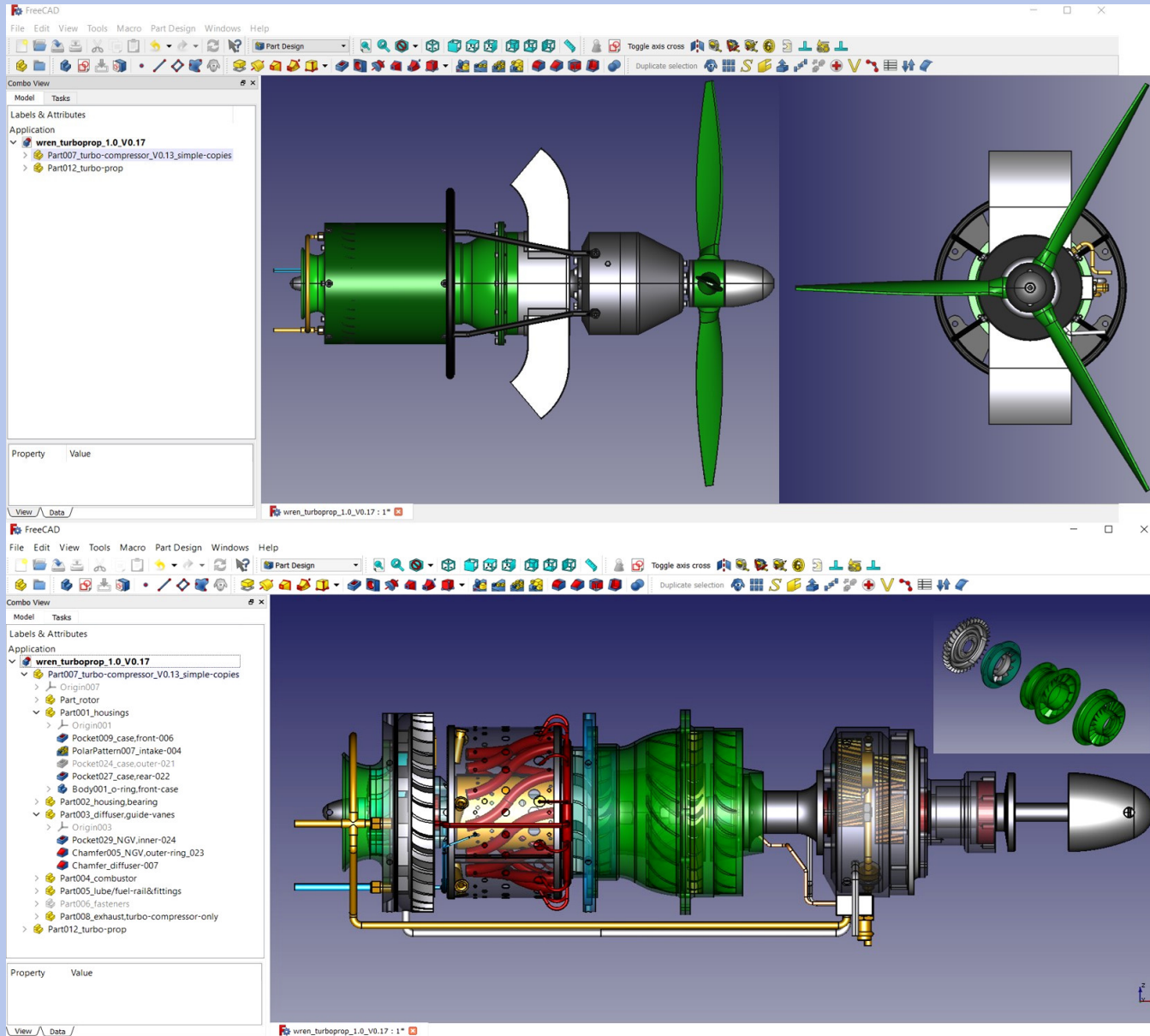
Apunte de teoría. Proyección de la recta. Inkscape



Captura video tutorial de ayuda para modelado con FreeCAD. En <https://youtu.be/G-PPwkwojv4>

Aplicación en Ingeniería Mecánica

Proyecto de motor turbohélice. Por un Ing. Mecánico de Manhattan
<https://forum.freecadweb.org>



Aplicación del MÓDULO ARCH (Arquitectura)

Rockn House. Perspectivas. Jonathan Wiedemann.



CONCLUSIONES

Contacto: g.solcad@gmail.com
Grupo SoLCAD: <https://www.fceia.unr.edu.ar/solcad>

CONCLUSIONES

1. Hemos abundado en un profundo informe de investigación cómo fue evolucionando este software libre de modelado 3D CAD paramétrico.

Contacto: g.solcad@gmail.com
Grupo SoLCAD: <https://www.fceia.unr.edu.ar/solcad>

CONCLUSIONES

- 1.** Hemos abundado en un profundo informe de investigación cómo fue evolucionando este software libre de modelado 3D CAD paramétrico.
- 2.** Comprobamos la importancia que tiene en el desarrollo del Software Libre la labor mancomunada de los desarrolladores y la comunidad de colaboradores de todo el mundo.

CONCLUSIONES

- 1.** Hemos abundado en un profundo informe de investigación cómo fue evolucionando este software libre de modelado 3D CAD paramétrico.
- 2.** Comprobamos la importancia que tiene en el desarrollo del Software Libre la labor mancomunada de los desarrolladores y la comunidad de colaboradores de todo el mundo.
- 3.** El paradigma social del Software Libre se ve en la interacción entre la comunidad que aporta ideas, resultados de ensayos, así como también código propiamente dicho, directamente a los desarrolladores principales de FreeCAD (en GitHub o en el foro de discusión en el que también participan los desarrolladores con mucho entusiasmo).

CONCLUSIONES

- 1.** Hemos abundado en un profundo informe de investigación cómo fue evolucionando este software libre de modelado 3D CAD paramétrico.
- 2.** Comprobamos la importancia que tiene en el desarrollo del Software Libre la labor mancomunada de los desarrolladores y la comunidad de colaboradores de todo el mundo.
- 3.** El paradigma social del Software Libre se ve en la interacción entre la comunidad que aporta ideas, resultados de ensayos, así como también código propiamente dicho, directamente a los desarrolladores principales de FreeCAD (en GitHub o en el foro de discusión en el que también participan los desarrolladores con mucho entusiasmo).
- 4.** Creemos haber demostrado que FreeCAD, como software libre y gratuito, es una herramienta muy importante para incluir en la formación de nuestros alumnos futuros ingenieros.

CONCLUSIONES

- 1.** Hemos abundado en un profundo informe de investigación cómo fue evolucionando este software libre de modelado 3D CAD paramétrico.
- 2.** Comprobamos la importancia que tiene en el desarrollo del Software Libre la labor mancomunada de los desarrolladores y la comunidad de colaboradores de todo el mundo.
- 3.** El paradigma social del Software Libre se ve en la interacción entre la comunidad que aporta ideas, resultados de ensayos, así como también código propiamente dicho, directamente a los desarrolladores principales de FreeCAD (en GitHub o en el foro de discusión en el que también participan los desarrolladores con mucho entusiasmo).
- 4.** Creemos haber demostrado que FreeCAD, como software libre y gratuito, es una herramienta muy importante para incluir en la formación de nuestros alumnos futuros ingenieros.
- 5.** Recomendamos fervientemente FreeCAD para que sea considerado por todos los colegas del área.

CONCLUSIONES

- 1.** Hemos abundado en un profundo informe de investigación cómo fue evolucionando este software libre de modelado 3D CAD paramétrico.
- 2.** Comprobamos la importancia que tiene en el desarrollo del Software Libre la labor mancomunada de los desarrolladores y la comunidad de colaboradores de todo el mundo.
- 3.** El paradigma social del Software Libre se ve en la interacción entre la comunidad que aporta ideas, resultados de ensayos, así como también código propiamente dicho, directamente a los desarrolladores principales de FreeCAD (en GitHub o en el foro de discusión en el que también participan los desarrolladores con mucho entusiasmo).
- 4.** Creemos haber demostrado que FreeCAD, como software libre y gratuito, es una herramienta muy importante para incluir en la formación de nuestros alumnos futuros ingenieros.
- 5.** Recomendamos fervientemente FreeCAD para que sea considerado por todos los colegas del área.
- 6.** Seguiremos profundizando nuestra investigación y trabajo en el aula, y reafirmamos la importancia de utilizar software libre en la enseñanza universitaria.

CONCLUSIONES

- 1.** Hemos abundado en un profundo informe de investigación cómo fue evolucionando este software libre de modelado 3D CAD paramétrico.
- 2.** Comprobamos la importancia que tiene en el desarrollo del Software Libre la labor mancomunada de los desarrolladores y la comunidad de colaboradores de todo el mundo.
- 3.** El paradigma social del Software Libre se ve en la interacción entre la comunidad que aporta ideas, resultados de ensayos, así como también código propiamente dicho, directamente a los desarrolladores principales de FreeCAD (en GitHub o en el foro de discusión en el que también participan los desarrolladores con mucho entusiasmo).
- 4.** Creemos haber demostrado que FreeCAD, como software libre y gratuito, es una herramienta muy importante para incluir en la formación de nuestros alumnos futuros ingenieros.
- 5.** Recomendamos fervientemente FreeCAD para que sea considerado por todos los colegas del área.
- 6.** Seguiremos profundizando nuestra investigación y trabajo en el aula, y reafirmamos la importancia de utilizar software libre en la enseñanza universitaria.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Contacto: g.solcad@gmail.com

Grupo SoLCAD: <https://www.fceia.unr.edu.ar/solcad>