



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLÁN

APLICACIONES EN INGENIERÍA MECÁNICA DEL MODELADOR  
NURBS PARA WINDOWS RHINOCEROS VER. 4.0

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA MECÁNICA ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

ALEXIS MARIANA GARCÍA SALGADO

ASESOR: M. I. FELIPE DÍAZ DEL CASTILLO RODRÍGUEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

NOVIEMBRE 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR, A. M.  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
 Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Aplicaciones En Ingeniería Mecánica Del Modelador Nurbs Para Windows  
Rhinoceros Ver. 4.0

Que presenta la pasante Alexis Mariana García Salgado

Con número de cuenta: 40400865-3 para obtener el título de:  
Ingeniera Mecánica Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
 Cuautitlan Izcalli, Mex. a

PRESIDENTE	Ing. Enrique Cortés González	<u>12 de Octubre del 2010</u>	
VOCAL	Ing. Bernardo Gabriel Muñoz Martínez		
SECRETARIO	M. I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez		
1er SUPLENTE	M. I. Sergio Martín Durán Guerrero		
2º SUPLENTE	Ing. Eusebio Reyes Carranza		

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Gracias por nunca dejarme caer y levantarme siempre.

### **A mis Padres**

Al fin llegamos. Gracias por todo el apoyo, amor, esfuerzo y cariño que siempre me demostraron. Ustedes han sido mi fuerza, mi motivación y mi alegría toda mi vida y mucho más en estos últimos años de universidad. Este logro también es de ustedes, Los quiero mucho.

### **A mi Hermano**

Eres un gran ejemplo para mí, aunque eres más pequeño, gracias por mostrarme que también hay cosas bonitas en la vida, que también hay que disfrutar.

### **A mi Familia**

Gracias a todos: tíos, tías, primos y primas por confiar en mí, apoyarme, estar conmigo y escucharme siempre, en cualquier momento.

### **A mis Abuelitos**

Sé que desde allá arriba están muy orgullosos y contentos y que me envían sus mejores deseos y vibras. Gracias por la gran familia que tengo.

### **A mi Asesor**

Gracias por la amistad, el apoyo y paciencia que me dio en estos años y más en la realización de este trabajo.

### **A mis Amigos**

Gracias por su amistad, el empuje que me dieron siempre, las desveladas y todos los momentos que vivimos.

# INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2

## CAPÍTULO 1

### FUNDAMENTOS DEL DISEÑO

1.1 Principios .....	3
1.1.1 CAD.....	3
1.1.1.1 Rapid Prototype.....	4
1.1.2 CAM.....	5
1.1.3 CAE.....	6
1.1.4 CIM.....	7
1.2 Programas de diseño utilizados actualmente .....	8
1.2.1 Autocad.....	9
1.2.2 Autodesk Inventor.....	10
1.2.3 CADKey.....	10
1.2.4 CATIA.....	11
1.2.5 I-deas.....	13
1.2.6 IntelliCAD.....	14
1.2.7 Mechanical Desktop.....	15
1.2.8 Microstation.....	16
1.2.9 Pro/ENGINEER.....	17
1.2.10 QCAD.....	17
1.2.11 Rhinoceros.....	18
1.2.12 Solid Edge.....	19
1.2.13 Solid Works.....	20
1.2.14 UNIGRAPHICS.....	21

## **CAPÍTULO 2**

### **ANTECEDENTES DE RHINOCEROS**

2.1 ¿Por qué el nombre de Rhinoceros? .....	22
2.2 Historia de Rhinoceros 4.0.....	22
2.3 Ventajas de Rhinoceros.....	25
2.4 Conceptos.....	26
2.4.1 Splines, representación en 2D.....	26
2.4.2 NURBS, representación en 3D.....	27
2.4.2.1 Curvas y superficies NURBS.....	29
2.4.3 Paramétrico.....	31
2.4.4 Renderizado.....	31
2.5 Distribuidores actuales.....	33
2.6 Agregados de Rhinoceros.....	33
2.6.1 Flamingo.....	33
2.6.2 Penguin.....	35
2.6.3 Brazil.....	35
2.6.4 Bongo.....	36
2.6.5 Rhinogold.....	37

## **CAPÍTULO 3**

### **DESCRIPCION DE LA PANTALLA DE RHINOCEROS**

3.1 Ambiente de Rhinoceros 4.0.....	39
3.1.1 Compatibilidad.....	39
3.2 Iniciar Rhinoceros Ver. 4.0.....	41
3.2.1 Descripción de la pantalla.....	44

**CAPÍTULO 4**  
**HERRAMIENTAS DE RHINOCEROS**

4.1 Descripción de las barras de herramientas.....	48
4.1.1 Barra de herramientas principal.....	49
4.1.2 Barra de herramientas “Main 1”.....	69
4.1.3 Barra de herramientas “Main 2”.....	71
4.1.4 Barra de herramientas “New in versión 4”.....	75

**CAPÍTULO 5**  
**EJERCICIOS DE PRÁCTICA**

5.1 Patito.....	82
5.2 Prensa de banco.....	104

CONCLUSIONES.....	120
BIBLIOGRAFÍA.....	121

## INTRODUCCIÓN

Debido a que en la industria se necesita aprovechar y reducir los tiempos y costos de producción y con esto aumentar la productividad, se utilizan paquetes de diseño como por ejemplo Autocad, Catia, Mechanical Desktop, Rhinoceros, Solid Works, Solid Edge, Unigraphics, etc.

Como en la carrera de Ingeniero Mecánico – Eléctrico esto es uno de los temas que más nos ocupa, conocer el manejo de estos diversos programas para poder emplear nuestros conocimientos ya en el mundo laboral, el presente trabajo de tesis colabora con este propósito al mostrar el programa Rhinoceros.

Lo que se puede hacer en las pantallas de Rhinoceros 4.0 es lo siguiente: usar interface, utilizar ayudantes para construcción de modelos, crear y editar curvas, crear curvas de otros objetos, crear y editar superficies, sólidos, polígonos acoplados, editar herramientas, analizar en base a las vistas mostradas, renderizar, guardar los planos hasta con 15 diferentes extensiones, conectar con otros programas y soporte de digitalización en 3-D.

La tesis consta de cinco capítulos cuyo contenido es el siguiente:

En el primer capítulo se presenta la historia de los programas de diseño que se han utilizado empezando por Autocad hasta llegar a Rhinoceros 4.0. En el segundo capítulo se describe la historia de Rhinoceros V.4.0, sus inicios, sus bases, desde sus creadores hasta la empresa que la distribuye en la actualidad, etc. En el capítulo tres se explica la pantalla de inicio de Rhinoceros 4.0. En el capítulo cuatro se describen las cuatro barras de herramientas principales y en el capítulo cinco se presentan ejercicios de práctica para Rhinoceros 4.0.



## **OBJETIVOS**

- Describir las características principales del programa de diseño Rhinoceros 4.0.
- Mostrar las herramientas de Modelado en 3D que proporciona Rhinoceros 4.0.
- Desarrollar ejemplos prácticos en Ingeniería mecánica.

# **CAPÍTULO 1**

## **FUNDAMENTOS DEL DISEÑO**

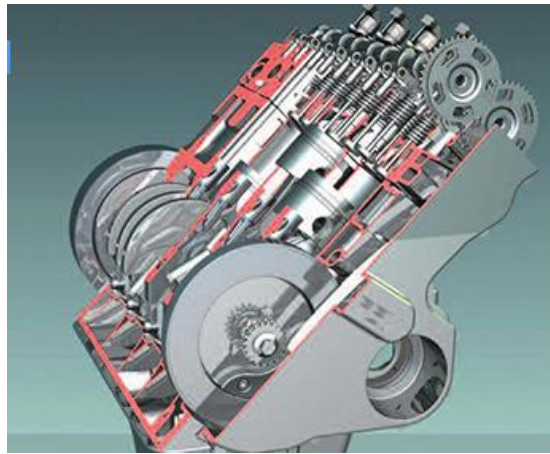
### **1.1. PRINCIPIOS**

El uso de CIM, que es el uso en conjunto de las herramientas CAD/CAM/CAE nos da varias ventajas en cuanto a su utilización como apoyo en procesos desde el diseño hasta el análisis virtual para la optimización de los mismos. Con CIM logramos entre otras cosas mejorar la calidad del producto, disminuir los costos de operación, una importante reducción en tiempos de desarrollo y un menor número de errores en su construcción.

Cuando se logran incorporar correctamente en la organización de la empresa, permiten que el tiempo de desarrollo y fabricación del producto y el tiempo de sacar el mismo a la venta (Lead Time y Time to market) sea mínimo.

#### **1.1.1. CAD**

Es el acrónimo de Computer Aided Design o Diseño Asistido por Computadora, es la disciplina que define la geometría del diseño que se puede modificar, analizar y optimizar a través de una interfaz gráfica. Por medio de un modelo alámbrico (líneas, puntos, arcos, etc.) con sus características previamente definidas permite diseñar en 2 o 3 dimensiones (figura 1.1) un producto casi sin falla en cuanto a sus dimensiones relativas entre las partes componentes, conjuntos y subconjuntos. Las herramientas que utiliza abarcan desde modelado geométrico; modelado y análisis de tolerancias; cálculo de propiedades físicas como la masa, el volumen, etc; modelado y análisis de elementos finitos, ensamblado; hasta aplicaciones para el análisis y optimización de un producto.



**Figura 1.1 Diseño en CAD**

#### **1.1.1.1. RP**

Acrónimo de Rapid Prototype o Prototipo Rápido (figura 1.2) se utiliza para obtener modelos físicos tridimensionales exactos de los diseños de CAD que pueden ser semifuncionales para pruebas de laboratorio, gestionar seguridad con el empaquetado, o como modelo para fotografías promocionales. Cuenta con varios métodos como STL (estereolitografía), PLT (laminación de papel), SLS (sintetizador láser), DMD (deposición directa de metal), FDM (deposición de material fundido) y 3DP (impresión en 3D).



**Figura 1.2 Rapid Prototype**

### 1.1.2. CAM

Se define como Manufactura Asistida por Computadora o Computer Aided Manufacturing y es la disciplina que usa programas informáticos especializados en la planificación, gestión y control de las operaciones de una planta. Trabaja en conjunto con CAD, ya que con el diseño, crea con el lenguaje de las diferentes máquinas el diseño exacto que se había planeado. Esto se logra a través de una interfaz directa cuando se conecta directamente con el proceso de producción para monitorear sus actividades y realizar actividades de supervisión y control; o a través de una interfaz indirecta cuando el ordenador sólo se utiliza como herramienta de ayuda para manufactura sin que intervenga directamente con el proceso de producción. Figura 1.3.

El CAM entre otras cosas, permite determinar flujos de trabajo en máquina o en planta (para desarrollar el producto), en máquinas de mecanizado (simula recorridos físicos de cada herramienta para prevenir tiempos de ejecución y posibles interferencias entre herramientas y materiales).



Figura 1.3 Utilización de CAM

### 1.1.3. CAE

Acrónimo de Computer Aided Engineering o Ingeniería Asistida por Computadora se refiere al uso de programas informáticos que analizan y simulan la geometría de los diseños generada por las herramientas de CAD o creados e introducidos en el ordenador a partir de maquetas para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad del producto, esto con el fin de optimizar su desarrollo, reducir algunos costos de fabricación y reducir los prototipos y fallas antes de llegar al producto planeado. Se ejemplifica en la figura 1.4.

Para utilizar esta disciplina se debe tener una muy buena relación del hardware y software ya que se va a utilizar para el análisis, la definición clara de la complejidad del diseño y el análisis preciso que se requiere como economizar o remodelar el producto. La mayoría de sus herramientas provienen de extensiones o módulos de aplicaciones CAD, como por ejemplo:

- Cinemática, análisis de choques y fluidos.
- Método del elemento finito (FEM), análisis estructural.
- Máquinas control numérico (CNC), simulaciones.
- Prototipado Rápido (RP), exportación de ficheros para estas máquinas.
- Temporización lógica y verificación.



Figura 1.4 Utilización de CAE

#### 1.1.4. CIM

CIM es el acrónimo de Computer Integrated Manufacturing o Manufactura Integrada por Computadora y como se menciona anteriormente es la disciplina que se encarga de integrar las herramientas anteriores, como en la figura 1.5 trata de formar en una base de datos toda la información de la empresa de la cual se generan gestiones integrales de las actividades de la misma, tanto del área administrativa y del área ingenieril para que se genere un sistema único y eficiente que sea rentable ya que en el mercado actual la necesidad de desarrollo de nuevos y mejores productos ha hecho muy difícil la supervivencia de las empresas.

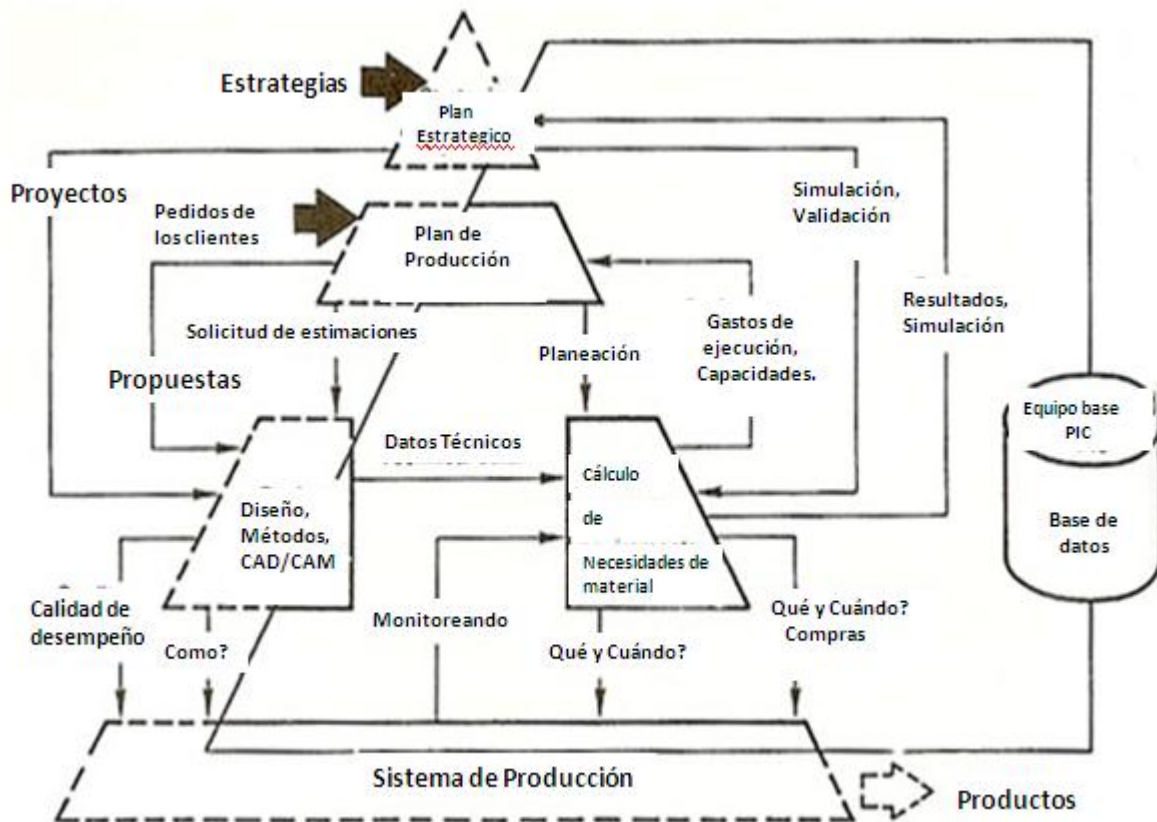


Figura 1.5 Principios de CIM

## 1.2. PROGRAMAS DE DISEÑO UTILIZADOS ACTUALMENTE

Este software pertenece al grupo de programas CAD también se le conoce como CADD que es Dibujo y Diseño Asistidos por Computadora. Por medio de él se pueden modelar en

**2 dimensiones (2D):** como se muestra en la figura 1.6, se basa en elementos geométricos planos como puntos, líneas, arcos, polígonos, etc., los cuales se pueden manipular. En este sólo se puede hacer modelación asistida.

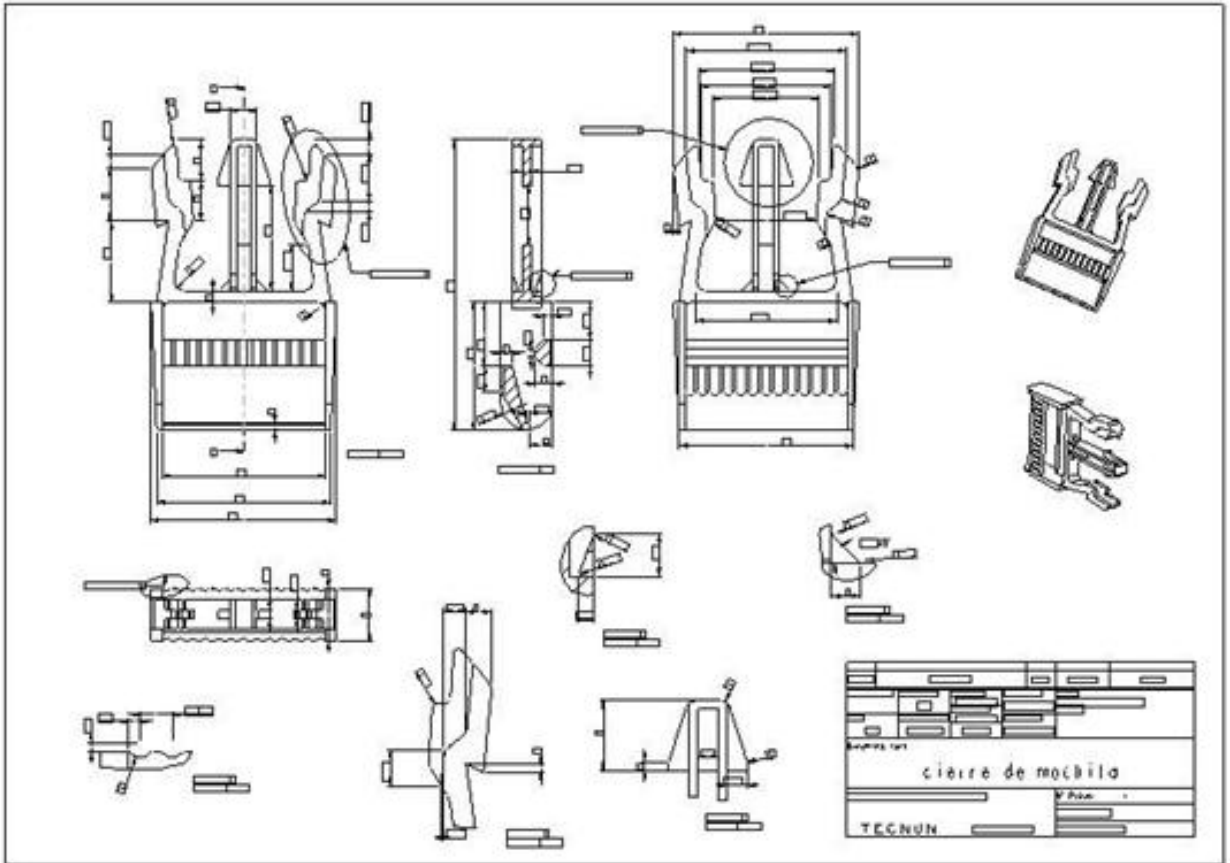


Figura 1.6 Modelado en 2D

**3 dimensiones (3D):** como en la figura 1.7, se modelan y editan elementos geométricos tridimensionales. En este se pueden construir modelos geométricos virtuales.

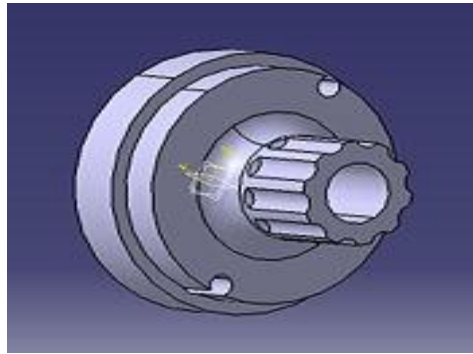


Figura 1.7 Modelado en 3D

Los programas más utilizados que pertenecen a CAD son:

### 1.2.1. AutoCAD

Es un programa desarrollado por Autodesk y se ejemplifica en la figura 1.8.

Es uno de los programas básicos que se enseñan en las áreas de dibujo. Cuenta con varias características como gestionar una base de datos de entidades geométricas. Procesa imágenes de tipo vectorial, de tipo fotográfico y mapa de bits. El software permite organizar objetos por medio de capas, que se pueden mostrar de diferente color y diferente tipo de línea.

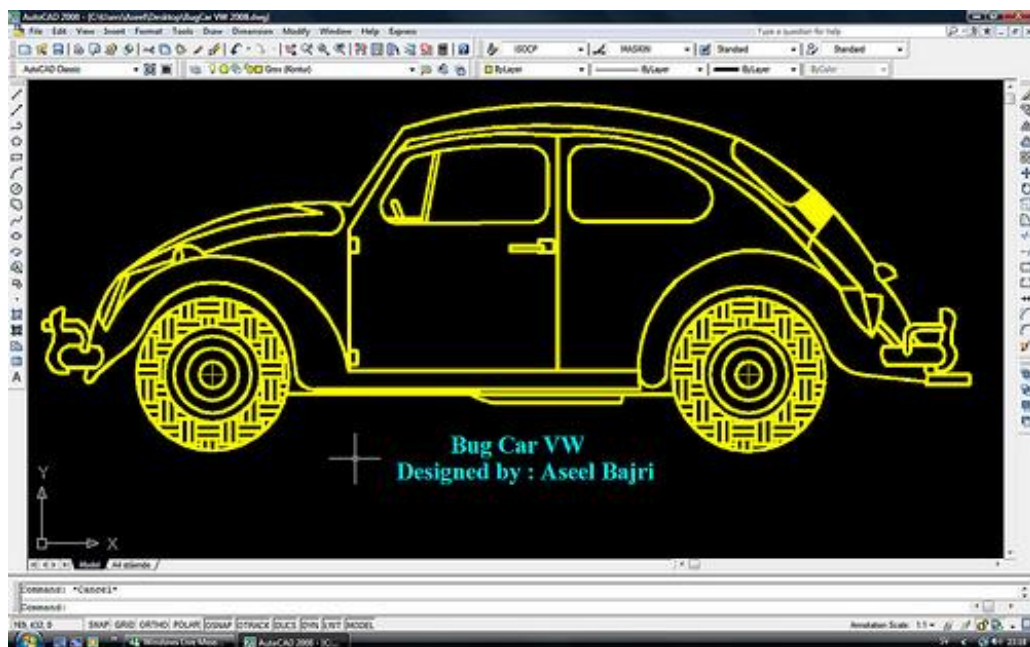


Figura 1.8 Programa AUTOCAD



Básicamente su uso es en planos, utilizando colores, grosor de líneas y texturas, estos planos, se guardan como extensión .dwg, pero también permite exportar en otros formatos como el DXF, IGES y STEP. En su versión 11 aparece más actualizado por que agrega el concepto de modelado sólido a través de operaciones de extrusión, revolución y las booleanas de unión, intersección y sustracción.

### 1.2.2. AUTODESK INVENTOR

Este programa es la base de Digital Prototyping porque reproduce modelos 3D exactos que validan la forma, el ajuste y la función de un diseño antes de fabricarlo como muestra de lo que se puede hacer en él aparece en la figura 1.9.

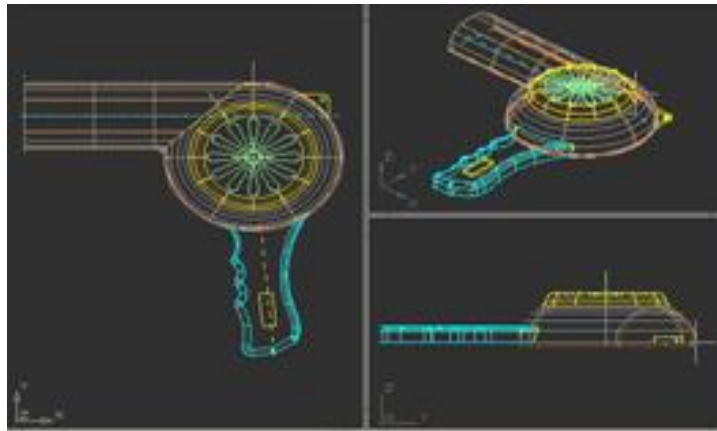
Es un modelador paramétrico que permite modelar la geometría, dimensión y material del que está predefinido el modelo, en caso de que se alteraran las dimensiones, la geometría se actualiza también, esto permite que el diseñador cree piezas metálicas o que almacene lo avanzado dentro del modelo, mientras que cuando se utiliza el modelado no paramétrico se relaciona más con un bosquejo digital.



Figura 1.9 Aplicaciones de AUTODESK INVENTOR

### 1.2.3. CADKey

Sistema distribuido por CADKEY, Inc., Manchester, es un programa que incorpora dibujo en 2D, alámbrico en 3D (Figura 1.10), modelado sólido ACIS, modelado de superficies, renderizado fotorealista y traductores de datos como .dxf e .iges. Se origina del entorno del DOS, se caracteriza por que tiene una interfaz muy sencilla con el usuario e interoperera con programas pertenecientes a CAD, CAM, y CAE.



**Figura 1.10** Ejemplo de utilización de CADKey

Se enfoca más al diseño mecánico (Figura 1.11) y cuenta con varios módulos que lo complementan, como FASTSOLID y FASTSURF, el primero se entrega gratuitamente junto a CADKey 97 R2.



**Figura 1.11** Ejemplo de sólido creado en CADKey

#### **1.2.4. CATIA**

(Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) programa desarrollado como apoyo para diseño, producción y análisis de productos. La última versión es CATIA V5.

Inicialmente se creó para ingeniería aerodinámica, pero actualmente se utiliza para el desarrollo de carrocería en industria automotriz, un ejemplo de aplicación es como el

que se muestra en la figura 1.12. Lo utilizan empresas como VW, BMW, Renault, Peugeot, DaimlerChrysler, Smart y Porsche, entre otros. Figura 1.13.



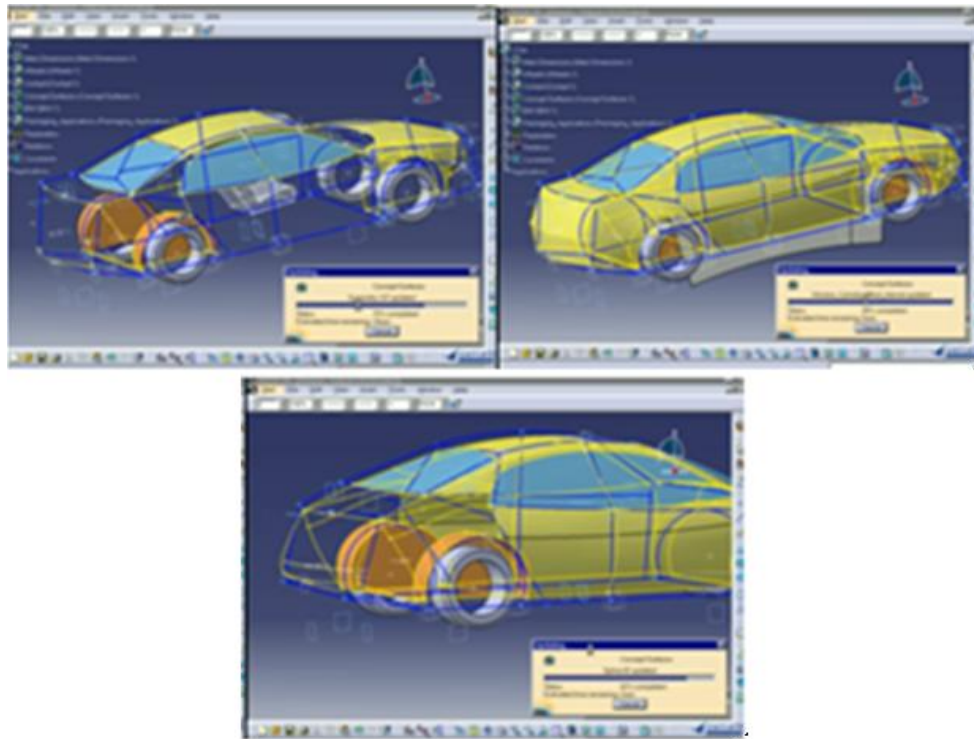
**Figura 1.12 Muestra del software CATIA**

La denominación para los paquetes de actualización y versiones que utiliza es como sigue:

Vx - Indica la versión del programa, la actual es la Versión 5.

Rxx – Indica el release del programa. El actual es el 19, se actualiza al menos cada año, con nuevas herramientas y módulos.

SPx – Es el service pack del programa. El actual es SP1. Estos se encargan de corregir errores y modificar comportamientos incorrectos, vistos en el (testeo=pruebas) de la versión.

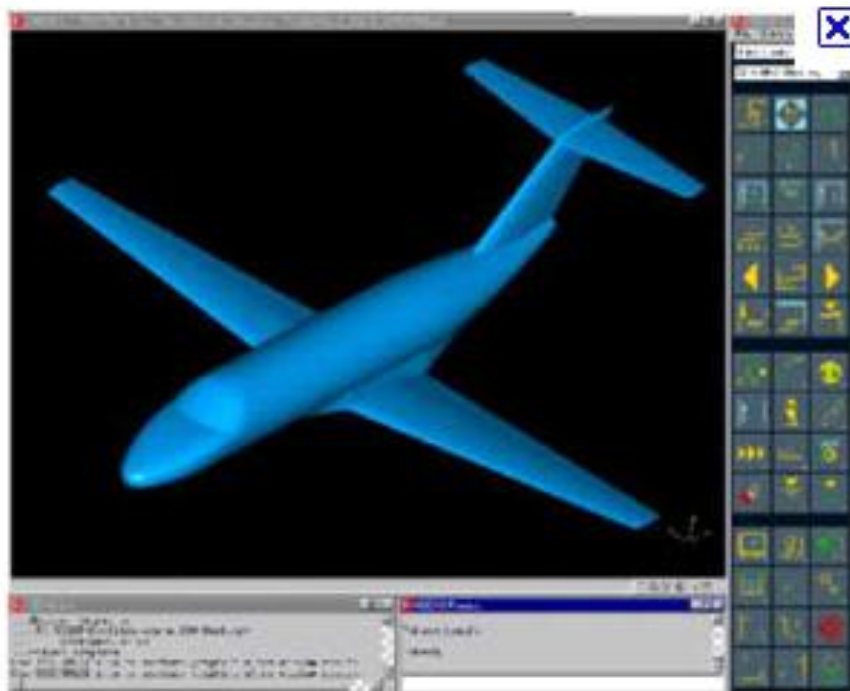


**Figura 1.13 Aplicaciones de CATIA**

### **1.2.5. I-DEAS**

Acrónimo de Integrated Design and Engineering Analysis Software. Es distribuido por Siemens PLM software. Su última versión es la I-DEAS 12 m4.

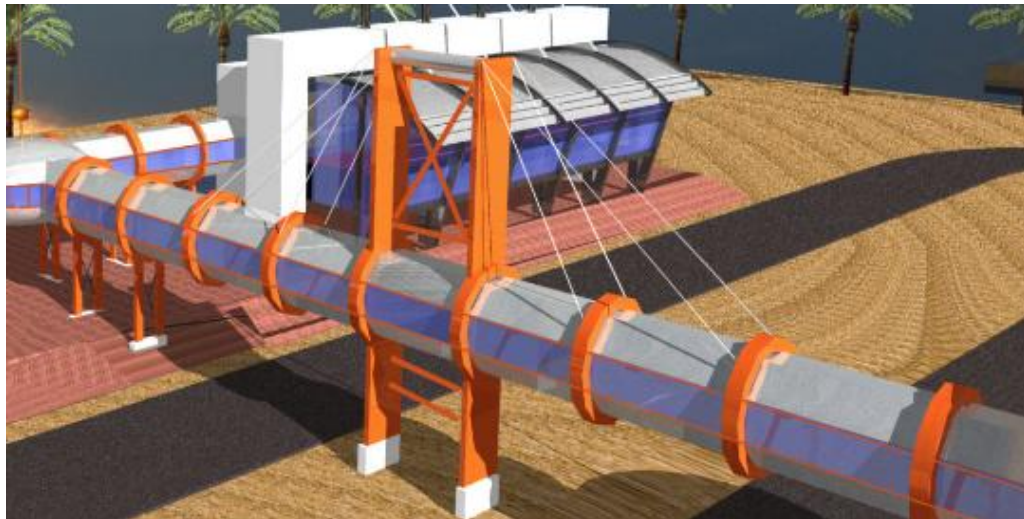
Se ejemplifica en la figura 1.14. Trabaja con los sistemas operativos LINUX y Windows. Este programa fue creado para una transición entre SDRC I-DEAS a I-DEAS NX, ya que este último tiene la ventaja de transferir y proteger los diseños de los usuarios, con esto aumentarán la productividad y evolución de sus productos. Actualmente trabaja con otro software, Pro/Engineer, esta fusión permite importar piezas y conjuntos de I-DEAS, reutiliza diseños con otras aplicaciones, etc.



**Figura 1.14 Aplicación de I-deas**

### **1.2.6. IntelliCAD**

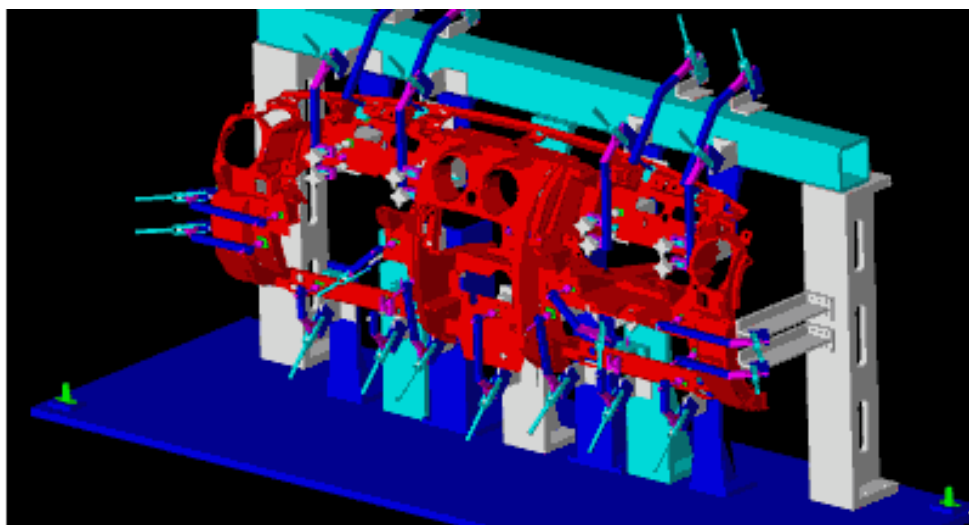
Este plug-in es un motor CAD genérico con opciones como mostrar, modificar y crear dibujos en 2D y 3D, posee comandos similares a los de AutoCAD y ocupa el formato DWG, también permite crear complejas aplicaciones personalizadas por los usuarios, esto se puede mediante los diferentes API's o formas de comunicación como LISP, COM, VISUAL BASIC y SDS. Este programa se ejemplifica en la figura 1.15. Este motor lo utilizan Briscad, CADopia, BitCAD, CADian, MicroSurvey CAD o IntelliDesk entre otros.



**Figura 1.15** Aplicación de INTELLICAD

### **1.2.7. Mechanical Desktop**

Es un modelador paramétrico de sólidos ensamblados y superficies para el diseño de partes complejas, construido en la base de AutoCAD 2000. Programa enfocado a unir el diseño en 2D y 3D bajo el fundamento de AutoCAD, se puede dibujar en 2D, modelar estructuras de alambre 3D, modelar sólidos paramétricos 3D y superficies 3D. Esta tecnología ofrece soluciones completas del diseño a la manufactura para diseñadores mecánicos. Se puede automatizar el proceso completo, reduciendo el ciclo de ingeniería, incrementando la productividad y mejorando la calidad. Figura 1.16



**Figura 1.16** Aplicación de Mechanical Desktop

### 1.2.8. Microstation

Programa desarrollado por Bentley Systems, salió a la venta por primera vez en 1985, anteriormente llamado PseudoStation. En 1980 aparece la versión con formato DGN. Su última versión Microstation V8i salió a la venta en 2009.

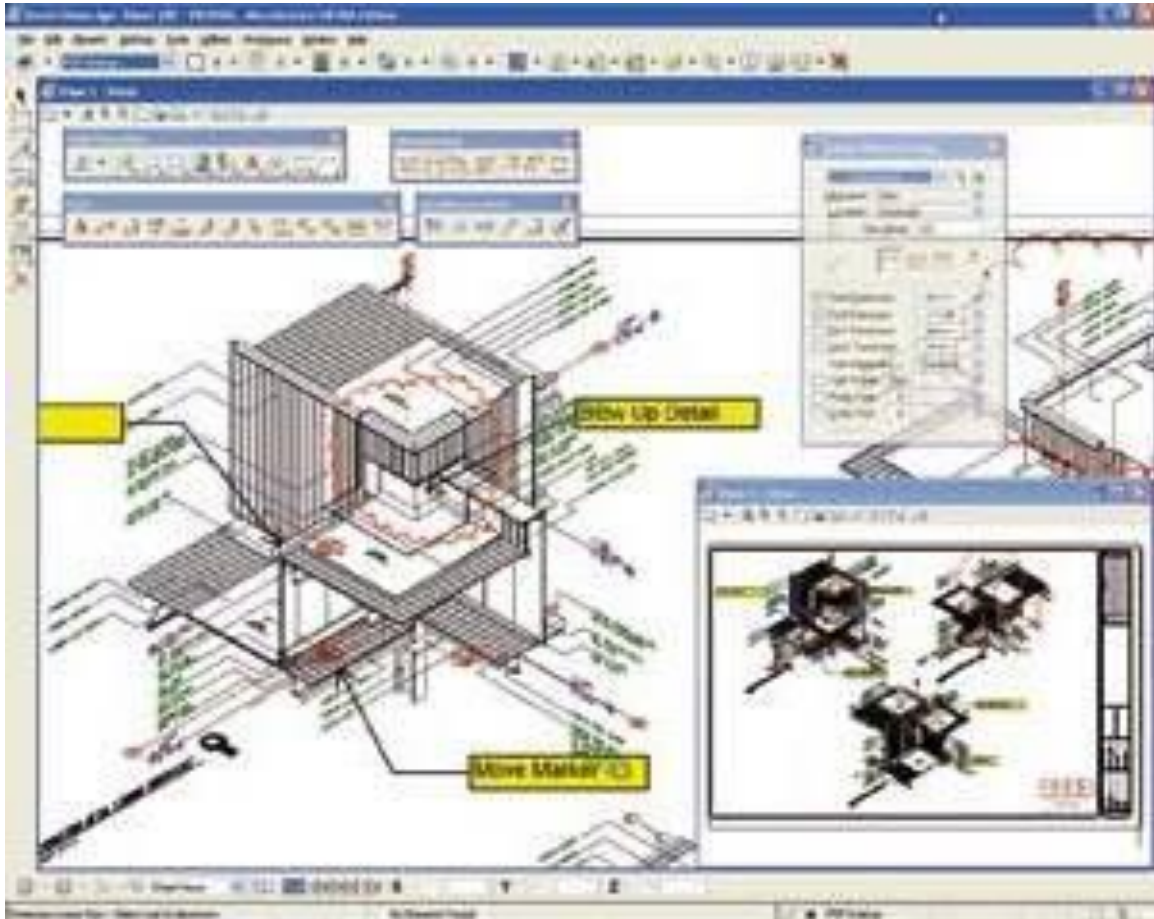


Figura 1.17 Ejemplo de Animación con Microstation

Se ejemplifica en la figura 1.17. Con cada versión ha mejorado desde su interfaz, su capacidad de importar ficheros DWG y posteriormente trabajará con DGN de forma nativa, su lenguaje Microstation Development Language (MDL), a partir de 1997 sólo soporta los sistemas operativos de Microsoft. Desde la versión que salió en 2004 puede imprimir en 2D y 3D, así como exportar formatos U3D y ADT.

### 1.2.9. Pro/ENGINEER

Pertenece a la empresa Parametric Technology Corporation, es un plug-in considerado por los diseñadores mecánicos un poco costoso, pero más económico que otros de su categoría como Catia, utilizado para diseño, producción y análisis. Su última versión es Pro/ENGINEER Wildfire 4.0. Desde que se hizo el cambio a Wildfire, este programa es más intuitivo y fácil de aprender; también cuenta con un apartado para diseño mecánico, análisis de comportamiento y creación de archivos para CAM. Este programa se ejemplifica en la figura 1.18.

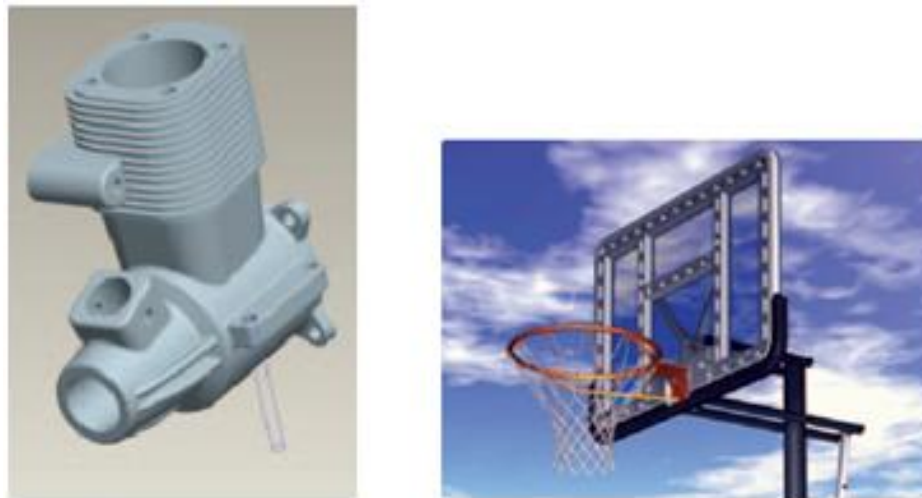


Figura 1.18 Aplicaciones de PRO/ENGINEER

### 1.2.10. QCAD

Programa utilizado para 2D en CAD, a partir de CAM Expert se creó este plug-in que lo hacía más flexible y compatible con otros programas. Este programa tiene la opción de guardar sus archivos para usar internamente con la extensión .DXF y para importarlos se guardan en varios formatos. Un ejemplo está en la figura 1.19.

Cuenta también con muchas fuentes de texto aplicables a CAD; puede importar y exportar archivos de tipo JPEG, PNG y otros; está disponible en 16 idiomas, como Inglés, Español, Griego, Turco, Polaco, etc; apoyo para varias unidades de medición como métrico, imperial, grados, radianes, etc; puede convertir sus archivos a .PDF.



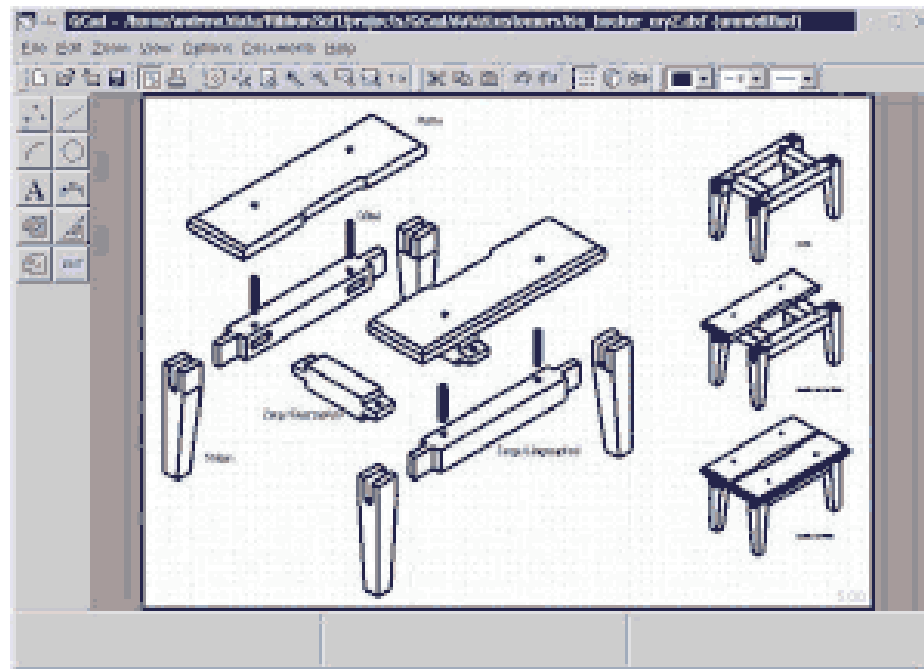
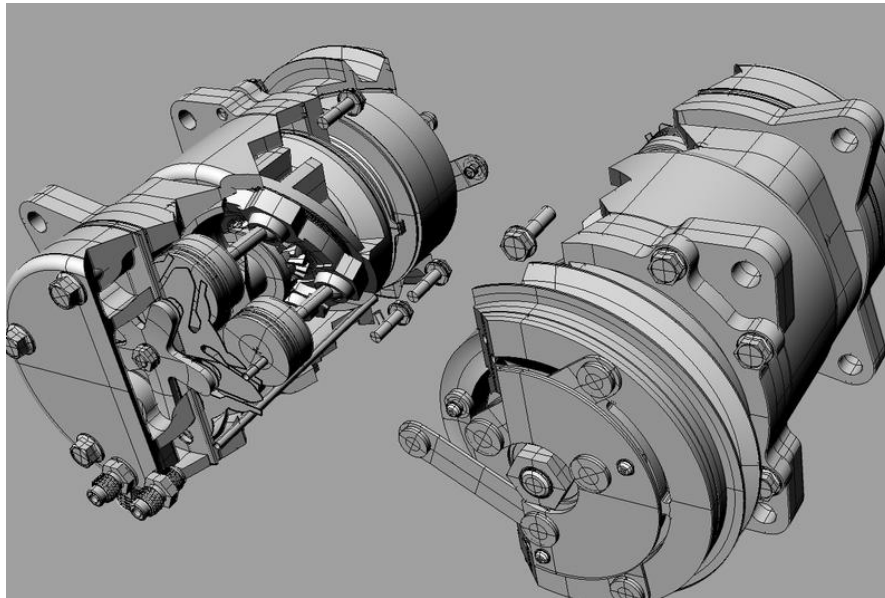


Figura 1.19 Aplicación de QCAD

### 1.2.11. Rhinoceros

Software de modelado para Windows en 2D y 3D. Distribuido actualmente por Robert McNeel & Associates. La última versión que salió a la venta fue Rhinoceros 4.0. Se caracteriza por su accesibilidad, sencillez, potencia, flexibilidad, exactitud y fiabilidad en los datos que genera. Trabaja en base a curvas y superficies NURBS.

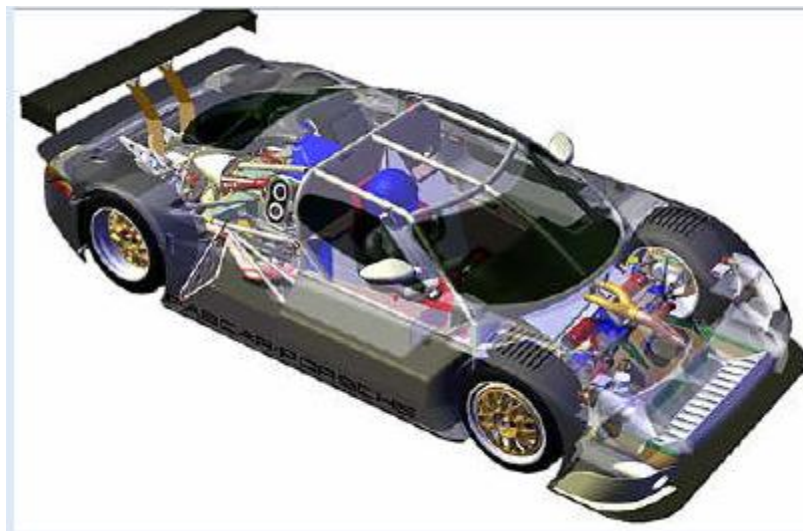
De él parten distintos agregados como: Flamingo, Penguin, Bongo, Brazil, Accrender y RhinoGold. Se ejemplifica en la figura 1.20 y ya que es el programa base de este trabajo de tesis, en los siguientes capítulos se explicará más a fondo.



**Figura 1.20** Aplicación de Rhinoceros

### **1.2.12. SOLID EDGE**

Pertenece a la empresa Siemens, en este plug-in se pueden modelar piezas de distintos materiales, doblado de chapas, ensamble de conjuntos, soldadura y funciones de dibujo en plano para ingenieros, Sus diseños se ejemplifican en la figura 1.21.



**Figura 1.21** Aplicación de SOLID EDGE

Cuenta con una tecnología nueva en la que no importa el orden en que fueron hechas las operaciones, se recalculan las geometrías necesarias en su apartado de Steering Wheel en el que se modifican los sólidos al modificar el boceto.

### 1.2.13. SOLIDWORKS

Es un software CAD – CAM más orientado a modelado paramétrico de sólidos y no para el campo de animación o recreación de personajes para juegos, pertenece a Microsoft Windows y que actualmente lo desarrolla SolidWorks Corp. Creado en 1995, ahora es el líder de modelado mecánico en CAD, le siguen CATIA, Unigraphics, etc. Algunos ejemplos de su uso se muestran en la figura 1.22. En él se pueden modelar piezas, conjuntos y se pueden extraer de ellos planos y otro tipo de información utilizada para la producción.

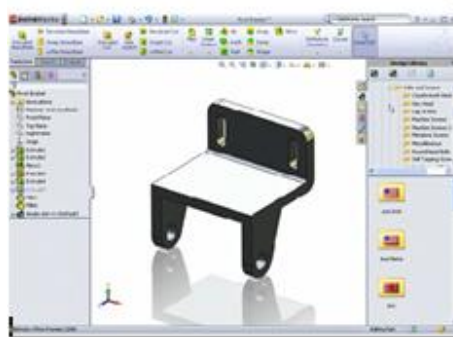


Figura 1.22 Aplicaciones de SOLID WORKS

### 1.2.14. UNIGRAPHICS

Software desarrollado por el Grupo Unigraphics McDonnell Douglas, después lo adquiere la empresa EDS y es cuando lo fusionan con I-DEAS y actualmente se le llama NX, su última versión NX 6 salió a la venta el 30 de junio de 2008, es competidor directo de CATIA y Pro/ENGINEER. Este programa se usa como ingeniería inversa; también apoya todas las etapas del CAID, del CAD, del CAE y CAM.

Utiliza una maqueta digital multi-CAD para su visualización, también se puede modificar el modelo dentro de la maqueta. Algunas aplicaciones se muestran en la figura 1.23. Trabaja sobre diversas plataformas como Linux, Unix y Windows XP y versiones posteriores, la última versión incluye innovaciones destinadas a todas las tecnologías.

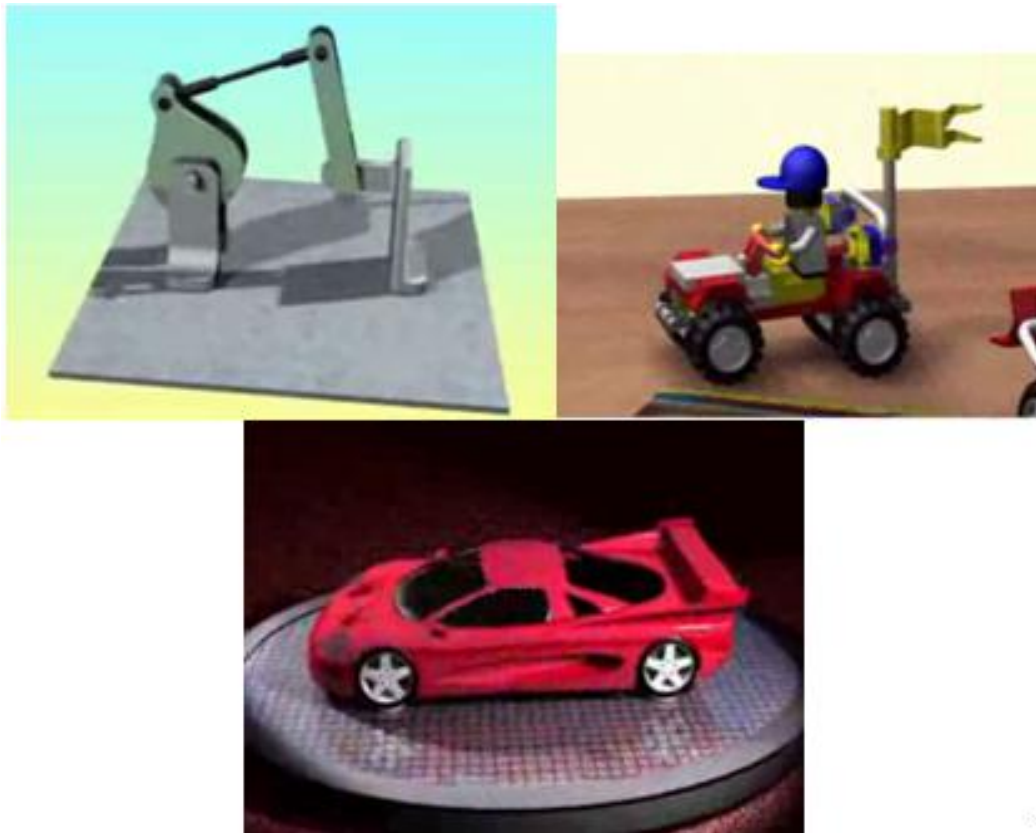


Figura 1.23 Aplicaciones de Unigraphics

## CAPÍTULO 2

### ANTECEDENTES DE RHINOCEROS

#### 2.1. ¿POR QUÉ EL NOMBRE DE “RHINOCEROS”?

Llamaron “Rhino” al programa prototipo mientras los desarrolladores de software estaban trabajando en él. Durante ese tiempo las oficinas se empezaron a llenar de baratijas, ejemplares y cuadros de este animal (figura 2.1). El nombre permaneció hasta el momento de hacerle pruebas y decidieron nombrarlo oficialmente “Rhinoceros”.



Figura 2.1 Inicios de Rhinoceros

#### 2.2. HISTORIA DE RHINOCEROS 4.0

Rhinoceros 4.0 es un programa de modelado de precisión en 3D desarrollado por Robert McNeel & Associates que parte de NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines), pero también admite otras entidades. Cuenta con herramientas ilimitadas para edición y modelado libre en 3D y por esto es muy utilizado en las áreas de ingeniería, diseño, prototipado, y análisis de productos como la joyería, aviación y hasta arqueología. Originalmente se creó como un agregado para AutoCAD pero ahora tiene sus propios agregados como “Flamingo” que se utiliza para el renderizado fotorrealístico, “Penguin” para el renderizado no fotorrealístico, “Brazil” utilizado para renderizado avanzado y “Bongo” que es para animación, todo esto aplicable a Rhinoceros 4.0, en el presente

capítulo se hablará a un más de estos plug-ins. La versión Rhinoceros 4.0 salió a la venta en Febrero de 2007 . En la figura 2.2 se presenta el logo de Rhinoceros.



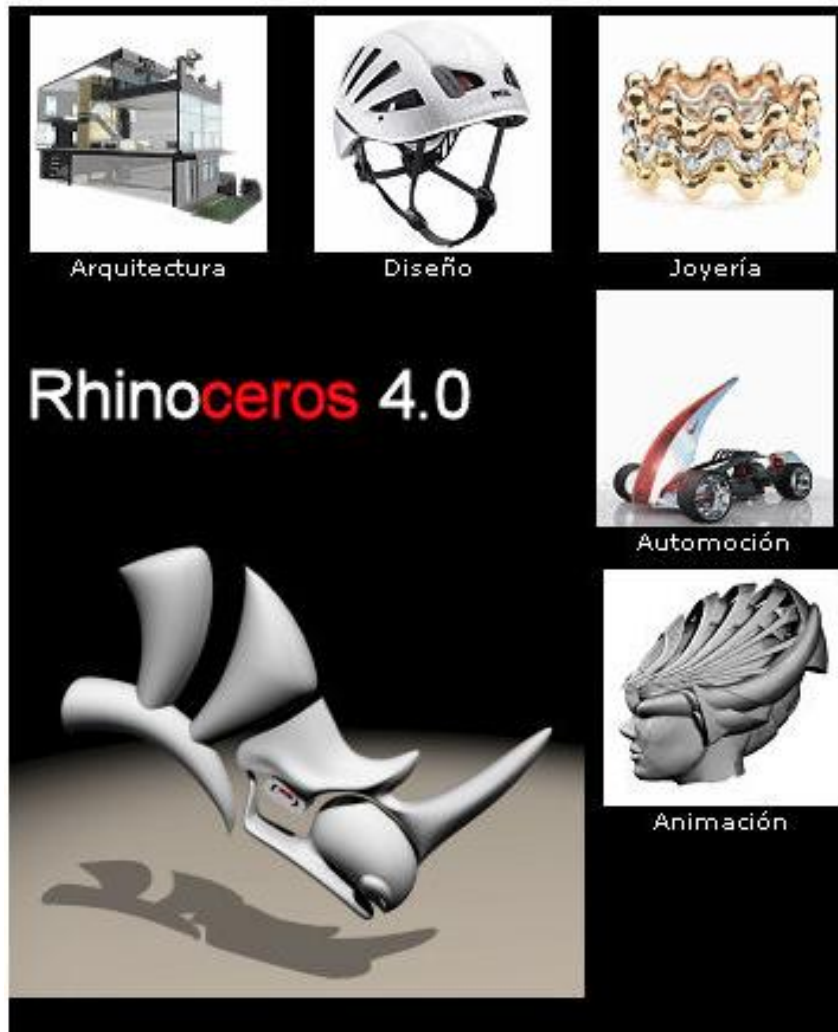
Figura 2.2 Logo de Rhinoceros

Esta versión ha sufrido cambios importantes, en Julio de 2008 salió a la venta su actualización llamada Rhino 4.0 SR4 (Service Release 4) debido a que tenía que ser más compatible, algunas de sus mejoras son:

- Mejoró la estabilidad.
- Ya no sufre errores de bloqueo del sistema cuando se trabaja en computadoras Acer.
- Las listas de comandos y repetición ya que no funcionaban adecuadamente.
- Errores en autoespaciado.
- Los menús ya no desaparecen por error.
- Lee y repara complicados archivos IGES.
- Ya no tiene problemas en abrir ciertos archivos DWG y DXF de Autocad.
- Al abrir los archivos creados en el programa Max 2009 con extensión FBX, ya no bloquean Rhinoceros.
- En Windows Vista ya se visualizan las barras de herramientas.
- Será compatible con Windows x64.
- Las leyendas de errores ya no aparecen en inglés cuando se tiene la versión en español.

Debido a que con Rhinoceros 4.0 se pueden crear, editar, analizar, documentar, hacer, animar y traducir curvas NURBS, superficies y sólidos en Windows sin límites de

dificultad, complejidad o tamaño y ya es muy popular entre los diseñadores actualmente. Además soporta mallas poligonales y nubes de puntos.



**Figura 2.3 Aplicaciones de Rhinoceros**

Los usos más comunes que se le dan a Rhinoceros 4.0 son para arquitectura, diseño de joyas, naval, automotriz, industrial, gráfico, de calzado, arqueología, CAD/CAM, prototipado rápido, Ingeniería inversa, multimedia, educación y entretenimiento, en la figura 2.3 se presentan algunas de ellas. Igual que muchas aplicaciones, tiene un lenguaje propio llamado RhinoScript, basado en Visual Basic.

Rhinoceros 4.0 es muy popular ya que principalmente es de bajo costo, y también porque es diverso, puede importar y exportar con otros programas y tiene funciones multidisciplinarias que más adelante se describirán.

### **2.3. VENTAJAS DE RHINOCEROS**

Algo que presume este software es que puede modelar libremente en 3D además de analizar y documentar con precisión lo que el usuario pueda imaginar, ya sea el diseño o el prototipo, no importando el tamaño, ya sea muy chico o muy grande, esto es con la ayuda de las plantillas en la que se pueden trabajar con Rhino. Otra de sus ventajas es que no sólo puedes crear el diseño con el uso del mouse, también se hace mediante escaneos, o con delineado con láser, plasma y cortadores de chorro de agua. Como se muestra en la figura 2.4, sus archivos son compatibles con otros de diseño, redacción, ingeniería, análisis, renderizado, animación, ilustración, programas informáticos y CAM. Cada usuario puede personalizar su programa mostrando sólo las herramientas que va a necesitar ajustándose a sus necesidades especiales; además de que es fácil de utilizar y tiene una muy buena velocidad, no necesita algún hardware especial ni mantenimiento extra, con esto acorta tiempos en el diseño, que es una de las necesidades principales de las empresas.



**Figura 2.4 Utilización de digitalizadores especiales**



## 2.4. CONCEPTOS

### 2.4.1. SPLINES, representación en 2D

Una Spline es una curva definida a trozos mediante polinomios, como se muestra en la figura 2.5, se aplica a las formas en 2D y está presente en algunos programas gráficos como Illustrator, Freehand, Corel Draw y en programas de maquetación como In Desing y Photoshop.

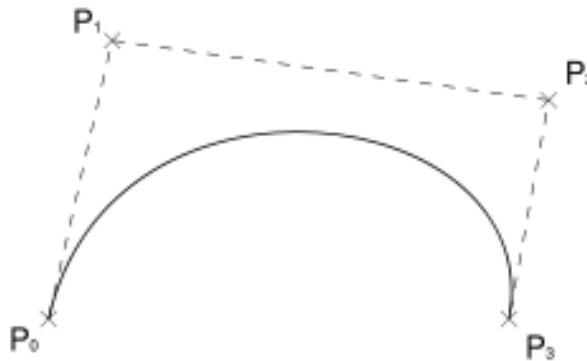


Figura 2.5 Representación de Splines

Los splines son utilizados para interpolaciones, ya que facilitan el proceso por que solamente se utilizan polinomios de grado menor y se evitan las oscilaciones y a pesar de esto, los resultados son similares a que si se utilizan polinomios mayores pero con más oscilaciones.

Los ingenieros franceses, Pierre Bézier y Paul de Casteljaou, en los años 50's tuvieron la necesidad de una representación matemática que les diera exacta y técnicamente las formas libres que utilizaban para diseños complejos como las carrocerías de los automóviles o las carcasas de los barcos ya que antes de su creación, las representaciones que utilizaban eran en base a modelos físicos, maquetas que ellos mismos fabricaban o con programas de CAD basadas en polígonos que no representaban realmente lo que querían. El primero en trabajar en este método fue Paul de Casteljaou, Bézier trabajó en las splines y fue el primero en publicar su trabajo, (en la figura 2.6 se ejemplifican las curvas de Bézier) y Casteljaou trabajó en el

desarrollo de algoritmos para evaluar las splines y esto conjuntamente creó el modelo matemático.

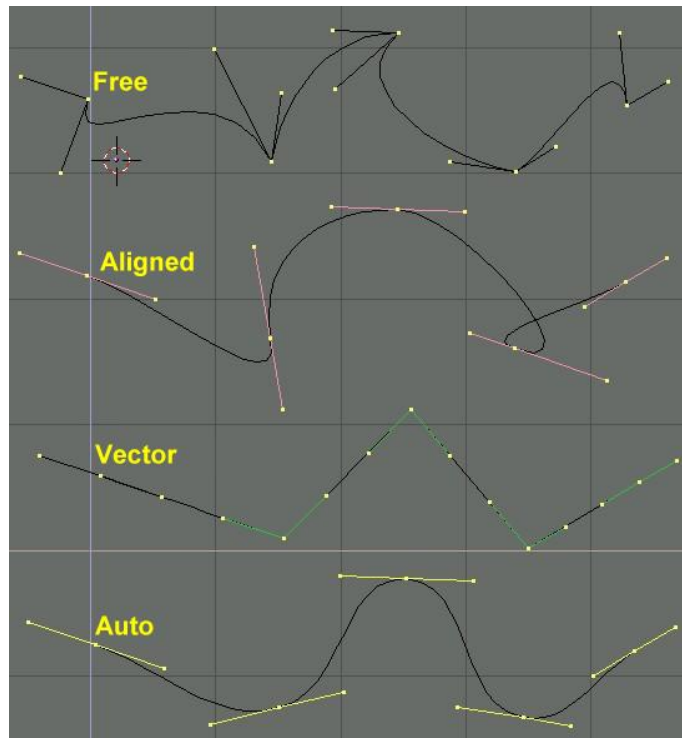
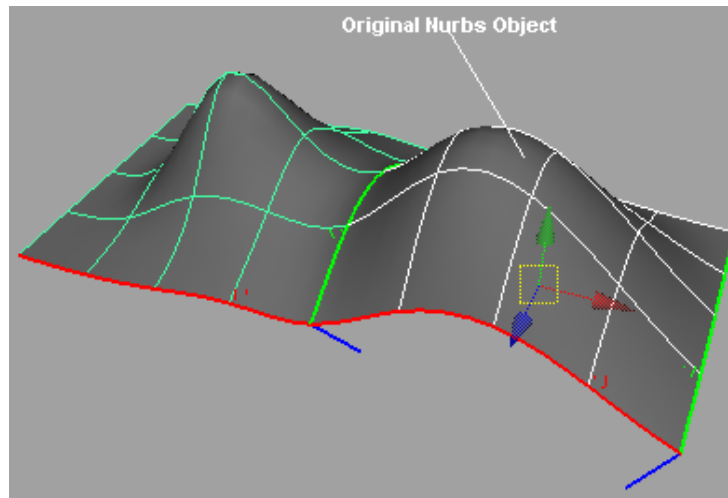


Figura 2.6 Tipos de formas de la curvas de Bézier

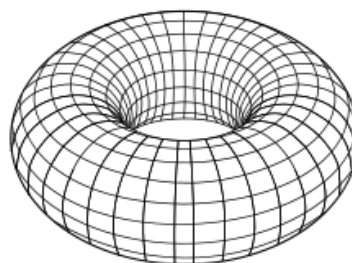
#### 2.4.2. NURBS, representación en 3D

Significa Non Uniform Rational B-Splines (B-splines racionales no uniformes) y es un modelo matemático utilizado en los gráficos por computadora para generar y representar curvas y superficies en 2D y 3D. Esta geometría se ejemplifica en la figura 2.7,



**Figura 2.7 Ejemplo de NURBS**

Como se mencionaba anteriormente, NURBS es una representación matemática de geometría en 3D, que puede trabajar con líneas simples en 2D pasando por círculos, curvas, hasta sólidos complejos o superficies de forma libre en 3D, todo esto se puede utilizar en procesos como ilustraciones, animaciones, hasta fabricación de los sólidos. NURBS trabaja con cuatro objetos geométricos fundamentales: Puntos, Curvas y Superficies NURBS y polígonos acoplados, esto lo hace la mejor opción para los que quieren trabajar con el modelado asistido por computadora. Representa con precisión objetos geométricos estándar ya que los íconos que nos muestra en pantalla y que veremos más adelante, los hace más fáciles que cualquier otro programa, estos estándares son líneas, círculos, elipses, esferas y toroides (se representa en la figura 2.8) así como figuras más complejas como el diseño de un barco o la figura de un cuerpo humano.



**Figura 2.8 Representación de una toroide**

Lo mejor de NURBS es que es compatible con programas de modelado, renderizado, animación e ingeniería de análisis con los que cuentan los usuarios actuales, ya que se pueden llevar de uno a otro programa los modelos geométricos en los que están trabajando para intercambiar la geometría, pero en NURBS es donde se utiliza la menor cantidad de información que los otros programas.

### 2.4.2.1. CURVAS Y SUPERFICIES NURBS

Curvas y superficies son dos de los cinco objetos geométricos fundamentales para NURBS, estos son muy similares y comparten mucha terminología, así que son de los que se darán más detalles para entender más acerca del modelo matemático. Una curva y una superficie NURBS están formadas por Grados, Puntos de control, Nodos y Regla de cálculo.

#### Grados

Partiendo de lo básico en matemáticas, un grado es un número entero positivo. Para NURBS es una simbología, por ejemplo, en el grado uno o lineal encontramos líneas y polilíneas, en el grado dos o cuadrático hay círculos, en el grado 3 o cúbico y en el grado 5 o quíntico son formas libres (figura 2.9). Pero aún teniendo esta terminología puede ser que pases de un grado a uno mayor sin cambiar su forma, pero no es posible si reduces el grado de la forma geométrica y no quieras cambiar su forma.

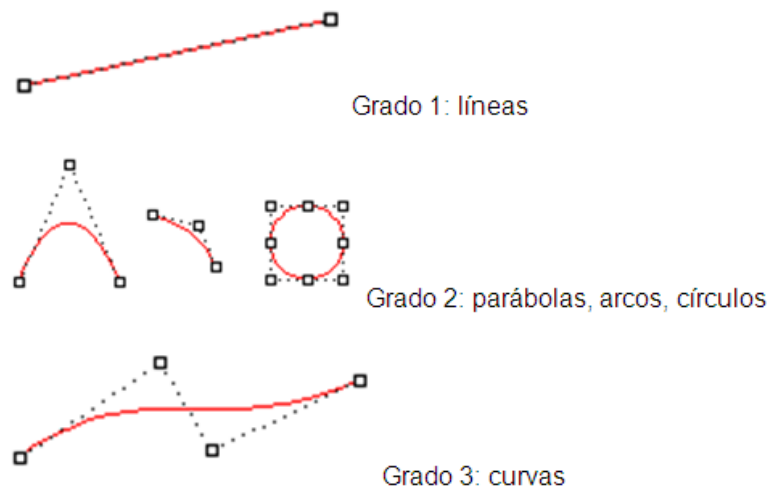
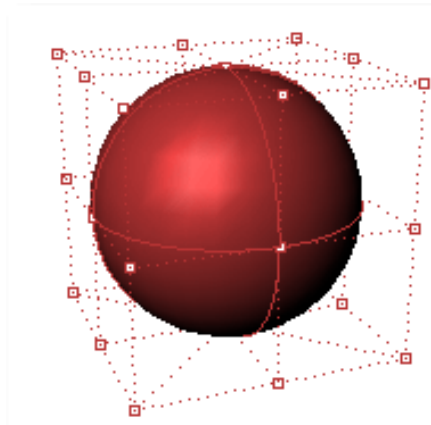


Figura 2.9 Representación de grados NURBS

## **Puntos de control**

En base a la definición de grados dada anteriormente, los puntos de control son una lista de puntos de grado 1 como mínimo. Para cambiar la forma de una curva en NURBS tenemos que mover los puntos de control, cuando todos estos en una misma curva tienen el mismo peso, la curva es no racional, de lo contrario, se llama curva racional, pero para NURBS, la mayoría de las curvas son no-rationales, la mayoría de los círculos, elipses y algunas curvas son racionales. De aquí viene el nombre de Racional. En la figura 2.10 se representan los puntos de control en la NURBS.



**Figura 2.10 Representación de puntos de control de NURBS**

## **Nodos**

También llamados vector nodal, son una lista de números de grado  $+N-1$ , donde  $N$  representa el número de puntos de control, aunque se le llame vector nodal, no se refiere a una dirección 3D (figura 2.11). Se deben de cumplir varias condiciones técnicas para que la lista sea correcta, como que el número debe mantenerse igual o mayor a medida que vaya bajando en la lista y checar que el número de valores limitados nunca sea mayor al grado en el que esté.

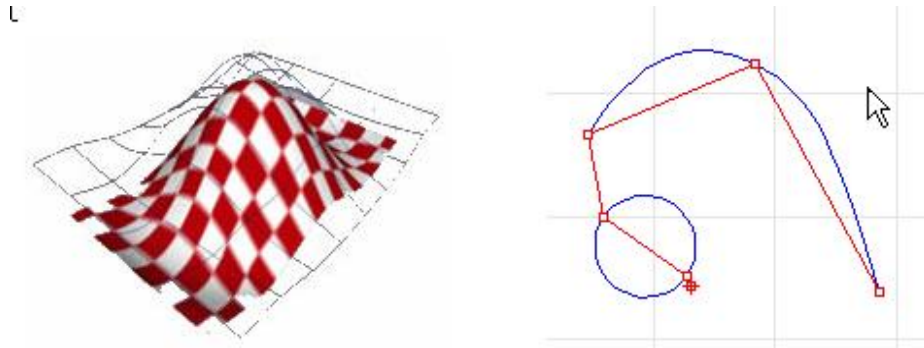


Figura 2.11 Representación de nodos NURBS

### **Regla de cálculo**

En la regla de cálculo para nuestra geometría NURBS tenemos el grado, los puntos de control y los nodos, esta regla asigna puntos mediante una fórmula que tiene funciones básicas de B-spline que significa “basis spline”, que le da significado a la palabra NURBS.

### **2.4.3. PARAMÉTRICO**

Se utiliza cuando se pueden controlar los tamaños y geometrías en los modelos y por esta razón pueden ser editados en cualquier momento con solo cambiar sus dimensiones, se puede editar en cualquier momento y orden sin tener que repetir todo el modelo, como por ejemplo se puede aumentar la dimensión del diámetro. Algunos otros de los programas que cuentan con esta opción son Mechanical desktop, Maya, Solid Works, etc.

### **2.4.4. RENDERIZADO**

Renderizado puede ser un proceso sencillo como hacer un dibujo a partir de un modelo con lápiz, colores, plumones, etc. o más complejo puede ser un proceso de cálculo en el que se crea una imagen a partir de un modelo, en otras palabras se genera una imagen en 2D a partir de una escena. En un programa de infografía, es como tomar una foto, ya que se pueden imitar perfectamente los escenarios, las estructuras; texturas; trabaja también con distintos materiales como el agua, la madera, el metal, el plástico, telas, etc.; trabaja el comportamiento de luces como la

radiosidad, el trazado de rayos, el canal alfa, reflexión, refracción y la iluminación global y la animación. Un ejemplo es el que se muestra en la figura 2.12.



**Figura 2.12 Representación de renderizado**

Como es un proceso complejo, el acabado final no se puede visualizar en tiempo real, ya que necesita una potencia de cálculo muy elevada, y para que muestre los resultados finales en poco tiempo depende de la configuración del programa de renderizado y de los parámetros y complejidad de los cuales se hizo. Puede llegar a ser como la imagen que se muestra en la figura 2.13.



**Figura 2.13 Imagen renderizada**

## 2.5. DISTRIBUIDORES ACTUALES

Robert McNeel & Associates. Fundada en 1980, es la empresa que actualmente distribuye Rhinoceros 4.0, así como da soporte y formación a nivel mundial. Cuenta con oficinas en Seattle, Barcelona, Miami y Tokio. Los productos con los que trabaja aparte de Rhinoceros son sus agregados:

**Flamingo.** Radiosidad y trazado para Rhino

**Penguin.** Renderizado No-fotorrealístico.

**Brazil.** Herramientas de renderizado avanzado para profesionales.

**Bongo.** Animación para diseñadores.

## 2.6. AGREGADOS DE RHINOCEROS 4.0

### 2.6.1. FLAMINGO

Es un plug-in de renderizado con radiosidad y trazado de rayos. Su logo se presenta en la figura 2.14.

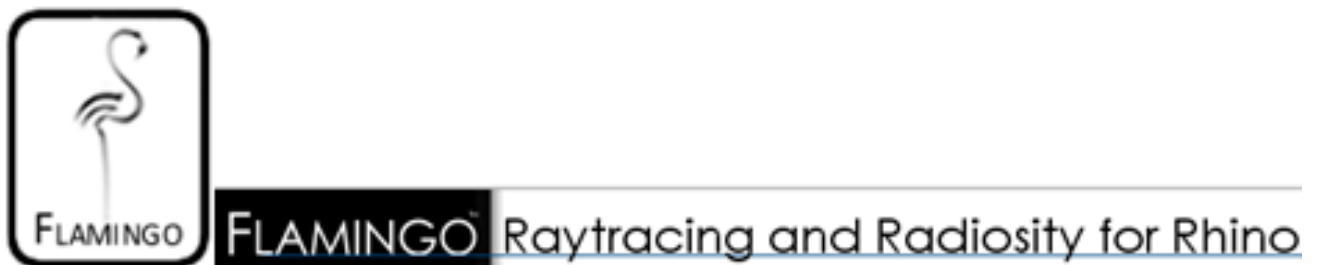


Figura 2.14 Logo del software “Flamingo”

Algunas de las características que se pueden hacer para renderizar son: reflejos precisos, refracción, difusión, translucidez, transparencia, degradados de color, sombras, profundidad de campo, atenuación de profundidad, iluminación indirecta y caústica, de este último se ejemplifica en la figura 2.15.





**Figura 2.15 Iluminación por caústica**

En animaciones, se utiliza en vistas panorámicas para paseos y vuelos interactivos y animación de luz solar para análisis de sombras.

Flamigo sólo trabaja en una PC que tenga las siguientes características: Pentium, Celeron o Procesador superior; Windows 95, 98, NT, 2000, XP para Intel o AMD; 40 MB de espacio en disco y al menos 64 MB RAM. En la figura 2.16 se muestran otras aplicaciones de Flamingo.



**Figura 2.16 Ejemplos de aplicación de Flamingo**

### 2.6.2. PENGUIN

Es un plug-in con diferentes tipos de renderizado, como lo son dibujo a mano alzada, acuarela, caricatura y dibujo técnico. En la figura 2.17 se muestra su logo.



Figura 2.17 Logo del software “Penguin”

Plug-in más sencillo de renderizado no fotorrealístico, se pueden crear imágenes de forma artística para obtener gráficos mejorados y atractivos visualmente. Trabaja con Rhinoceros 3 y Rhinoceros 4. Algunos ejemplos se muestran en la figura 2.18.

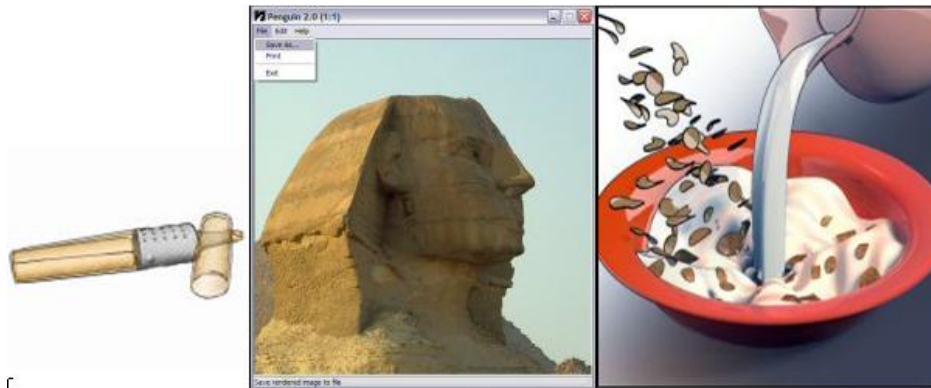


Figura 2.18 Otros ejemplos de aplicación

### 2.6.3. BRAZIL

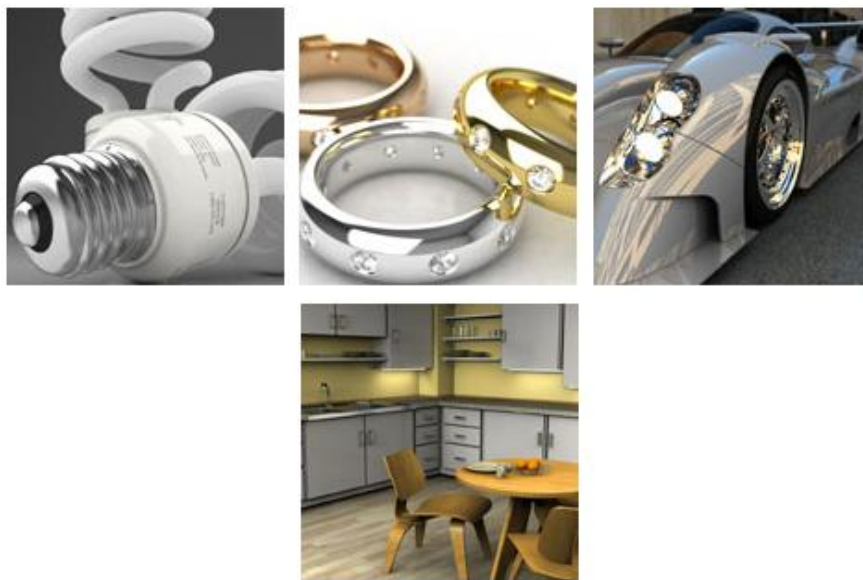
Es utilizado para renderizado avanzado, su logo se presenta en la figura 2.19.



Figura 2.19 Logo del software “Brazil”

Simula materiales complejos, es más del tipo fotorrealista. Es un plug-in ideal para superficies de difícil y compleja interacción con la luz, por ejemplo los diseños de joyería.

También simula materiales de acabados complejos como para aviones, trenes y automóviles. Otra de sus aplicaciones es para diseño arquitectónico ya que da a los interiores y exteriores una iluminación real. Cuenta con características avanzadas de cámara, al igual que la profundidad de campo, los diseños parecen fotografías. Algunas aplicaciones se muestran en la figura 2.20.



**Figura 2.20** Otros ejemplos de aplicación

#### **2.6.4. BONGO**

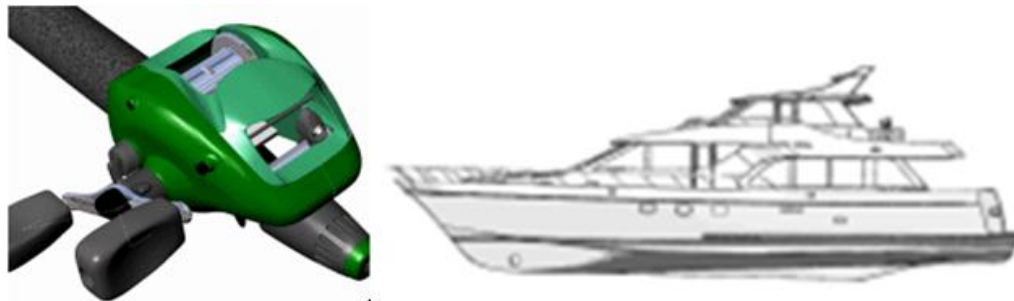
Plug-in utilizado para animación profesional que usa los paquetes de animación de última tecnología, aplica para Rhinoceros 3.0 y Rhinoceros 4.0. Su logo se presenta en la figura 2.21.



**Figura 2.21** Logo del software "Bongo"

Con este se pueden mover, escalar y rotar los objetos sin tener que exportarlos de Rhinoceros 4.0 también se pueden editar las animaciones y vistas en sus ventanas solo arrastrándolos y pegándolos; se puede modificar información de movimiento sin perder tiempo cambiando a otros programas. Se muestran algunos ejemplos de aplicación en la figura 2.22.

Con Bongo se puede renderizar cualquier animación, utilizando Rhinoceros utilizando las estructuras alámbricas, Open GL, previzualizaciones de renderizado, TreeFrog, Flamingo y Penguin.



**Figura 2.22 Aplicaciones de “Bongo”**

### **2.6.5. RHINOGOLD**

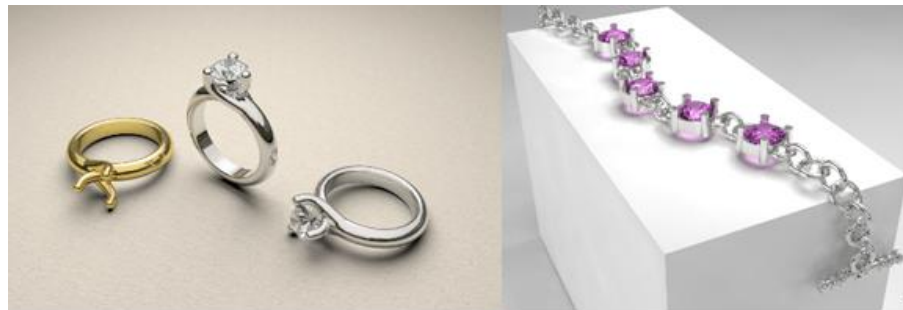
Plug-in utilizado para el diseño de joyería, se creó recientemente, a pesar de que con Flamingo y Brazil se podían diseñar estos modelos, este programa contiene todo lo necesario para crear diseños de forma rápida y precisa. Su logo se presenta en la figura 2.23.



**Figura 2.23 Logo del software “RhinoGold”**

Es una solución para los diseñadores y fabricantes de joyas. Este programa les ofrece las herramientas necesarias para diseñar, fabricar y modificar su joyería y al momento

de crearla, se puede previsualizar. En la figura 2.24 se muestra algo de lo que se puede crear en RhinoGold.



**Figura 2.24** Aplicaciones de “RhinoGold”

## **CAPITULO 3**

### **DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA DE RHINOCEROS 4.0**

#### **3.1. AMBIENTE DE RHINOCEROS 4.0**

Para instalar Rhinoceros 4.0 el usuario necesita que la computadora cuente con:

- Procesador Pentium, Celeron o alguno superior.
- 200 MB de espacio libre en disco.
- Al menos 512 MB en RAM.
- Se recomienda tarjeta gráfica OpenGL (aceleradora de hardware).
- Opcionales: Digitalizador 3D e Impresora 3D.
- Sistemas operativos: sólo funciona en Windows 2000, XP Pro, XP Home, Vista (para funcionar aquí necesitará la Service Release 1 o alguna posterior de Rhino 4.0) e IntelMac con BootCamp o Parallels. La versión 4.0 no funcionará en Linux, Windows NT, 95, 98 o ME.
- Con la actualización SR4 podrá funcionar en Windows x64.

#### **3.1.1. COMPATIBILIDAD**

Rhinoceros es compatible con

a) Los siguientes formatos de archivo:

\***.DWG/.DXF**, pertenecientes a AutoCAD versiones 2000, 12, 13 y 14.

\***.SAT**, de ACIS.

\***.X\_T**, de Parasolid.

\***.DGN**, de Microstation.

\***.FBX**, de Autodesk.

\***.GDF**, de Wamit.

\***.KML**, de Google Earth.

\***.LWO**, de LightWave 3D.

\***.3DS** (3dstudio max), **.LWO**, **.STL** (stereolithography), **.OBJ**, **.AI** (adobe ilustrator) , **.RIB** (Render Man), **.POV** (Persistence of Vision de Raytracer), **.UDO** (moray UDO), **.VRML** (virtual reality model lenguaje), **.BMP**, **.TGA**, **.JPG Y .CSV** (object properties), que son propiedades de exportación e hidrostática.

b) Archivos sin comprimir:

\***.STEP** (standar for the exchange of product model data), **.VDA** (verband der automobileindustrie), **.GHS**, **.SLC** (slice), **Deep Paint 3D.IGES**, que comparten los programas Alias, Ashlar, Vellum, AutoFORM, AutoShip, Breault, CADCEUS, CAMSoft, CATIA, Cosmos, Delcam, FastSurf, FastSHIP, Integrity, Ware, IronCAD, LUSAS, Maya, MAX 3.0, MasterCAM, ME30, Mexhanical Desktop, Microstation, NuGraf, OptiCAD, Pro/Engineer, SDRC I-DEAS, Softimage, Solid Edge, SolidWorks, SUM3D, SURFCAM, TekSoft y Unigraphics.

Rhino no lee archivos encriptados **.PDF**

### 3.2. INICIAR RHINOCEROS VER 4.0

Para abrir el programa de Rhinoceros 4.0, se puede hacer desde el escritorio como se muestra en la figura 3.1



**Figura 3.1 Inicio de Rhinceros desde el escritorio**

O desde el menu de Inicio, como se muestra en la figura 3.2.



**Figura 3.2 Abrir Rhinoceros desde menú Inicio**

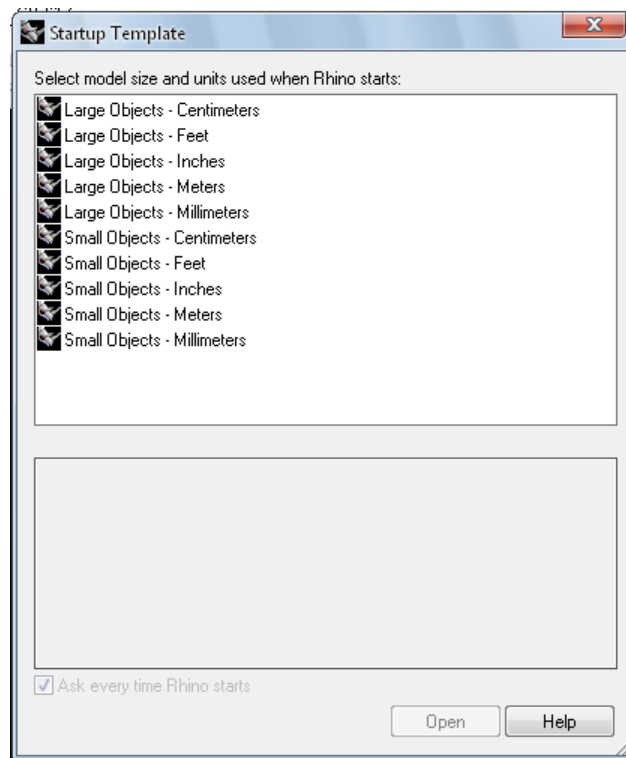
En la figura 3.3 aparece su presentación mientras carga el programa





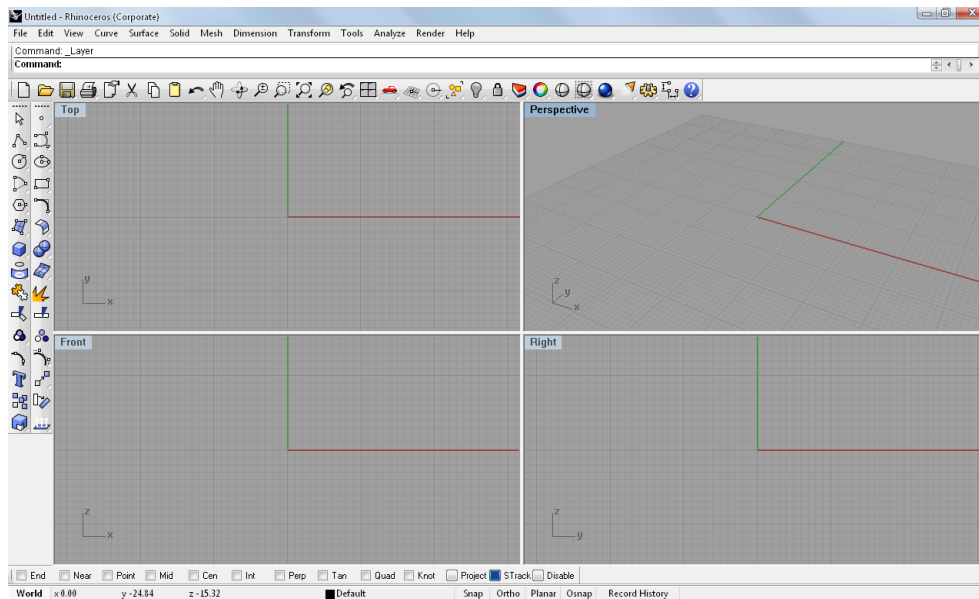
**Figura 3.3 Presentación de Rhinoceros**

La pantalla de Inicio de Rhinoceros es la que se muestra en la figura 3.4, donde se selecciona la plantilla que se va a utilizar, nos muestra 10 diferentes opciones, en base a tamaño del modelo (Large Objects y Small Objects) y unidades métricas (Centimeters, Feet, Inches, Meters, Millimeters).

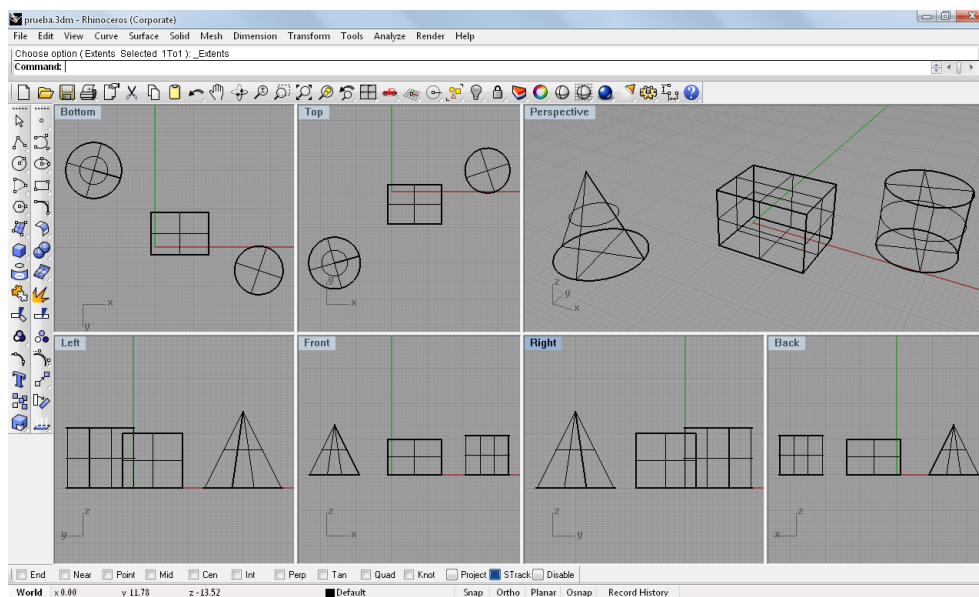


**Figura 3.4 Selección de plantilla**

Se especifican las unidades de la plantilla en base a las necesidades del futuro diseño, en cuanto a tamaño o largo y si necesitan o no las tolerancias de manufacturación. Ya que se selecciona la plantilla necesaria aparece la pantalla que se muestra en la figura 3.5. Como se mencionaba anteriormente, se trabaja sobre 4 vistas: Superior, Frontal, Derecha y Perspectiva, se pueden aumentar hasta 7 vistas, agregando la vista izquierda, trasera y la inferior, como se muestra en la figura 3.6.



**Figura 3.5 Pantalla de Rhinoceros normal con cuatro vistas**



**Figura 3.6 Pantalla de Rhinoceros con siete vistas**

### 3.2.1. DESCRIPCION DE LA PANTALLA

Como se muestra en la figura 3.7, las áreas importantes de la pantalla de Rhinoceros Versión 4.0 son:

**Título de la ventana:** Donde se observa el nombre con el que se guarda el diseño.

**Barra de menú:** Es un acceso rápido a comandos (agrupados por función), opciones y ayuda.

**Área de comandos:** Es donde se muestran los comandos que se han utilizado y es donde se pide información. Esta área puede cambiar de lugar según el usuario, puede estar en la parte inferior de la pantalla, sobre la barra de estado.

**Historial de comandos:** Se puede ver pulsando la tecla F2, este puede guardar hasta las últimas 500 líneas de la sesión actual.

**Barras de herramientas 1 Y 2:** Es un acceso rápido mediante íconos a los comandos y opciones del programa, estas barras pueden cambiar de lugar según lo desee el usuario; la barra principal es la que está sobre el área gráfica, la secundaria es la que se encuentra del lado izquierdo.

**Vistas:** Es el área gráfica, despliega el entorno de trabajo de Rhino, se pueden mostrar hasta siete vistas, es donde se hacen los diseños. Está compuesta por los títulos de las vistas, fondo, plano de construcción, iconos de ejes.

**Barra de estado:** Despliega los coordenadas actuales del sistema (CPlane o World). Muestra las coordenadas del cursor, también se activan y desactivan comandos.

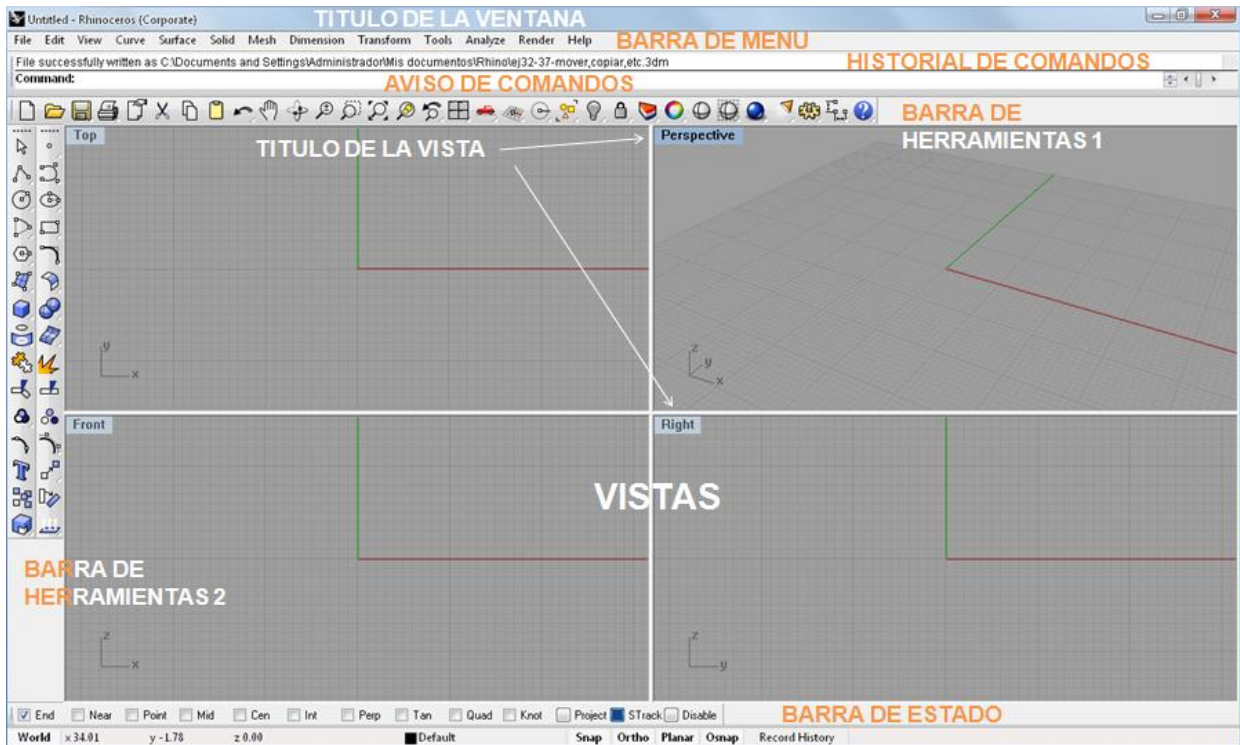


Figura 3.7 Descripción de la pantalla de Rhinoceros Ver. 4.0

**Leyendas:** cuando el cursor se mueve sobre un ícono muestra su función y algunos muestran su acceso rápido mediante el teclado, como se muestra en la figura 3.8. Algunos íconos tienen doble función como se muestra en la figura 3.9 y cada función se activa por medio de los botones principales del ratón (derecho e izquierdo) o por medio de los accesos rápidos mediante teclado.



Figura 3.8 Icono sencillo

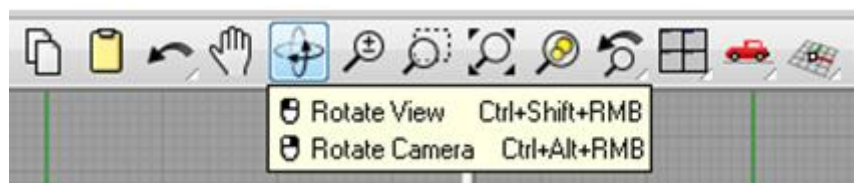


Figura 3.9 Icono con doble función

**Flyout o icono desplegable:** algunos íconos tienen un triángulo pequeño en la parte inferior derecha, estos nos muestran varias opciones al darle click con el botón derecho del mouse, como se muestra en la figura 3.10. Estos se activan colocando el cursor sobre el ícono y presionando el botón derecho del mouse un segundo o presionando los dos botones al mismo tiempo.



Figura 3.10 Iconos desplegables

**Tamaño de área:** se pueden hacer más grandes o chicas como se muestra en la figura 3.11, solo se tiene que posicionar el cursor en el cruce de las divisiones y arrastrarlo hasta donde se desee. De otra manera sería haciendo doble click en el título del área y solo se muestra esa vista como vemos en la figura 3.12.

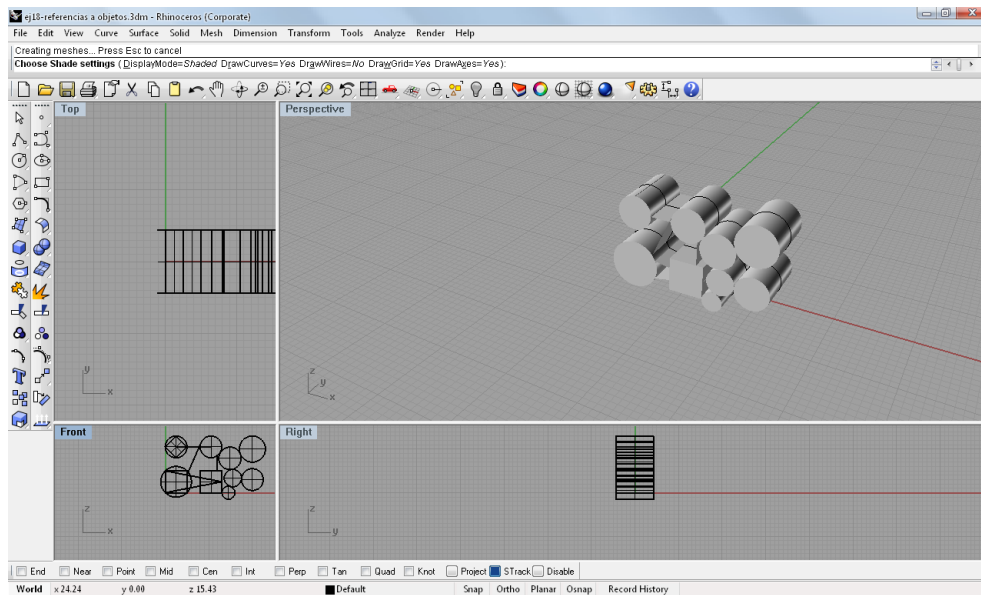
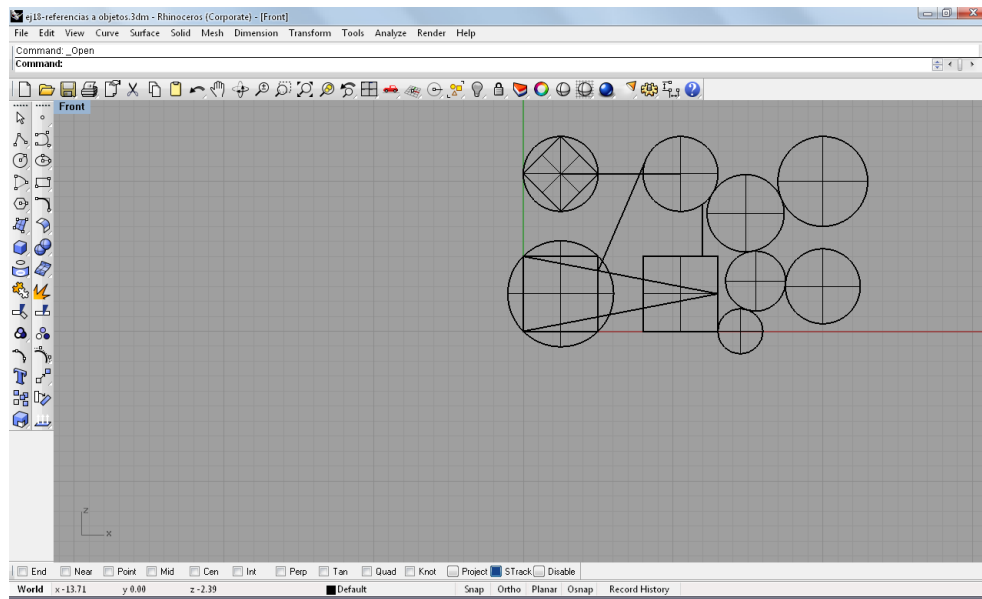


Figura 3.11 Modificar tamaño de vistas



**Figura 3.12 Muestra una vista en pantalla completa**

# CAPITULO 4

## HERRAMIENTAS DE RHINOCEROS 4.0

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS BARRAS DE HERRAMIENTAS

A continuación se describe la barra de herramientas principal que contiene los iconos de los comandos en la pantalla. Se puede personalizar la barra que se necesite, ocultarla o mostrarla, Rhino cuenta con 100 barras de herramientas en las que se pueden trabajar, se visualizan al dar click derecho con el mouse en el lado izquierdo bajo las barras de herramientas secundarias como se muestra en la figura 4.1.

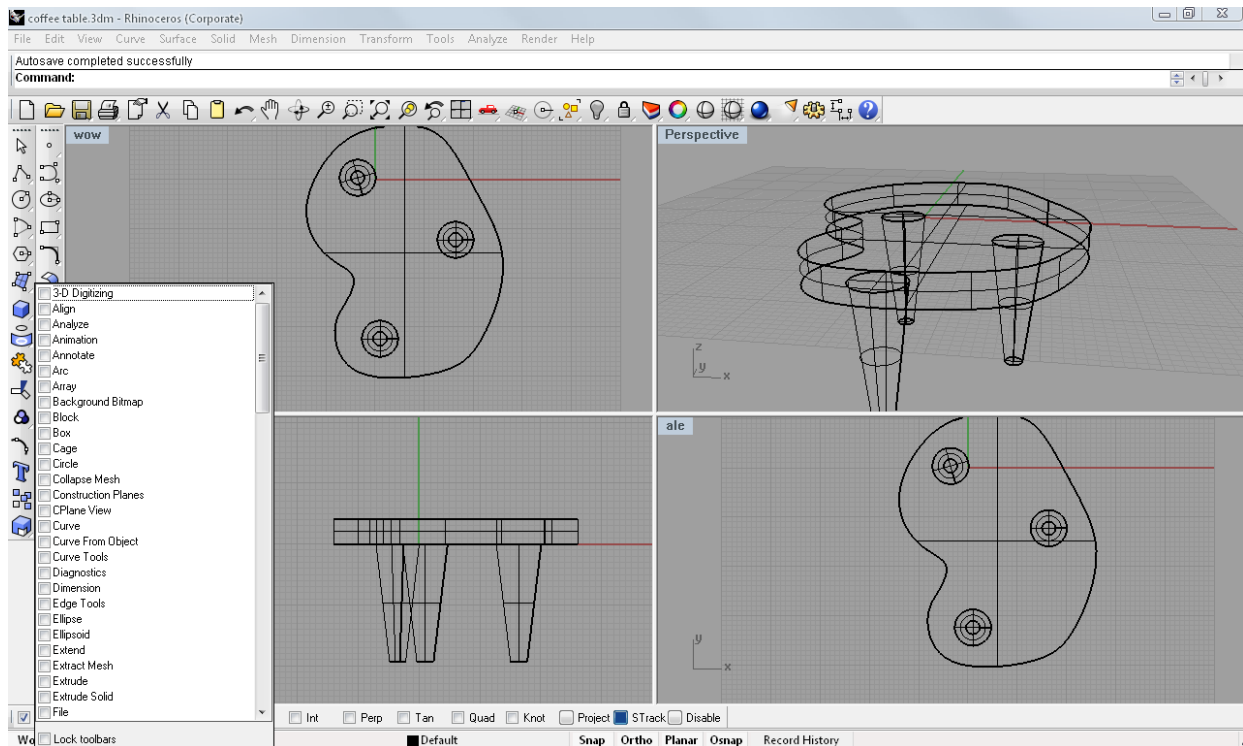











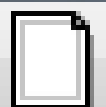






Figura 4.1 Desplegar barras de herramientas.

#### 4.1.1 BARRA DE HERRAMIENTAS PRINCIPAL






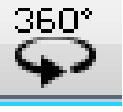


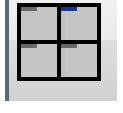
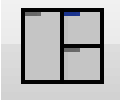
Dado que los comandos son muy parecidos en la mayoría de los programas, se van a mencionar brevemente los más importantes a continuación:




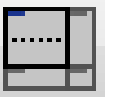

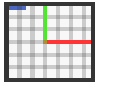
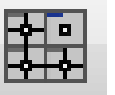




ICONO	COMANDO	DESCRIPCION
	Insert / Export	Inserta y exporta objetos de un archivo con la opción de lugar, escala, rotar, insertar como grupo, block u objeto individual.
	Attach/ Worksession	Abre un modelo existente como referencia geométrica.
	Incremental save	Guarda secuencialmente versiones numeradas del modelo.
	Autosave	Guarda automáticamente el modelo.
	Save small	Guarda objetos geométricos sin renderizado o análisis de mallas. Se guarda cuando se envía vía e-mail o para ahorrar espacio en disco.
	Save geometry only	No guarda capas, materiales, propiedades o notas. Es similar a exportar objetos.
	Exporting bitmaps	Crea archivos como protectores de pantalla y fondos de mapas de bits que son guardados en el modelo.
	Notes	Abre una ventana donde notas de texto pueden ser agregadas al modelo.
	Setworking directory	Selecciona el folder donde Rhino va a guarda los modelos.


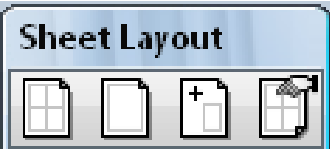
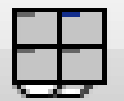

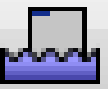

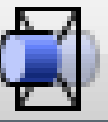


















	Document properties	Controla los escenarios del modelo actual.
	<b><u>PRINT</u></b>	Muestra la ventana seleccionada como vista de impresión e imprime el modelo como .PDF y este comando despliega:
	New Layout: 4 details	Muestra la impresión de pantalla de las cuatro vistas en una sola hoja.
	New Layout	Se seleccionan el número de vistas que se necesitan mostrar como impresión en una sola hoja.
	Add detail view	Se pueden editar las vistas de las últimas dos opciones.
	Layout properties	Administra las propiedades de impresión mostrada.
	Document Properties/Options	Controla los escenarios del modelo actual. / Controla las opciones globales de Rhino como: vistas, alias, apariencia, archivos, mouse, ayudantes de modelado, menú de contexto, etc.
	<b><u>PASTE / PASTE TO CURRENTLY LAYER</u></b>	Inserta objetos del portapapeles de Windows.
	<b><u>UNDO / REDO</u></b>	Deshace y rehace una acción. Este comando despliega:
	Undo selected	Rehace cambios recientes solamente de un objeto seleccionado.







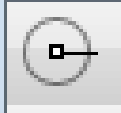



	Undo multiple / Redo multiple	Provee una lista reciente de comandos a rehacer. / Despliega una lista de cambios geométricos activados por el comando “undo”.
	Clear undo	Libera memoria borrando las acciones anteriores.
	<b><u>PAN</u></b>	Mueve la vista de la cámara y el objeto paralelo a la vista del plano.
	<b><u>ROTATE VIEW / ROTATE CAMERA</u></b>	Mueve la vista de la cámara alrededor del objetivo.
	<b><u>ZOOM DINAMIC / ZOOM BY SCALE FACTOR</u></b>	Acerca y aleja la vista actual por medio del mouse. / Acerca y aleja la vista actual con un valor específico.
	<b><u>ZOOM WINDOW / ZOOM TARGET</u></b>	Arrastra una ventana hacia el zoom. / Acerca la vista especificando un objetivo y ventana.
	<b><u>ZOOM EXTENDS / ZOOM EXTENDS ALL VIEWPORTS</u></b>	Amplia la ventana de manera que los objetos ocupan la ventana al máximo.
	<b><u>ZOOM SELECTED / ZOOM SELECTED ALL VIEWPORTS</u></b>	Acerca la vista para mostrar todos los objetos seleccionados en una o todas las ventanas





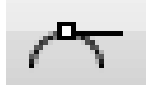
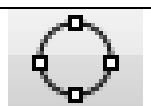




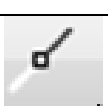
	<b><u>UNDO VIEW CHANGE / REDO VIEW CHANGE</u></b>	Deshace y hace los cambios vistos recientemente y este comando despliega:
	Tilt view	Rota la vista alrededor del eje formado por la línea entre la vista de la cámara y el objeto.
	Dolly zoom / Zoom lens	En una perspectiva, mueve el plano de la ventana seleccionada hacia adelante o hacia atrás. / Ajusta la extensión del lente de una vista de la cámara en una vista de perspectiva.
	Zoom 1:1 / Calibrate 1:1 scale	Acerca la ventana activa hasta 1:1 en base al cuadrante. / Calibra la pantalla para el comando zoom, opción 1 a 1.
	Undo view change / Redo view change	Deshace y hace los cambios vistos.
	Turntable / Turntable one cycle	Gira continuamente o un sólo ciclo la vista alrededor de un objetivo.
	Select redraw off / Select redraw on	Habilita y deshabilita la edición de la pantalla, plano de construcción o cambios de cámara durante la escritura.
	<b><u>VIEWPORT LAYOUT</u></b>	Centra las cuatro o más vistas en la pantalla, como aparecen originalmente.
	4 views / 4 defecto views	Muestra las cuatro vistas. / Acerca un poco las cuatro vistas.
	3 views / 3 defecto views	Muestras tres vistas (“perspective”, “front” y extiende “top”). / Extiende las tres vistas mostradas.

	Maximize / Restore viewport	Maximiza la vista seleccionada y regresa a las cuatro vistas.
	New viewport / close current viewport	Agrega una vista en el centro de la ventana.
	Viewport properties...	Muestra las propiedades de la vista seleccionada como información general, proyección y ubicación de la cámara y el objetivo.
	Split viewport horizontally	Divide horizontalmente la vista seleccionada en dos.
	Split viewport vertically	Divide verticalmente la vista seleccionada en dos.
	Grid on / Grid off	Muestra y oculta las rejillas.
	Synchronize view / Toggle linked views	Sincroniza la escala y el centro de todas las vistas de acuerdo a la vista activada.
	Change view projection / Set perspective angle	Cambia algún ángulo de proyección.
	Set lens length	Cuando la proyección está determinada como perspectiva, se puede cambiar el largo de la cámara, del normal de 35 mm a 43 a 50 mm.
	Background bitmap	Coloca y manipula una vista de fondo en la vista actual para seguimiento o análisis de diseño. Despliega también las opciones: 

	New layout: 4 details / New layout: 1 detail	Muestra una impresión de pantalla, seleccionando las ventanas necesarias y despliega: 
	Viewport tab controls / Toggle viewport tabs	Despliega una etiqueta de control a lo largo de la orilla de la vista. Es usado para manejar múltiples páginas de estilo de trabajo.
	Toggle floating viewport scale	Cambia el tipo de visor entre uno normal acoplado y un visor flotante, puede ser utilizado en los visores del modelo y en los visores de diseño.
	New floating perspective viewport / New floating viewport	Permite una vista de Rhinoceros que se encuentra fuera de los límites de la ventana principal de la aplicación de Rhino, esto permite flotar un visor y arrastrarlo hacia otro monitor.
	Read viewport layout from file	Coloca la vista de trabajo en el modelo actual para usar la hoja de trabajo en otro modelo de Rhino.
	Clipping plane	Hace un corte de los objetos seleccionados, del área que se necesite.
	<b><u>SET VIEW</u></b>	Cambia la vista a una vista estándar del actual plano de construcción del sistema global de coordenadas.
	Top view	Cambia la vista seleccionada a vista superior utilizando los ejes "Y" en vertical y "X" en horizontal.
	Bottom view	Cambia la vista seleccionada a vista inferior utilizando los ejes "Y" en vertical y "X" en horizontal.
	Left view	Cambia la vista seleccionada a vista lateral izquierda utilizando los ejes "Z" en vertical y "Y" en horizontal.




	Front view	Cambia la vista seleccionada a vista frontal utilizando los ejes "Z" en vertical y "X" en horizontal.
	Right view	Cambia la vista seleccionada a vista lateral derecha utilizando los ejes "Z" en vertical y "Y" en horizontal.
	Back view	Cambia la vista seleccionada a vista posterior utilizando los ejes "Y" en vertical y "X" en horizontal.
	Perspective view	Cambia la vista seleccionada a vista superior utilizando los ejes "Y" en vertical y "X" en horizontal.
	Edit named views	Muestra los nombres con los que han sido guardadas las vistas.
	Save view by name / Restore view by name	Cambia el nombre de la ventana seleccionada.
	Read viewports from file	Establece el diseño de visualización en el modelo actual para que coincida con el diseño de otro modelo de Rhino.
	Place target / Place camera and target	Administra las propiedades del visor.
	Plan view of CPlane	Centra la vista seleccionada en cada pantalla.
	Match perspective projection	Manualmente une la vista perspectiva con la imagen utilizada como fondo de pantalla de visualización.
	Top view of CPlane	Cambia la vista a una vista estándar del actual plano de construcción. Este comando despliega: 











	<b>CONSTRUCTION</b>	Administra las propiedades del plano de construcción y despliega:
	Set Cplane Origin	Muestra conjuntos de origen y la orientación del plano de construcción en el visor activo. También despliega las siguientes opciones: 
	Set UPlane mode / Set CPlane mode	Mueve el origen del plano de construcción.
	Set mobile construcción plane	Define el plano de construcción para un objeto seleccionado y mantiene la relación entre el plano de construcción y el objeto.
	<b><u>OBJECT SNAP</u></b>	Es el administrador de las opciones de osnap en el cual el cursor se situará en los puntos de las líneas tanto en medio como en las esquinas como en las tangentes. Este comando despliega:
	Show object snap toolbar / Hide object snap toolbar	Activa y desactiva la barra de herramientas en osnap.
	End / Persistent End	Ajusta la ubicación del cursor al punto final de una curva.
	Near / Persistent Near	Ajusta en una curva la ubicación del cursor, con referencia a otro punto.
	Point / Persistent Point	Ajusta el cursor en punto de un objeto, a un punto de control, a un punto de edición o a un vértice de

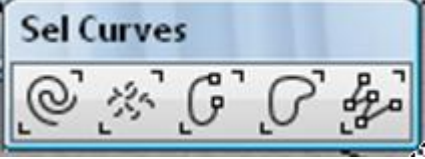









		una malla.
	Midpoint / Persistent Midpoint	Ajusta el cursor en un punto en la mitad de una curva.
	Center / Persistent Center	Ajusta el cursor en el centro de un círculo, arco, o polilínea cerrada.
	Intersection / Persistent Intersection	Ajusta el cursor en un punto de la intersección de dos curvas.
	Perpendicular to / Persistent Perpendicular to	Ajusta el cursor en un punto de la curva perpendicular al último punto seleccionado.
	Tangent to / Perpendicular Tangent to	Ajusta el cursor en un punto sobre una curva tangente.
	Quadrant / Persistent Quadrant	Selecciona un punto en el cuadrante de un círculo, arco o elipse.
	Knot / Persistent Knot	Designa puntos de control en bordes de superficies o curvas.
	From	Ajusta el cursor desde un punto base específico.
	Tangent from	Ajusta el cursor a lo largo de una recta tangente a una curva.
	Perpendicular from	Ajusta el cursor a lo largo de una línea perpendicular a una curva.
	Along line	Ajusta el cursor a lo largo de una línea.



	Along Parallel	Ajusta el cursor a lo largo de una línea paralela a una línea de referencia entre dos puntos.
	Between	Ajusta el cursor a la mitad de dos puntos específicos.
	On curve / Persistent on curve	Ajusta el cursor a lo largo de una curva seleccionada.
	On surface / Persistent on surface	Ajusta el cursor sobre una superficie curva seleccionada.
	On polysurface / Persistent on polysurface	Ajusta el cursor sobre una de las superficies de una polisuperficie.
	Disable / Enable object snap	Administra el estado de objeto ajustado.
	Toggle snap-to-locked	Bloquea el objeto.
	No osnap / Clear persistent osnaps	Si un comando está activo, se apaga No fuerza el cursor.
	Ortho toggle / Set ortho angle	Desactiva y activa la opción Ortho.
	Grid size / Snap size	Determina las medidas de la rejilla.
	Smart tracking on / Smart tracking off	Activa y desactiva la opción de Smart Track, el cual es un sistema de puntos temporales de referencia que se dibujan a partir de varios puntos tridimensionales.












	Smart tracking options	Modifica las opciones de Smart Tracking, como las generales, apariencia y comportamiento.
	<b><u>SELECT</u></b>	Administra las opciones de selección, por defecto es la opción de seleccionar todos los objetos.
	Select all	Selecciona todos los objetos.
	Select none	Deselecciona todos los objetos. Esta opción no funciona dentro de un comando de preselección de objetos.
	Invert Selection / Invert control point selection	Deselecciona todos los objetos y selecciona todos los objetos visibles que anteriormente no pudieron ser seleccionados.
	Select last created objects	Selecciona los últimos objetos modificados.
	Select previous selection	Re selecciona la última selección.
	Select by object name	Selecciona los objetos por su nombre.
	Select by ID	Selecciona los objetos por número identificador.
	Select duplicate objects / Select all duplicate objects	Selecciona objetos que son idénticos geoméricamente con otro objeto visible.
	Select by color	Selecciona todos los objetos de un color específico.
	Select by layer... / Select layer by number	Selecciona todos los objetos en una capa usando el botón "Pick".
	Select points	Selecciona todos los objetos de puntos.









	Select points clouds	Selecciona todos los objetos de nubes de puntos.
	Select all block instances / Select blocks by name	Selecciona todos los ejemplos de blocks.
	Select lights	Selecciona todas las luces.
	Select dimensions / Select text blocks	Selecciona todas las dimensiones.
	Select by group name	Selecciona un grupo por nombre.
	Select dots	Selecciona todos los puntos de la anotación.
	Select polysurfaces	Selecciona, abre y cierra polisuperficies y despliega: 
	Select surfaces	Selecciona, abre, cierra, corta y une superficies. Despliega: 
	Select meshes	Selecciona, abre y cierra mallas mediante: 
	Select curves	Selecciona las diferentes tipos de curvas, como curvas cortas, curvas abiertas, curvas cerradas y polilíneas, mediante las opciones que despliega:

		
	Lasso points	<p>Selecciona puntos de objetos, puntos de control y edita puntos mediante bocetos de formas irregulares alrededor de ellos.</p> 
	Select chain	<p>Selecciona bordes de curvas o superficies que se intersectan.</p> 
	Select objects with history	<p>Selecciona objetos con historia, objetos padres u objetos hijos.</p> 
	<b><u>VISIBILITY</u></b>	Administra las opciones de visibilidad.
	<b><u>VISIBILITY</u></b>	Administra las opciones de bloqueo.
	Hide objects / Show objects	Oculto objetos seleccionados.









		
	Show objects	Muestra todos los objetos ocultos.
	Show selected objects	Muestra objetos ocultos seleccionados.
	Invert selection and hide objects	Invierte la selección entre objetos ocultos y mostrados.
	Swap hidden and visible objects	Oculto todos los objetos visibles y muestra todos los objetos previamente ocultos.
	Lock objects / Unlock objects	Bloquea y desbloquea objetos para que no puedan ser editados.
	Unlock objects	Desbloquea todos los objetos bloqueados.
	Unlock selected objects	Desbloquea los objetos bloqueados seleccionados.
	Invert selection and lock objects	Muestra el estado de los objetos bloqueados, pero no pueden ser seleccionados para editarse.
	Swap locked and unlocked objects	Invierte la selección de objetos bloqueados y desbloqueados.
	Invert selection and hide control points / Show hidden control points	Invierte la selección de puntos de control y puntos de edición bloqueados.
	Hide control points / Show control points	Oculto puntos de control y de edición seleccionados.












	<b><u>LAYER</u></b>	Administra las opciones de capas.
	Edit layers...	Edita las opciones comunes de las capas, como, bloqueo, visibilidad, color y estado actual.
	Change object layer / Match object layer	Cambia la capa de los objetos seleccionados.
	One layer on	Activa una capa específica y las demás las desactiva.
	One layer off	Apaga una capa designada seleccionando un objeto.
	All layers on	Activa todas las capas.
	Duplicate layers	Copia una capa incluyendo todos sus atributos y geometrías.
	Copy objects to layer	Copia objetos seleccionados mediante una capa específica.
	Layer state manager	Guarda el estado actual de las capas en un archivo o reconstruye el estado de las capas de un archivo guardado.
	<b><u>PROPERTIES</u></b>	Administra las propiedades de los objetos y despliega las siguientes opciones:
	Object properties / Object characteristics	Administra las propiedades del objeto como es el material, luces, texto, y dimensiones.
	Edit material properties	Abre la ventana de propiedades de una página en específico y despliega las siguientes opciones:






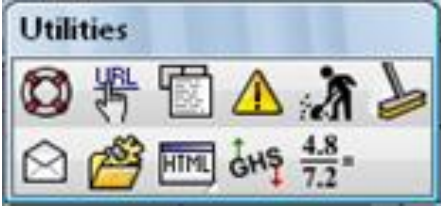



	Edit light properties	Administra las propiedades de las luces.
	Viewport properties...	Administra las propiedades de la vista seleccionada como su información general, su proyección y el acercamiento de la cámara.
	Document properties... / Options	Administra las propiedades del documento. Es igual a la opción "Smart Tracking Options"
	<b><u>SHADE</u></b>	Muestra temporalmente el diseño en sólido de la vista seleccionada. No se puede trabajar cuando se activa esta opción.
	<b><u>SHADE</u></b>	Administra las opciones de sombreado opaco mediante los siguientes iconos:
	Shade / Refresh Shade	Muestra temporalmente el diseño en modo sombreado a color en la vista seleccionada.
	Shaded viewport / Wireframe viewport	Muestra en la vista seleccionada el diseño en modo sombreado opaco a color y muestra las mallas que son usadas para el renderizado.
	X-ray viewport	Muestra en la vista seleccionada todas las mallas usadas para el diseño incluyendo las que no están en el frente.
	Ghosted viewport	Muestra en la vista seleccionada el diseño sombreado a color, de una forma traslúcida.
	Toogle flat shade mode	Muestra el diseño sin alisar las curvas, para que el usuario las pueda modificar en la ventana seleccionada.
	Toogle shade selected mode	Muestra el diseño solo con las mallas en las que se basa el diseño y dando click en alguno de los













		sólidos que lo conforma, lo sombrea.
	Rendered viewport / Wireframe viewport	Sombrea el sólido en tonos grises como una simulación de Open GL.
	RenderMesh Settings... / Advanced display settings...	Abre el administrador de propiedades para poder modificar la calidad del renderizado y otras opciones.
	Set object shading attributes / Reset custom shading attributes	Muestra las partes del sólido con las cualidades que el usuario desee como sombreado, vista en rayos-X, sólido, etc.
	Capture viewport file / Capture viewport to clipboard	Guarda la vista seleccionada como un archivo bitmap en la dirección y la extensión que se desee como Windows bitmap (.bmp), Targa (.tga), JPEG (.jpg, .jpeg), PCX (.pcx), PNG (.png), TIFF (.tif, .tiff) y se abre con el visor de imágenes y fax de Windows.
	<b><u>RENDER</u></b>	Abre una ventana separada de la vista seleccionada con el modelo sombreado en tonos grises.
	Render / Render Properties...	Abre una ventana separada de la vista seleccionada con el modelo sombreado en tonos grises. / Abre el administrador de propiedades para que el usuario modifique las opciones de renderizado como la resolución, el ambiente de luces, el fondo, etc.
	Render Preview	Renderiza la imagen mostrada en la vista seleccionada en una ventana separada al mínimo para ahorrar tiempo.
	Render Settings...	Abre el administrador de propiedades para que el usuario modifique las opciones de renderizado como



		la resolución, el ambiente de luces, el fondo, etc.
	Render Mesh settings... / Extract render mesh	Abre el administrador de propiedades para que el usuario modifique las opciones de la malla.
	Save rendered Image...	Después de abrir una ventana con el modelo renderizado, se puede guardar como archivos: Windows bitmap (.bmp), Targa (.tga), JPEG (.jpg, .jpeg), PCX (.pcx), PNG (.png), TIFF (.tif, .tiff).
	Animation tools	La barra de herramientas de animación provee al usuario de varias opciones de animación como girar en un solo eje, trazar la trayectoria, girar en modo aéreo y animación de día soleado (esta opción es muy útil y necesaria para ver las sombras los objetos basadas en la ubicación del sol, la mayor parte de los arquitectos, ingenieros civiles y planeadores de ciudades la utilizan).
		
	<b><u>LIGHTS</u></b>	Inserta un proyector de luz hacia el diseño. Estas no pueden ser renderizadas o sombreadas.
	Create spotlight	Inserta un proyector de luz hacia el diseño.
	Create point light	Inserta un objeto emisor de luz dentro del diseño, se pueden colocar el número de luces que se deseen, y el resultado se muestra cuando se renderiza la vista seleccionada.
	Create directional light	Inserta una luz simulando al sol definido mediante rayos en paralelo, solo se le da la dirección. La





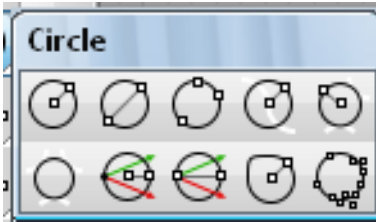




		ubicación no importa mucho, sólo indica que la luz brilla.
	Create rectangular light	Crea un reflejo de luz rectangular.
	Create linear light	Inserta una luz similar a un tubo fluorescente en el modelo.
	Bounce light	Agrega luces o líneas de ayuda para el modelo basado en lugares definidos por el usuario.
	Edit light properties	Edita las propiedades de la herramienta. 
	<b><u>TOOLS</u></b>	Administra las opciones globales de Rhino.
	3D digitizing	Esta opción se utiliza cuando se conecta un brazo 3-D y se inicia la digitalización. En esta opción se calibra al digitalizador. 
	Read command file...	Lee y ejecuta una secuencia de comandos de un archivo de texto.
	Command history / Save Command History as...	Muestra los comandos usados recientemente en una ventana flotante. Se obtiene con la tecla F2 mediante el teclado.
	Options	Abre el administrador de opciones de Vistas en el cual se pueden modificar la vista de la cámara, opciones de acercamiento, rotación, etc.

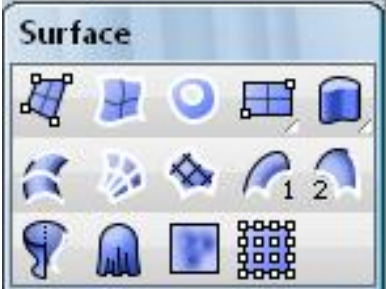



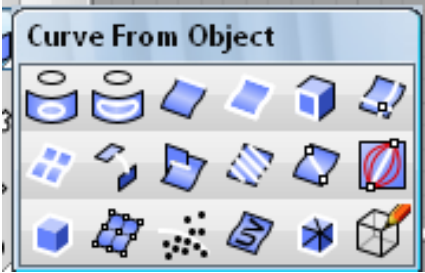


	Edit toolbar layout	Abre una ventana flotante con todas las barras de herramientas con las que se pueden trabajar en Rhino las cuales se pueden activar y desactivar. La mayoría de las barras si abrir están vinculadas a los íconos de las tres barras de herramientas que se muestran por defecto.
	Open toolbar collection	Se abren las barras de herramientas que están en la colección.
	Save open toolbar collections / Save an open toolbar collections	Guarda la colección de barras de herramientas abiertas.
	Plug-in manager	Abre una ventana para activar y descargar los plug-ins disponibles.
	Utilities	Abre cuadros de diálogo de ayuda para Rhinoceros, como calculadora, alerta de páginas, E-mail, Importar, Exportar, Macro editores, etc. 
	History settings	Graba y actualiza el historial de los objetos. 
	Check in license / Check out license	Checa la licencia para un administrador de grupos de trabajo. Cuando se ejecuta este comando, la licencia de Rhino se convierte en un nodo independiente.




	Place GIS earth anchor point	Fija información que introduce el usuario sobre la posición, latitud, longitud y elevación del modelo para el mapa de aplicaciones GIS.
	<b><u>DIMENSION</u></b>	Por defecto es el link para crear dimensiones lineales o verticales.
	Text / Single line of text	Crea un texto de cota en 2D.
	Edit text	Edita bloques de texto de cota bidimensionales.
	Ordinate dimensión	Crea dimensiones de un punto de origen a una característica
	Leader	Dibuja una directriz.
	Edit dimensión	Edita un texto de cota.
	Recent dimension text	Regresa la dimensión del texto a la que está por defecto.
	Hatch / Boundary hatch	Sombrea una superficie.
	Dimension properties	Abre el administrador de propiedades que permite modificar el estilo de dimensión.
	Make 2-D drawing	Crea la silueta del objeto seleccionado en un plano 2-D a lo largo de los ejes "X" y "Y".
	Set line type	Se selecciona el estilo de línea.

#### 4.1.2 BARRA DE HERRAMIENTS “MAIN 1”

La barra de herramientas “Main 1” se compone de:


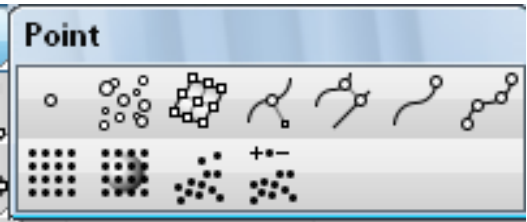

ICONO	COMANDO	DESCRIPCION
	<b>Cancel / Cancel All</b>	Cancela el comando actual y deselecciona objetos.
	<b>Polyline / Line segments</b>	Dibuja una polilínea como líneas o arcos, de este comando se despliega lo siguiente: 
	<b>Circle</b>	Crea círculos y maneja las siguientes variantes: 
	<b>Arc</b>	Dibuja arcos a partir de las siguientes: 
	<b>Polygon</b>	Crea una polilínea poligonal con un número específico de lados.
	<b>Surface from 3 or 4 Corner Points</b>	Crea una superficie a partir de las esquinas especificadas por el usuario.

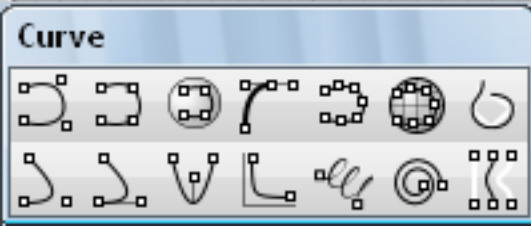






		
	<b>Box</b>	<p>Crea un sólido a partir de una base rectangular y la altura o a partir de esquinas diagonales y despliega lo siguiente:</p> 
	<b>Project to Surface</b>	<p>Crea curvas o puntos en una superficie que son la intersección de la superficie y curvas o puntos proyectados próximos al plano de construcción y despliega:.</p> 
	<b>Group</b>	<p>Crea una unidad de objetos seleccionados, mediante las siguientes opciones:</p> 

	<b>Edit Points On / Points Off</b>	Exhibe puntos de la curva evaluada para que pueda ser editada punto por punto.
	<b>Scale 3-D / Scale 2-D</b>	Cambia el tamaño de objetos seleccionados uniformemente en los planos X, Y y Z. 


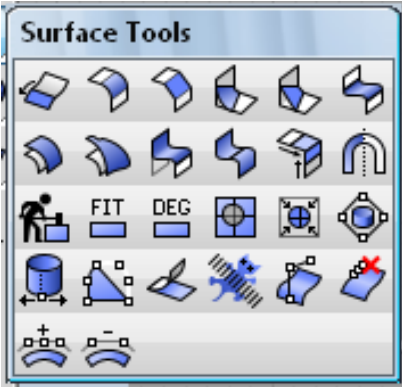




#### 4.1.3 BARRA DE HERRAMIENTAS “MAIN 2”





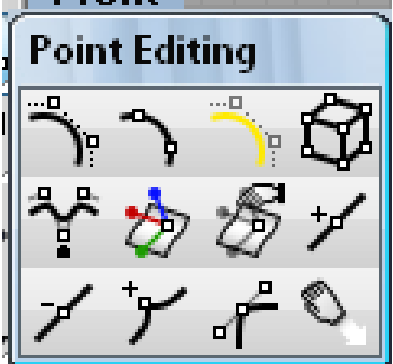


La barra de herramientas “Main 2” se compone de:




ICONO	COMANDO	DESCRIPCION
	<b>Point / Multiple Points</b>	Dibuja un punto o múltiples puntos en una ubicación específica, mediante las siguientes opciones: 
	<b>Control Point Curve / Curve Through Points</b>	Llamado también vértice de control o nodo. Son marcadores de objetos como curvas, superficies, luces, y dimensiones que no pueden ser separados de sus objetos y despliega las siguientes opciones:

		
	<b>Ellipse: from center</b>	Dibuja una curva elíptica cerrada con las diferentes opciones: 
	<b>Rectangle: corner to corner</b>	Dibuja una polilínea rectangular cerrada, mediante varios métodos: 
	<b>Fillet Curves</b>	Filetea las esquinas formadas por dos curvas o líneas, usando las variantes: 






	<p><b>Fillet Surface</b></p>	<p>Une dos superficies mediante el fileteado. Despliega las siguientes opciones:</p> 
	<p><b>Boolean Union</b></p>	<p>Corta el área compartida de polisuperficies seleccionadas y crea una polisuperficie única de los objetos, con las variantes:</p> 
	<p><b>Mesh from Surface / Polysurface</b> <b>Polysurface from Mesh</b></p>	<p>Crea mallas NURBS de poligonos de superficies o polisuperficies como las que se despliega:</p> 









	<p><b>Explode / Extract Surfaces</b></p>	<p>Fragmenta el objeto seleccionado en sus componentes.</p>
	<p><b>Split / Split surface by Isocurve</b></p>	<p>Divide NURBS en partes usando objetos o líneas como referencia de corte.</p>
	<p><b>Ungroup</b></p>	<p>Separa el status del grupo seleccionado.</p>
	<p><b>Control Point On / Points Off</b></p>	<p>Despliega puntos de control o vertices de mallas poligonales y despliega:</p> 
	<p><b>Move</b></p>	<p>Mueve objetos de un lugar específico a otro, mediante las siguientes variantes:</p> 









	<b>Rotate 2-D / Rotate 3-D</b>	Gira objetos alrededor de un eje perpendicular en el actual plano de construcción. / Gira objetos alrededor de un eje específico en el espacio tridimensional.
	<b>Analyze Direction / Flip Direction</b>	Debido a que algunos archivos se pueden dañar, esta opción analiza las distintas opciones que se muestran a continuación: <div style="text-align: center;">  </div>








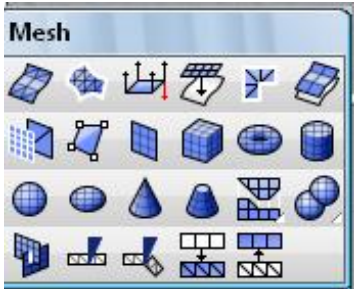
#### 4.1.4 BARRA “NEW IN VERSION 4”










En este apartado también se explican las actualizaciones de la Versión 4 de Rhino. La barra de herramientas “New in Version4” contiene lo siguiente:





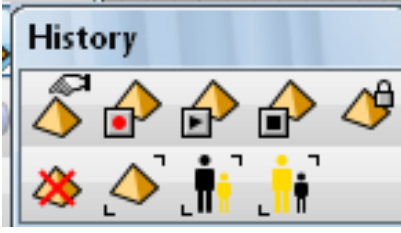




ICONO	COMANDO	DESCRIPCION
	<b>Box : Diagonal</b>	Crea un sólido a partir de esquinas diagonales.
	<b>Pyramid</b>	Crea una pirámide a partir de un polígono base y una altura.
	<b>Pipe, Round Caps</b>	Crea una superficie con perfil circular alrededor de una cubierta.

	<b>Boss</b>	Crea áreas extruidas en una superficie o polisuperficie basada en una curva plana.
	<b>Rib</b>	Extruye una curva plana hacia una superficie o sólido.
	<b>Slab from polyline</b>	Extruye y recubre una curva con tapas para crear un sólido.
	<b>Create Solid</b>	Crea una polisuperficie cerrada a partir de superficies seleccionadas y polisuperficies que limitan una región en el espacio.
	<b>Boolean Split / Boolean 2 Objects</b>	Corta áreas compartidas de polisuperficies o superficies seleccionadas para crear polisuperficies separadas.
	<b>Variable Radius Fillet / Variable Radius Blend</b>	Filetea y une múltiples bordes de polisuperficies de radio variable.
	<b>Variable Radius Chamfer</b>	Chafлана bordes de polisuperficies con distinto radio o distancia, corta las caras originales y une las superficies chafланadas a ellos.
	<b>Variable Radius Surface Fillet / Variable Radius Surface Blend</b>	Crea un filete entre bordes de superficies con valores de radio variables, corta las caras originales y une el resultado de las superficies.








	<b>Variable Radius Surface Chamfer</b>	Crea una superficie chaflanada entre bordes con valores de distancia variables, corta las caras originales y una las superficies resultantes.
	<b>Loft</b>	Crea una superficie adecuada a las curvas dadas que definen la forma de la superficie. Tiene 6 opciones: Normal, Loose, Tight, Straight sections, Developable y Uniform.
	<b>Sweep 1 Rail</b>	Crea una superficie adecuada al perfil de la superficie y a la curva que define el borde de la superficie.
	<b>Sweep 2 Rails</b>	Crea una superficie determinada por un perfil de la curva que define la forma de la superficie y dos curvas que definen los bordes.
	<b>Remove Surface Edge</b>	Aumenta superficies recortadas definidas por los cortes recientes.
	<b>Connect surfaces</b>	Extiende superficies para conectarlas.
	<b>Blend Surface</b>	Une dos superficies mediante una superficie mezclada.
	<b>Match Surface</b>	Ajusta el borde de una superficie que tiene una posición, tangencia o curvatura continua con otra superficie.



	<p><b>Symmetry</b></p>	<p>Crea formas haciendo simétricos cada uno de los movimientos que se hacen en cualquiera de los dos lados del espejo.</p>
	<p><b>Flow along surface</b></p>	<p>Copia objetos de una superficie de origen a una superficie objetivo acoplándose a esta y despliega las siguientes opciones:</p> 
	<p><b>Cage Edit / Create 3D Control cage object</b></p>	<p>Deforma objetos de cualquier complejidad usando puntos de control definidos, mediante las siguientes variantes:</p> 
	<p><b>Smash</b></p>	<p>Aplana una superficie curva.</p>
	<p><b>Mesh from Surface / Polysurface / Polysurface from Mesh</b></p>	<p>Crea mallas poligonales de superficies y polisuperficies NURBS.</p> 

	<b>Smart Tracking Options</b>	Abre una ventana que modifica las opciones del sistema de referencias temporal (Smart Track).
	<b>Smart tracking on / Smart tracking off</b>	Modifica las opciones de Smart Tracking, como las generales, apariencia y comportamiento.
	<b>Change Drag Mode</b>	Habilita objetos de arrastre paralelo a cualquiera de los siguientes planos: C-plane, World, View, UVN y Next.
	<b>Geodesic Curve</b>	Crea la curva más corta posible o geodésica entre dos puntos en una superficie.
	<b>Average 2 Curves</b>	Crea una curva entre otras dos ya definidas.
	<b>Curve Boolean</b>	Corta, separa y une curvas casadas en sus regiones traslapadas.
	<b>Hatch / Boundary Hatch</b>	Sombrea una superficie.
	<b>Ordinate dimension</b>	Muestra las distancias verticales u horizontales de un punto de origen a una faceta dimensionada.
	<b>Rebuild curves to master curve</b>	Reconstruye curvas o superficies seleccionadas de un grado específico a un específico número de grados de control.

	<b>Bounce Light</b>	Incluye luces o líneas de ayuda a un modelo basado en la ubicación de la zona iluminada definida por el usuario.
	<b>Soft move</b>	Mueve objetos con relación a un origen.
	<b>Thickness Analysis / Off</b>	Utiliza un color falso para mostrar las distancias entre dos superficies.
	<b>History Settings</b>	Guarda el historial y despliega las siguientes opciones: 
	<b>SelChain</b>	Selecciona curvas o bordes de superficies que se tocan en los extremos. 
	<b>Select Dots</b>	Crea una anotación de puntos que se mantienen en paralelo con la vista.
	<b>New Layout : 4 Details</b>	Crea un visor de diseño de impresión.



		
	<b>New floating perspective viewport / New floating viewport</b>	Permite una vista de Rhinoceros que se encuentra fuera de los límites de la ventana principal de la aplicación de Rhino, esto permite flotar un visor y arrastrarlo hacia otro monitor.
	<b>Toogle floating viewport state</b>	Cambia el tipo de visor entre uno normal acoplado y un visor flotante, puede ser utilizado en los visores del modelo y en los visores de diseño.
	<b>Viewport tab controls / Toogle viewport tabs</b>	Muestra una pestaña de control de interfaz de usuario a lo largo del visor en la parte inferior de las vistas.
	<b>Clipping plane</b>	Crea un plano de objetos de recorte y representa un plano para visibilidad de los objetos que se van a recortar en una vista específica.
	<b>Animation tools</b>	La barra de herramientas nos ayuda para la creación de vistas de animación en Rhino. Se pueden elegir entre pantallas de visualización diferentes y modos de renderizado para mostrar las imágenes.  

	<p><b>Exporting Bitmaps</b></p>	<p>Crea archivos de fondo y mapas de bits que se guardan en el modelo. Los comandos de “Export Bitmaps” exportan cualquier mapa a un folder específico.</p>
	<p><b>Set Object Shading Attributes / Reset custome shading Attributes</b></p>	<p>Muestra por separado los atributos de los objetos individualmente, independientemente del modo de visualización en el que se encuentre.</p>

# CAPÍTULO 5

## EJERCICIOS DE PRÁCTICA

En este capítulo se explica cómo hacer algunos diseños en el programa de Rhinoceros, aumentando el grado de dificultad en cada ejercicio.

### 5.1. PATITO

En este modelo, se va a trabajar en geometrías deformables (puntos de control), dividir superficies con curvas, mover objetos, cortar objetos (trim), mezclar superficies (Blend surface), renderizado, y uso de puntos de luz.

1.- Abrir una plantilla nueva.

2.- En el menú “Solid”, abrir la opción “Sphere” y seleccionar “Center, Radius”, como se muestra en la figura 5.1. Hacer dos esferas con el mismo procedimiento para que sean el cuerpo y la cabeza más o menos calculando que sean del tamaño de las que se muestran en la figura 5.2 en la vista frontal.

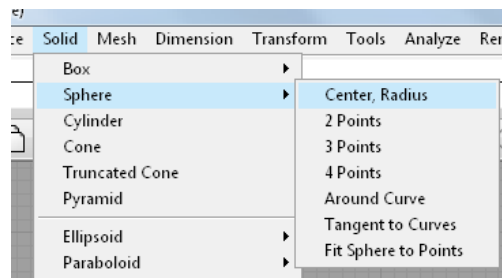


Figura 5.1 Selección de comandos

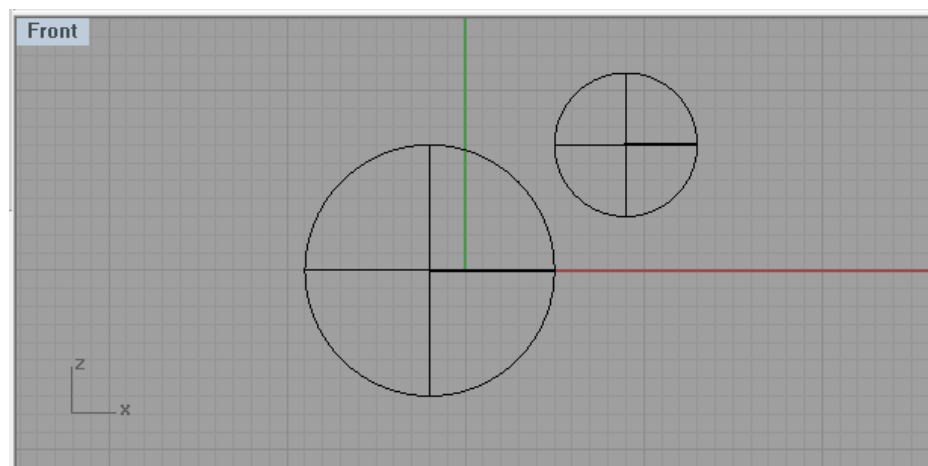
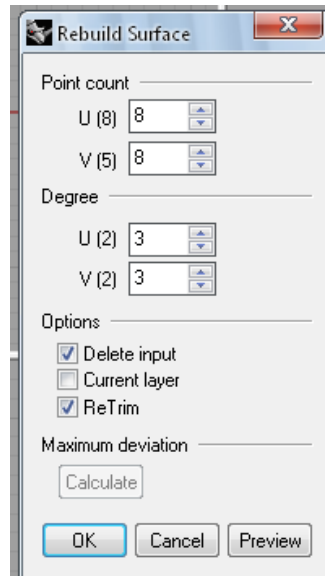


Figura 5.2 Cabeza y cuerpo del patito.

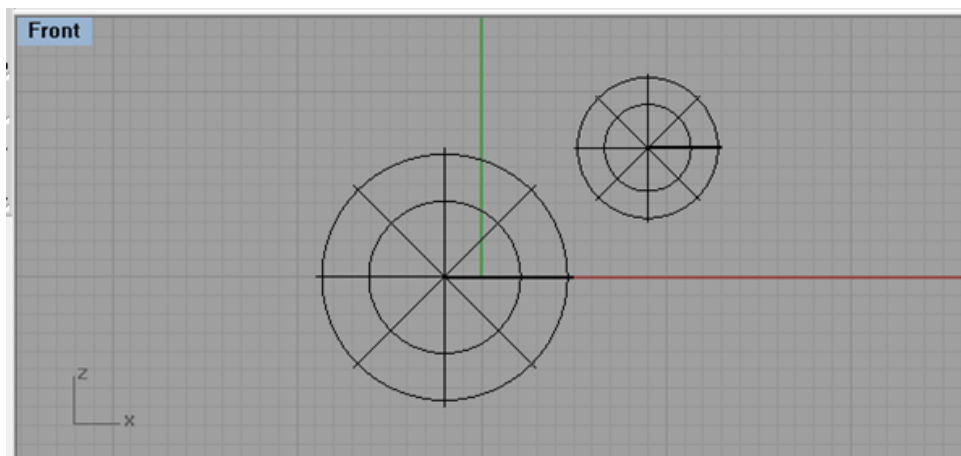
3.- Seleccionar ambas esferas.

4.- En el menú "Edit", seleccionar "Rebuild".

5.- Aparecerá una ventana de diálogo "Rebuild Surface" (Figura 5.3) en la que se tienen que modificar los valores de Point count a 8 para U y V y los valores de Degree a 3 para U y V; activar las casillas "Delete input" y "ReTrim". Ahora son superficies de grado 3, esto las hace más suaves o deformables como se mencionaba en el capítulo dos, (figura 5.4).



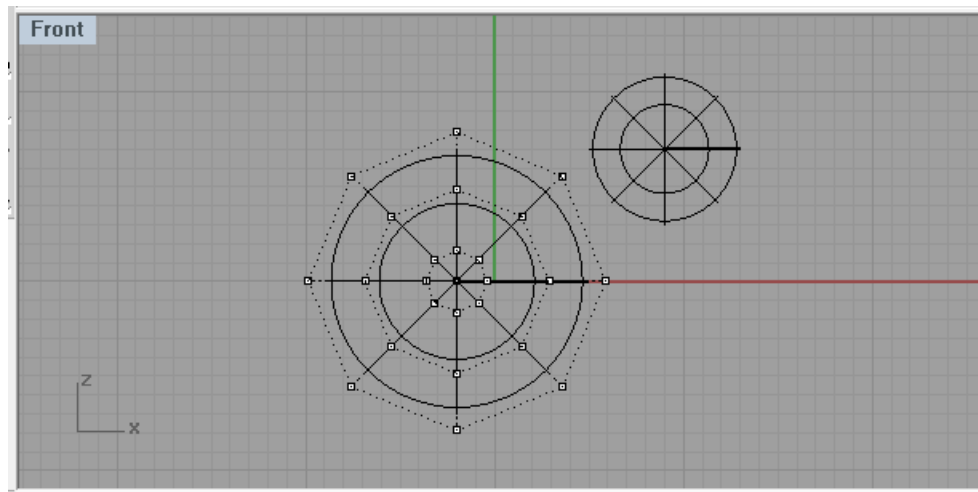
**Figura 5.3**



**Figura 5.4**

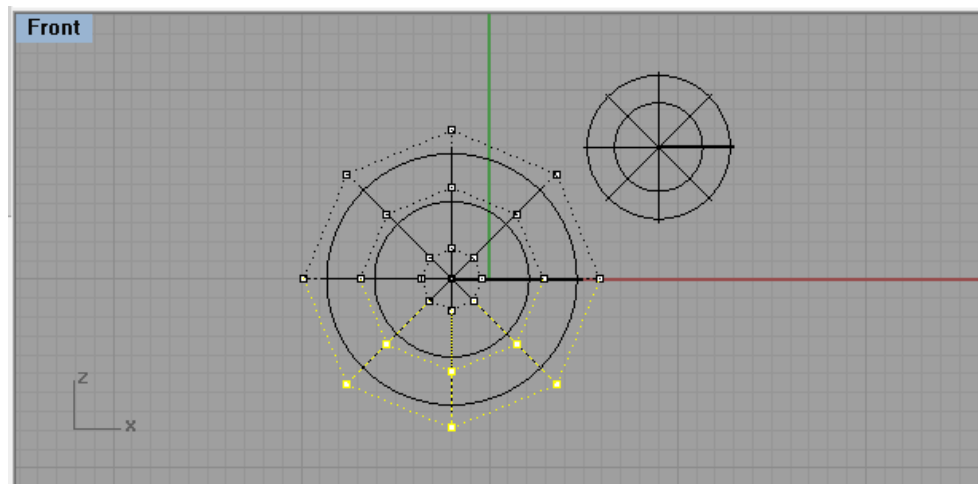
6.- Seleccionar la esfera grande.

7.- En el menú “Edit”, desplegar “Control Points” y seleccionar “Control Points On”, o con el acceso rápido F10, se mostrarán los puntos de control que dispusimos en el paso 5, como se muestra en la figura 5.5.



**Figura 5.5**

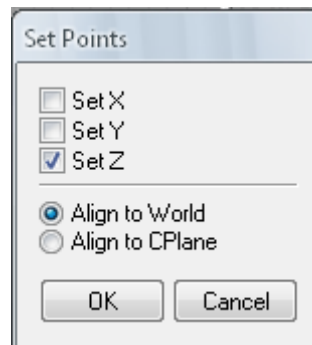
8.- En la vista frontal seleccionar los puntos que están en la parte inferior, como se muestra en la figura 5.6, puede ser seleccionando punto por punto, o por medio de una ventana.



**Figura 5.6**

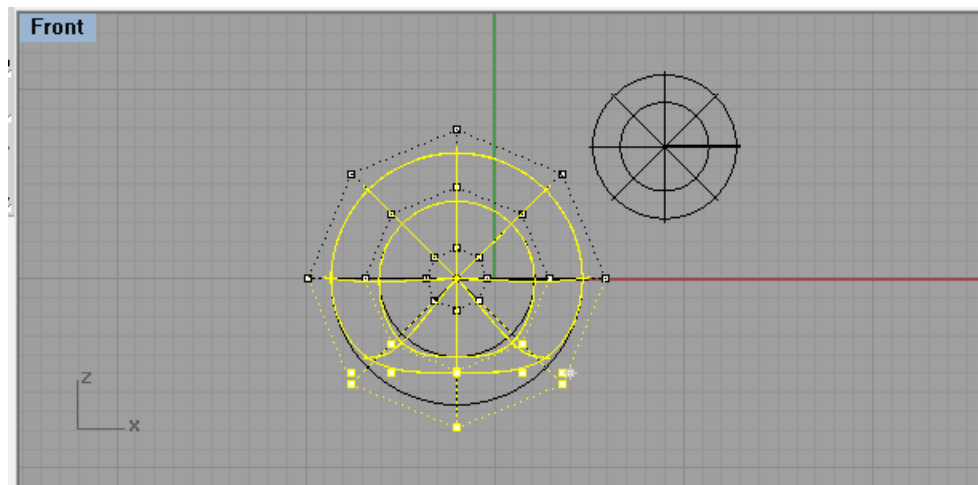
9.- En el menú “Transform”, seleccionar “Set Points”.

10.- Aparecerá la ventana de diálogo “Set Points”, activar las casillas “Set Z” y “Align to World”, como se muestra en la figura 5.7, estas casillas son para activar los planos en que necesita alinear los puntos de control seleccionados.



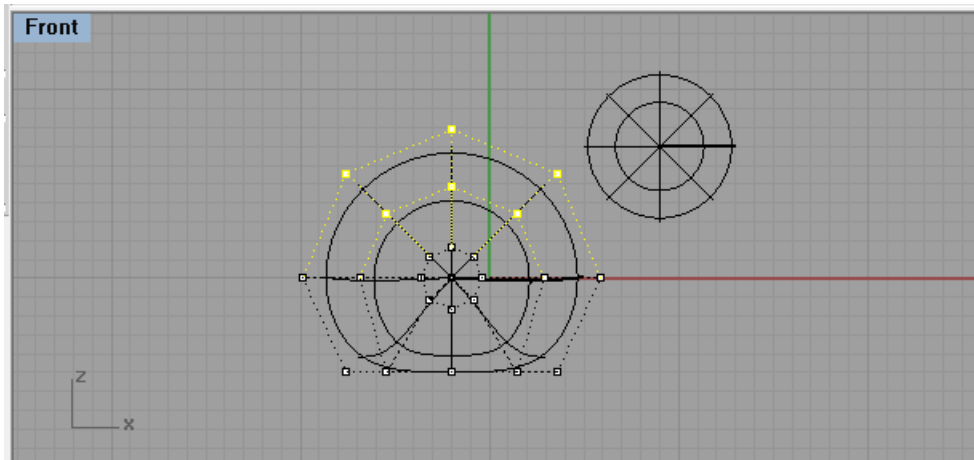
**Figura 5.7**

11.- Arrastrar hacia arriba los puntos de control, como se muestra en la figura 5.8.

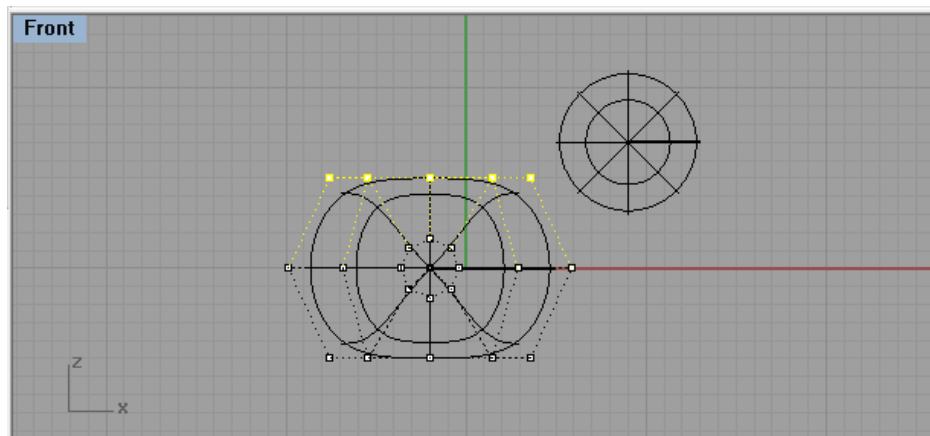


**Figura 5.8**

12.- Seleccionar los puntos de control de la parte superior de la esfera, como se muestra en la figura 5.9 y repetir los pasos 9, 10 y 11, como se muestra en la figura 5.10.

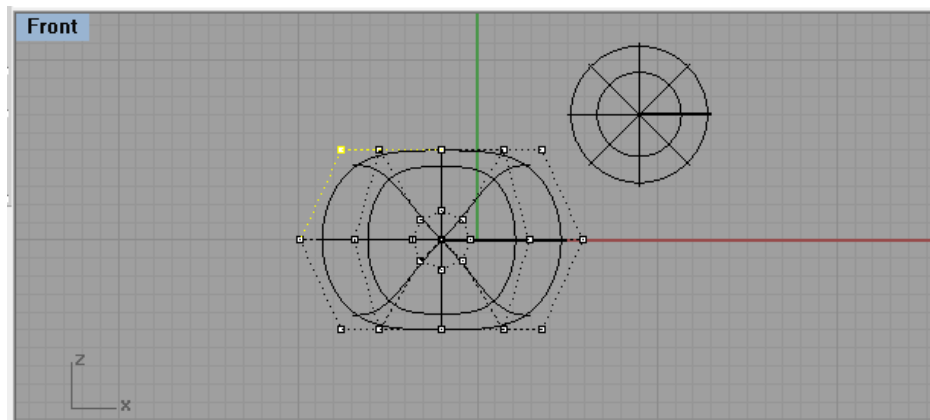


**Figura 5.9**



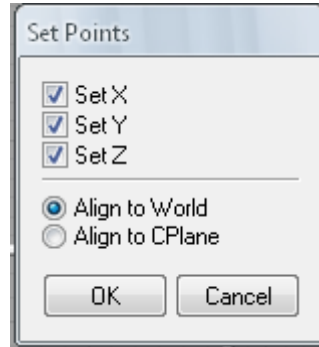
**Figura 5.10**

13.- Seleccionar el punto de control de la parte superior izquierda, como en la figura 5.11., se puede ver en la vista superior que en realidad se seleccionaron dos puntos, pero como están alineados, parece uno.



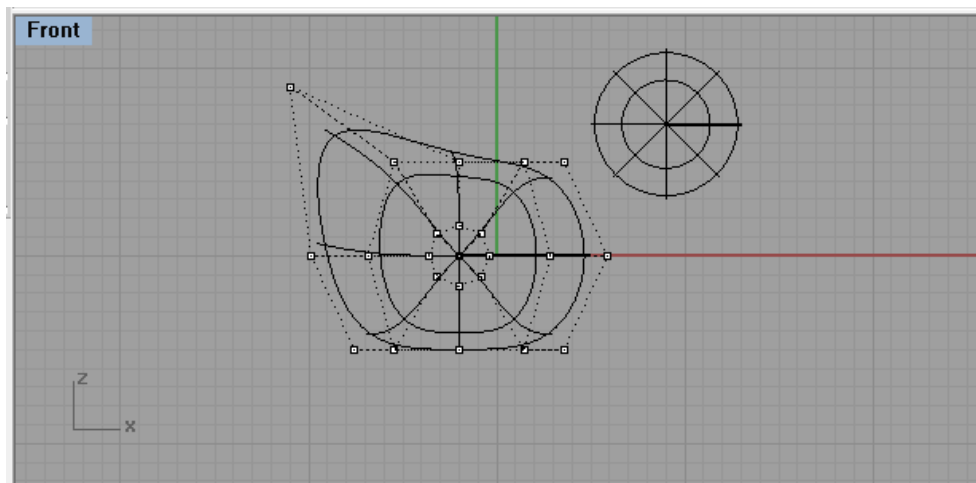
**Figura 5.11**

14.- En la ventana de diálogo activar las casillas “Set X”, “Set Y”, “Set Z” y “Align to World”, como en la figura 5.12.



**Figura 5.12**

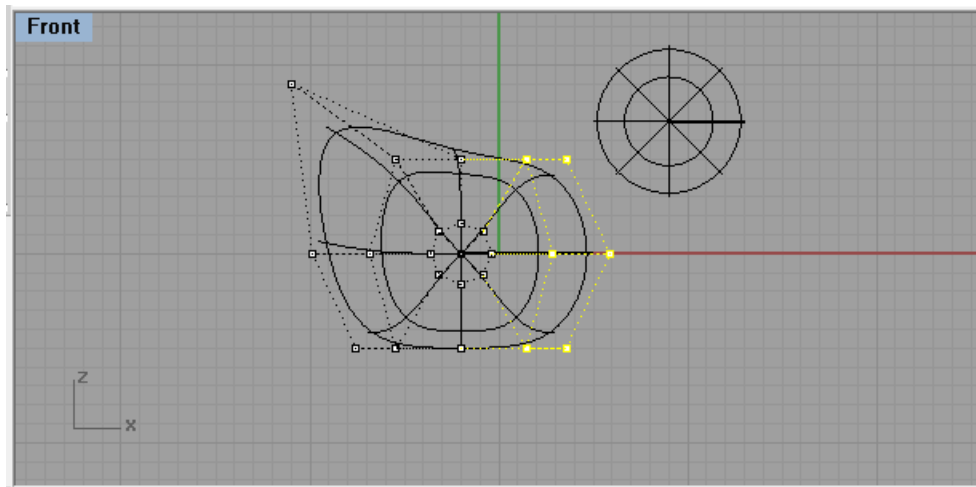
15.- Estirar los puntos de control hacia arriba en la ventana frontal, como en la figura 5.13 esto es para darle forma a la cola del patito.



**Figura 5.13**

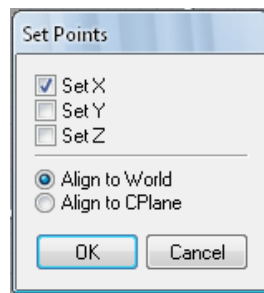
16.- Seleccionar los puntos de la parte izquierda del cuerpo, como muestra la figura 5.14.





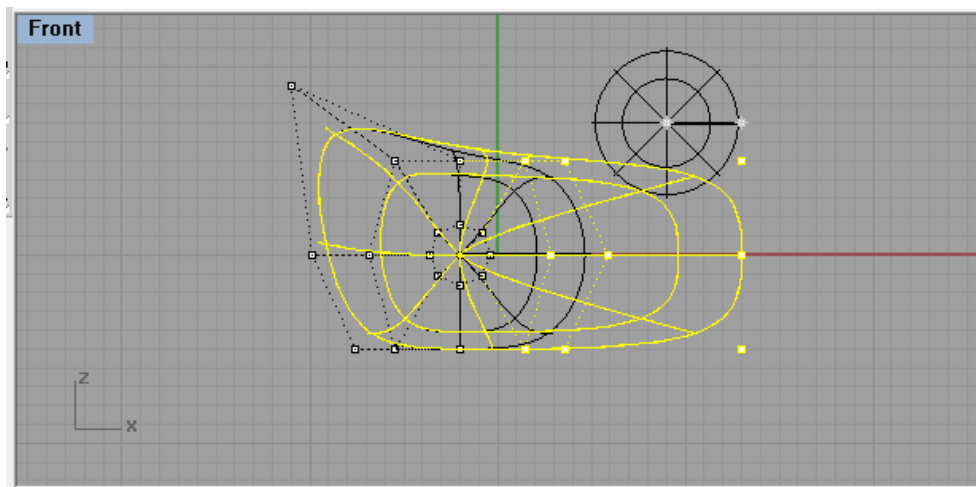
**Figura 5.14**

17.- En la ventana de diálogo activar las casillas “Set X” y “Align to World”, como en la figura 5.15.



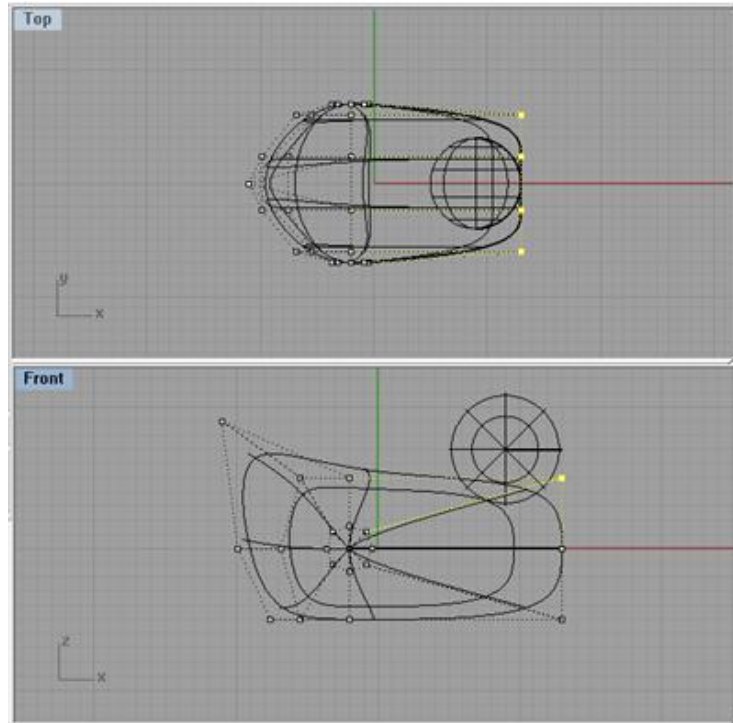
**Figura 5.15**

18.- Arrastrar los puntos de control hacia la izquierda, para formar el pecho como se muestra en la figura 5.16.



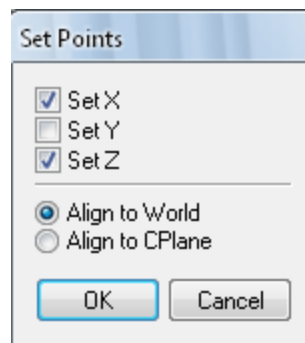
**Figura 5.16**

19.- Seleccionar los puntos de control superiores como se muestra en la figura 5.17.



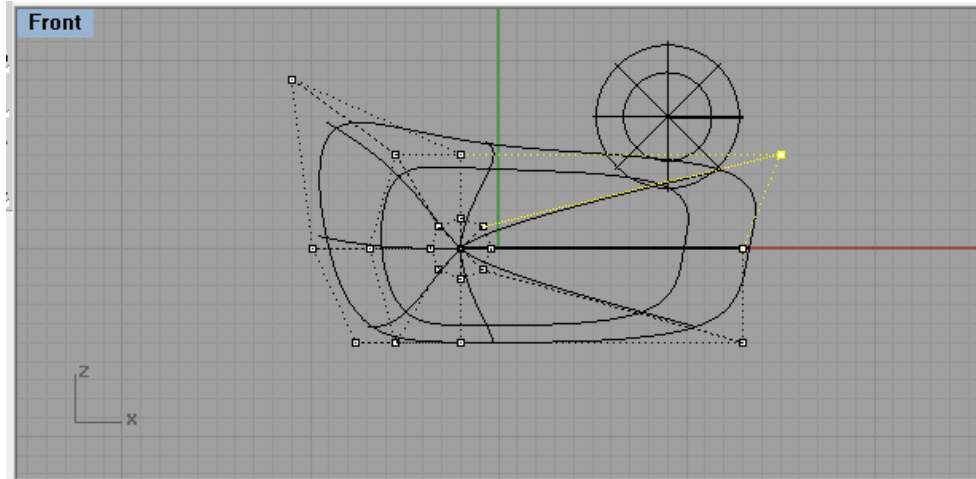
**Figura 5.17**

20.- En la ventana de diálogo activar las casillas “Set X”, “Set Z” y “Align to World”, como aparece en la figura 5.18.



**Figura 5.18**

21.- Arrastrarlo hacia arriba como se muestra en la figura 5.19.

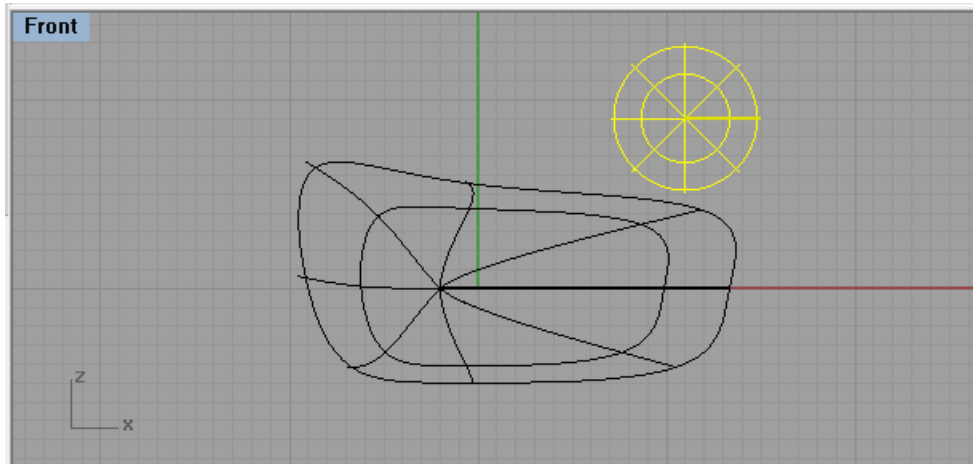


**Figura 5.19**

22.- Pulsar “Esc” para desactivar los puntos de control.

23.- Seleccionar la esfera pequeña.

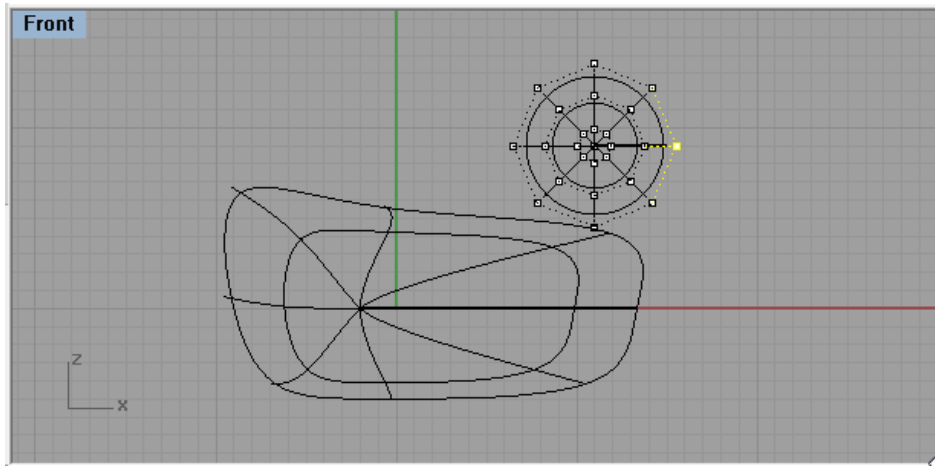
24.- Debido a que la cabeza está muy cerca del cuerpo, la seleccionamos y movemos con el botón izquierdo del mouse. Como se muestra en la figura 5.20.



**Figura 5.20**

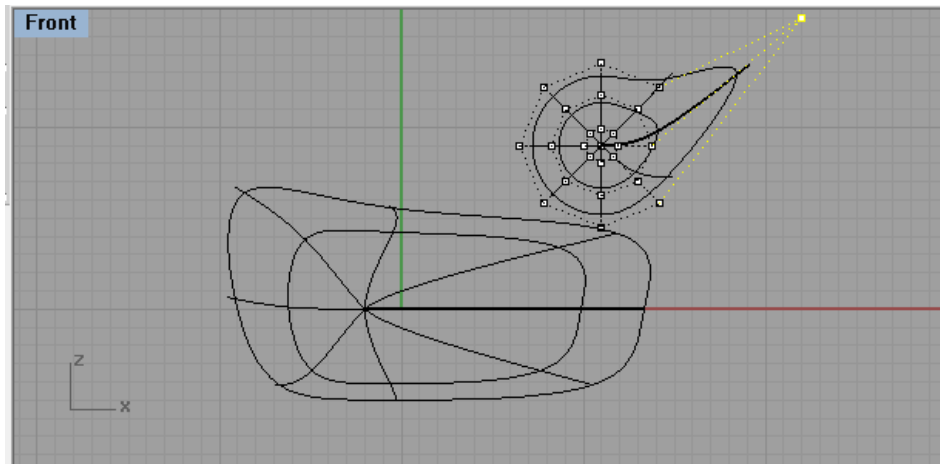
25.- Repetir paso 7. En el menú “Edit”, desplegar “Control Points” y seleccionar “Control Points On”, o con el acceso rápido F10.

26.- Seleccionar los puntos del lado derecho, como se muestra en la figura 5.21.



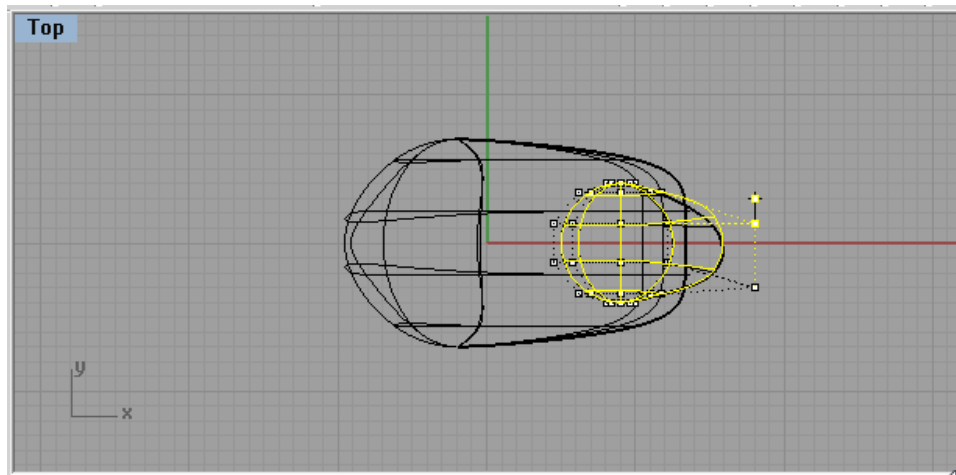
**Figura 5.21**

27.- Arrastrar los puntos de control hacia arriba, como se muestra en la figura 5.22, para formar el pico del pato.



**Figura 5.22**

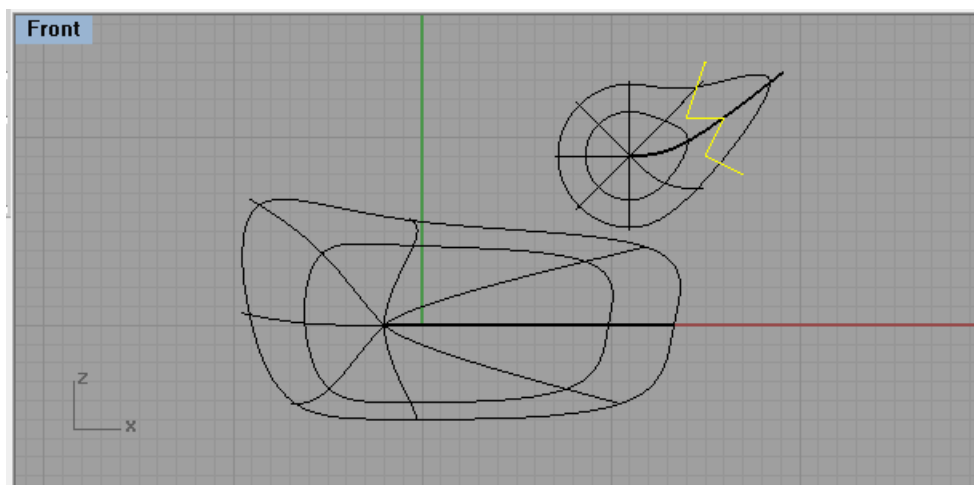
28.- Seguir deformando el pico hasta darle forma en la vista superior, como se muestra en la figura 5.23.



**Figura 5.23**

29.- Desactivar los puntos de control, presionando la tecla "F11"

30.- En el menú "Curve", desplegar la opción "Polyline" y seleccionar "Polyline" para hacer una línea como se muestra en la figura 5.24.

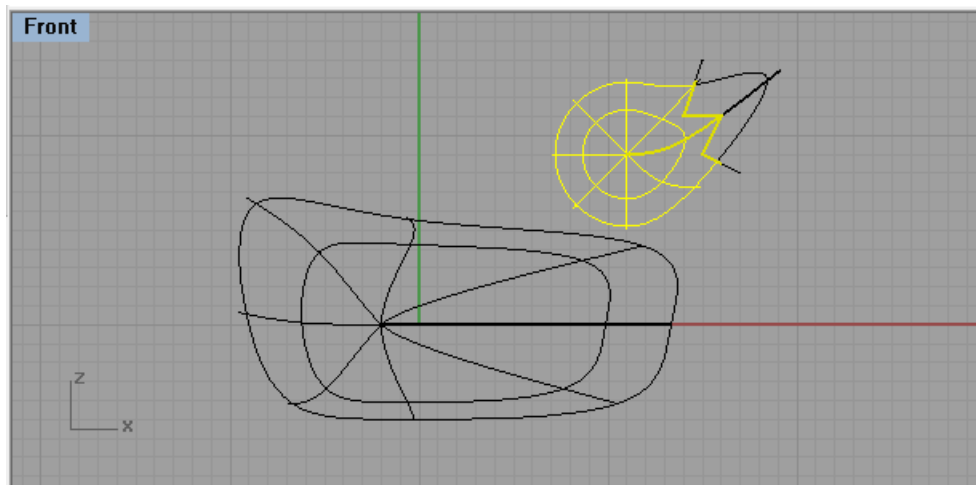


**Figura 5.24**

31.- En el menú "Edit", seleccionar la opción "Split".

32.- En el aviso de comandos dirá "Select objects to split (Point Isocurve):", se tiene que seleccionar la cabeza del pato y dar Enter.

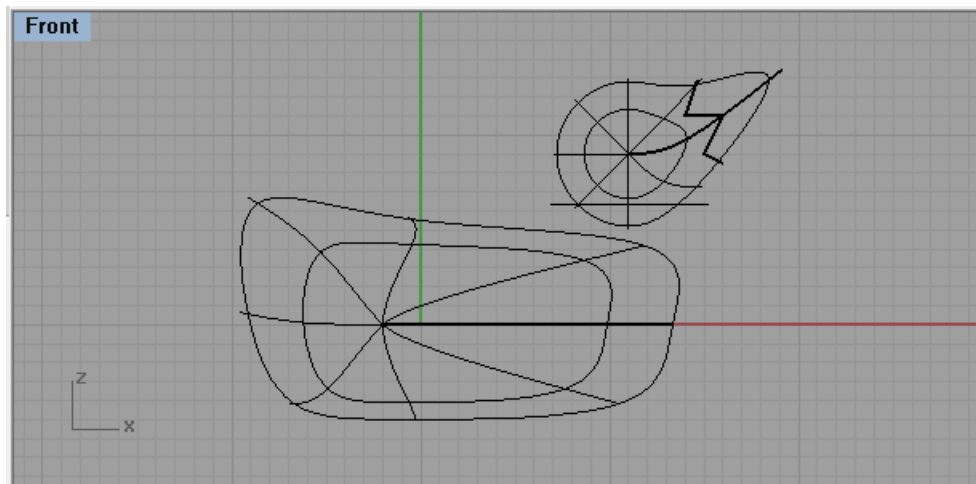
33.- Después dirá "Select cutting objects (Isocurve):" seleccionar la polilínea y dar Enter, con esto ya se separó el pico de la cabeza, como se muestra en la figura 5.25.



**Figura 5.25**

34.- Borrar la polilínea.

35.- En el menú “Curve”, desplegar “Line”, seleccionar “Single line”, para hacer una línea en la parte inferior de la cabeza, como se muestra en la figura 5.26.

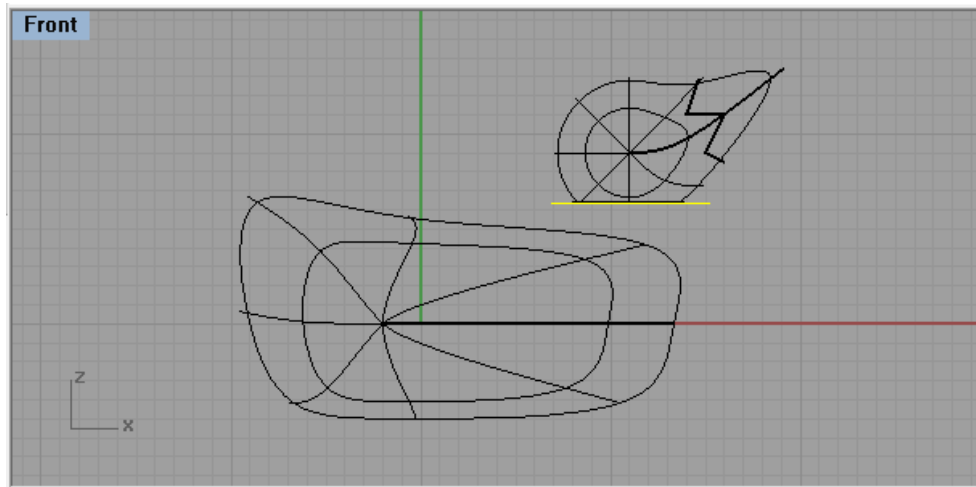


**Figura 5.26**

36.- En el menú “Edit”, seleccionar “Trim”.

37.- En la barra de comandos aparecerá “Select cutting objects (ExtendLines=No ApparentIntersections=No ):”, seleccionar la línea y dar Enter.

38.- Ahora aparecerá “Select cutting objects. Press Enter when done (ExtendLines=No ApparentIntersections=No ):”, seleccionar la parte inferior de la cabeza y dar Enter para eliminarla, como se muestra en la figura 5.27.

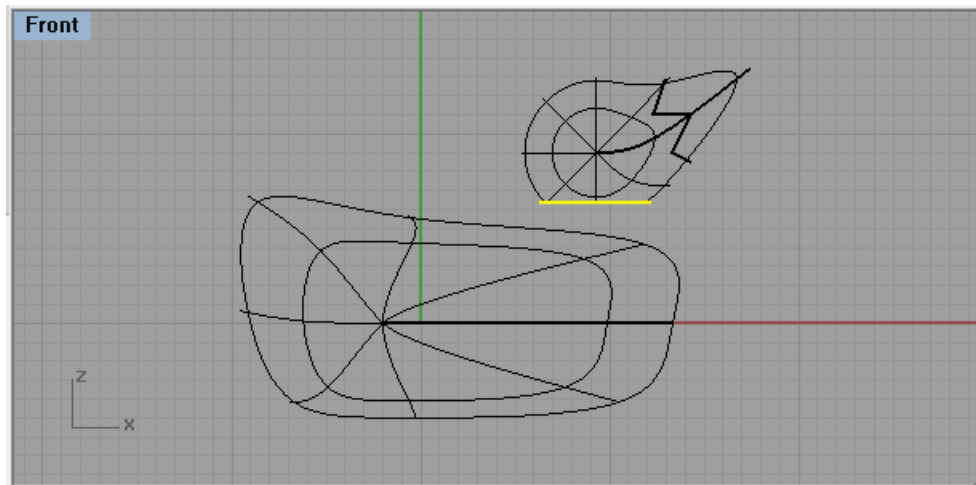


**Figura 5.27**

39.- Borrar la línea.

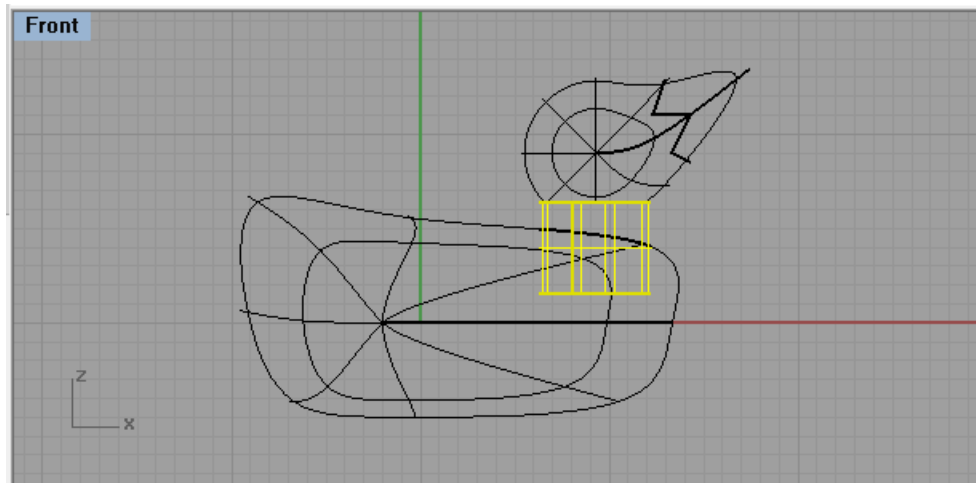
40.- En el menú “Surface”, desplegar la opción “Extrude Curve” y seleccionar “Straight”.

41.- Aparecerá en la barra de comandos “Select curves to Extrude:”, seleccionar la parte inferior de la cabeza, como se muestra en la figura 5.28 y dar Enter.



**Figura 5.28**

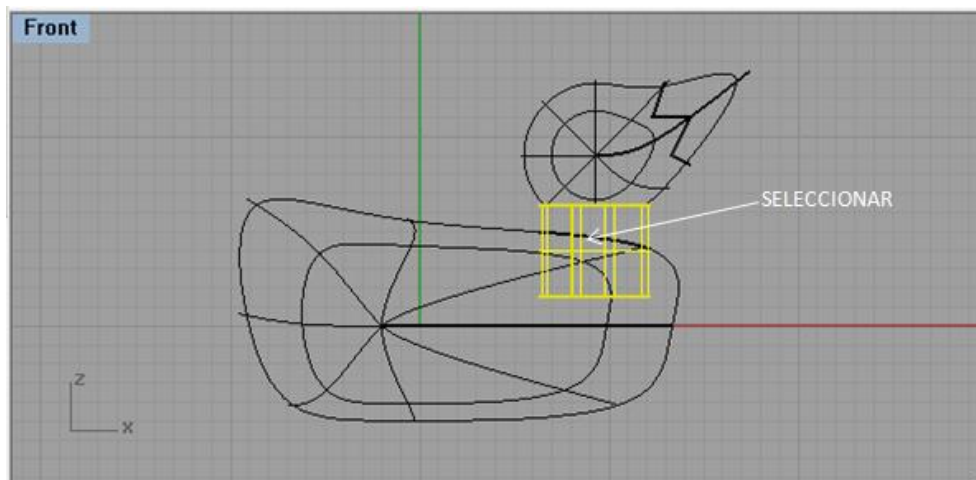
42.- Aparecerá “Extrusion distance <20>(Direction BothSides=No Cap=No DeleteInput=No)”, arrastrar con el mouse el cuello hasta que intersecte el cuerpo, como se muestra en la figura 5.29 y dar Enter.



**Figura 5.29**

43.- En el menú “Edit”, elegir “Trim” y seleccionar la superficie extruida, dar Enter.

44.- Seleccionar el cuerpo del pato en el interior de la superficie extruida, como se muestra en la figura 5.30 y dar Enter. Se verá la línea remarcada.



**Figura 5.30**

45.- Eliminar la superficie Extruida.

46.- En el menú “Surface”, seleccionar “Blend surface”, la barra de comandos dirá “Select segmente for first Edge (AutoChain=No ChainContinuity=Tangency):”, seleccionar la curva en la parte inferior de la cabeza (1) y dar Enter.

47.- Ahora aparecerá “Select segment for second Edge (AutoChain=No ChainContinuity=Tangency):”, seleccionar la curva en la parte superior del cuerpo (2), como se muestra en la figura 5.31.



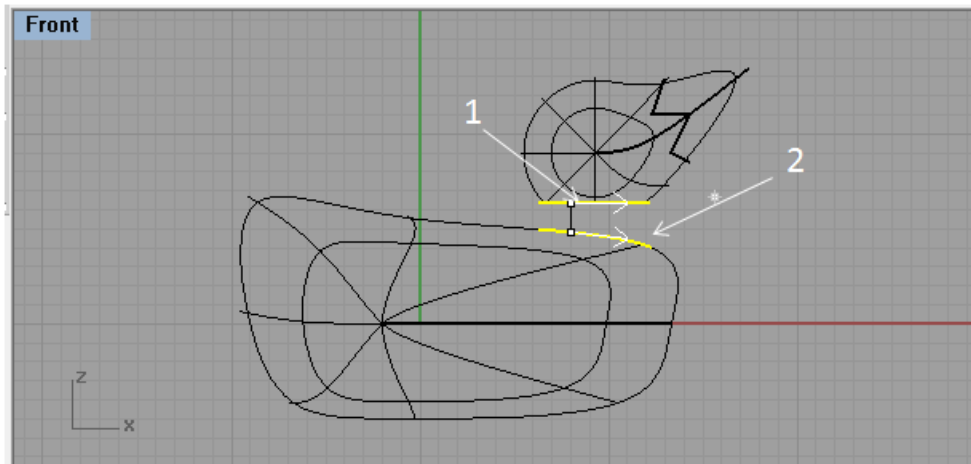


Figura 5.31

- 48.- La barra de comandos mostrará “Adjust curve seams (Flip Automatic Natural):”, dar Enter.  
 49.- Aparecerá la ventana de diálogo “Adjust Blend Bulge”, en las dos casillas seleccionar “1.0”, como se muestra en la figura 5.32, dar en “OK”

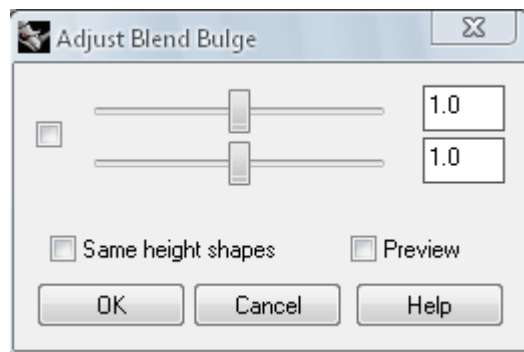


Figura 5.32

- 50.- La superficie se mezclará y el cuello quedará como en la figura 5.33.

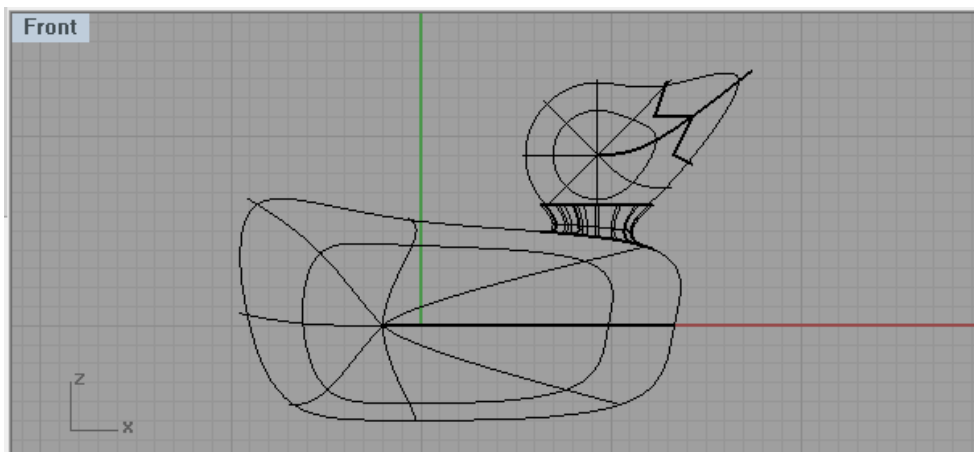
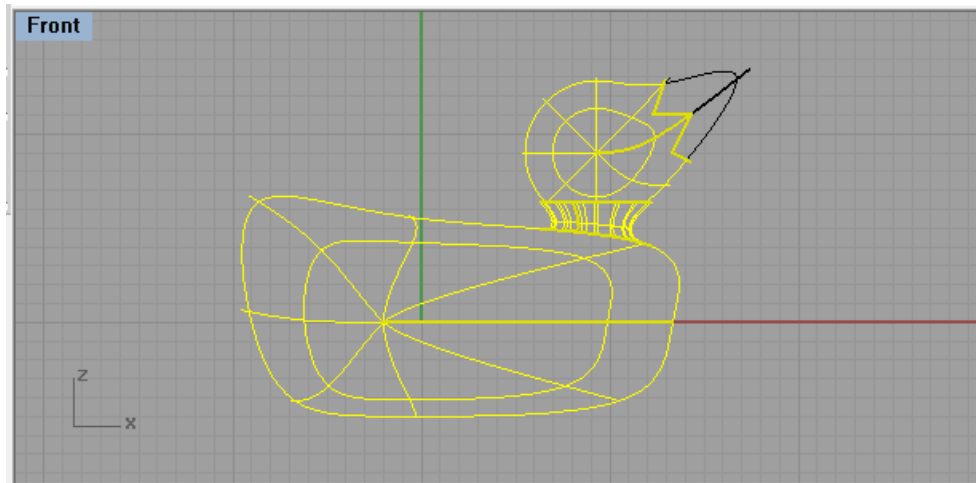


Figura 5.33

51.- En el menú “Edit”, elegir “Join” y seleccionar el cuerpo, el cuello y la cabeza, dar Enter, con esta opción se unieron las tres partes, como se muestra en la figura 5.34.

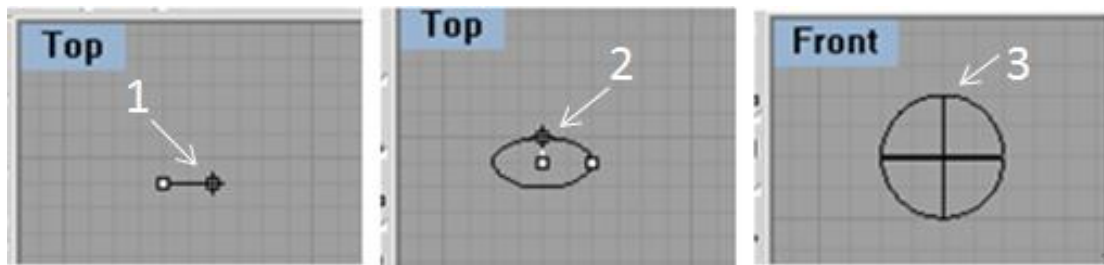


**Figura 5.34**

52.- Activar el comando “Ortho” y “Snap”.

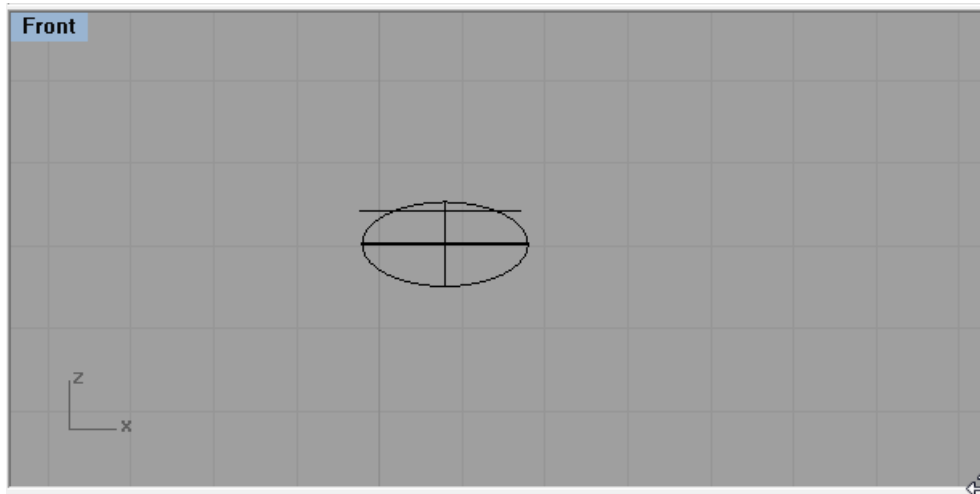
53.- En el menú “Solid”, desplegar “Elipsoid”, seleccionar “From Center”

54.- En la vista superior seleccionar un punto (1), cuando la barra de comandos muestre “End of first axis (Corner):” seleccione otro punto (2), cuando muestre “End of second axis:” seleccionar un punto en la vista frontal (3), como se muestra en la figura 5.35, para formar el ojo.



**Figura 5.35**

55.- En el menú “Curve”, desplegar “Line” y seleccionar “Single Line” para hacer una línea que divida el ojo y hacer la pupila, como se muestra en la figura 5.36.



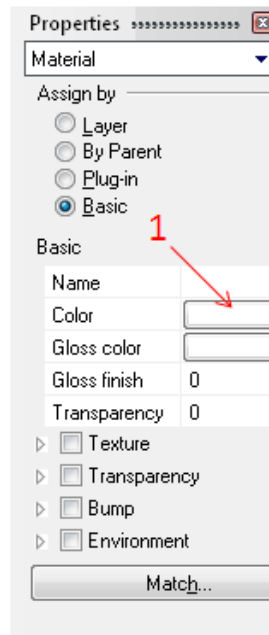
**Figura 5.36**

56.- En el menú “Edit”, elegir “Split”, la barra de comandos dirá “Select objects to Split (Point Isocurve):”seleccionar el elipsoide y dar Enter, después dirá “Select cutting objects (Isocurve):” seleccionar la línea y dar Enter. En este pasó se dividirá en dos partes.

57.- Borrar la línea creada.

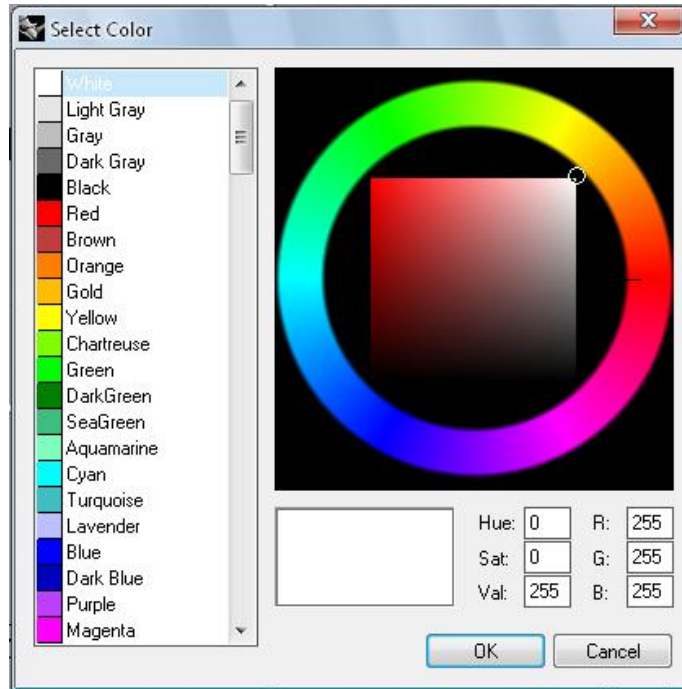
58.- Seleccionar la parte superior del elipsoide.

59.- En el menú “Edit”, seleccionar “Object Properties” o dar click en F3. Aparecerá la ventana “Properties”, desplegar y seleccionar “Material” y activar “Basic”. Ya activado, dar click en la barra de “Color” como se muestra en la figura 5.37.



**Figura 5.37**

60.- Se abrirá la ventana “Select color”, como en la figura 5.38, ya que es la pupila, se escoge el color negro y se selecciona OK.



**Figura 5.38**

61.- Para renderizar el ojo, seleccionar la vista superior. En el menú “Render”, elegir “Render”. Aparecerá una ventana como la figura 5.39, donde se distinguen los colores del ojo.

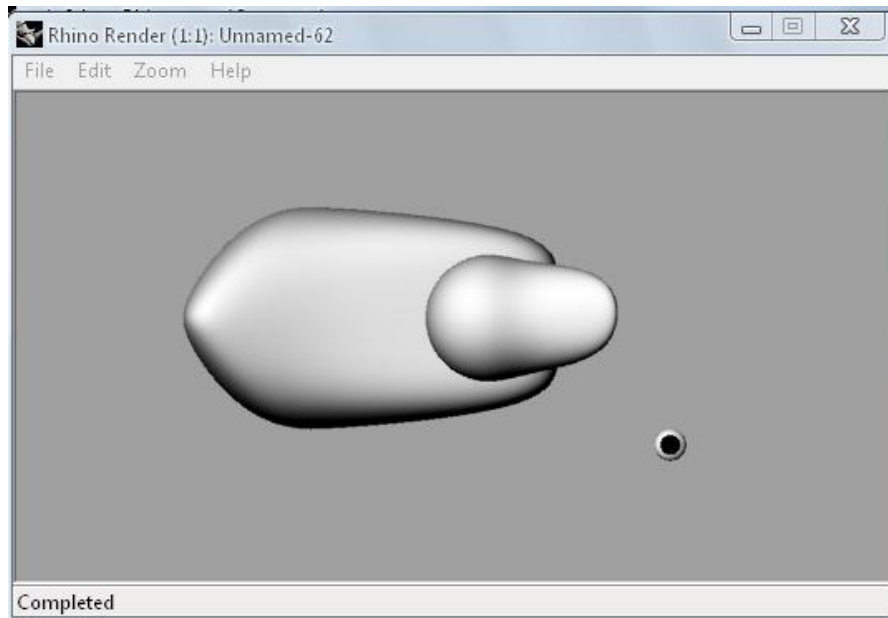


Figura 5.39

62.- En el menú "Transform", desplegar "Orient" y seleccionar "On Surface". Cuando la barra de comandos diga "Select objects to orient:" seleccionar el ojo y dar Enter. Después dirá "Reference point 1 (OnSurface):" seleccionar en la vista superior el centro del ojo, después va a decir "Reference point 2:" seleccionar el segundo punto como se muestra en la figura 5.40. Luego mostrará "Surface to orient on:", en la vista frontal se seleccionará la cabeza del pato y asignar la ubicación como se muestra en la figura 5.41.

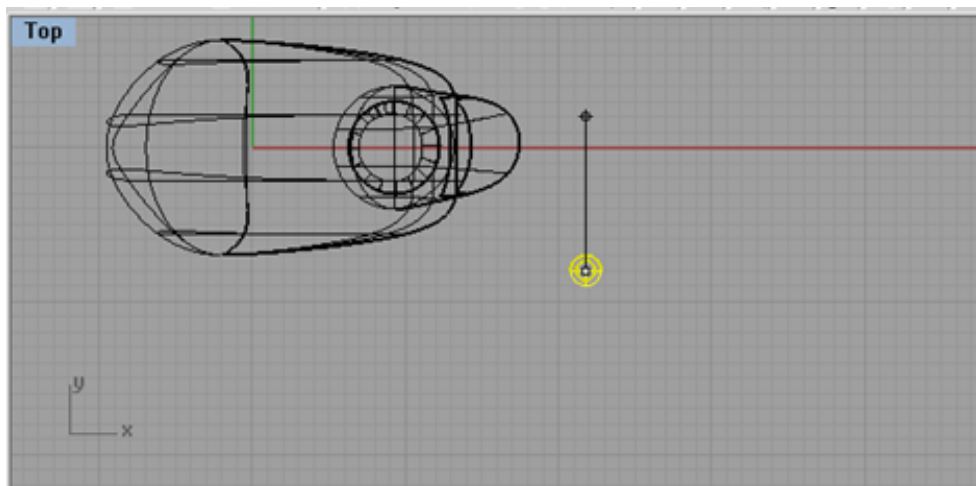
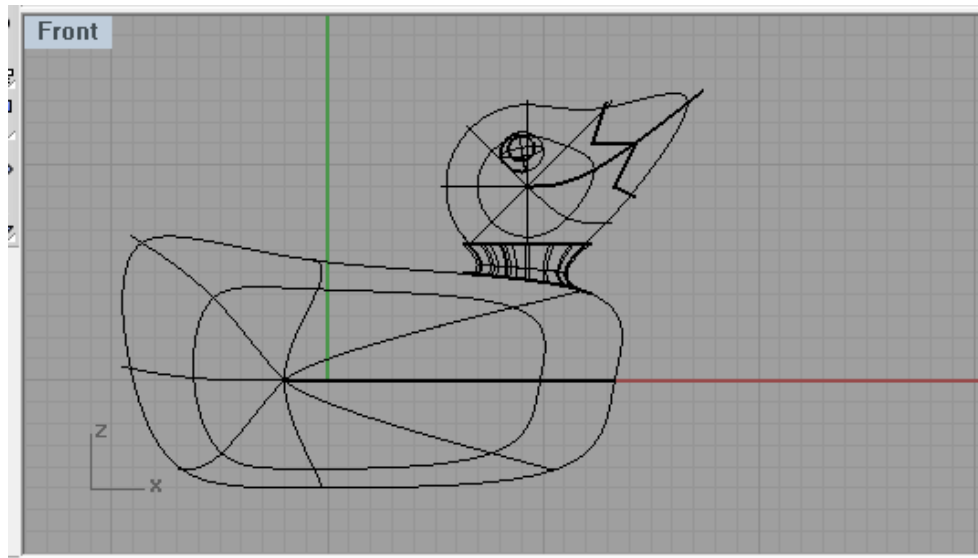
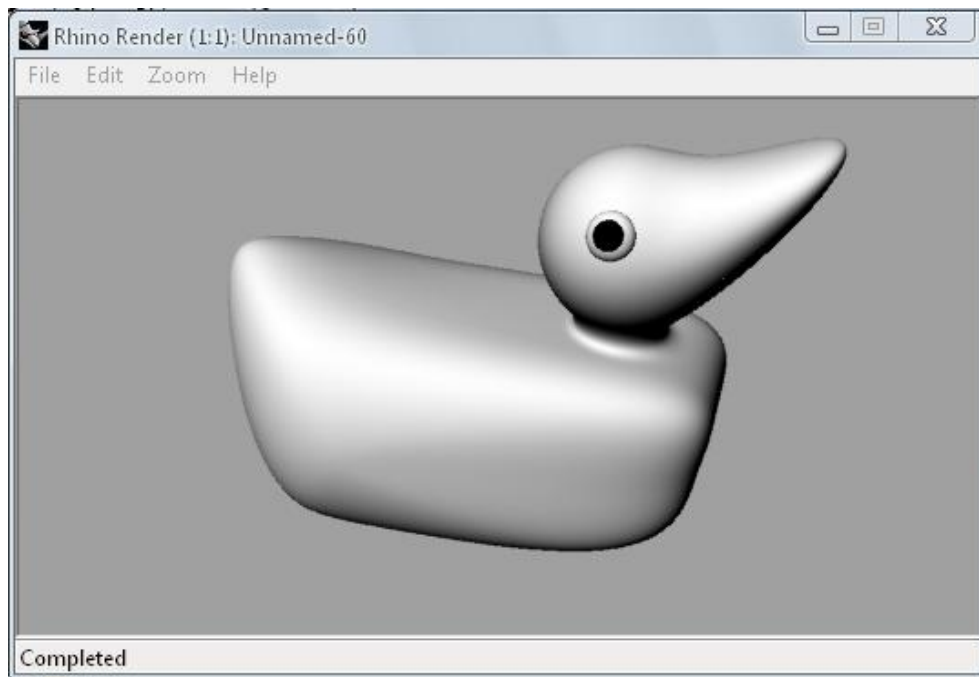


Figura 5.40



**Figura 5.41**

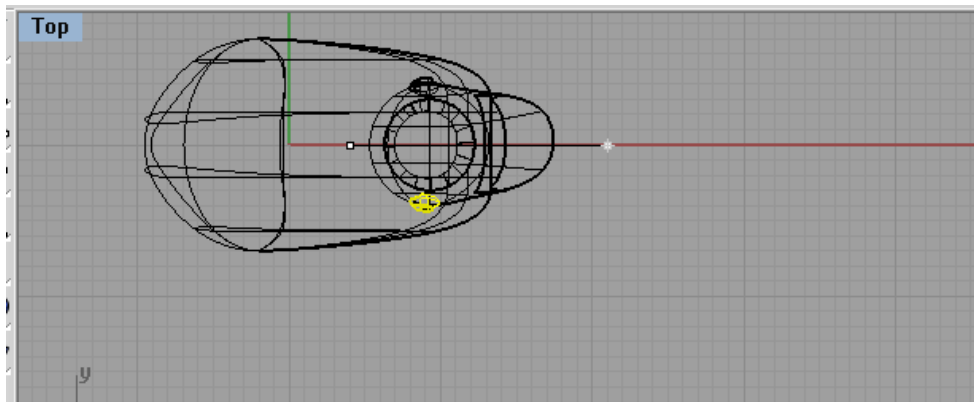
63.- La imagen renderizada se muestra en la figura 5.42.



**Figura 5.42**

64.- En el menú “Transform”, elegir “Mirror”, seleccionar el ojo y dar Enter. Cuando la barra de comandos mande el mensaje “Start of mirror plane (3Point Copy=Yes)” crear una línea en la

vista superior a la mitad de la cabeza, como se muestra en la figura 5.43, para reflejar el ojo izquierdo.

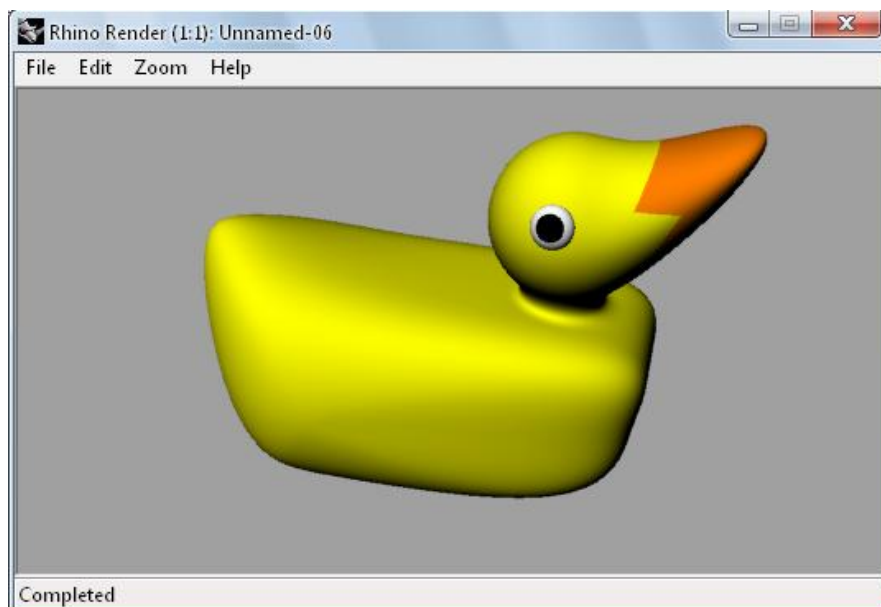


**Figura 5.43**

65.- Seleccionar las dos mitades del pico, ir al menú "Edit", seleccionar "Join" para unirlos en un solo objeto. En el menú "Edit", elegir "Object properties". En la ventana "Properties", desplegar "Material" y activar "Basic". Ya activado, dar click en la barra de "Color", dado que es el pico, elegimos el color naranja.

66.- Como la ventana de "Properties" queda activada, ahora se selecciona el cuerpo del patito, activamos "Basic", y seleccionamos el color amarillo.

64.- Para ver el diseño final, activamos la vista perspectiva, o en la que se desee, en el menú "Render" activamos "Render" y muestra una foto a colores del patito, como en la figura 5.44.



**Figura 5.44**

67.- En el menú “Render”, seleccionar “Create Spotlight”, cuando la línea de comandos muestre “Base of cone (DirectionConstraint=None 2Point 3Point Tangent FitPoints ):”, seleccionar un punto cerca del centro del cuerpo del patito, cuando muestre “Radius <1.00> (Diameter):” abarcar el doble del tamaño del pato, como en la figura 5.45, cuando muestre “End of cone” seleccionar la dirección desde donde se va a enfocar la luz. Se pueden crear los focos necesarios, en este caso se necesitaron cuatro, puestas como se muestra en la figura 5.46.

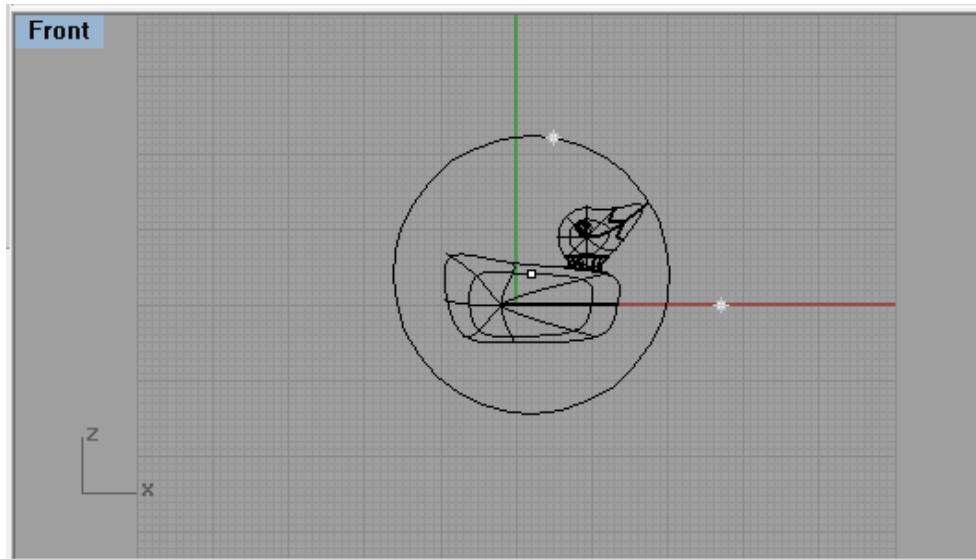


Figura 5.45

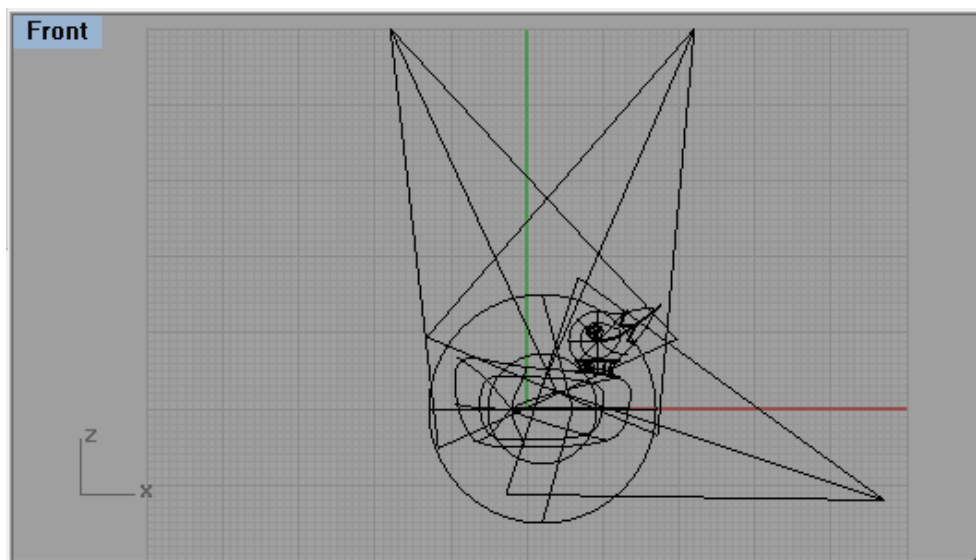
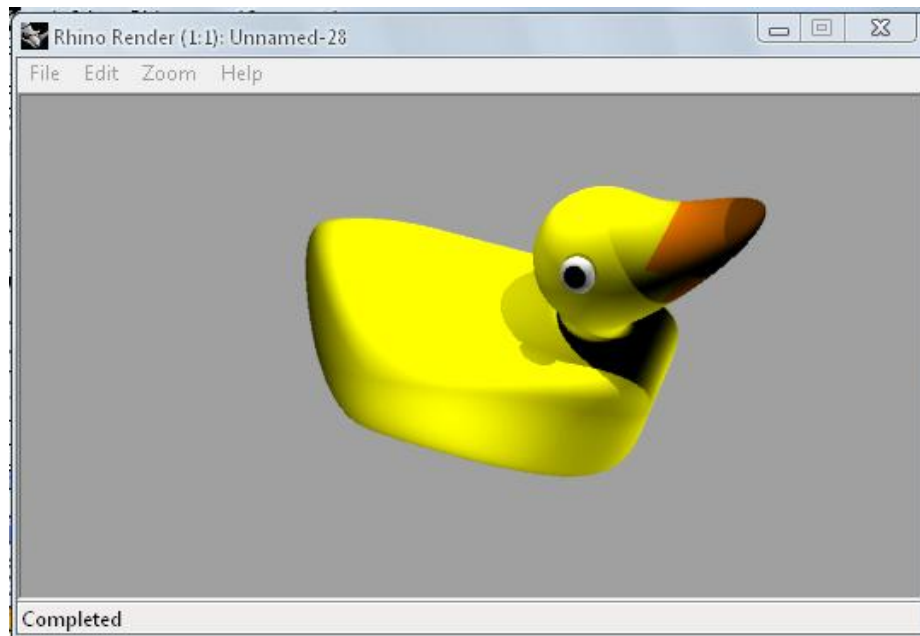


Figura 5.46

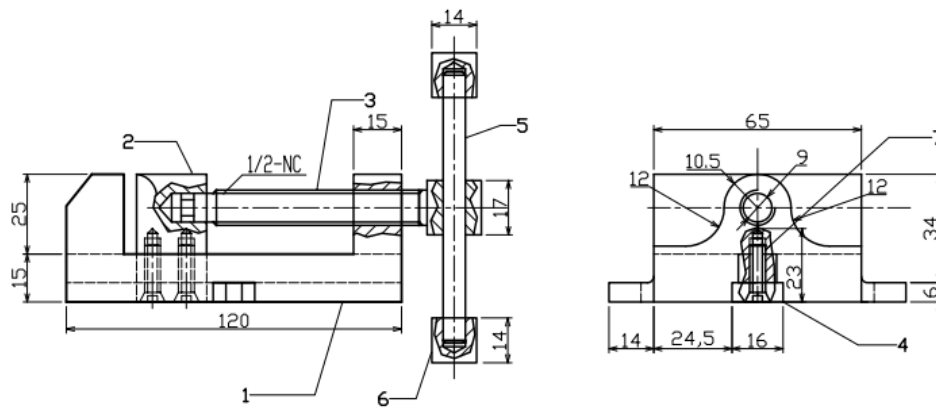


68.- Renderizado el modelo, queda como la figura 5.47.



**Figura 5.47**

## 5.2. PRENSA DE BANCO



7	2	TORNILLOS PARA LA PLACA	ACERO	
6	2	BOTONES	ACERO NDM-1020	
5	1	MANERAL	ACERO NDM-1020	
4	1	PLACA DE RETENCION	ACERO NDM-1020	
3	1	TORNILLO	ACERO NDM-1020	
2	1	QUIJADA MOVIL	HIERRO FUNDIDO	
1	1	BASE	HIERRO FUNDIDO	
Det. C t		DESIGNACION	MATERIAL	OBSERV.
ESC:1:2		FES-CUAUTITLÁN	23/02/2009	DIBUJO
ACOT:mm		PRENSA DE BANCO		REVISO: F.D.C.R.
				No. 2

Figura 5.48

Aquí se hará una prensa de banco, se utilizan piezas más sencillas que el modelo anterior, se va a utilizar una capa de línea de cada color para cada uno de los componentes. (Figura 5.48)

1.- Abrir una nueva plantilla.

2.- Realizar el perfil de la base en la ventana frontal según las dimensiones dadas en la figura 5.49.

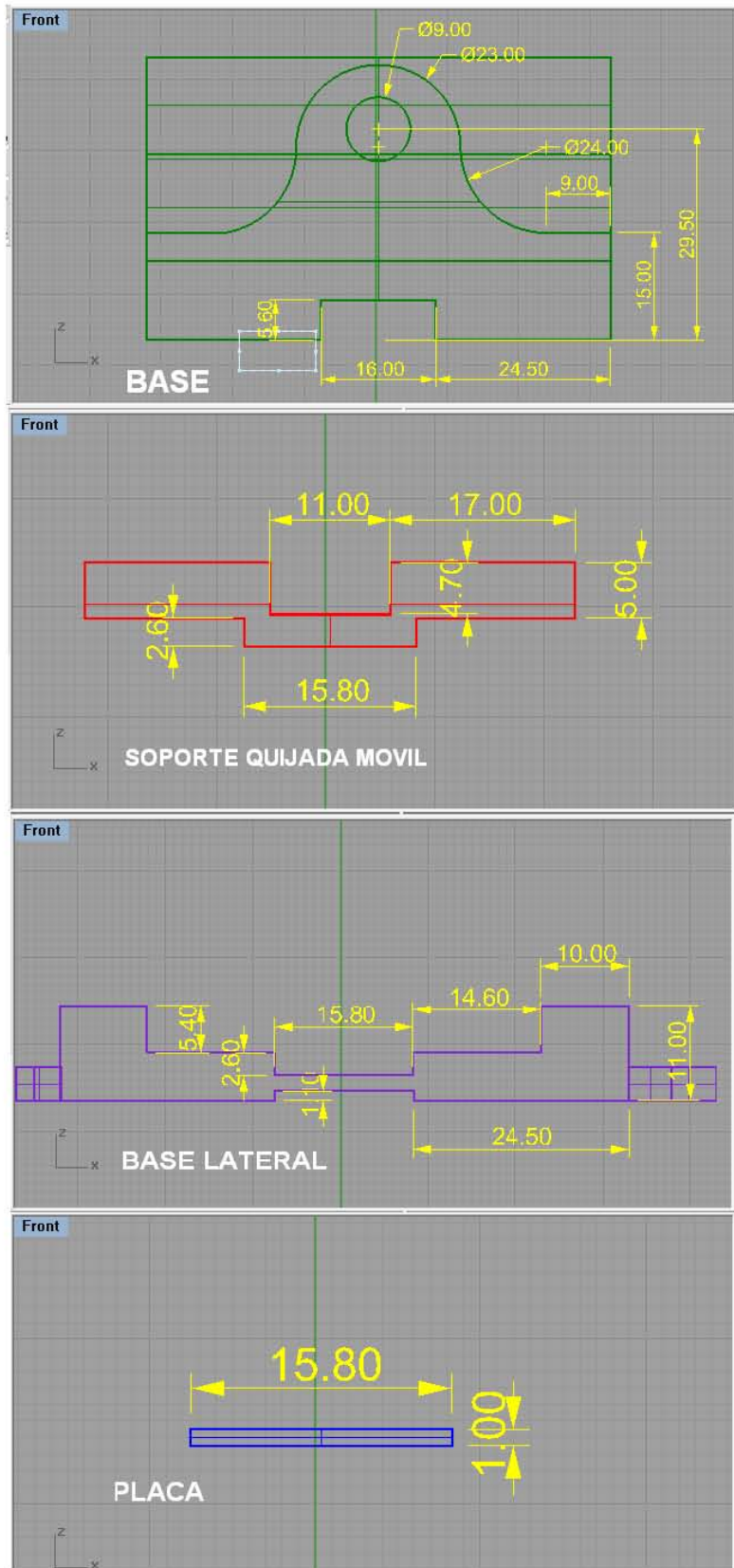


Figura 5.49

3.- El modelo queda como se muestra en la figura 5.50.

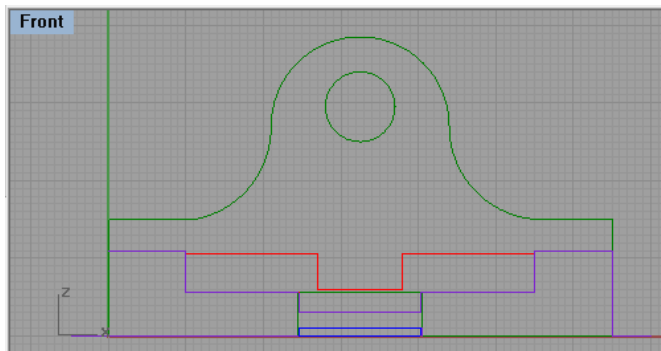


Figura 5.50

4.- Extraer todas las superficies, en el menú “Solid” opción “Extrude planar curve”, “Straight” como en la figura 5.51.

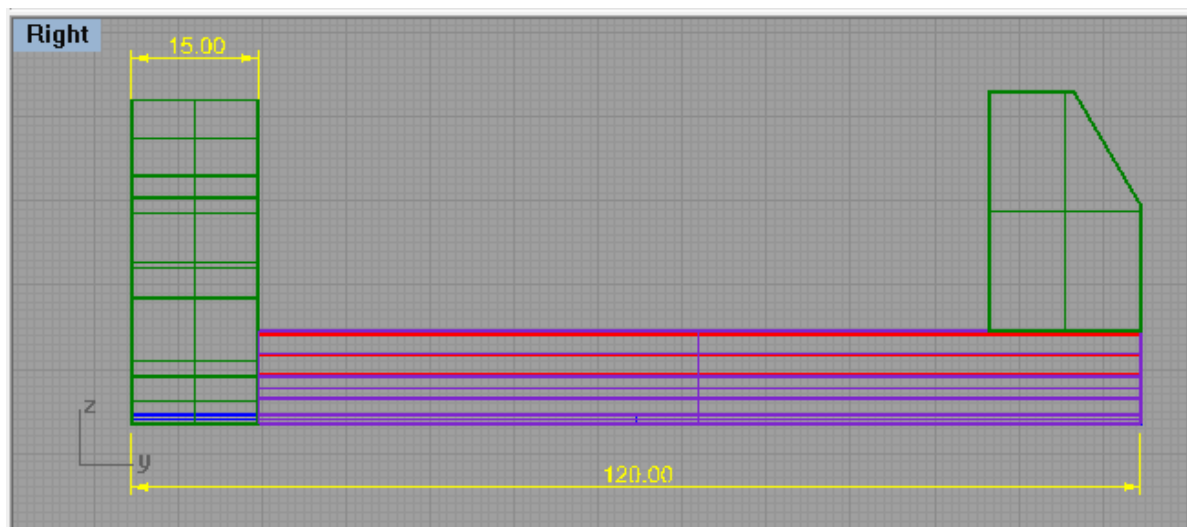


Figura 5.51

5.- En la ventana perspectiva quedará como la figura 5.52.

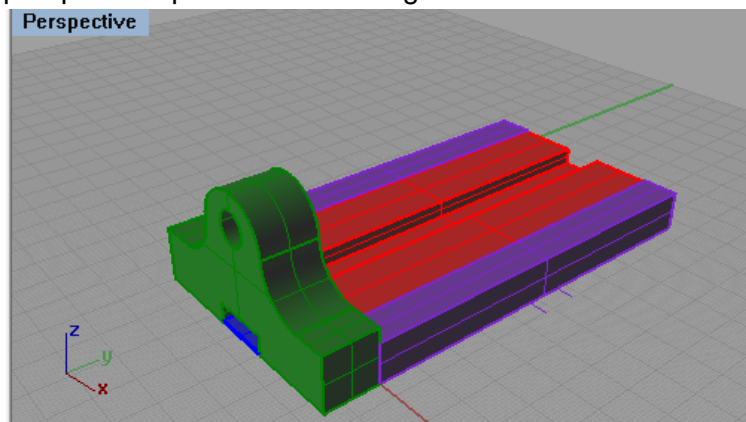


Figura 5.52

6.- En la ventana derecha se termina de hacer el perfil de la base y la quijada móvil, con la opción de polilínea con las dimensiones de la figura 5.53.

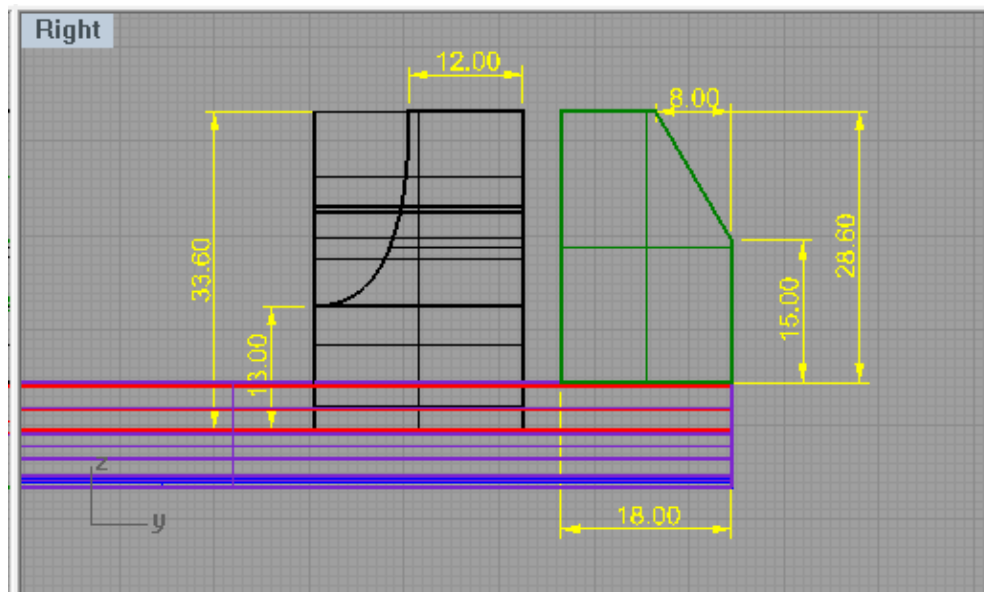


Figura 5.53

7.- Se extrae desde el lado A hacia el lado B en la ventana frontal (Figura 5.54).

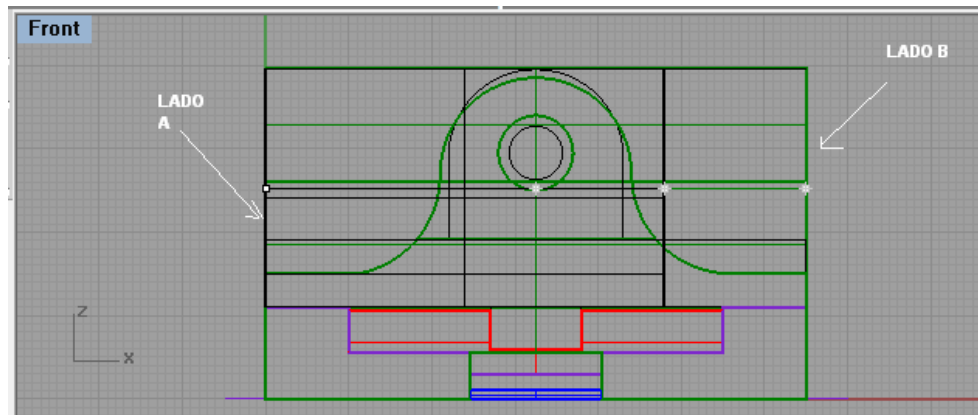


Figura 5.54

8.- En la ventana frontal se hace el perfil faltante de la quijada móvil con las dimensiones dadas en la figura 5.55 y se extrae hacia atrás en la ventana derecha.

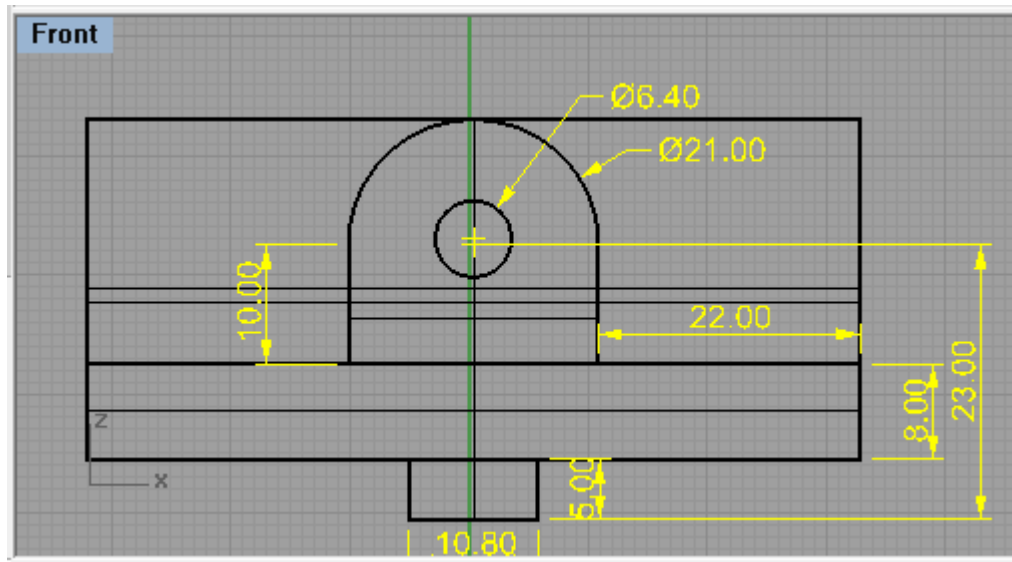


Figura 5.55

9.- En la opción "Solid", "Cylinder", crear el cilindro que se va a utilizar como tornillo, con las dimensiones dadas en la figura 5.56.

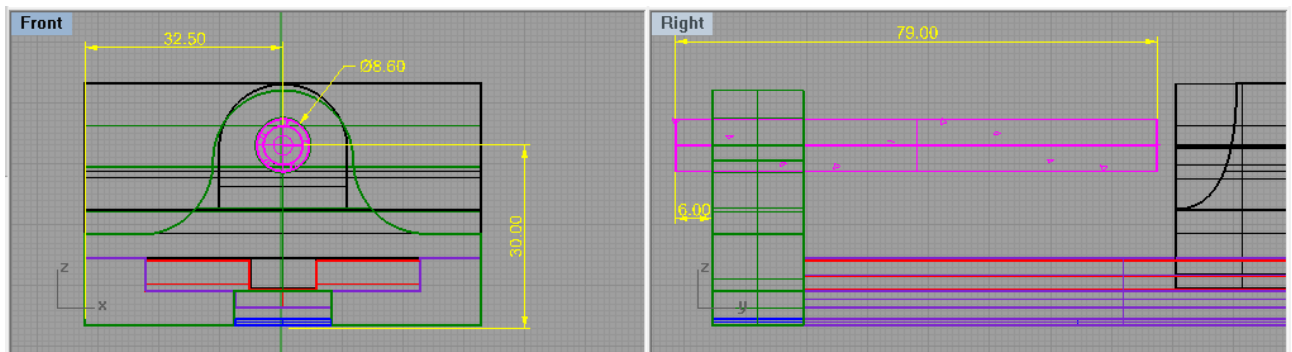
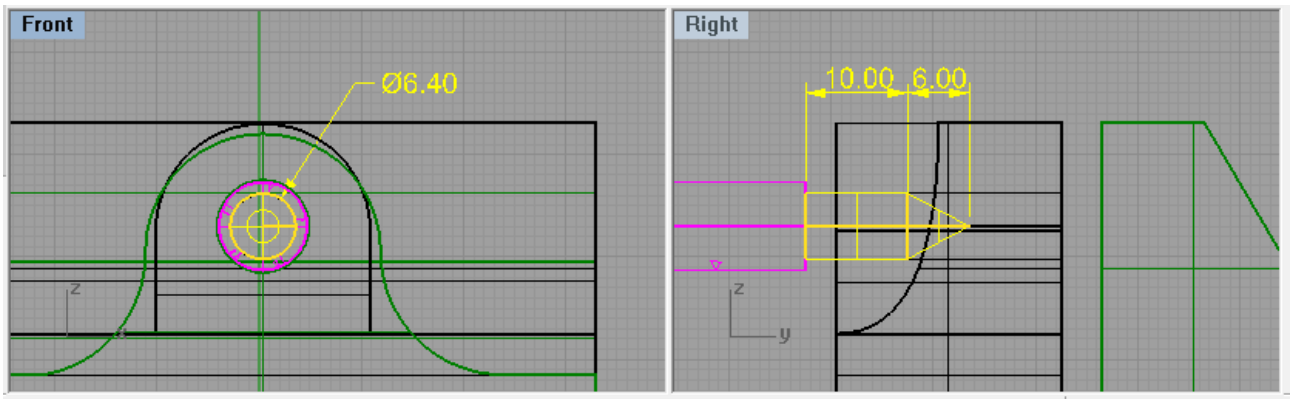


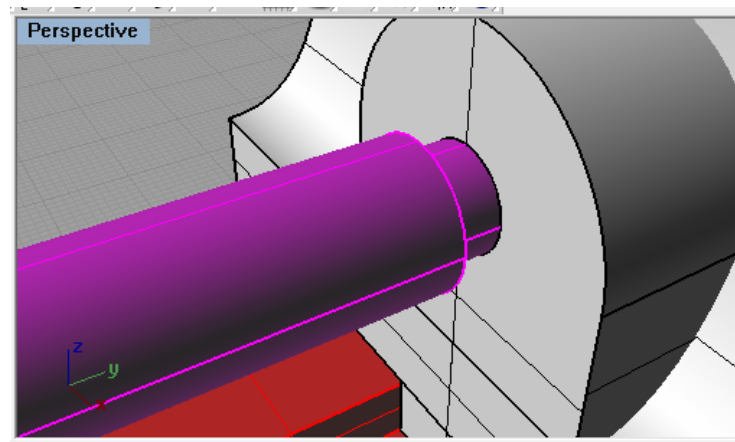
Figura 5.56

10.- Se crea otro pequeño cilindro para seguir con la punta del tornillo y un cono en la opción "Solid" "Cone" con las dimensiones de la figura 5.57.



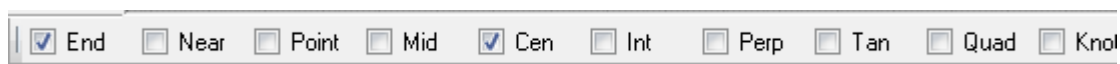
**Figura 5.57**

11.- La punta del tornillo debe embonar en la quijada móvil como se muestra en la figura 5.58.



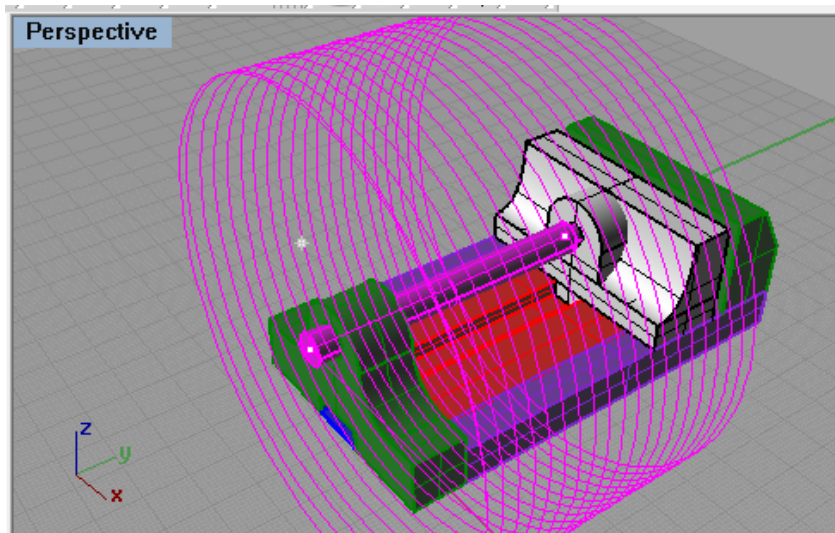
**Figura 5.58**

12.- Se activa la opción "Center object snap" en la barra de opciones Osnap, como en la figura 5.59.



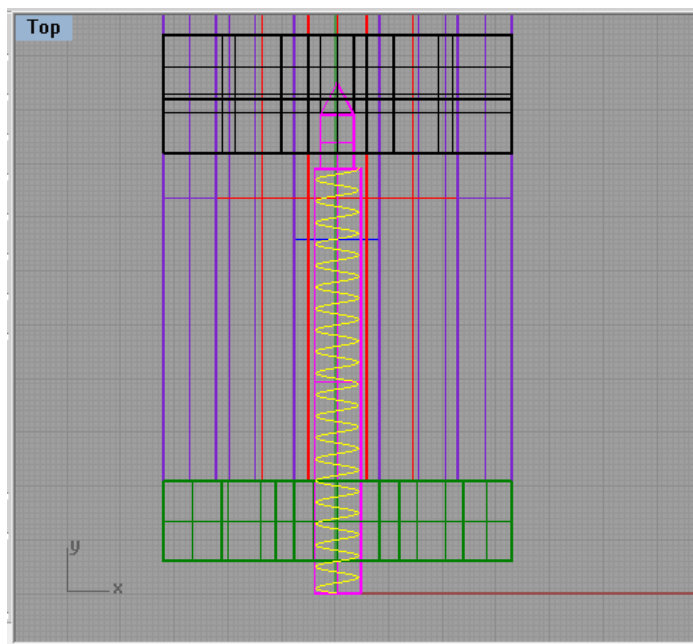
**Figura 5.59**

13.- Para hacer la cuerda del tornillo, en el menú "Curve", seleccionar "Helix", seleccionar el centro de la parte frontal del tornillo en "start of axis" y el centro en la parte trasera del tornillo en "end of axis", como se muestra en la figura 5.60.



**Figura 5.60**

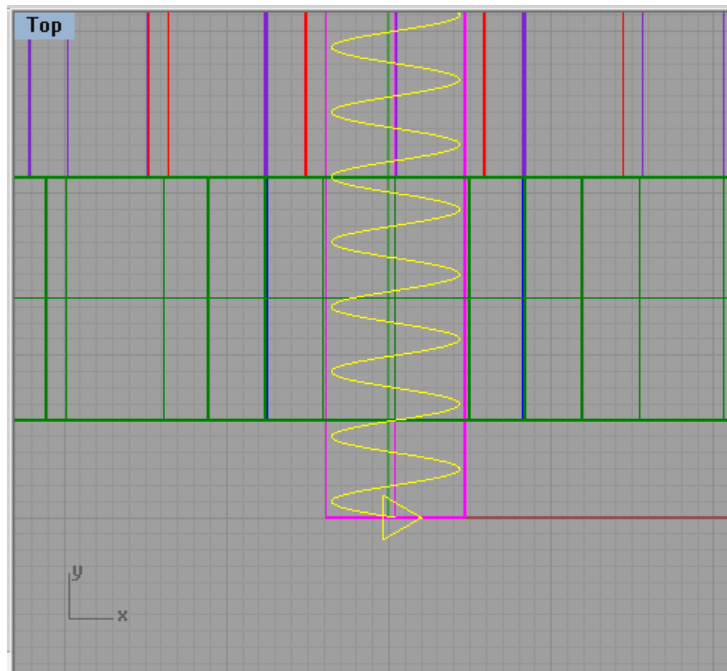
14.- El diámetro se ajusta al ancho del tornillo como se muestra en la figura 5.61.



**Figura 5.61**

15.- Dibujar un triangulo con el comando "Polígono" en la base del espiral, para crear la rosca (figura 5.62).

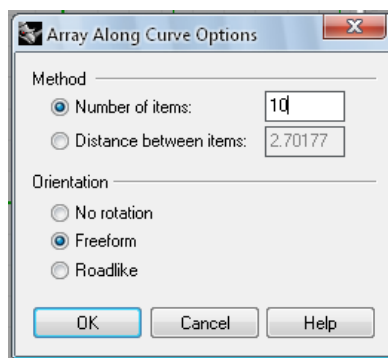




**Figura 5.62**

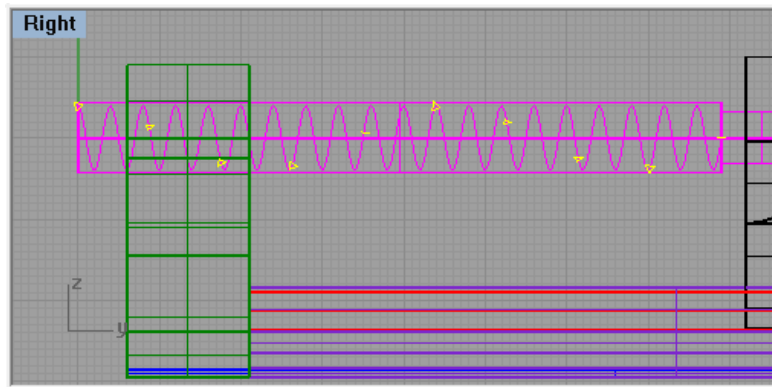
16.- En el menú “Transform”, seleccionar “Array”, “along the curve”, seleccionar el triángulo en “Objects to array” y en “Select path curve” seleccionar la hélice.

17.- Muestra una ventana como la figura 5.63. En “Method”, “Number of ítems” ajustarla a 10. Seleccionar “OK”.



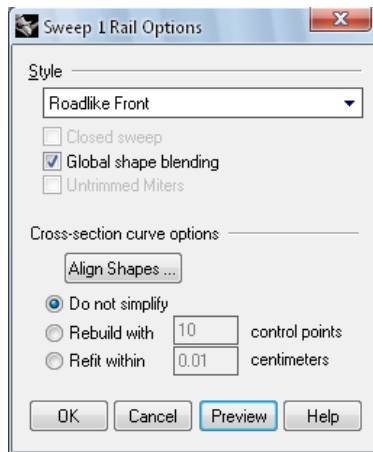
**Figura 5.63**

18.- Se creará una guía como se muestra en la figura 5.64

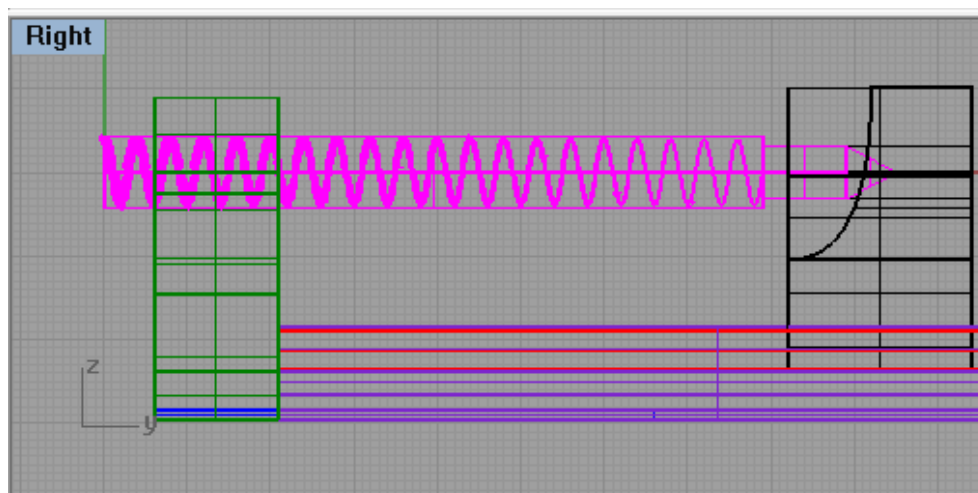


**Figura 5.64**

19.- En el menú “Surface”, “Sweep 1 rail”, seleccionar el primer y el último triángulo creado. Aparecerá una ventana como la figura 5.65. Con esto se creará la cuerda, como se muestra en la figura 5.66.



**Figura 5.65**



**Figura 5.66**

20.- Crear otro cilindro como base del tornillo como se muestra en la figura 5.67.

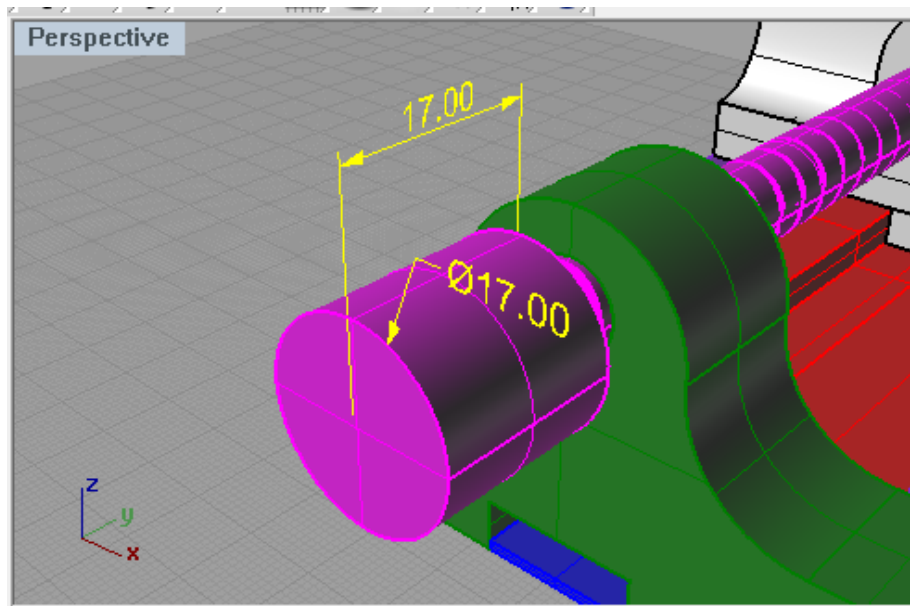


Figura 5.67

21.- Crear otro cilindro para formar el maneral con las dimensiones de la figura 5.68.

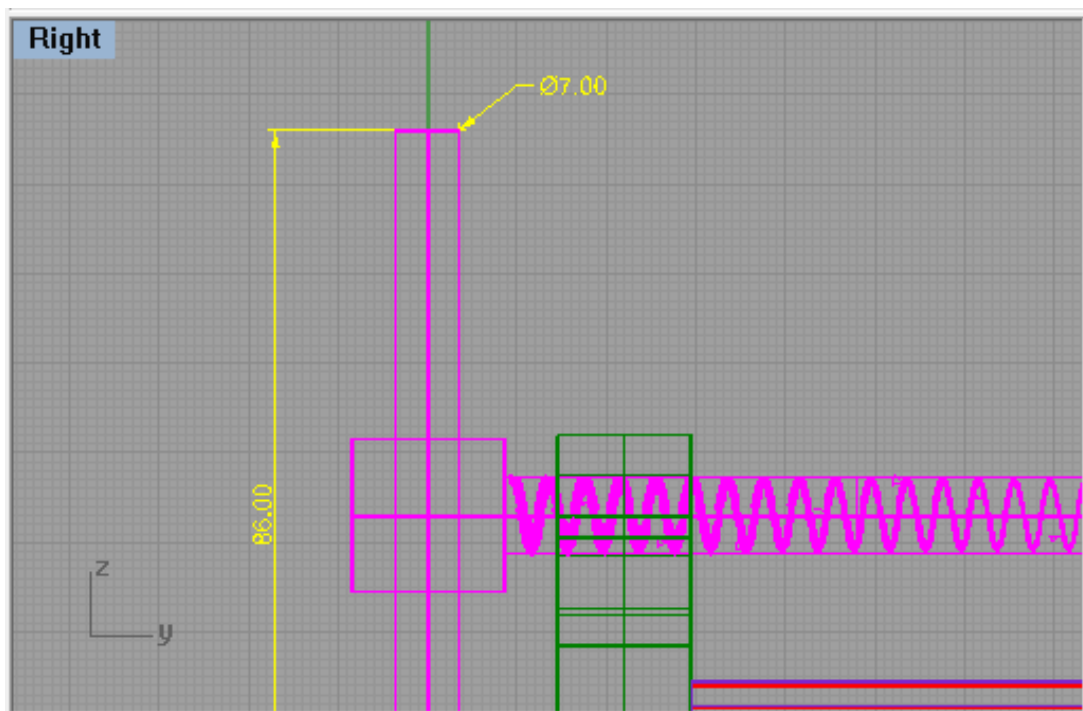


Figura 5.68

22.- Con la opción “Cone” del menú “Solid” crear los bordes del maneral como se muestra en la figura 5.69.

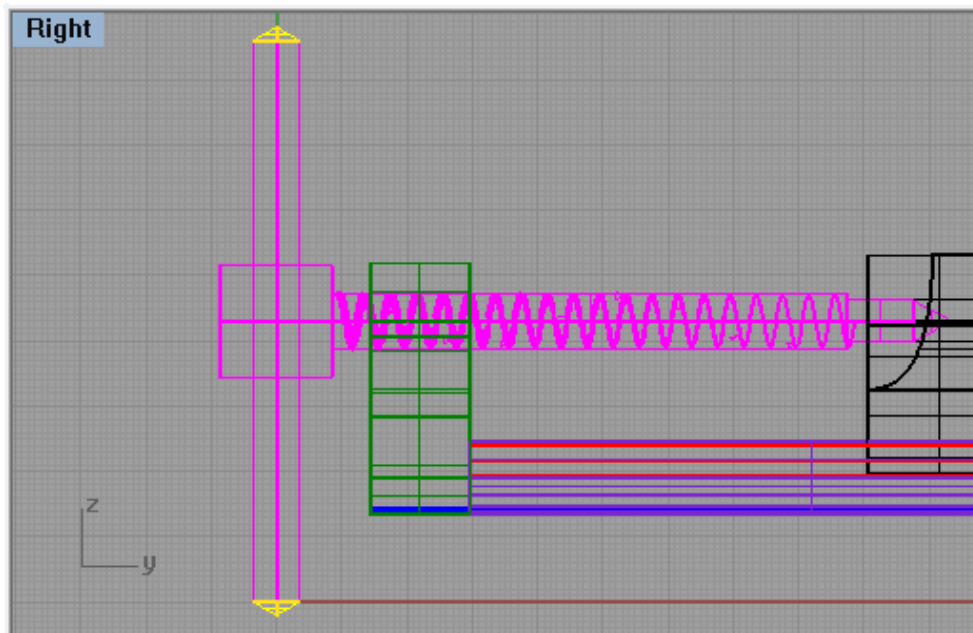


Figura 5.69

23.- En el menú “Solid”, “Ellipsoid”, seleccionar “from center”, para crear los botones del maneral con las dimensiones que se muestran en la figura 5.70.

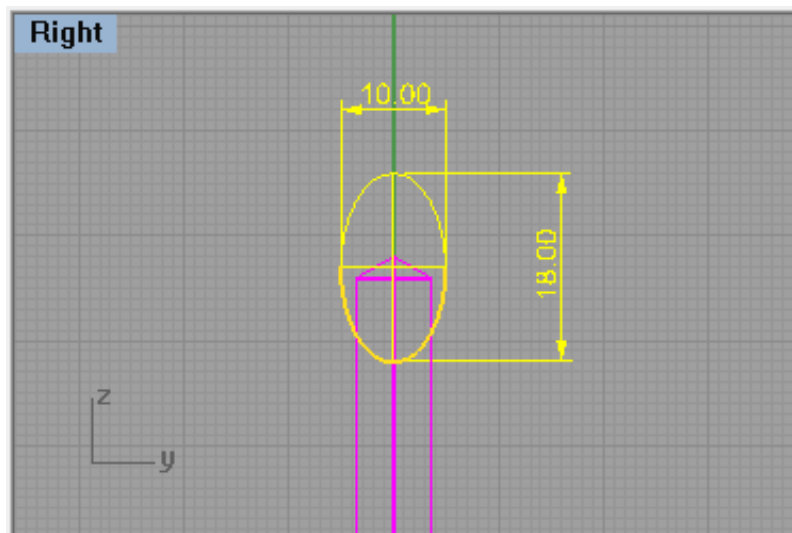
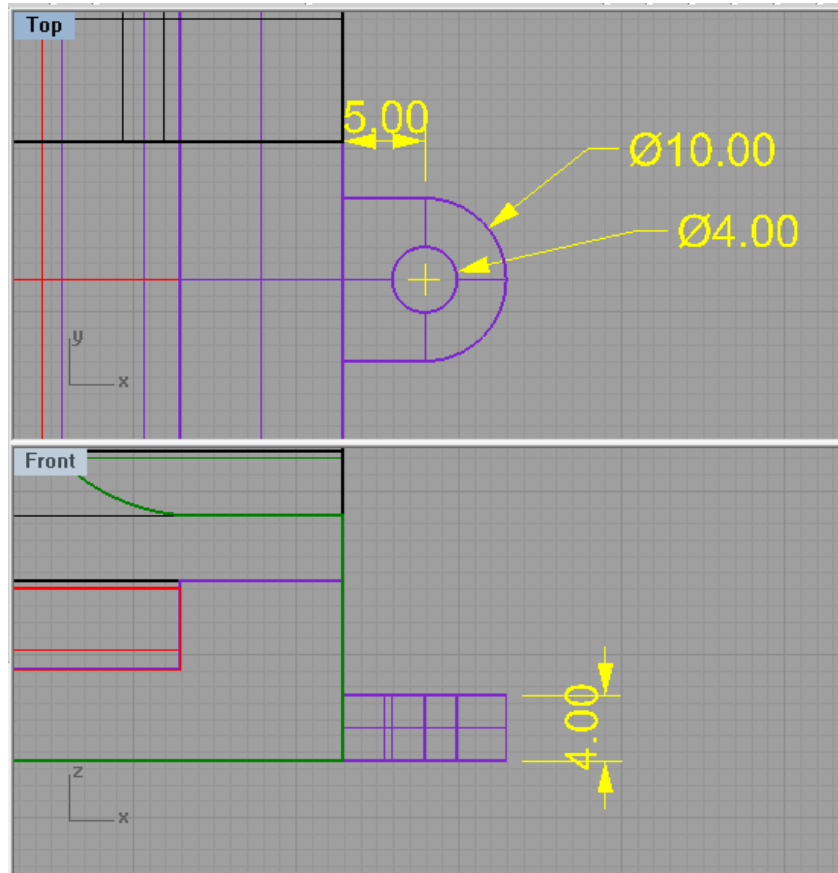


Figura 5.70

24.- En la ventana Top, crear las orejas de la base para fijarla y extruirlas con las dimensiones que se muestran en la figura 5.71.



**Figura 5.71**

25.- En el menú “Solid”, seleccionar “Truncate cone” para hacer la base de los tornillos que sujetan la quijada móvil con la placa de acuerdo a las dimensiones que se muestran en la figura 5.72.

26.- Con las opciones “Cylinder” y “Cone” del menú “Solid” crear el cuerpo del tornillo.

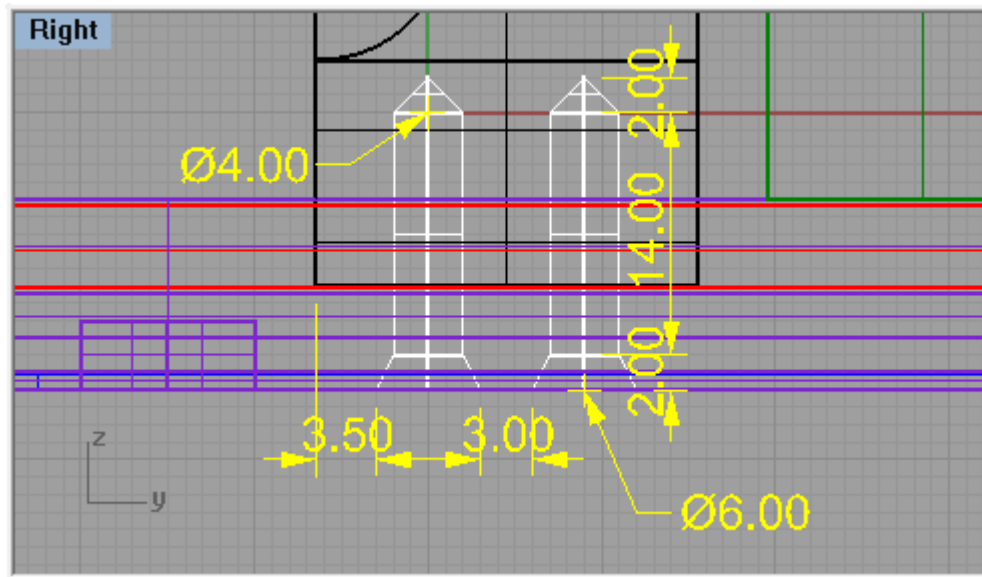


Figura 5.72

27.- El diseño final queda como lo muestra la figura 5.73.

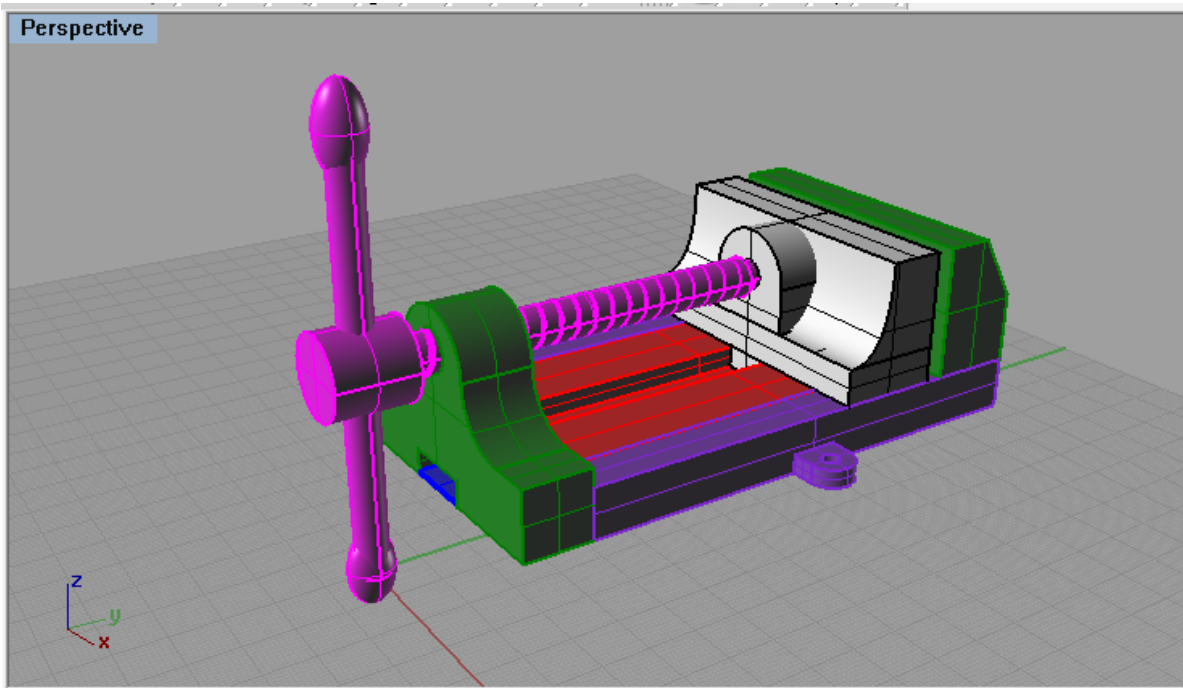


Figura 5.73

## CONCLUSIONES

Después del trabajo realizado, se pueden establecer las conclusiones siguientes:

- 1.- Los modelos generados en Rhinoceros pueden llevarse a varios procesos como son: maquinados en CNC, Impresión 3D, impresión de planos de ingeniería, animación, ilustración, fotorealismo, prototipado solo por mencionar algunos.
- 2.- Se actualiza constantemente, ya sea mejorando el mismo programa o agregando otros plug-ins.
- 3.- Es compatible con otros programas, esto ayuda a solucionar problemas complejos de diseño.
- 4.- Se puede renderizar el diseño, para tener una mejor impresión del mismo.
- 5.- Es aplicable a varias áreas del diseño como son: Diseño naval, diseño industrial, CAD / CAM, Ingeniería inversa, Multimedia, Diseño gráfico, etc.

Este programa es muy viable y cuenta con atractivo visual para que se enseñe en el área de diseño de las universidades ya que es fácil de entender y manejar y los compañeros puedan definir en qué área del diseño les gustaría desarrollarse.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de Rhinoceros Nivel 1  
Robert McNeel  
Publications. Robert McNeel & Associates. Estados Unidos, 2001.
2. Introduction to Rhinoceros  
Robert McNeel  
Publications. Robert McNeel & Associates. Estados Unidos, 2008.
3. Diseño de interfaces de usuario  
Ben Sheiderman  
Pearson Educación. Madrid. 2006
4. Lo práctico del diseño gráfico: una metodología creativa  
Rodolfo Fuentes  
Paidos Iberia. Barcelona. 2005
5. Diseño Gráfico y comunicación  
Daniel Tena Parera  
Prentice Hall/ Pearson/ Alambra. Madrid. 2005
5. Geometría para la informática gráfica y CAD  
Juan Trias Pairo  
Alfaomega. México, DF. 2005
6. Diseño de producto: métodos y técnicas  
Jorge Alcaide Mareal  
Alfaomega. México, DF. 2004
7. Diseñar hoy: temas contemporáneos de diseño gráfico  
Raquel Pelta  
Paidos. México. 2004
8. Diseño gráfico creatividad y comunicación  
Fernando R. Contreras  
Blur. Madrid. 2001
9. [www.youtube.com](http://www.youtube.com)
10. <http://www.es.rhino3d.com/nurbs.htm>