

Universidad de Chile

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Escuela de Diseño

Diseño Industrial

DISEÑO EN BIM

COMO EL DISEÑADOR INDUSTRIAL SE PUEDE INCORPORAR AL DESARROLLO DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA INMOBILIARIA, CON EL USO DEL SISTEMA BIM

Seminario de Computación II

Sebastián Mariangel Gutiérrez

Victoria Martínez Castillo

Natalia Reyes Najle

Alvaro Vidal Silva

Profesor: Marcelo Quezada Gutiérrez

Santiago 2009

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	5
Introducción.....	6
CAPÍTULO 1.....	7
1.1 Memoria Técnica.....	7
1.1.1 Objetivos.....	7
1.1.2 Innovación y novedad del proyecto.....	8
1.1.3 Avance científico o técnico que supone el proyecto.....	8
1.1.4 Planificación.....	8
1.1.4.1 Método de trabajo.....	8
1.1.4.2 Procedimientos a utilizar.....	9
1.1.4.3 Instrumentos y equipamientos a utilizar.....	9
1.1.4.4 Fases del proyecto.....	10
1.1.4.5 Trabajos y conclusiones al finalizar cada fase.....	10
CAPÍTULO 2.....	11
2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.1.1 BIM.....	12
2.1.1.1 Idea BIM.....	12

2.1.1.2 Estado del arte.....	15
2.1.1.2.1 Estado del arte internacional.....	15
2.1.1.2.1.1 Caso internacional.....	18
2.1.1.2.2 Estado del arte nacional.....	19
2.1.1.2.2.1 Caso nacional.....	20
2.1.1.3 Programas BIM.....	21
2.1.1.4 Reconocimiento de software.....	22
2.1.1.4.1 Programas.....	22
2.1.1.4.2 Prototipado digital.....	23
2.1.2 Autodesk Revit Architecture.....	24
2.1.2.1 Revit Architecture e IFC.....	24
2.1.2.2 Interoperabilidad de formatos en Revit Architecture.....	25
2.1.2.3 Familias en Revit Architecture.....	25
2.1.3 Rhinoceros.....	27
2.1.4 Autodesk Inventor	28

CAPITULO 3.....	29
3.1 Desarrollo de la investigación.....	29
3.1.1 Desarrollo de Probetas.....	29
3.1.1.1 Cuadro evaluativo Rhinoceros 4.0 v/s Autodesk Inventor.....	30
3.1.1.2 Traspaso de archivos Rhinoceros 4.0 – Autodesk Inventor.....	31
3.1.1.2.1 Observaciones.....	31

3.1.1.2.2 Traspaso de archivos desde Autodesk Inventor (peso 499 kb) a Rhinoceros 4.0.....	32
3.1.1.2.3 Traspaso de archivos desde Rhinoceros 4.0 (peso 210 kb) a Autodesk Inventor.....	33
3.1.2 Modelo en Autodesk Revit Architecture.....	35
3.1.2.1 Modo operatorio para el traspaso de archivos a Autodesk Revit Architecture: ACIS (SAT)	40
3.1.2.2 Intercambio a Revit Architecture 2009.....	43
3.1.2.2.1 Traspaso de Inventor 2009 a Revit Architecture 2009.....	43
3.1.2.2.2 Traspaso de Revit Architecture 2009 a Inventor 2009.....	51
3.1.2.2.3 Traspaso de Rhino 4.0 a Revit Architecture 2009.....	53
3.1.2.2.4 Traspaso de Revit Architecture 2009 a Rhinoceros 4.0.....	56
3.1.2.2.5 Incorporando nuestra propia familia a Revit.....	59
3.1.2.2.6 Consideraciones importantes al momento de importar en formato .SAT.....	60
3.1.2.2.7 Conclusiones traspaso.....	62
Conclusiones.....	64
Bibliografía.....	67
Anexo 1: Conceptos Claves.....	69
Anexo2: Desarrollo de Probetas: Tutorial de familia sala de baño en Rhinoceros y Autodesk Inventor.....	71

RESUMEN

Debido a que no existen referentes de protocolos o registros de compatibilidades de software y capacidad de desarrollo técnico para la producción de mobiliario fijo que ayuden a integrar al diseñador industrial en proyectos habitacionales generados en BIM, se espera lograr proporcionar un método de evaluación y clasificación de los procesos constructivos para la correcta participación del diseñador industrial y, además, producir indicadores que aporten información útil sobre los sistemas que utiliza en el desarrollo de inmobiliario.

Esto se logrará a través de una investigación de carácter experimental; definiendo las capacidades, ventajas y desventajas en el uso de Autodesk Inventor y Rhinoceros en el desarrollo de mobiliario fijo de proyectos habitacionales; analizando las compatibilidades de estos programas a través del traspaso de archivos a Revit Architecture, definiendo cuantitativamente la pérdida de información, y finalmente producir un protocolo que refleje las conclusiones de la investigación, referidas a la optimización de tiempo, traspaso de información y procedimientos que integren al diseñador industrial, en la etapa proyectiva y constructiva, con la industria arquitectónica en la plataforma de trabajo BIM.

La metodología de trabajo será, inicialmente, utilizar y seleccionar los software analizados en la primera etapa de la investigación, luego modelar probetas de productos de proyectos inmobiliarios, formando una familia y realizar la exportación de éstos a Revit Architecture. Luego generar criterios de evaluación que permitan clasificar la información y finalmente, realizar un levantamiento de datos y elaboración de un modelo evaluativo que determine la mejor forma de intercambio durante el proceso constructivo del diseñador, asegurando el óptimo intercambio a programas BIM.

INTRODUCCIÓN

En el área Inmobiliaria, los cambios que se han desarrollado para la presentación de la información han evolucionado hacia una entrega mas completa y realista. La plataforma BIM nació desde la arquitectura, enfocándose en el proceso de diseño arquitectónico y en la presentación digital realista de los proyectos. Con el paso del tiempo, los desarrolladores de software BIM observaron que se hizo necesario un acercamiento a las otras disciplinas que forman parte del desarrollo del proyecto, para así agilizar el ciclo constructivo. Sin embargo, dentro de esta evolución, el diseño industrial como disciplina no está considerada en la plataforma, utilizando los software específicos del diseñador, los cuales, al no estar enmarcados en la plataforma, exigen el intercambio de la información por medio de formatos indirectos que no están considerados por IFC, sin asegurar un correcto traspaso de ella.

BIM contempla el diseño, pero desde un enfoque del diseño interior y diseño arquitectónico, enmarcando la disciplina a la intervención de espacios y no con un soporte a nivel de producto o proceso. Esto lo obliga a aceptar una opción sin base y que su fundamento no surgió de los inicios del proyecto, si no que desde su etapa final, teniendo que adecuarse al proyecto, sin poder realizar mayores intervenciones.

Dicho esto, es como se cuestiona la evolución y punto de entrada del diseño a la plataforma BIM, si es a través de la creación de un software especializado en Diseño Industrial que sea compatible y avalado por la plataforma y los estándares relacionados con BIM, o la implementación de las normas que rigen BIM a un software ya existente y que esté enfocado a la disciplina.

CAPÍTULO 1

1.1 Memoria Técnica

1.1.1 Objetivos

Objetivo general

Proporcionar a todos los usuarios que trabajen con el proceso de modelado paramétrico, un método de evaluación y clasificación de los procesos constructivos para su correcta participación dentro de la plataforma BIM y, en segundo lugar, producir indicadores que aporten información útil sobre los sistemas que utiliza el diseñador industrial en el desarrollo de inmobiliario.

Objetivos específicos

- Definir las capacidades, ventajas y desventajas en el uso de Autodesk Inventor y Rhinoceros en el desarrollo de mobiliario fijo de proyectos habitacionales.
- Analizar las compatibilidades de estos programas a través del traspaso de archivos a Revit Architecture y definir cuantitativamente la pérdida de información.
- Producir un protocolo que refleje las conclusiones de la investigación, referidas a la optimización de tiempo, traspaso de información y procedimientos que integren al Diseñador Industrial en el trabajo en BIM.

1.1.2 Innovación y novedad del proyecto

No existen referentes de protocolos o registros de compatibilidades de software y capacidad de desarrollo técnico para la producción de mobiliario fijo, dentro de proyectos habitacionales generados en BIM, que ayuden a integrar al Diseñador Industrial en las redes de relaciones formadas entre los profesionales involucrados en el proyecto.

1.1.3 Avance científicos o técnicos que supone el proyecto

Consideramos que gracias a esta investigación pondremos a disposición de los profesionales un avance técnico con un procedimiento que optimiza la utilización e intercambio de archivos entre software.

1.1.4 Planificación

1.1.4.1 Método de trabajo

- 1) Utilizar software considerados en la primera etapa de nuestra investigación, luego de analizar sus usos por los profesionales del rubro y la compatibilidad existente entre ellos.
- 2) Modelar probetas de productos que se utilizan en proyectos inmobiliarios por medio de software utilizados por la disciplina, como Autodesk Inventor y Rhinoceros, y realizar la exportación de éstos a Revit Architecture.
- 3) Generar criterios de evaluación que permitan clasificar de acuerdo a forma y principios constructivos durante el intercambio de información de una plataforma a otra.

4) Levantamiento de datos y elaboración de un modelo evaluativo que determine la mejor forma de intercambio durante el proceso constructivo del diseñador, asegurando el óptimo intercambio a programas BIM.

1.1.4.2 Procedimientos a utilizar

- 1) Definir los requisitos mínimos de los equipos que manejen los softwares
- 2) Modelar las distintas probetas a analizar por medio de los software antes mencionados, y llevar un registro en fotográfico o videográfico por HiperCam 2.
- 3) Establecer la relación de intercambio de archivos entre los softwares de Diseño Industrial y Arquitectura.
- 4) Registrar cuantitativamente y visualmente las pérdidas o mantenimiento de información en estos intercambios.
- 5) Analizar si los archivos generados son reconocidos en Revit y modificables y adaptables y este software.
- 6) Generar tablas, cuadros comparativos y conclusiones, que formaran parte del protocolo.

1.1.4.3 Instrumentos y equipamientos a utilizar

4 equipos con las siguientes características:

- Procesador Intel Pentium de 2.8 GHz

- Memoria 1280 MB
- Tarjeta Gráfica RADEON X300 SE 128 MB Hyper Memory
- Modo de Visualización 1280 x 1024 a 32 Bit de profundidad de color
- Sistema Operativo Windows XP Professional SP3

1.1.4.4 Fases del proyecto

- 1) Fase exploratoria
- 2) Fase analítica
- 3) Fase concluyente

1.1.4.5 Trabajos y conclusiones al finalizar cada fase

- 1) El objetivo es aprender a usar el software, familiarizarnos con él para que en la probeta final las limitantes y errores humanos sean minimizados y obtener resultados objetivos con respecto al rendimiento de cada uno de ellos.
- 2) Determinación cuantitativa de los resultados obtenidos en la fase anterior y evaluación del traspaso a Revit Architecture.
- 3) Definir la información pertinente al protocolo de software de Diseño Industrial para el ingreso a BIM.

CAPÍTULO 2

2.1. Antecedentes de la investigación

En la siguiente investigación, toman gran importancia ciertos conceptos que dentro de sus relaciones, forman el cuerpo del proyecto y marcan desde donde nos situamos para analizar el proyecto en cuestión.

BIM, Building Information Modeling o Modelado de Información para la Edificación, es una plataforma para la construcción de edificios por medio del modelamiento paramétrico, que regido por datos estandarizados permite la interoperabilidad de los distintos participantes dentro de un proyecto constructivo, generando un recurso compartido de datos, estableciendo una base confiable para las decisiones durante todo el ciclo de vida del proceso constructivo. Incorpora tanto la geometría, la relación con el espacio, la información geográfica, las cantidades y las propiedades de los componentes de un edificio en la proyección desde el dibujo hasta el modelado 3D con respecto a todas las áreas según profesionales que estén involucrados en su desarrollo.

A través de modelamiento paramétrico, es posible la representación virtual de un producto constructivo que posea parámetros de carácter restrictivo o de condiciones establecidas, que permitan una transformación integral de la estructura, manteniendo la uniformidad de todo el sistema, obteniendo como resultado un proyecto analizado y comprobado en todo el proceso productivo, certificando su desarrollo futuro a nivel real.

Es así como se puede dar la estandarización del producto, incorporando normas que rijan los datos del producto y de sus componentes. En resumen, todos los datos necesarios para automatizar la gestión, permitiendo identificar y clasificar todos los artículos de similares características posibilitando al usuario, localizando fácilmente los productos y estableciendo relaciones entre ellos.

Gracias a esto se puede acceder a la certificación, en donde se puede confirmar que un producto o servicio cumpla con los estándares necesarios y relevantes de acuerdo al tipo de mercado elegido, estableciendo patrones de calidad y respaldo, bajo organizaciones a nivel internacional, destacándose principalmente la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Para cumplir con este objetivo, es que se utiliza IFC, que es un formato estándar, regido por la norma ANSI estableciendo una plataforma universal de información de un edificio.

Así se mejora la comunicación, productividad, tiempo de entrega y calidad a lo largo del ciclo de vida de una construcción, reduciendo la pérdida de información durante la transmisión de una aplicación a otra.

En el Anexo 1 se pueden encontrar los conceptos relacionados a las palabras clave, y fuentes en las cuales se puede localizar más información.

2.1.1 BIM

2.1.1.1 Idea BIM

Las soluciones de software para BIM introducen una nueva forma de trabajar de forma coordinada y coherente que permite una toma de decisiones más rápida, una mejor documentación y la posibilidad de predecir las prestaciones incluso antes de comenzar las obras.

Es un método innovador que facilita la comunicación entre los sectores de la arquitectura, construcción e ingeniería, que generan e intercambian información de manera eficiente y crean representaciones digitales de todas las fases del proceso de construcción.

Opera de manera interconectada entre todos los profesionales involucrados, de manera que vayan trabajando y aportando de forma directa y simultánea datos que van incorporando en el diseño general del proyecto.

Una de las características más relevantes de BIM es que se trabaja con objetos inteligentes, lo que quiere decir que además de tener una representación visual y espacial dentro del todo, es una base de información que entrega datos físicos como materialidad, resistencia y otros, que lo desencasillan de la representación gráfica y lo eleva a la categoría de realidad virtual, siendo un modelo de condiciones reales. Además el modelo es una representación digital que se basa en estándares abiertos de interoperabilidad, los cuales están asociados a la industria IFCs (Industry Foundation Classes) y AECXML, que son estructuras de datos para representar los modelos utilizados en BIM.

Otro elemento importante, es que se trabaja con diseño paramétrico por lo que cada carácter con el que se trabaje se puede agrandar, achicar, alargar, etc. Permitiendo la representación de geometrías complejas y relaciones funcionales entre los elementos constructivos.

De manera sintética podemos identificar beneficios claros para los integrantes de la red que hace uso de BIM:

Clientes:

- Facilidades para conectar las opciones de diseño y propuestas formales con los objetivos finales y conceptuales del proyecto.
- Mejoras en el valor y calidad en el producto final.
- Disminución de costos en relación a pérdidas de materiales, optimización de tiempo, visualización previa que minoriza inversión para probetas y maquetas, y reducción en costos de energía.
- Opción de optar a estándares más altos de calidad, al contar con normativas y exigencias integradas a los programas de uso.

Arquitectos:

- Disminución de trabajo debido a la extensión de bibliotecas y posibilidades de integrar nuevos ítems, además de la especificidad de las características intrínsecas de los elementos.
- Relaciones y compromisos del proyecto pueden ser gestionados de forma interconectada, lo que disminuye tiempo en pasar los modelos a papel para poder discutirlos.
- Toma de decisiones en momentos clave.
- Facilidades para generar edificios sustentables de alta calidad.
- Estimación de costos del diseño realizado, mediante programas interoperables.
- Reducción de tiempo en la producción de la documentación para proyectar y emprender más tarde las obras.

Ingenieros:

- Integración del análisis goespacial en la propuesta conceptual, permite ahorro en tiempo y dinero.
- Coordinación directa entre todas las especialidades de las ingenierías involucradas, que se encuentran trabajando sobre el mismo modelo permite una evaluación instantánea a través de análisis de interferencias que optimizan el avance del trabajo sin choques entre las redes y las soluciones estructurales.
- Análisis dinámicos, permiten ahorrar tiempo y dinero, al permitir la planificación de los movimientos, las cantidades y la colocación del material durante la construcción, lo que ayuda a tener un panorama general más claro con respecto a las zonas a intervenir además de el territorio de la obra misma, lo que ayuda a tener sociabilizado de mejor manera con el entorno.

Constructores:

- Mejoras en la integración del diseño.
- Mejor Constructibilidad (aumento de información y datos para la construcción)

- Trabajo logístico desde el inicio del desarrollo formal en red.
- Relaciones y compromisos pueden ser gestionados de forma interconectada.
- Mejoras de costos estimados en la producción debido a la optimización de materiales y tiempo total de trabajo en las obras, al tener solucionados elementos previamente al comienzo de la construcción.

Con lo ya expuesto podemos identificar items que son compatibles a los cuatro sectores antes expuestos, en dónde se repiten los temas de optimización de tiempo, dinero, recursos materiales, traspaso de información y calidad de trabajo notablemente más eficiente gracias al sistema BIM.

2.1.1.2 Estado del arte

2.1.1.2.1 Estado del arte internacional

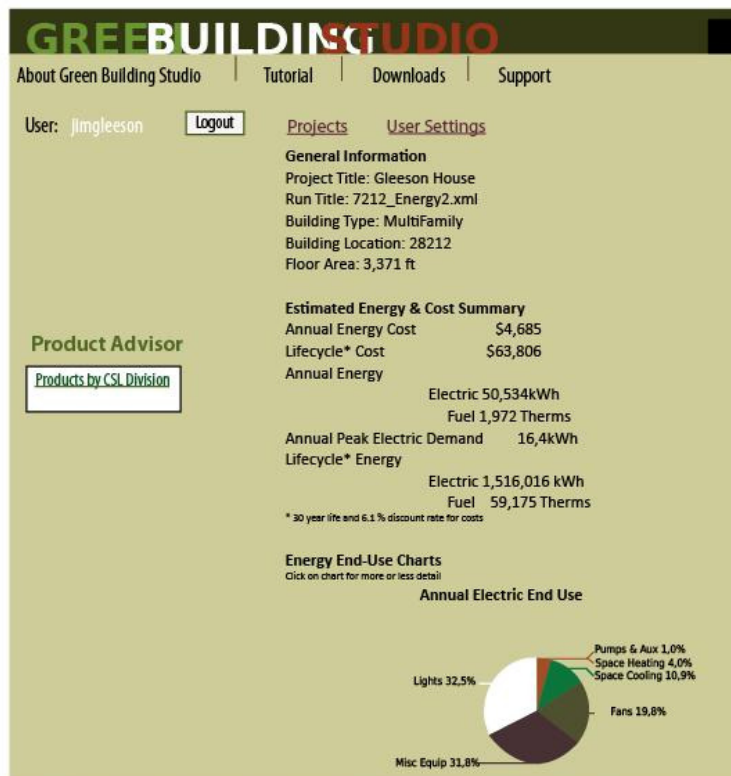
En el contexto actual, el desarrollo de proyectos por medio del sistema BIM ha ido adquiriendo más importancia dentro del sector de la construcción, ya que las empresas, principalmente las estadounidenses y las europeas, han comprendido los beneficios que trae el trabajo multidisciplinar. Además, la existencia en la plataforma BIM de herramientas que hacen posible aplicaciones relacionadas con el funcionamiento de sistemas de redes de una construcción; como el de análisis energético, la gestión de especificaciones, visualización y renderización, hacen mucha mas conveniente su aplicación, ya que procesos como los anteriormente nombrados son muy costos al realizarlos con sistemas como Lider y Calenier (programas utilizados antes de la masificación de BIM). Actualmente, ya hay empresas que están tramitando el reconocimiento de sus programas (como Autodesk Civil 3D o AX-3000), que permiten obtener la certificación energética que define el Real Decreto 47/2007(1), mediante un proceso casi automático, a partir del edificio definido con un programa BIM. La mejora

ambiental no es ahorro de tiempo, sino que los profesionales involucrados en el proyecto pueden trabajar teniendo en cuenta el consumo energético del edificio.

Otro caso corresponde al sistema de calificación de edificios verdes LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es un programa de certificación desarrollado por Estados Unidos que se está convirtiendo en una norma mundial para desarrollar edificios sostenibles con un uso adecuado de los recursos. Con la expansión de esta norma, muchos propietarios y agentes exigen para sus nuevos proyectos de construcción la certificación LEED, que califica los proyectos con arreglo al diseño del emplazamiento, la calidad medioambiental interior y el uso eficaz de la energía, los materiales y el agua. Bajo esta premisa, la empresa GeoPraxis desarrolló el programa Green Building Studio, a través del cual un proyecto desarrollado por BIM, puede ejecutar su análisis energético, arrojando todos sus resultados en una base de datos. Si estos datos arrojan buenos resultados, existen diversas ayudas financieras de los gobiernos estatales y locales, con los importantes beneficios que ello implica, para el propietario del proyecto.

1.- REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

La Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética. Este certificado deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.



Fuente: http://images.autodesk.com/emea_s_main/files/revit_bim_green_building_jun05.pdf

El servicio web de Green Building Studio utiliza la información de los edificios mejor, lo proporciona Autodesk Revit para que los arquitectos puedan efectuar un análisis energético más veloz y preciso en las fases iniciales del diseño del edificio.

Bajo esta premisa, se realiza a nivel mundial, una vez al año, el Holcim Awards for Sustainable Construction (Premios Holcim para la Construcción Sustentable, respaldados por la Fundación Holcim para la Construcción Sustentable), en el cual a la versión del año 2007 se inscribieron más de 4007 proyectos pertenecientes a 121 países, entre los cuales, a nivel latinoamericano, México fue el mayor representante, presentando 114 proyectos, superando a Estados Unidos y Brasil y a nivel mundial fue superado sólo por India que ocupó el primer sitio con 215 registrados.

Como se puede observar, a nivel mundial, la aplicación de BIM en los proyectos de construcción ha hecho que la Unión Europea y E.E.U.U desarrollen normas para softwares con miras a un mejoramiento de los proyectos (como se pudo observar en el caso anterior, las emisiones de CO2 y la eficiencia energética).

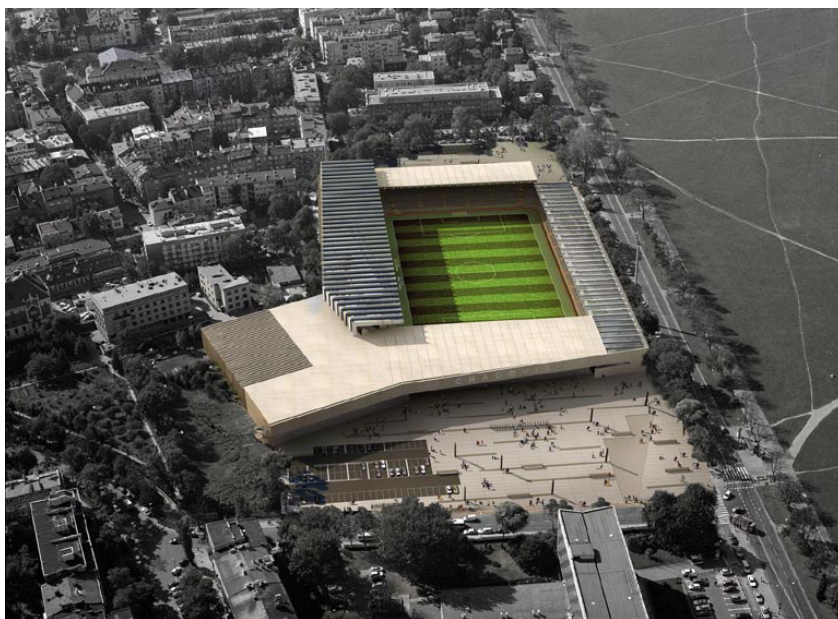
Las empresas de China e India también han aplicado BIM en sus proyectos, tanto nacionales como internacionales, sometiéndose a la normativa internacional desarrollada por los estándares europeos y estadounidenses.

A nivel latinoamericano, actividades que busquen desarrollar la aplicación del BIM por las empresas de construcción son escasas. Los estamentos mexicanos relacionados con el tema han incentivado a sus empresas para que apliquen BIM en sus proyectos en miras de internacionalizar el sector. La fundación Holcing, que entrega el galardón Holcim Awards for Sustainable Construction, a implementado el premio a nivel latinoamericano, para lo cual, creó el Holcim Awards for Latinoamérica en donde se concede el premio a una docena de proyectos regionales que ofrecen soluciones innovadoras para viviendas sociales, eficiencia energética y la revitalización de comunidades y recursos hídricos. De esta forma, la Holcim Foundation for Sustainable Construction, con sede en Suiza, a entregado la premiación a concursantes de Brasil, Argentina y Ecuador.

2.1.1.2.1.1 Caso internacional

ESTADIO DE FÚTBOL, CRACOVIA

El ayuntamiento de Cracovia convocó un concurso de diseño para remodelar y ampliar el estadio de fútbol de Cracovia, todo esto para la EuroCopa de Fútbol 2012. Con Revit Architecture se logró presentar un diseño conceptual completo dentro de plazos muy ajustados, puesto que la documentación de construcción debía estar terminada a finales de 2008 y las obras se comenzarían en 2009, esto habría resultado muy difícil con las herramientas tradicionales basadas en CAD. El concurso lo ganó SENER, un grupo internacional de ingeniería y tecnología español, la cual tiene 12 oficinas en todo el mundo, y para lograr su expansión en el sector arquitectónico e ingeniería civil, empezó a implantar el modelado de información de edificios BIM a finales de 2006. Hoy utiliza softwares BIM de Autodesk como Revit Architecture, Revit Structure, Autodesk Inventor, entre otros. A la fecha, SENER ha terminado o tiene en marcha 8 grandes proyectos y concursos de diseño para los que utiliza el enfoque de BIM con Revit o Civil 3D.



2.1.1.2.2 Estado del arte nacional

A nivel nacional, la incorporación del sistema en las empresas de construcción ha sido lenta, por diversos motivos que ponen obstáculos a la aplicación del sistema en las etapas de diseño, principalmente por costos y personal que maneje las herramientas. Frente a este escenario, aún no surgen propuestas para el mejoramiento del sistema actual de presentación de proyectos nacionales, tanto para dentro del país como fuera de él.

2.1.1.2.2.1 Caso nacional

ESTADIO SÁNCHEZ RUMOROSO, COQUIMBO

Estadio de fútbol con pista atlética y capacidad para 18.250 espectadores sentados. Las graderías están construidas en estructura de hormigón prefabricado y pedestales in-situ. Existen dos niveles de graderías, una de las cuales se hunde en el terreno, quedando la cancha bajo el nivel del suelo. Cubierta en estructura de acero y tensomembrana PVDF. La construcción tiene un total de 30.629 m². El Estadio cuenta con todos los requisitos exigidos por la FIFA para un estadio sede de un mundial.

El diseño del estadio fue realizado por Montealegre Beach asociados con el programa Revit Architecture, lo que les permitió cumplir con el tiempo estipulado para esta construcción que era de 9 meses.



2.1.1.3 Programas BIM

Gracias a la Industry Foundation Classes (IFC), es que BIM funciona como un sistema de modelado de información generando intercambio de datos gracias a su formato. A pesar de esto, hoy no existe un modelo único, lo que genera una gran competitividad entre las distintas empresas de software. Es por esto que se enfoca la investigación en los programas con mayores ventas en el mercado, que por tanto son los más utilizados. Estos son los software de Nemetschek, Graphisoft, Autodesk y Bentley.

Cada una de estas plataformas tiene como factor común que funcionan como apoyo de las otras, ayudando a complementar aplicaciones de software principales. Por ejemplo Nemetschek como plataforma, posee el software principal que es Allplan Arquitectura, que se complementa con Allplan Ingeniería y los otros, trabajando de forma simultánea y conjunta, especificando las distintas fases del modelado del proyecto, para así proyectar de manera completa todos los aspectos constructivos.

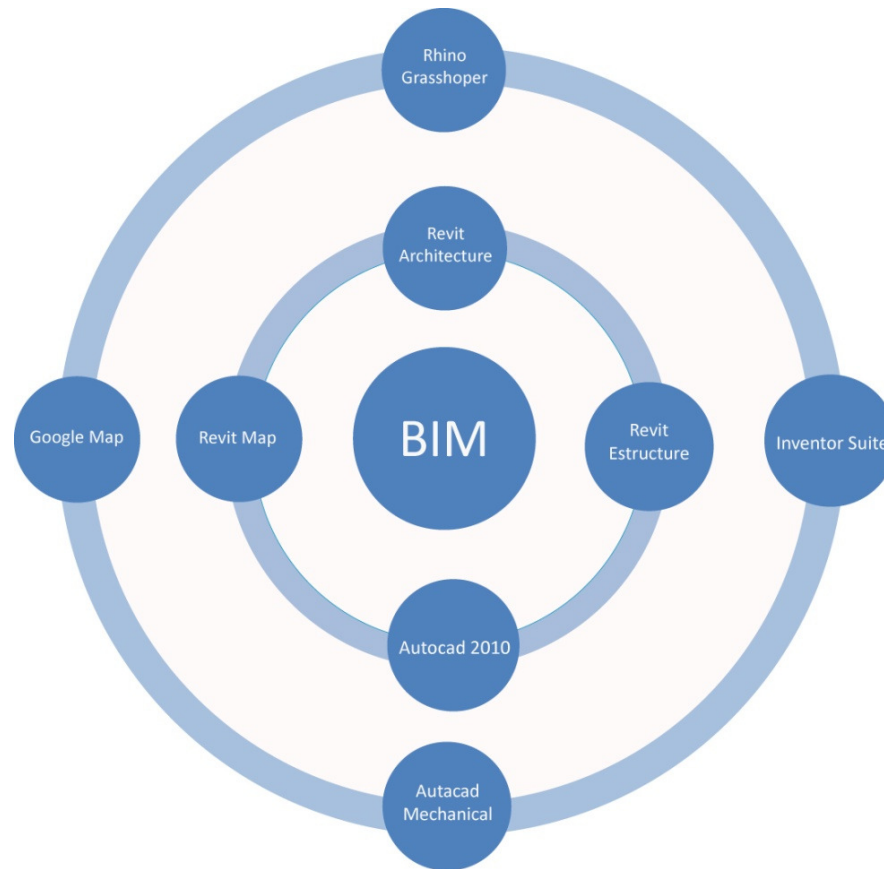
Los software más utilizados son Autodesk Revit Architecture, Autocad Civil 3D, Autodesk Revit Structure, Autodesk Revit MEP, Bentley Building Electrical Systems, Bentley Architecture, Bentley Building Mechanical Systems, Bentley Structural, Bentley Facilities, Bentley speedikon Architectural, ArchiCAD 12, Allplan Arquitectura, Allplan Ingeniería, Allplan SteelDesign y Allplan Instalaciones.

La investigación se basará en los software de Autodesk, puesto que es el líder en el mercado, que tiene más proyección en el área BIM, además de ser los que poseen mayor cantidad de software relacionados con diseño.

2.1.1.4 Reconocimiento de software

2.1.1.4.1 Programas

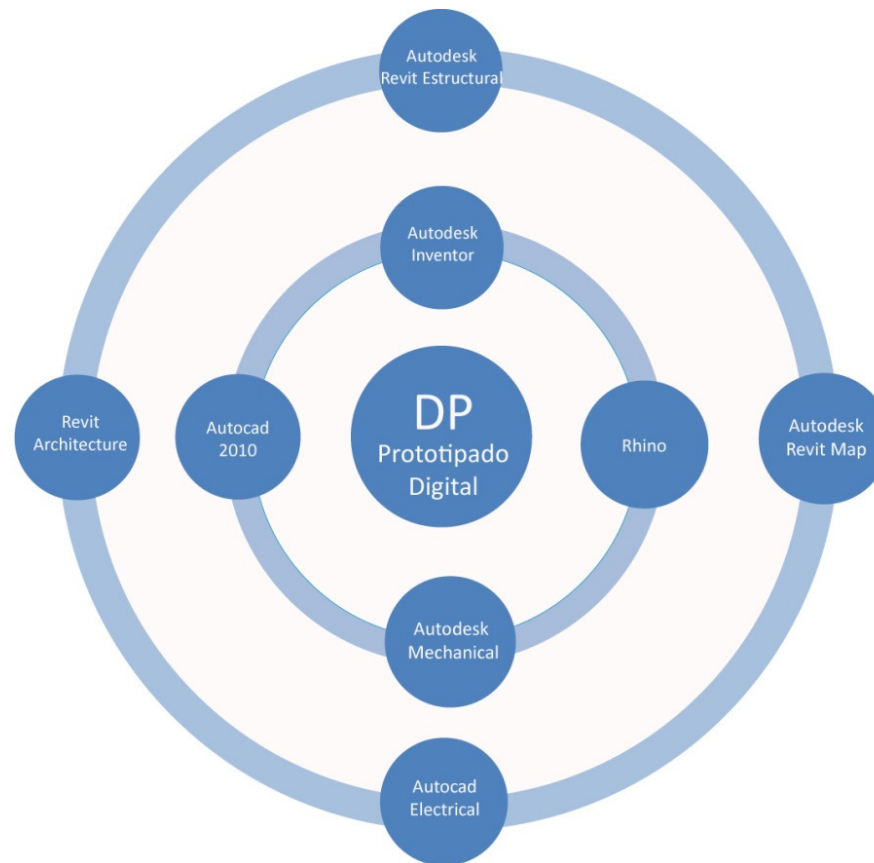
Esquema de softwares relacionados con el sistema BIM en orden de acercamiento y capacidad de trabajo paramétrico. Los software de diseño se pueden apreciar en el segundo nivel.



fuelle: Comgrap capacitación

2.1.1.4.2 Prototipado digital

El sistema de trabajo de prototipado digital, propio del diseño es un símil del sistema BIM. En donde en un primer nivel se pueden observar los programas a fines con el sistema y que se relacionan en un primer nivel con el sistema (Rhino con aplicación de Grasshoper). Los software relacionas a Bim se ubican en el segundo aro de relación.



fuentes: Comgrap capacitación

2.1.2 Autodesk Revit Architecture

2.1.2.1 Revit Architecture e IFC

Revit Architecture permite importaciones IFC y exportaciones con certificación completa basadas en las normativas más recientes sobre intercambio de datos IFC2x3 de IAI. Al exportar un modelo de información de construcción al formato IFC, la información se pone directamente a disposición de especialistas tales como ingenieros de estructuras y técnicos de mantenimiento de edificios.

Por ejemplo, los modelos de información de construcción desarrollados con Revit Architecture se guardan con el formato de archivo RVT. Puede exportar el modelo de construcción con el formato IFC a una aplicación con certificado IFC que no utilice el formato de archivo RVT. Podrá abrir el dibujo y trabajar en él en la aplicación no nativa. De modo similar, en Revit Architecture se puede importar un archivo IFC, crear un archivo RVT y trabajar en el modelo de construcción de Revit Architecture.

IFC utiliza contenedores arquitectónicos que facilitan la identificación de objetos de construcción reales.

Dichos contenedores tienen parámetros con valores igualmente útiles. Muchos elementos estándar de Revit Architecture tienen sus contenedores IFC correspondientes. No requieren tareas de usuario específicas para su exportación. (Por ejemplo, los muros de Revit se exportan como muros IFC.) En el caso de otras familias de Revit Architecture (por ejemplo, las escaleras mecánicas), el usuario debe asignarles contenedores IFC antes de la exportación.

2.1.2.2 Interoperabilidad de formatos en Revit Architecture

Formato	CAD		ACSYS	Microstation	Sketch up	
	DWF	DXF	SAT	DGN	SKP	DWF
Importar	X	X	X	X	X	X
Exportar	X	X	X	X		

2.1.2.3 Familias en Revit Architecture

¿Qué es?

Una familia es un grupo de elementos con un conjunto de parámetros y una representación gráfica relacionada. Los tipos de familia están dados por los distintos elementos de la familia que pueden tener valores distintos en algunos o todos sus parámetros, pero tienen el mismo conjunto de parámetros.

La familia no siempre proporciona información suficiente para crear un elemento en el proyecto, aunque restringe las características básicas y representación gráfica del elemento que se está creando, no especifica el tamaño, material ni otras características del elemento. Es por esto que las familias poseen tipos de familia.

Un ejemplar de elemento creado con una familia y un tipo de familia específico, tiene un conjunto de propiedades, donde se pueden cambiar algunos parámetros del elemento, independiente de los parámetros de la familia. Al inverso, si se cambian los parámetros del tipo de familia, los cambios se realizan a todos los ejemplares de elemento que se hayan creado con este tipo.

Tipos de familia

- Familias de sistema

Las familias de sistema crean elementos de construcción básicos como muros, cubiertas, techos, suelos y otros que se ensamblarían en un solar de construcción.

Las familias de sistema están predefinidas en Revit Architecture. No se cargan en los proyectos desde archivos externos, ni se guardan en ubicaciones externas al proyecto. Se puede crear una copiando un tipo de familia y cambiando sus propiedades, o copiando y pegando una de otro proyecto. Los tipos que modifique se guardan en el proyecto.

Al ser predefinidas, son las menos personalizables de los tres tipos, pero posee un comportamiento más inteligente que las familias de componentes estándar y familias in situ. Por ejemplo, un muro que se cree en un proyecto cambia de tamaño automáticamente las ventanas y puertas que se coloquen en él, sin necesidad de cortar huecos en el muro para las ventanas y puertas antes de colocarlas.

- Familias de componentes estándar

Las familias de componentes crean los componentes de construcción que normalmente se adquieren, transportan e instalan en un edificio, como ventanas, puertas, muebles de obra, instalaciones, mobiliario y vegetación. También incluyen ciertos elementos de anotación que normalmente se personalizan, como los símbolos y cuadros de rotulación.

Son muy personalizables, siendo las que se crean y modifican con mayor frecuencia en Revit Architecture. En comparación con las familias de sistema, las de componentes se crean en archivos .rfa externos y se importan o se cargan en los proyectos.

Para las familias de componentes que contienen muchos tipos, se puede crear y utilizar catálogos de tipos para cargar sólo los tipos que se necesitan para un proyecto.

- Familias in situ

Las familias in situ se crean cuando se necesita un componente exclusivo y específico de un proyecto. Puede crear geometría de familia in situ de modo que haga referencia a otra geometría de proyecto y que cambie de tamaño o se ajuste a los cambios en la geometría a la que haga referencia. Se usa para muros derrumbados o con estrechamiento; geometría exclusiva o inusual, como una cubierta no estándar; un componente personalizado que no se reutilizará; geometría que debe hacer referencia a otra geometría en el proyecto; o una familia que no requiere varios tipos de familia.

Se crean para un proyecto activo y no son para usarlas en otros. Este tipo de familia tiene un uso limitado en los proyectos, por lo que no se pueden crear varios tipos de familia in situ, a diferencia de las familias de sistema y componentes.

Estas familias se deben usar cuando sea imprescindible, aunque parezca más fácil crear todos los componentes como familias in situ. Muchas familias in situ en un proyecto pueden aumentar el tamaño del archivo del proyecto y afectar al rendimiento del sistema.

2.1.3 Rhinoceros

Rhino proporciona herramientas para configurar la precisión y las unidades, así como herramientas para controlar y calcular continuidades.

Intercambia dibujos desde programas CAD con formatos IGES, ACIS, Parasolid, DXF y DWG de Rhino. Compatibilidad con soporte mejorado de PDF, AI 8+, STEP, DWG/DXF, PLY, DGN, FBX, SolidWorks, Google Earth, SketchUP y WAMIT.

2.1.4 Autodesk Inventor

Es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk. Entró en el mercado en 1999, y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de Diseño Mecánico en 2D hacia la competencia, permitiendo que los computadores personales ordinarios puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos.

Autodesk Inventor se basa en las más nuevas y avanzadas técnicas de modelado paramétrico. Los usuarios comienzan diseñando piezas, las que luego se pueden combinar en ensamblajes. Corrigiendo piezas y ensamblajes pueden obtenerse diversas variantes.

Los bloques de construcción cruciales del inventor son piezas. Son hechos definiendo las características, las cuales se basan en bosquejos.

Este sistema de modelado es mucho más intuitivo que en ambientes más antiguos de modelado, en los que para cambiar dimensiones básicas era necesario generalmente suprimir el archivo entero y comenzar encima.

Como parte final del proceso, las partes se conectan para hacer ensamblajes. Los ensamblajes pueden consistir en piezas u otros ensamblajes. Las piezas son ensambladas agregando restricciones entre las superficies, bordes, planos, puntos y ejes.

CAPITULO 3

3.1 Desarrollo de la investigación

3.1.1 Desarrollo de Probetas

Dentro de los elementos que se consideraron para desarrollar las pruebas suficientes para el análisis del traspaso de archivos, se modelan como parte de la familia de la sala de baño, un inodoro, un lavamanos y una bañera. Cada modelo fue realizado en Autodesk Inventor y Rhinoceros 4.0.

El proceso constructivo se encuentra en el Anexo 2

3.1.1.1 Cuadro evaluativo Rhinoceros 4.0 v/s Autodesk Inventor

	Rhinoceros	Autodesk
Paramétrico	X	✓
Creación de ensambles	X	✓
Control en la elaboración de dobles corvaturas	✓	X
Creación de objetos a partir de mallas	✓	X
Crear objetos a partir de sólidos	X	✓
Visualización directa de 4 vistas	✓	X
Concordancia entre el modelado y la construcción	X	✓
Aviso de interferencias en el modelo	X	✓

X : sucede

✓ : no ocurre

3.1.1.2 Traspaso de archivos Rhinoceros 4.0 – Autodesk Inventor

3.1.1.2.1 Observaciones

Antes de analizar el traspaso de archivos, se deja en claro que los trabajos en todos los programas se han desarrollado sin el uso de plug-in.

OBSERVACIONES AUTODESK INVENTOR

La creación de archivos en inventor presenta dificultad en la interoperabilidad entre sus distintas versiones, impidiendo que un archivo desarrollado en una versión más nueva pueda abrirse en una versión más antigua, a través del formato .ipt

En el caso de guardar el archivo en inventor 2009 (por ejemplo) en formato .igs, se puede abrir en una versión más antigua, como inventor 2008 pero el programa lo lee como un objeto, sin reconocer las operaciones que lo produjeron. Es modificable

Otra posibilidad para la interoperabilidad de archivos entre distintas versiones se da a través del traspaso en formato ACIS (SAT), pero tampoco reconoce las operaciones que llevaron a producirlo. Es modificable

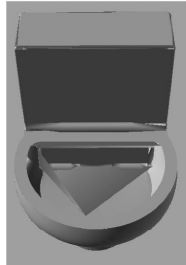
También se puede traspasar con el formato .stp y reconoce el archivo como un elemento sin historial, al igual que con .igs y .SAT, y también es modificable.

OBSERVACIONES RHINOCEROS 4.0

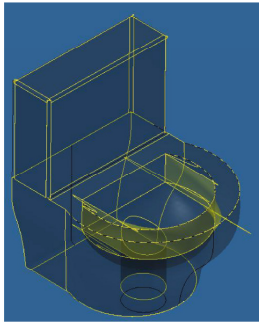
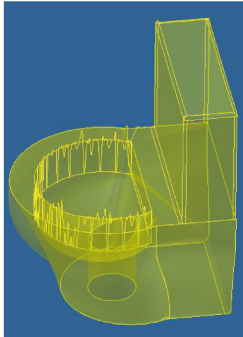
Al exportar los archivos de Rhinoceros al formato .SAT, aparece el siguiente texto:

La aplicación de destino seleccionada no lee información de curvas de archivos ACIS (SAT). Las curvas no se exportaran.

3.1.1.2.2 Traspaso de archivos desde Autodesk Inventor (peso 499 kb) a Rhinoceros 4.0

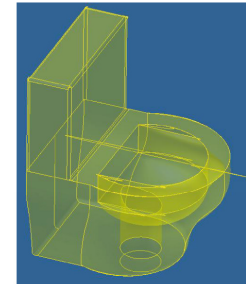
Formatos	Observaciones	Imagen	Peso
.IGES	Se puede manipular el objeto a través de las superficies. Se generan interferencias en todos los empalmes.		692 Kb.
.SAT	No reconoce el archivo, y a pesar de que se abre Rhinoceros aparecen las vistas vacías.		
.STP	Lo reconoce como un objeto, pero no se pueden modificar las superficies. La interferencia en los empalmes es mínima y se da sólo en las uniones.		613 Kb.

3.1.1.2.3 Traspaso de archivos desde Rhinoceros 4.0 (peso 210 kb) a Autodesk Inventor

Formatos	Observaciones	Imagen	Peso
.IGS	Aparece el objeto, diferenciando sus superficies, pero no lo reconoce como sólido. Tampoco está el historial de acciones que llevaron a su configuración pero aparece un grupo de "cables" que son las líneas constructivas del objeto en Rhinoceros. Para transformarlo a sólido, no se pueden coser las superficies, se deben crear, pero sólo reconoce las superficies rectas, por lo que finalmente no se puede transformar en sólido. Reconoce los empalmes pero con interferencias en sus esquinas.		463 Kb.
.SAT	Aparece el objeto, le cuesta reconocer superficies y no lo reconoce como sólido. No está el historial que lo llevo a su configuración pero aparece un grupo de "cables" que son las líneas constructivas del objeto en Rhinoceros, pero no se pueden visualizar. Al intentar parchar el contorno de sus superficies (boundary patch), se generan interferencias en el plano de recorrido de la superficie.		324 Kb.

.STP

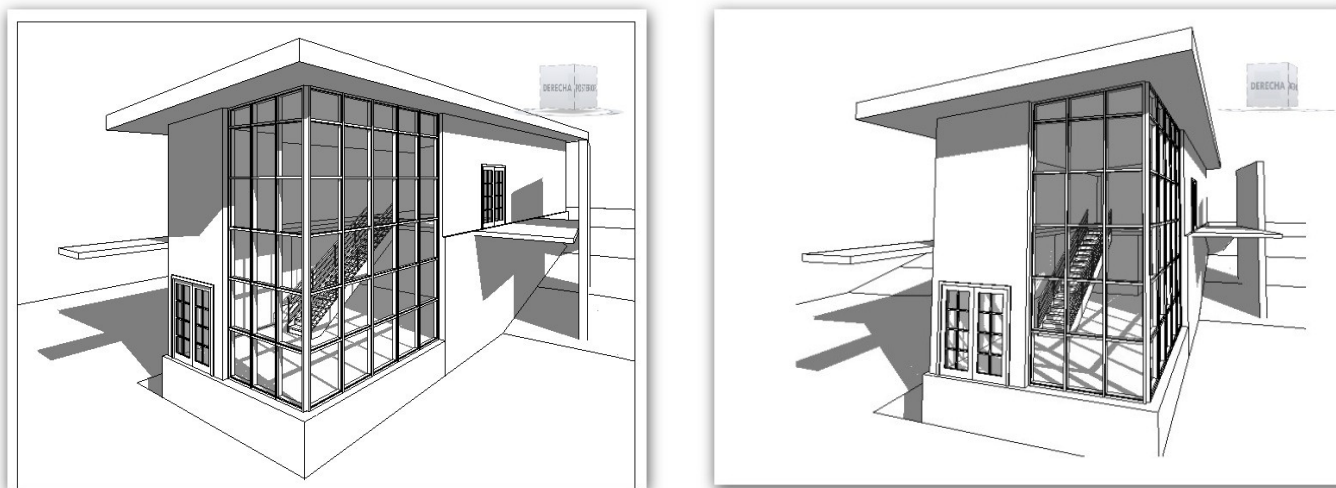
Aparece el objeto, le cuesta reconocer superficies y no lo reconoce como sólido. No está el historial que lo llevo a su configuración, pero aparece un grupo de "cables" que son las líneas constructivas del objeto en Rhinoceros. Cose las superficies (stitch surface). Al intentar parchar el contorno de sus superficies, se escapan puntos de los planos.



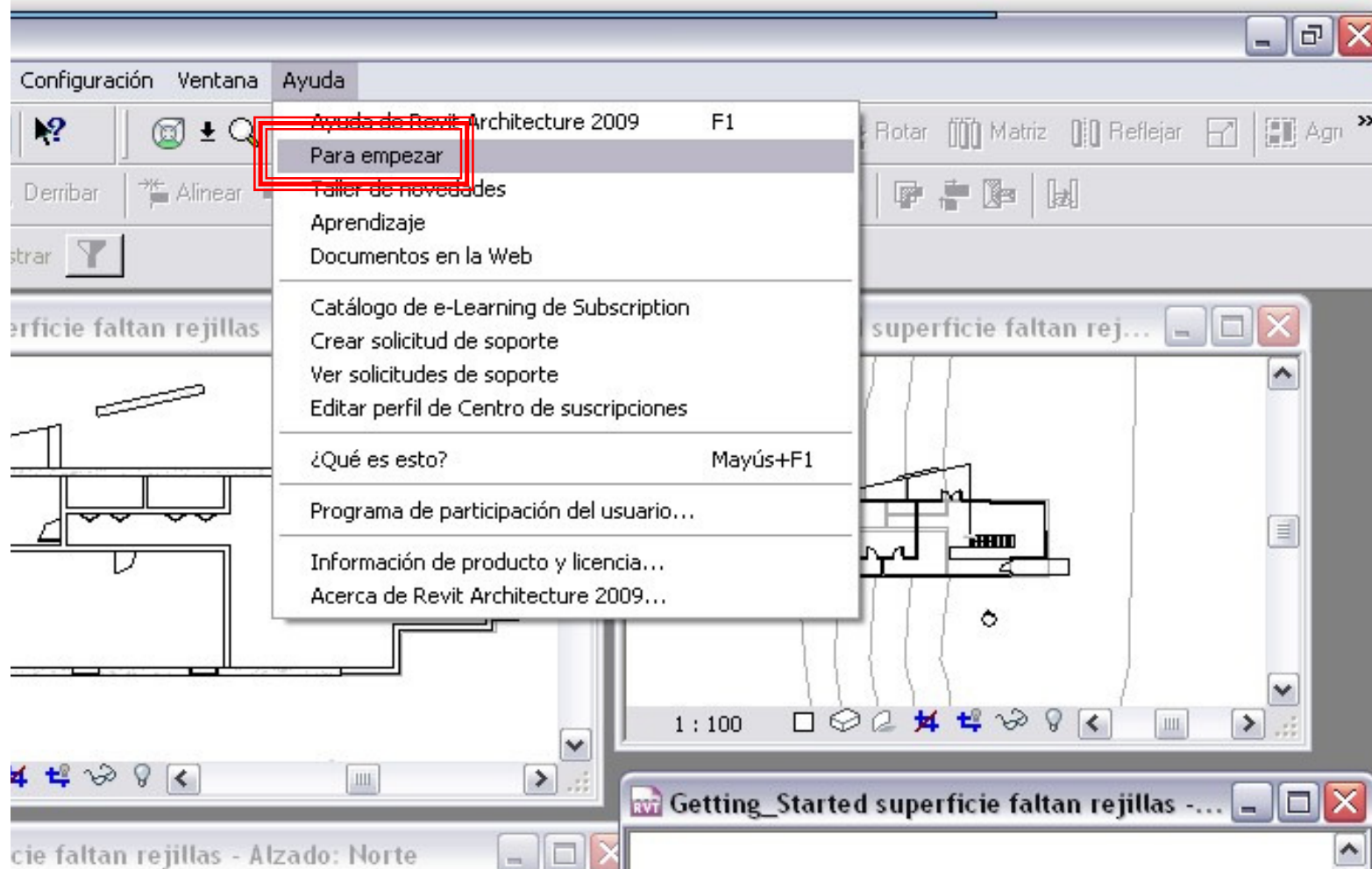
248 Kb.

3.1.2 Modelo en Autodesk Revit Architecture

El desarrollo de este modelo nos entregara un control básico para el manejo de revit y poder comprender la plataforma BIM .este modelo también nos proporcionara el espacio de trabajo para incorporar las probetas hechas en inevtor y rhino; y asi poder establecer los limites existentes en el traspaso de estos software.



Este manual de aprendizaje se encuentra disponible en formato PDF en la biblioteca de Revit.
Podemos ingresar a el por medio de la ventana de ayuda, seleccionando “Para empezar” (imagen nº 1)



Este manual aborda el conocimiento y manejo básico del software y la creación de un modelo constructivo abarcando los siguientes tópicos:

- Creación de un proyecto
- Creación de muros
- Creación de terreno
- Cómo añadir muros exteriores
- Cómo añadir una cubierta.
- Cómo añadir suelos
- Cómo añadir muros interiores
- Cómo añadir puertas
- Cómo añadir ventanas
- Cómo añadir un muro cortina
- Enlace de muros a la cubierta
- Modificación de la plataforma de entrada
- Cómo añadir un suelo inclinado
- Cómo añadir escaleras y barandillas
- Modificación de la cubierta
- Documentación del proyecto
- Creación de un estudio solar
- Creación de un plano

Imagen nº 2 (vistas principales del modelo)

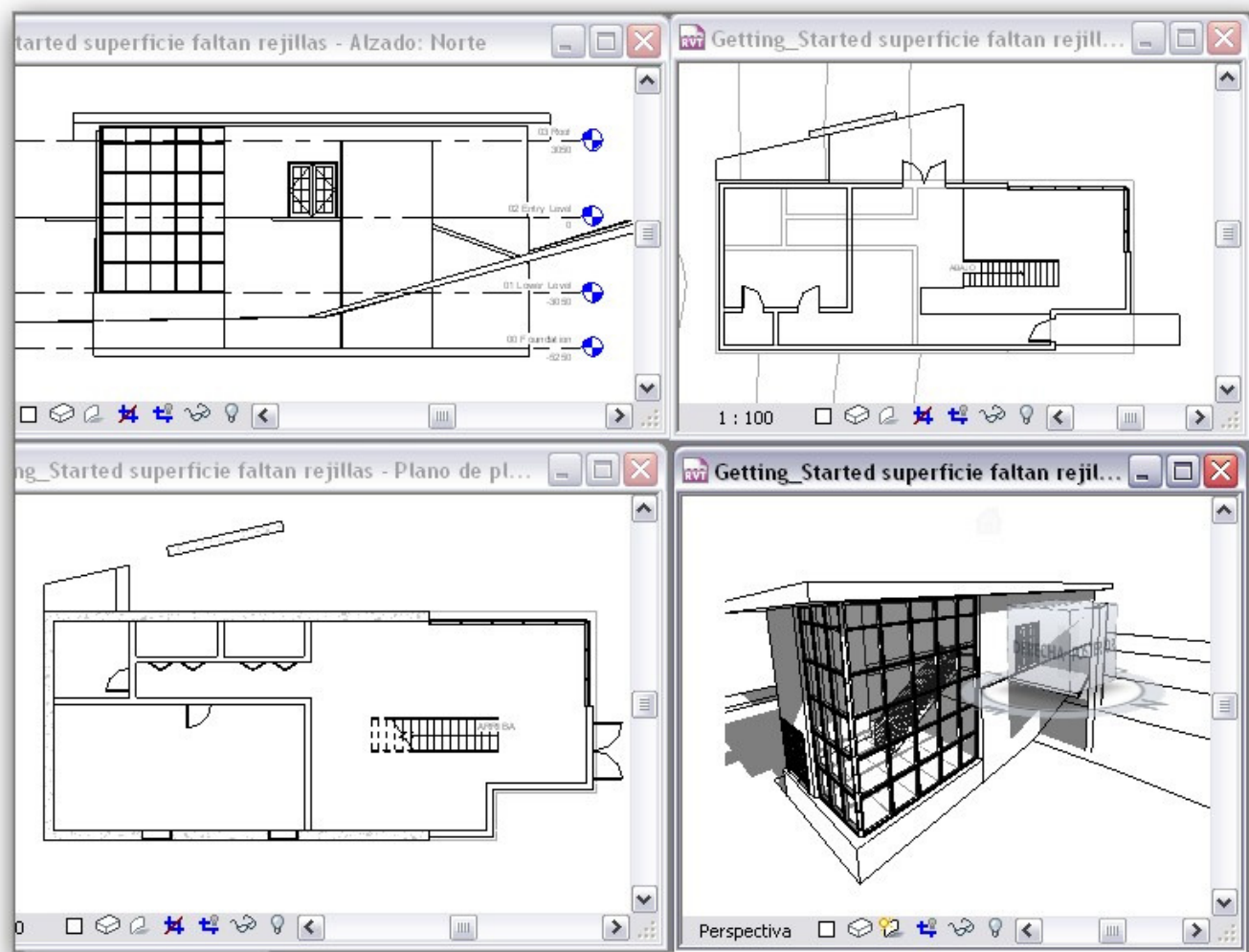
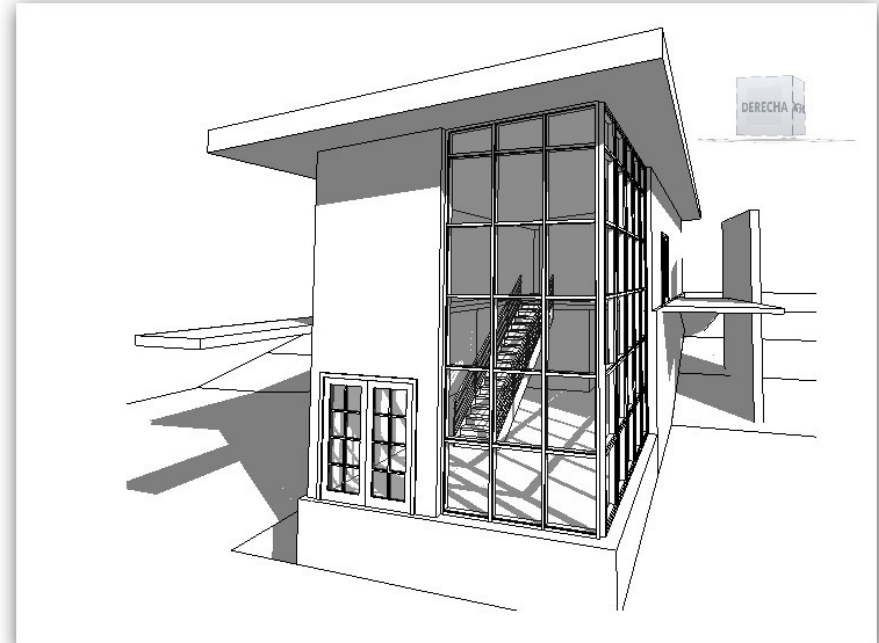
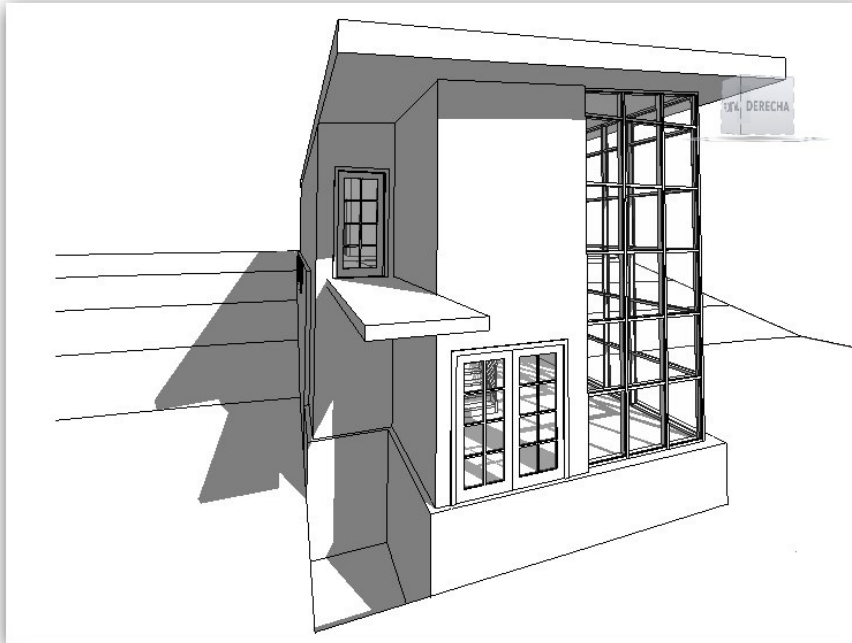


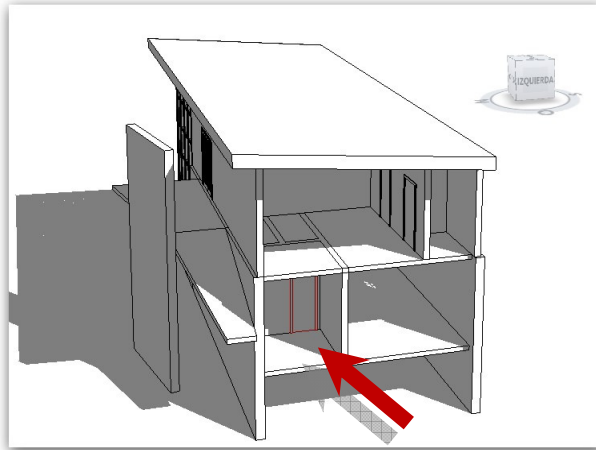
Imagen nº 3 (visualización del modelo 3D)



Definición del área de trabajo: sala de baño

En la vista en planta del primer nivel definiremos nuestra sala de baño para llevar a cabo el traspaso de los modelos y el desarrollo de esta investigación.

Imagen nº 4 corte de la casa y nº 5 Vista de la sala de baño en perspectiva



3.1.2.1 Modo operatorio para el traspaso de archivos a Autodesk Revit Architecture: ACIS (SAT)

El modelador ACIS es un núcleo (o motor) geométrico de modelamiento tridimensional propiedad de Spatial Corporation. ACIS es usado por varios sistemas de diseño asistido por computadora (CAD), fabricación asistida por computadora (CAM) y animación en 3D . ACIS provee la funcionalidad necesaria para modelar en 3D.

ACIS posee una arquitectura abierta, y orientada a objetos, en lenguaje C++ (lenguaje de programación C con mecanismos que permitan la manipulación de objetos) lo cual le permite tener capacidades de modelamiento de sólidos más robustas. Con ACIS se pueden construir aplicaciones con características mixtas, pues éste integra modelación de varios tipos: superficie, mallas tipo Wireframe y modelamiento de sólidos de topología con y sin variedad, además de una gran colección de operaciones geométricas.

La distribución central de ACIS puede dividirse en tres categorías:

1) Modelamiento de sólidos Extrusiones/Revoluciones/Barridos de conjuntos de curvas en 2D para crear superficies complejas o sólidos.

- Ajuste de superficies a conjuntos de curvas.
- Generación de patrones de formas repetidas.
- Sólidos huecos y engrosamiento de superficies.
- Doblado interactivo, torceduras, estiramientos y deformaciones de curvas, superficies y sólidos.
- Operaciones Booleanas de intersección/unión/diferencia de cualquier combinación de curvas, superficies y/o sólidos.

2) Gestión de modelamiento de sólidos

- Es posible adjuntar datos definidos por el usuario a cualquier nivel de un modelo.
- Rastrear cambios de geometría y topología.
- Modelamiento de sub-regiones de un sólido por medio de topología celular.
- Manejo de historia de construcción de modelo de manera independiente con capacidad de rehacer/deshacer cambios.

3) Modelador ACIS con extensiones

- Modelamiento de sólidos deformables.
- Cobertura avanzada,
- Descomposición de características,
- Remoción de líneas ocultas (tecnología 3D PHL V5), basado en tecnología CATIA V5.

Tipos de archivos

Existen dos tipos de archivos en ACIS. El tipo Standard ACIS Text (SAT) y el tipo Standar ACIS Binary (SAB). Ambos poseen la misma información, por lo tanto el término archivo SAT se utiliza cuando no se necesita hacer ninguna diferenciación. Los archivos tipo SAT son archivos de texto tipo ASCII y por lo tanto se pueden visualizar por medio de cualquier editor de texto. Los archivos tipo SAT tienen características de texto fáciles de leer tales como nueva línea, espacios entre palabras. Estos archivos tiene la extensión.sat. Los archivos tipo SAB, por el contrario, no se pueden visualizar fácilmente con un editor de texto. Estos están diseñados para ser más compactos y no para la lectura por los humanos. Los archivos tipo SAB tienen la extensión.sab.

3.1.2.2 Intercambio a Revit Architecture 2009

3.1.2.2.1 Traspaso de Inventor 2009 a Revit Architecture 2009

Ocuparemos la eficacia del modelado paramétrico en inventor para la creación de los modelos y su integración a revit, logrando la incorporación y relación dentro de un proyecto arquitectónico realizado en esta plataforma.

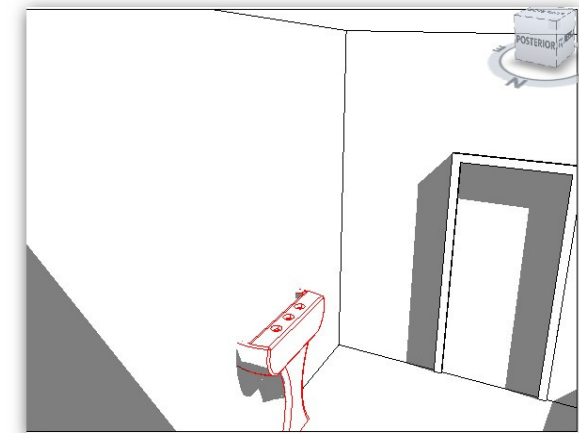
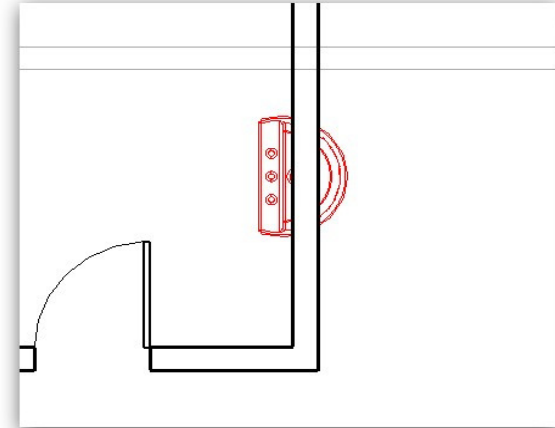
- Una vez concluido los modelos en inventor definimos como formato genérico de traspaso los archivos .SAT.
- Para esta etapa ocuparemos solo el lavamanos.



- Dentro de Revit Architecture 2009 tendremos como alternativa importar el archivo .Sat directamente dentro de nuestro proyecto en revit o crear una familia a partir de los modelos exportados.

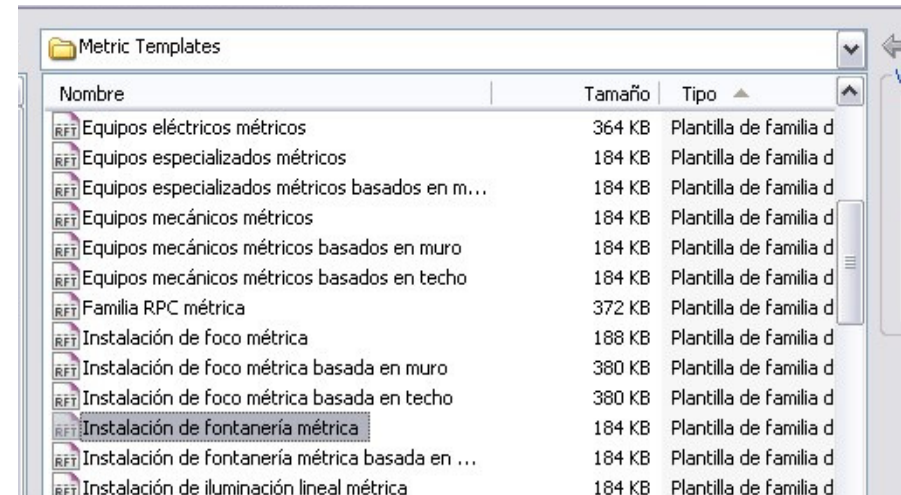
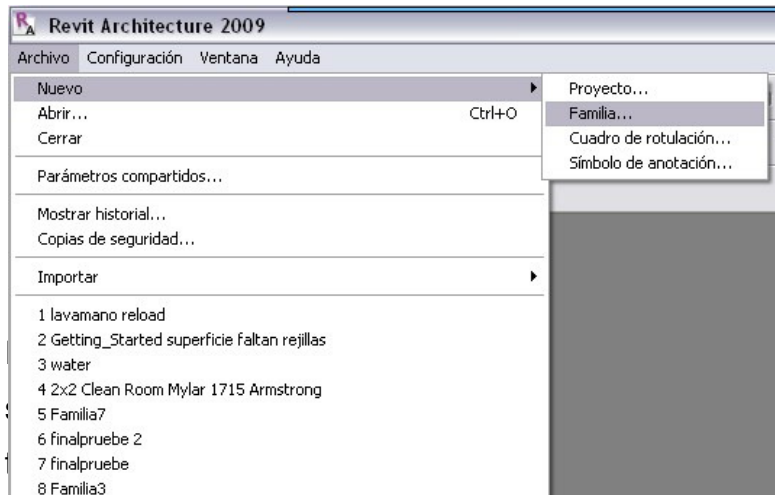
Primera alternativa: incorporación directa del formato .Sat

- En revit importamos directamente el modelo como formato CAD en .Sat realizado en Inventor y lo incorporamos a un nivel de la casa.
- Al tratar de vincular el modelo con algún elemento de la casa no existen parámetros que identifiquen y limiten al objeto. Al momento de desplazar el modelo es posible atravesar paredes y el área constructiva definida.
- Esta alternativa servirá solo para ingresar a revit como un objeto visual sin vínculos que lo relacionen a la geometría del proyecto.

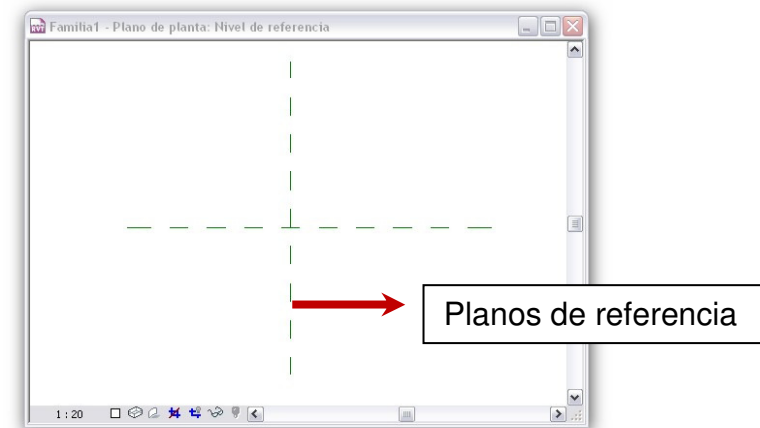
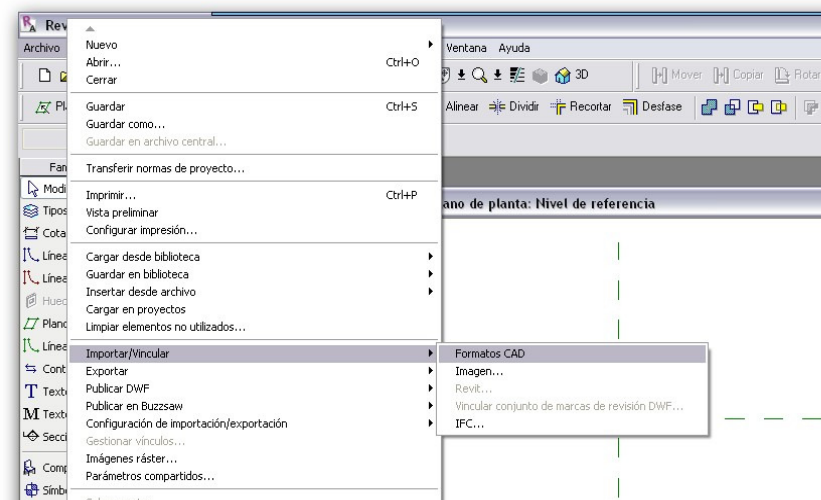


Segunda alternativa: incorporación por medio de una familia

- Una vez exportado el modelo en formato SAT desde Inventor podemos ingresar a la plataforma revit para su incorporación dentro de la familia.
- Lo primero será crear una nueva familia a partir de las plantillas por defecto del programa. En la carpeta de Metric templates elegimos la categoría de la familia, en este caso la elección se realiza de acuerdo a los modelos realizados en esta investigación, por ello elegimos las instalaciones de fontería.

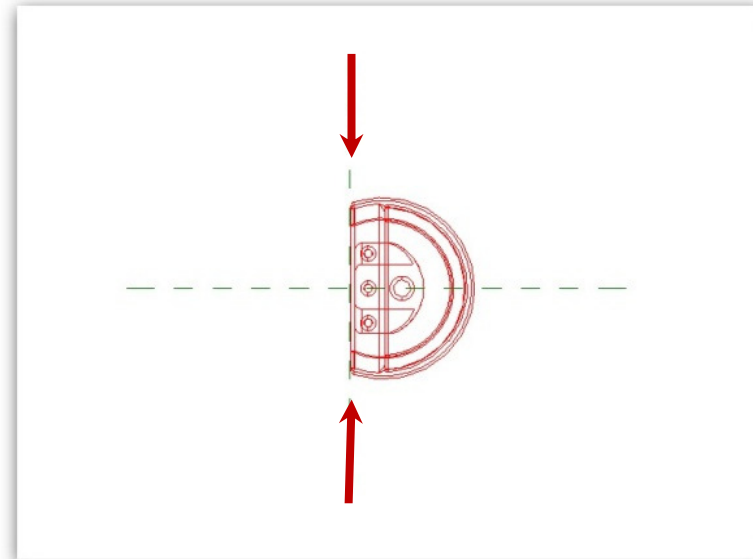
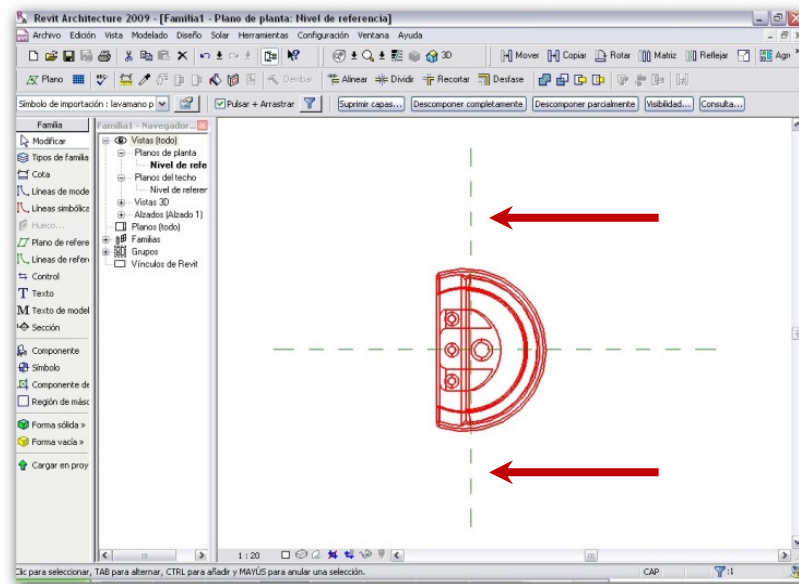


- Esta etapa es la clave para que el modelo .SAT tenga vínculos a elementos constructivos realizados en Revit (reconocimiento de paredes, pisos, techos, etc...).
- Una vez dentro de la familia específica tenemos la posibilidad de apropiarnos de los planos de referencia que tienen por defectos las plantillas de familias en Revit.



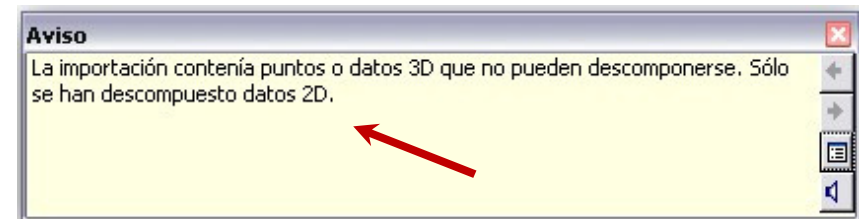
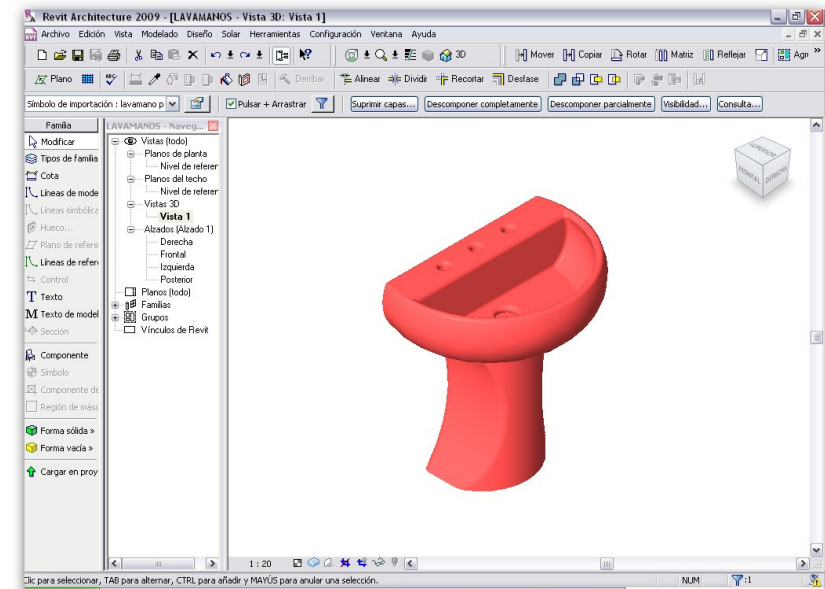
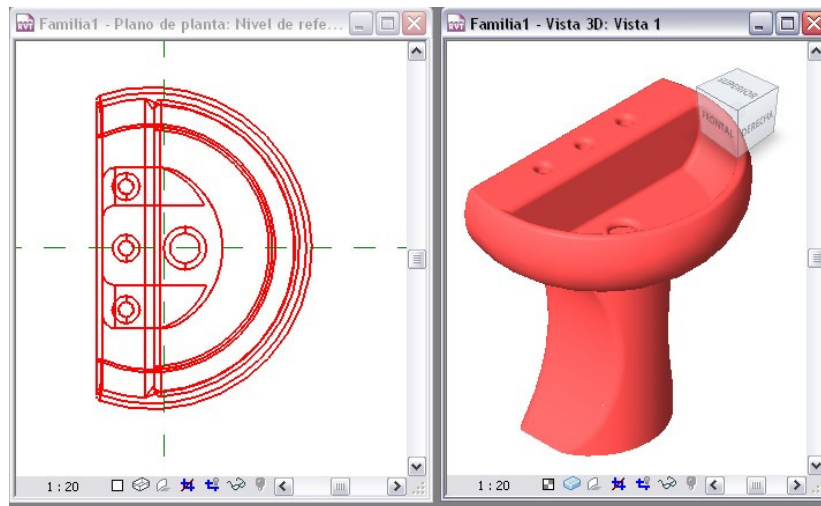
- Importamos nuestro lavamanos generado en inventor como archivo .SAT.
- Será significativo adecuar estos planos a la geometría de nuestro modelo dependiendo de donde queremos que se vincule a nuestro proyecto arquitectónico en Revit.

- En este caso como elementos de fonteria situamos los 2 planos existentes a las caras del modelo. El primer plano desde la vista superior del modelo debe situarse en la cara del lavamanos que se unirá a la pared de forma que quede alineada con el extremo del modelo y en vistas de elevación el otro plano quedara situado como plano de referencia al suelo.

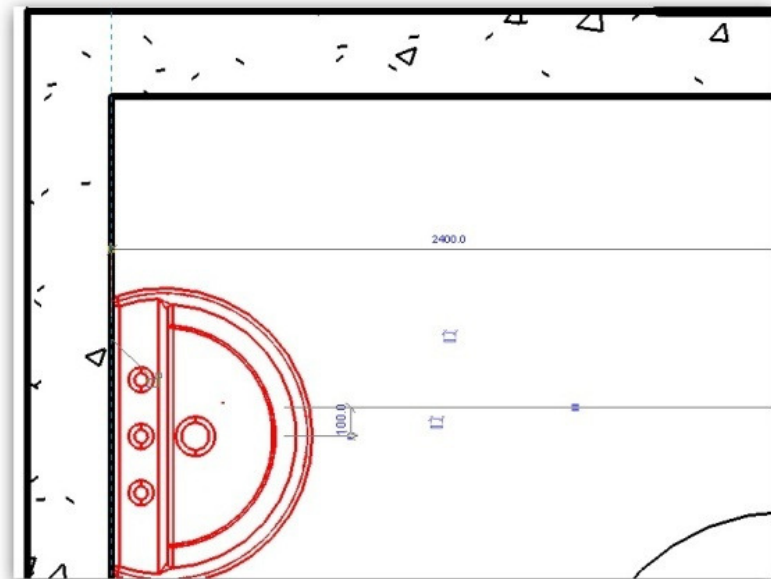
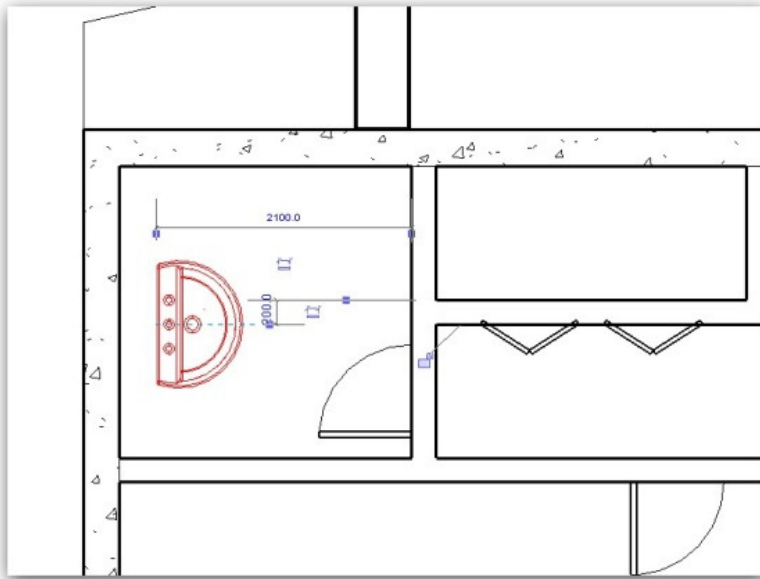


- Como podemos ver el modelo dentro de revit actúa solo como un volumen y no como una geometría editable por Revit, sin la posibilidad de dejarnos interactuar con sus valores paramétricos en cuanto a dimensiones.

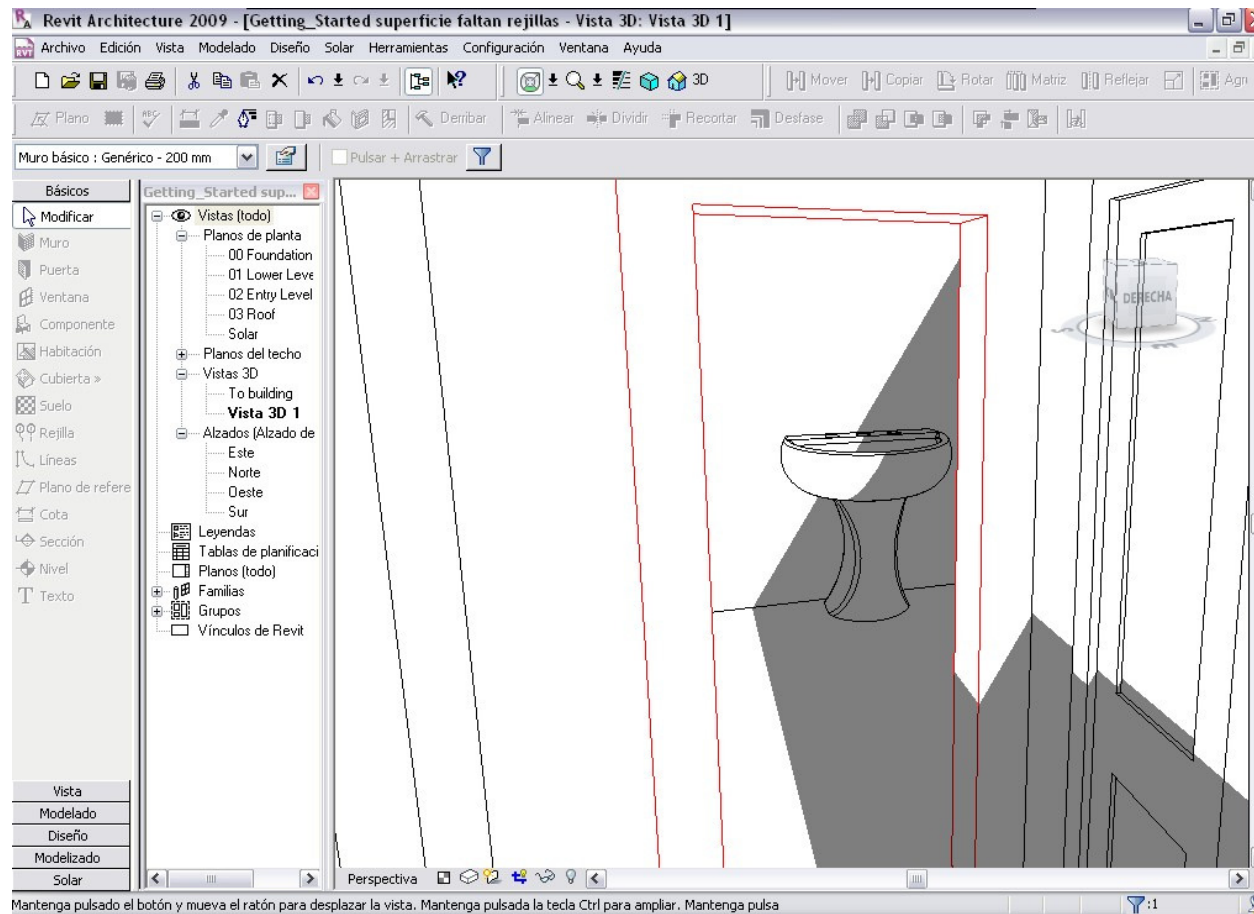
Como archivo importado en .SAT el lavamanos solo es reconocido como un símbolo y es por ello que no permite descomponer el modelo, negando cualquier modificación posible.



- Una vez guardado el modelo como archivo de familia (.RFA) será posible ingresar a nuestros modelos en Revit (.RVT) desde el editor de familias o desde el mismo proyecto (cargar desde librería).
- Finalmente podremos manipular nuestros modelos con vínculos dentro del proyecto.

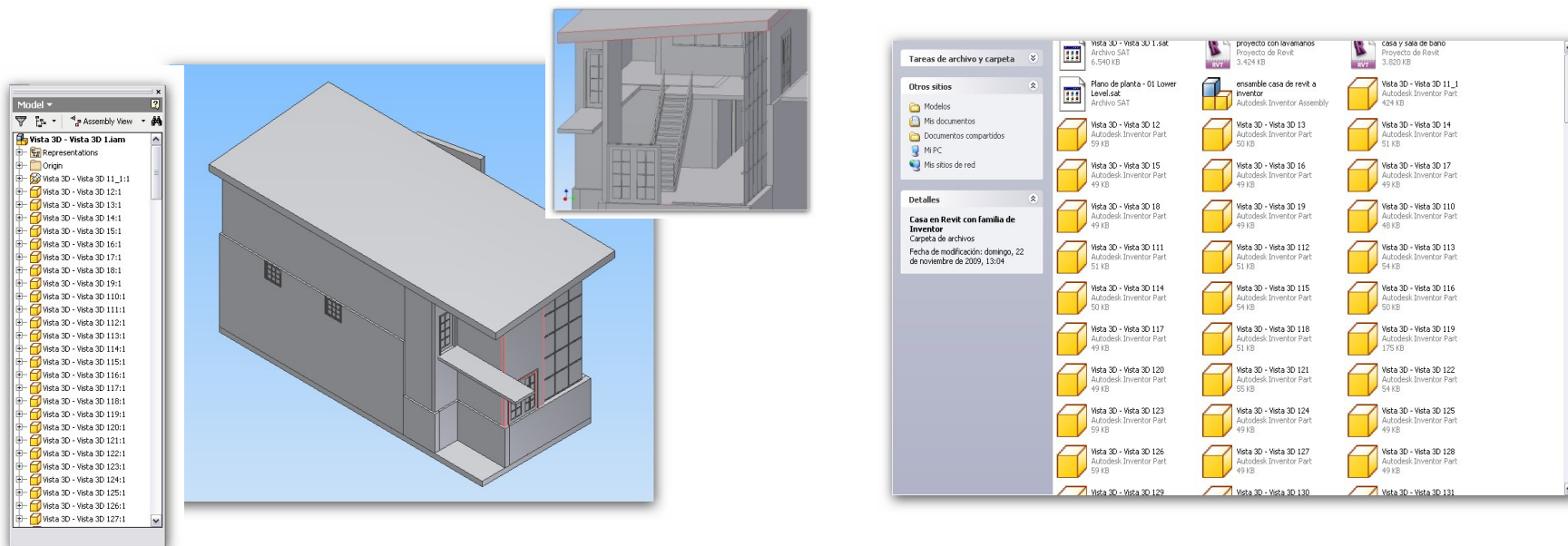


Como resultado aparecen las distancias de nuestro lavamanos con respecto a las paredes cercanas y como se vinculan por medio de una línea punteada indicándonos cuando el modelo está en contacto con ellas. Sin embargo el modelo realizado en inventor solo es un modelo de la forma y no un modelo técnico para su fabricación.



3.1.2.2.2 Traspaso de Revit Architecture 2009 a Inventor 2009

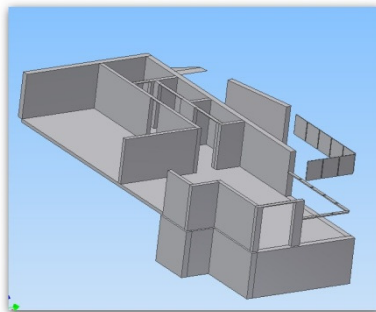
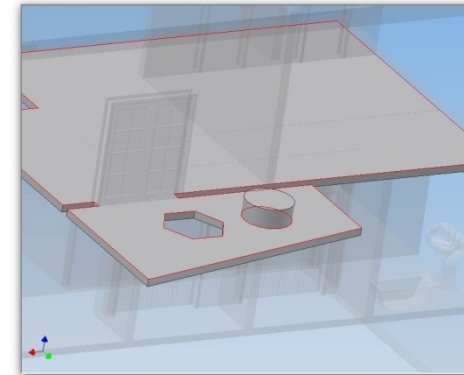
También es posible trabajar con el modelo constructivo realizado en Revit a inventor por medio del formato .SAT, permitiendo un control total de los componentes de la casa. Al momento de importar el proyecto, inventor reconoce al modelo como un gran ensamble de todos los elementos que lo conforman, con la ventaja de poder editar cada uno de estos componentes en sus dimensiones y formas establecidas. Sin embargo la gran desventaja es el número de archivos generado al guardar el proyecto como ensamble, aumentando de 1 a 203 el número de archivos, ocasionando un momento casi dos veces mayor al peso original del proyecto en Sat.(de 6,3 Mb en formato Sat a 11,8 Mb en .lpt)



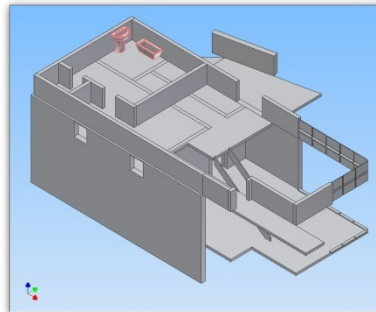
-Trabajar el modelo en Inventor permite la participación en forma directa sobre la casa editando sus propios componentes con la eventualidad de asignar materialidad a cada uno.

-Al exportar nuestro modelo a inventor es posible traer solo la vista del nivel que queramos ver del proyecto, ahorrando lo difícil que puede llegar a ser trabajar con el modelo completo obligándonos a modificar la visibilidad a cada componente para llevar a cabo alguna modificación.

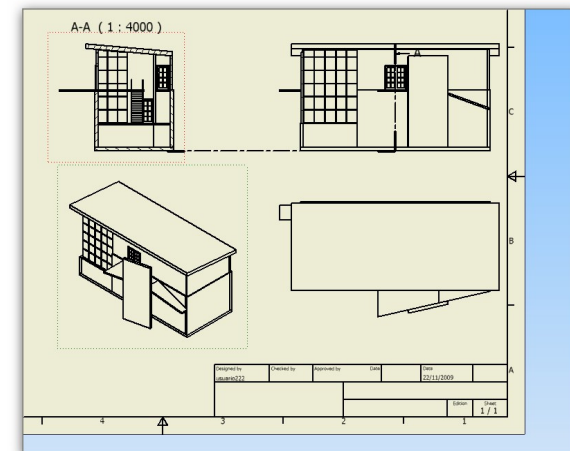
-También existe la posibilidad de crear una presentación del proyecto con sus vistas y cortes en el formato de dibujo de inventor.



Modelo importado con
vista del Primer nivel.



Modelo importado con
vista del segundo nivel.



3.1.2.2.3 Traspaso de Rhino 4.0 a Revit Architecture 2009

Dentro de Revit Architecture 2009 tendremos como alternativa importar el archivo .Sat directamente dentro de nuestro proyecto en revit o crear una familia a partir de los modelos exportados en revit.

Primera alternativa: incorporación directa del formato .Sat

-En revit importamos directamente el modelo como formato CAD/.Sat y lo incorporamos a un nivel de la casa.

-El modelo ingresa al proyecto sin embargo al tratar de vincular el modelo con algún elemento de la casa no existen parámetros que identifiquen y limiten al objeto. Al momento de desplazar el modelo es posible atravesar paredes y el área constructiva definida.

-Esta alternativa servirá solo para ingresar a revit como un objeto visual sin vínculos que lo relacionen a la geometría del proyecto.

Segunda alternativa: incorporación por medio de una familia

Lo primero será crear una nueva familia a partir de las plantillas por defecto del programa. En la carpeta de Metric templates elegimos la categoría de la familia, en este caso la elección se realiza de acuerdo a los modelos realizados en esta investigación, por ello elegimos las instalaciones de fontería.

Esta etapa es la clave para que el modelo .SAT tenga vínculos a elementos constructivos realizados en Revit (reconocimiento de paredes, pisos, techos, etc...)

Una vez dentro de la familia específica tenemos la posibilidad de apropiarnos de los planos de referencia que tienen por defecto las plantillas de familias en Revit.

Importamos nuestro lavamanos generado en Rhino como archivo .SAT. Será importante adecuar estos planos a la geometría de nuestro modelo dependiendo de donde queremos que se vincule a nuestro proyecto arquitectónico en Revit.

En este caso como elementos de fontería situamos los 2 planos existentes a las caras del modelo. El primer plano desde la vista superior del modelo debe situarse en la cara del lavamanos que se unirá a la pared de forma que quede alineada con el extremo del modelo y en vistas de elevación el otro plano quedará situado como plano de referencia al suelo.

-El modelo actúa solo como un volumen y no como una geometría editable por Revit, sin la posibilidad de dejarnos interactuar con sus valores paramétricos en cuanto a dimensiones.

-Como archivo importado en .SAT el lavamanos solo es reconocido como un símbolo y es por ello que no permite descomponer el modelo, negando cualquier modificación posible.

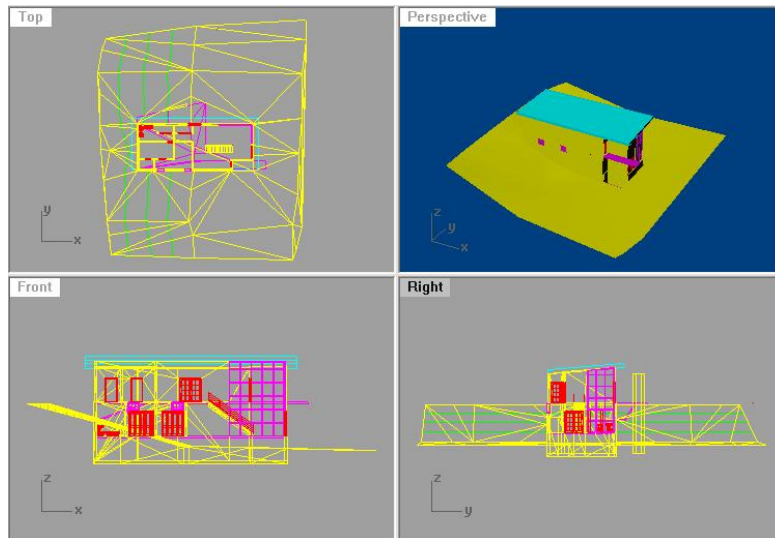
-Una vez guardado el modelo como archivo de familia (.RFA) será posible ingresar a nuestros modelos en Revit (.RVT) desde el editor de familias o desde el mismo proyecto (cargar desde librería).

-Finalmente podremos manipular nuestros modelos con vínculos dentro del proyecto.

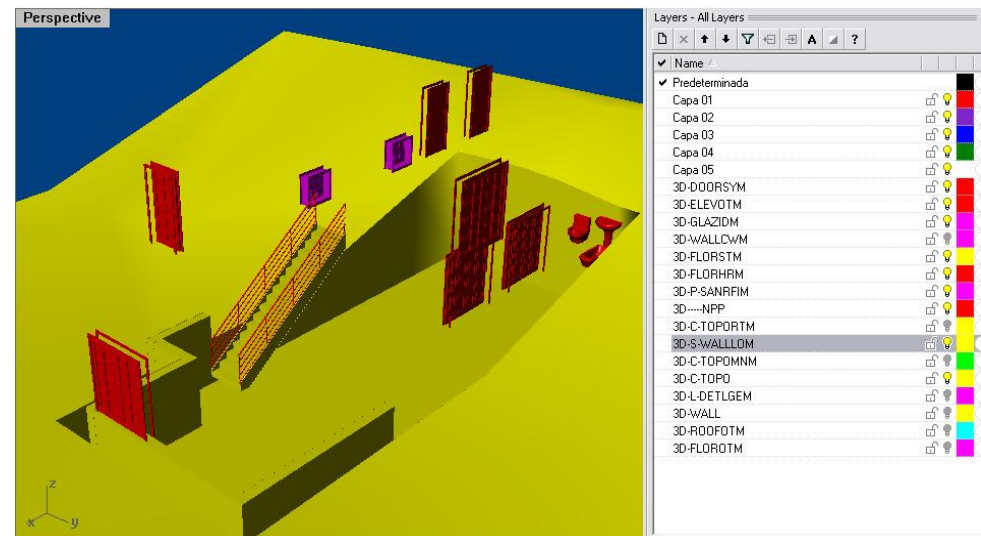
Como resultado aparecen las distancias de nuestro lavamanos con respecto a las paredes cercanas y como se vinculan por medio de una línea punteada indicándonos cuando el modelo está en contacto con ellas. Sin embargo el modelo realizado en inventor solo es un modelo de la forma y no un modelo técnico para su fabricación.

3.1.2.2.4 Traspaso de Revit Architecture 2009 a Rhinoceros 4.0

Para modificar elementos del modelo de Revit en el Rhino, se debe exportar en formato .DGN. Los modelos del proyecto desarrollado al exportarlo de Revit, poseía un peso de 3,39 bytes. Al importarlo en Rhino, el peso descende a 2,734 megas. El proyecto se presenta en capas, donde cada una de ellas representa una parte de la estructura de la casa (por ejemplo, las ventanas del modelo se representan de color tojo, las puertas de color amarillo, etc.), pudiéndose manejar el modelo más fácil visualizando las secciones deseadas. Sin embargo, el modelo presenta las siguientes desventajas:

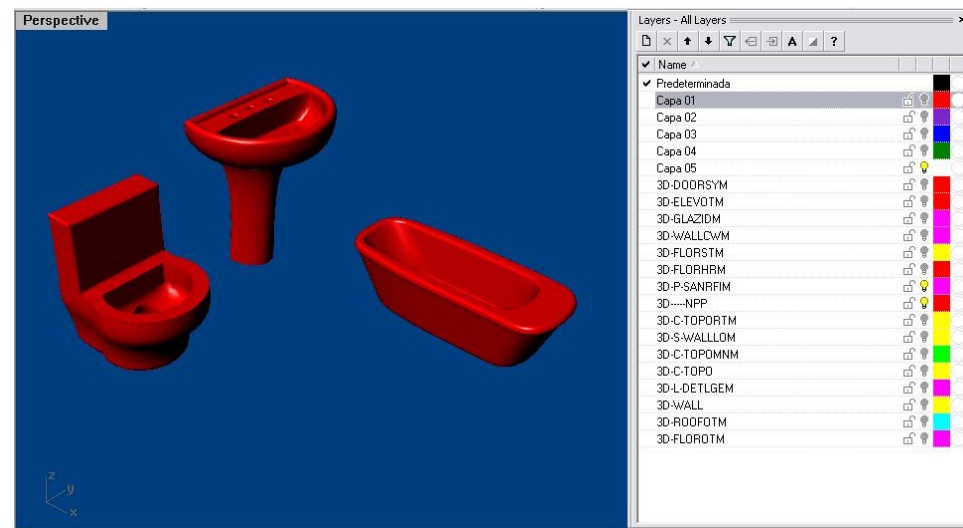
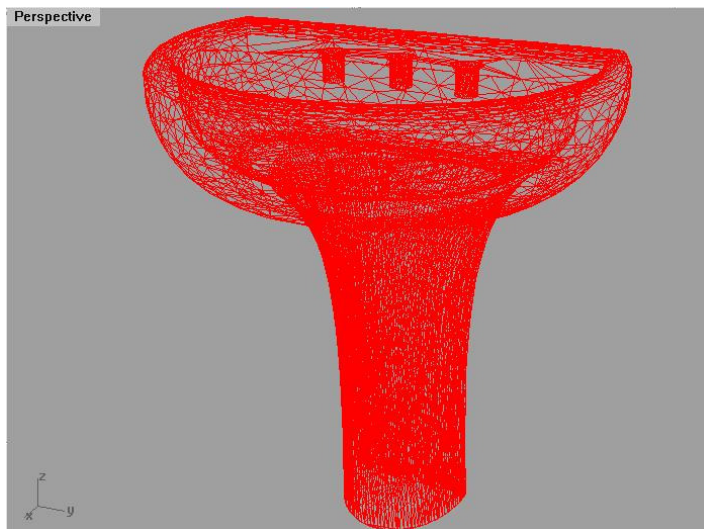


Modelo Importado a Rhino

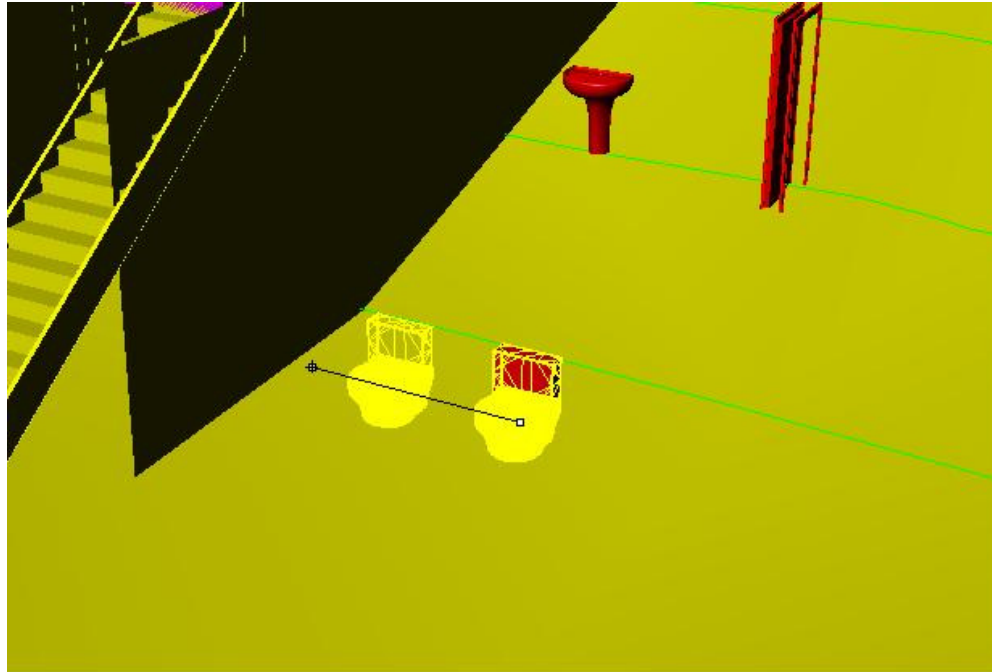


Capas controladas desde Rhino. Cada componente representa una capa

- Se pierde toda editabilidad de los componentes del modelo, desde los puntos controladores de curvas, hasta las operaciones de superficies (cortar, extruir, crear plano, etc.). Limitándose solamente a moverlos dentro del proyecto.
- Los modelos se muestran en numerosas mallas poligonales, lo que causa una deficiente vista de la forma del objeto, al menos que lo presentemos en la ventana en modalidad Shaded.

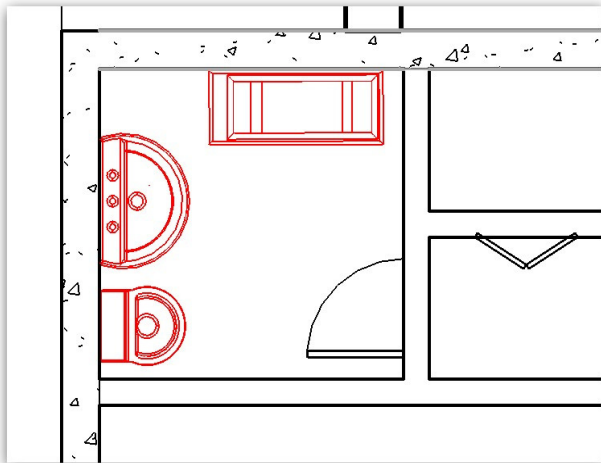


- Los componentes pierden todo vínculo entre ellos, manteniéndose solamente el plano de ubicación de sus bases (plano X).

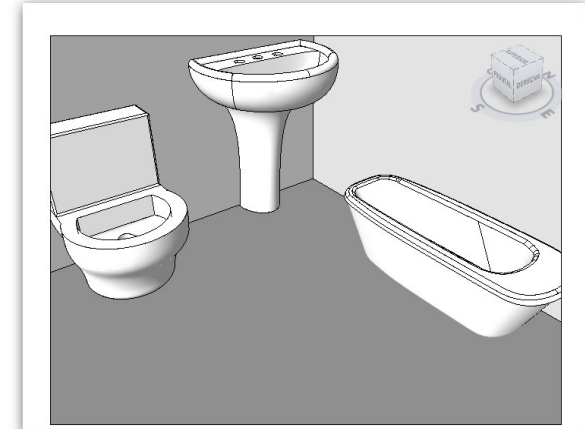


3.1.2.2.5 Incorporando nuestra propia familia a Revit

Todos los modelos en formato .Sat deben ser guardados como formatos .RFA. Solo de esta forma podrán ingresar como componentes específicos. Se establecen nombres genérico para cada uno y así poder lograr identificar de inmediato dentro de la búsqueda de componentes al momento de asignar una familia a un proyecto en revit. Finalmente Ingresamos nuestra familia como carpeta a la biblioteca de familias en revit; y así cada vez que iniciamos revit tendremos disponible nuestra familia para asignar dentro de cualquier proyecto.



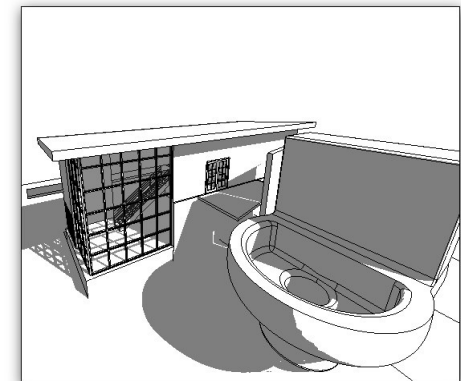
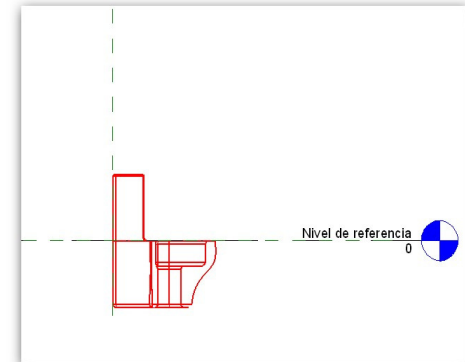
Familia creada con
modelos de Inventor



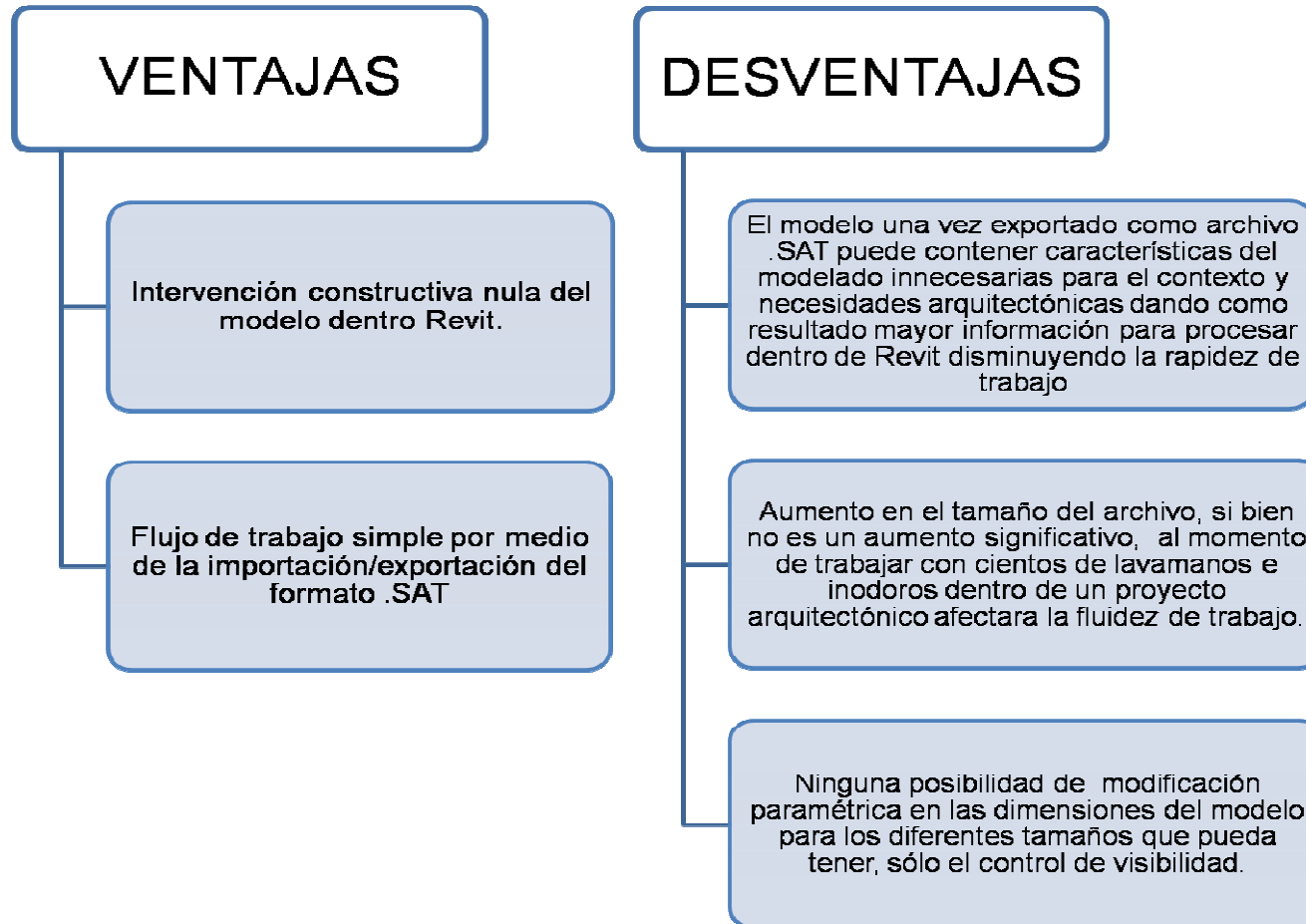
Familia creada con
modelos de Rhino

3.1.2.2.6 Consideraciones importantes al momento de importar en formato .SAT

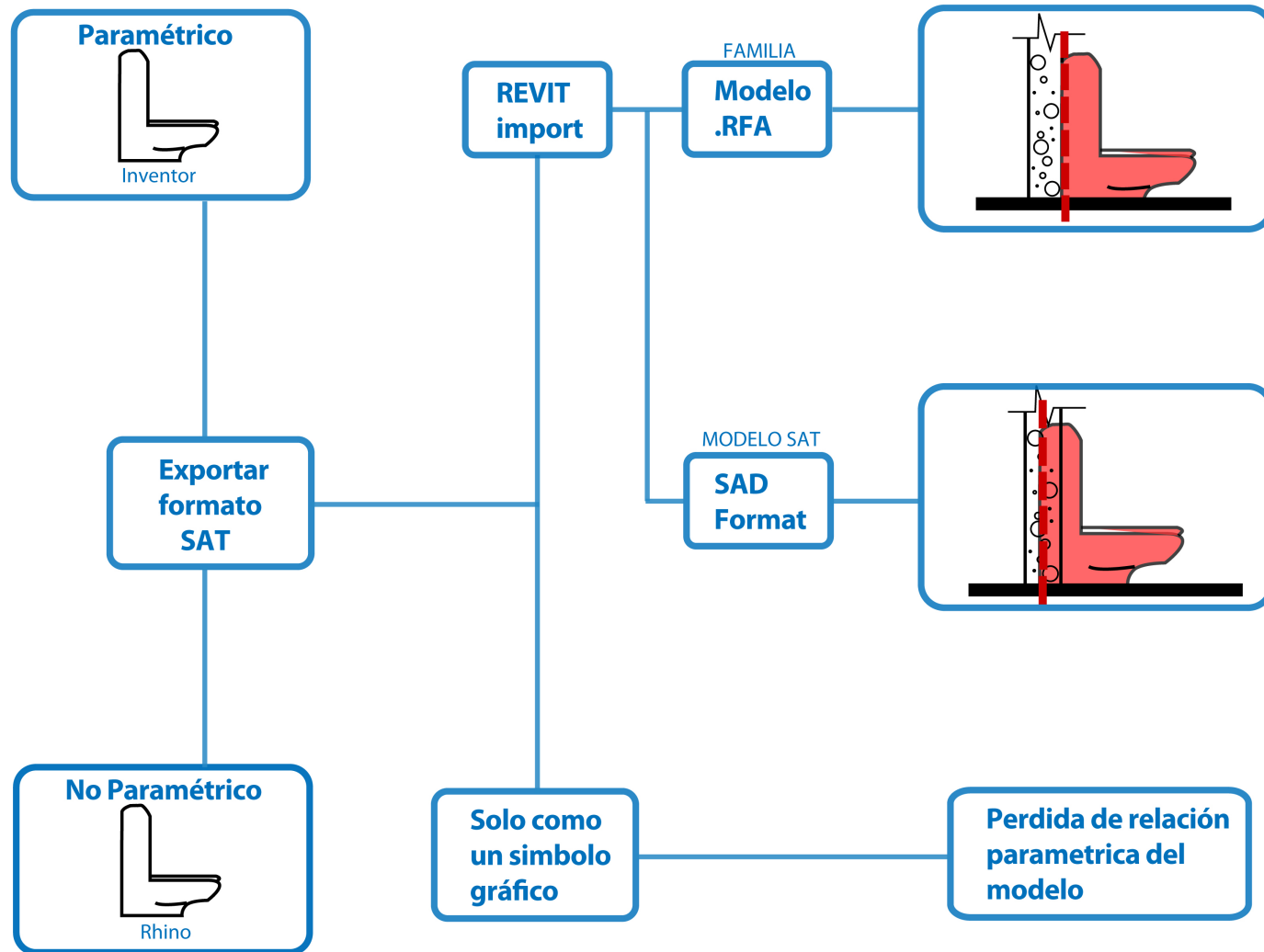
- Los planos de referencia deben alinearse tanto en la vista superior como en las elevación ya que al importar el archivo puede ingresar sobre los planos con nivel de referencia (suelo) ocasionando un desfase entre la base del modelo con el suelo en que se apoyara dentro de un proyecto en revit.
- La unidad de medida en revit puede perder su escala al momento de trabajar con escalas distinta. A pesar de poder detectar automáticamente la escala, al momento de desarrollar la familia es posible trabajar con una escala distinta a la del proyecto a ingresar ocasionando problemas en su ingreso
- Los modelos importados en .Sat, mientras mayor sea el grado de curvatura que puede tener la forma, más complejo se hace su ingreso a revit provocando un incremento significativo en el tiempo de traspaso.
- Al exportar desde Revit nuestro proyecto en formato .Sat tenemos como opción elegir la vista del modelo con los elementos que solo vemos en ella, identificando los niveles (pisos) que pueda tener el proyecto arquitectónico siendo de gran ayuda para trabajar con un área determinada y no el proyecto completo.



Ventajas y Desventajas importando en el formato SAT a Revit Architecture 2009



Conclusiones Traspaso



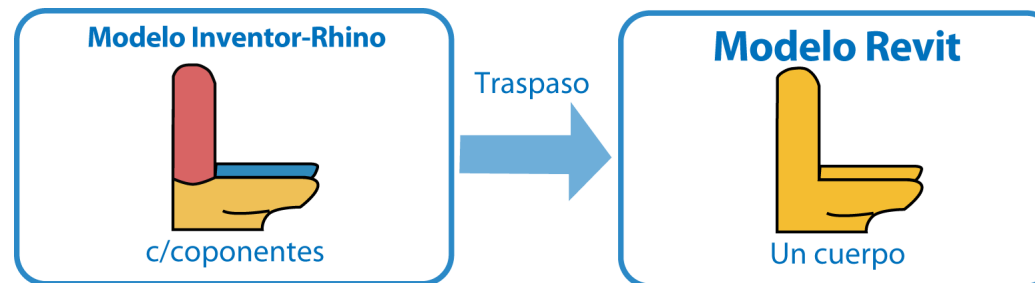
Situación	Rhino 4.0	Inventor 2009
Pierde homogeneidad de la geometría al exportar al Formato .SAT (fidelidad del modelo)	X	✓
Posibilidad de editabilidad de secciones y ensambles en el modelo una vez dentro del ambiente de Revit	X	X
Se suprimen las piezas que conforman el objeto a un modelo constructivo	✓	✓



: sucede



: no ocurre



Conclusiones

El trabajo desarrollado por el Diseñador Industrial en la plataforma BIM viene de la mano con el uso de los softwares que le permiten modelar y presentar su producto dentro del proyecto inmobiliario. Es así como establece una comunicación entre los profesionales involucrados

Basándonos en la situación de producto expuesta en el seminario, y en cómo se establece la comunicación descrita anteriormente, se establecieron tres Workflow (flujo de trabajo) distintos, que corresponden a tres situaciones por las cuales el Diseñador Industrial puede optar para introducir un producto de diseño a un proyecto inmobiliario desarrollado a través de BIM. Estas situaciones presentan tres oportunidades económicas para el diseñador Industrial, que a continuación se expondrán en orden, desde la que tiene el mayor número de competencia, hasta la que ofrece más oportunidades y un menor número de ofertantes.

1) Producto para la plataforma BIM (Revit)

El producto se realiza en Inventor o Rhino, se exporta a Revit (sección del seminario que explica cómo) y se analiza la situación del producto dentro del proyecto inmobiliario, para posteriormente, volver al modelo paramétrico y realizar las modificaciones necesarias para la entrega final del producto en una nueva versión para el proyecto BIM (Revit), exportándolo de igual manera. Este flujo de trabajo ya está siendo utilizado por diferentes empresas en el mercado, como por ejemplo Armstrong o Kohler. Este tipo de producto de diseño no pueden ser modificados en el ambiente Revit (como se expuso anteriormente), sino que los atributos de diseño del producto son inmodificables por el cliente, que puede utilizarlos para una visualización definitiva del proyecto BIM y trabajar con la disposición del producto dentro del proyecto, sin modificar el modelo.

Links:

- <http://www.us.kohler.com/>
- <http://www.armstrong.com/>

2) Producto desarrollado directamente en Revit

Nuestro producto de diseño se realiza directamente en Revit (se crea la familia como producto), y se ofrece como producto completamente parametrizado al cliente. Para el mercado Inmobiliario, este tipo de producto es muy valioso, ya que se puede trabajar directamente sobre el modelo parametrizado y realizar los cambios de forma directa, sin afectar el producto a cambios generados por el traspaso de archivos entre softwares, entregando un producto con información mucho más fiable. Este tipo de productos lo realizan algunas empresas especializadas en distintas disciplinas (Broutek, Andekan) que ofrecen estructuras parametrizadas y modificables para Revit.

Links:

- <http://www.andekan.com/>
- <http://www.broutek.com/>

3) Producto parametrizado

1.a) Desarrollo del producto paramétrico (Rhino + grasshopper)

Se trabaja el producto en Rhino por medio del Plug-In Grasshopper para su parametrización. Se comercializa directamente en el formato correspondiente al software. (*.3dm), de tal manera que el cliente trabaje el archivo lo importe o lo exporte en los formatos que desee. De esta manera, pero el cliente siempre podrá hacer modificaciones dimensionales en el producto desde el archivo nativo cuando éste lo requiera. Podrá ingresarlo a la plataforma BIM (Revit) por el medio que estime conveniente. Los productos ofrecidos en el software Rhino en este tipo de mercado no son muy valorados, ya que los modelos desarrollados en Rhino no trabajan bien en plataformas paramétricas de softwares a fines (ver cuadro de comparación), es por eso que este software en el mercado no presenta una mayor demanda.

1.b) Desarrollo del producto paramétrico (Inventor)

El producto se desarrolla paramétricamente en Inventor, y se comercializa directamente en el formato correspondiente al software. (.ipt), de tal manera que el cliente trabaje el archivo lo importe o lo exporte en los formatos que desee (de igual manera que en el caso anterior). Pero a diferencia de Rhino, los productos desarrollados en Inventor para este mercado son extraordinariamente potentes, puesto que si bien los modelos de Inventor no pueden trabajarse paramétricamente en Revit, el software dentro de su plataforma ofrece herramientas de complementación del modelo, en donde pueden visualizarse situaciones muy valoradas por el mercado inmobiliario (efectos físicos, cubicaciones, planimetrías, enlaces con otros softwares de la Suite Autodesk), contribuyendo con un valor tiempo-hombre formidable. Este tipo de producto ofrece una muy buena oportunidad para su desarrollo por el profesional de Diseño Industrial. A nivel local, empresas chilenas han adquirido un gran número de licencias por el software, adquiriendo el paquete completo.

En base a lo anteriormente expuesto, es que el tema de este seminario puede continuar desarrollándose para explorar en la generación de productos que integren al diseñador a BIM, como futuros plug in u otros.

Bibliografía

INTERNET

- http://images.autodesk.com/emea_s_main/files/revit_bim_green_building_jun05.pdf
- <http://www.anzix.com/html/Noticias.htm#5>
- <http://aiasostenible.blogspot.com/2009/04/bim-buildinginformation-modeling.html>
- http://www.graphisoft.com/company/press_zone/ifc2x3cert.html
- <http://www.buildingsmart.com/introduction>
- <http://www.boe.es/boe/dias/2007/01/31/pdfs/A04499-04507.pdf>
- http://www.ifcwiki.org/index.php/Basic_Information
- http://www.3dprofesional.com/software/archicad_12.html
- http://www.buildingsmart.com/content/glossary_terms
- <http://www.aecbytes.com/feature/2004/IFCmodel.html>
- <http://www.iai-tech.org>
- <http://revit-mba.blogspot.com/2009/01/asunto-mba-076-bim-identificacin-de-los.html>
- <http://www.comgrap.cl/servicios.htm>
- <http://www.soloarquitectura.com/software/allplan.html>
- http://www.soloarquitectura.com/software/revit_architecture_2010.html
- <http://www.autodesk.com>
- <http://www.archicad.es>
- <http://www.bentley.com/es-ES/>
- <http://www.nemetschek.es/>

- <http://doc.spatial.com/index.php/Portal:ACIS>
- <http://www.iai-international.org>

ENTREVISTAS

- Ricardo Rojas
- Vivian Cardet
- Chester Castro
- Marcelo Serres
- Christian Basáez

LIBROS

- BIM Softwares: Aproximación a las implicancias económico-sociales de su potencial implementación. Autor: Karol Montoya Valderrama
- BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. Autor: Chuck Eastman

ANEXO 1

CONCEPTOS CLAVES

Conceptos Claves	Conceptos Relacionados	Fuentes
Estandarización de Productos	Normativas Estándar	http://www.tlrsoft.com
Certificación	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad - Estándares - ISO 	http://www.corfo.cl http://www.inn.cl http://www.cesmec.cl
Modelamiento Paramétrico	<ul style="list-style-type: none"> - CAD - Modelado paramétrico 	http://www.3dprofesional.com http://www.buildingsmart.com http://www.aecbytes.com
IFC	<ul style="list-style-type: none"> - ISO - Interoperabilidad - Intercambio 	http://www.ifcwiki.org http://www.iai-tech.com http://www.buildingsmart.com http://www.aecbytes.com
BIM	<ul style="list-style-type: none"> - Normas ISO - Formatos - Interoperabilidad - Intercambio - Intercambio - Modelado Paramétrico 	http://www.iai-tech.com http://www.buildingsmart.com http://www.aecbytes.com

ANEXO 2

DESARROLLO DE PROBETAS: TUTORIAL DE FAMILIA SALA DE BAÑO EN RHINOCEROS Y AUTODESK INVENTOR

1) Modelo en Rhinoceros

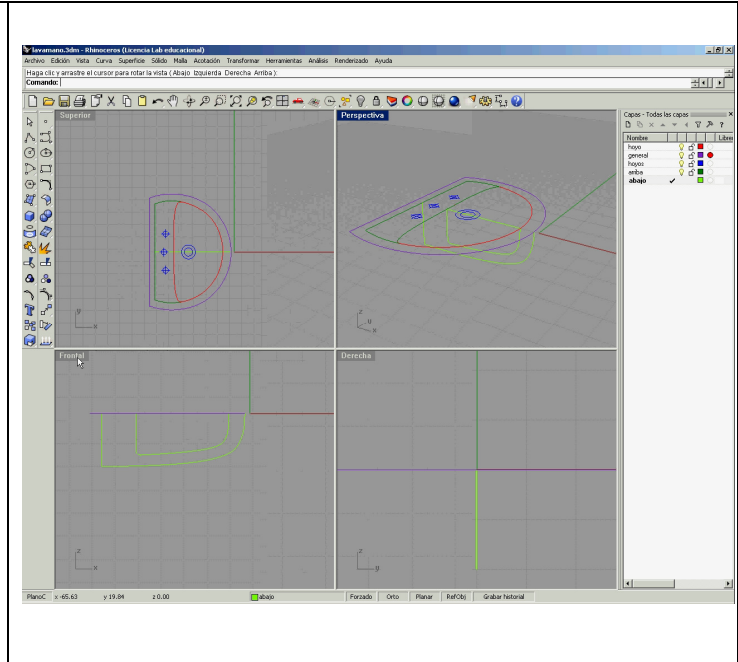
Proceso constructivo de Lavamanos

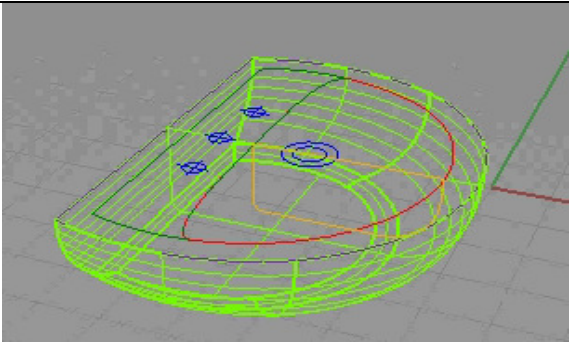
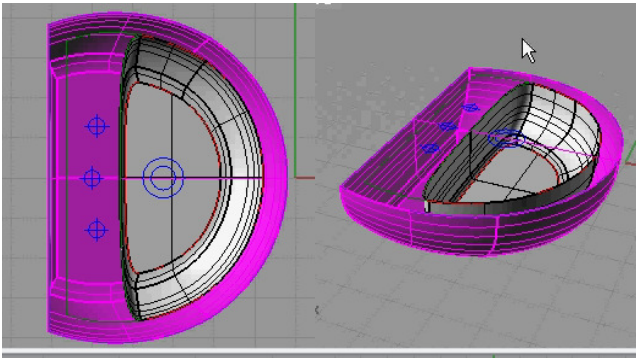
1. Dibujar las vistas superior y frontal del lavamanos

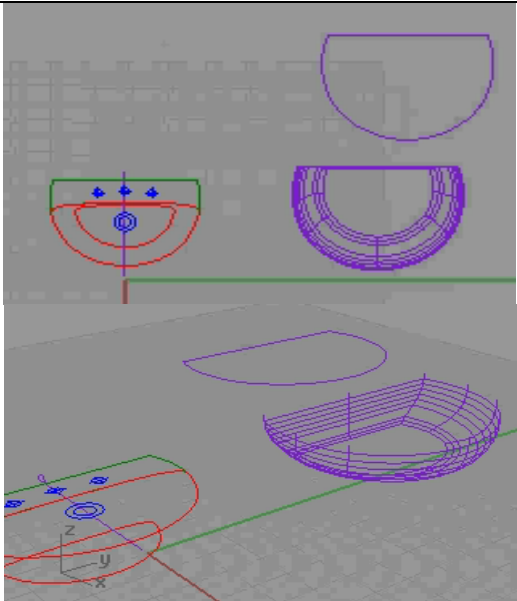
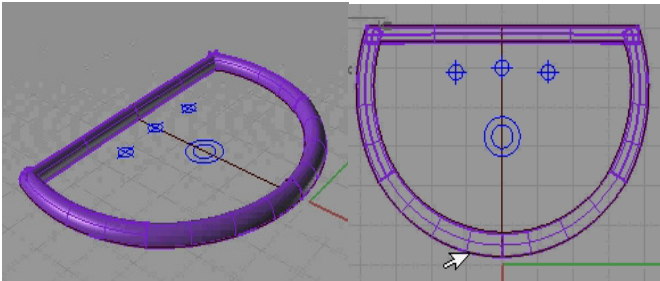
- hacer las líneas
- hacer curvas
- suavizar curvas con circunferencias que después se cortan
- unir líneas a través de puntos
- unir líneas y curvas a través de herramienta unir
- modificar puntos de las líneas
- suavizar curvas con circunferencias que después se cortan

2. Agrupar los dibujos por capas

3. Trabajar con un grupo de capas visibles y otro invisible para no confundir trazados



<p>4. Generar superficie con dos rieles de la parte externa del lavamanos</p> <ul style="list-style-type: none"> - copiar curvas necesarias para poder trabajar por separado las partes - seleccionar los rieles y la línea de trazado 	
<p>5. Hacer la superficie base de la superficie generada con dos rieles</p> <p>6. Generar la superficie con dos rieles de la parte interna del lavamanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - copiar la curva superior de esta parte y ponerla abajo, dando la profundidad - escalar en 3D la curva superior en la parte inferior - seleccionar los rieles y curva de trazado 	
<p>7. Hacer la superficie base de la parte interna del lavamanos</p> <p>8. Hacer un orificio común en las dos bases del lavamanos, la interna y externa</p>	

<ul style="list-style-type: none"> - proyectar las curvas que generan el orificio en las dos bases - extruir las curvas, atravesando las dos bases - cortar lo que sobra de la extrusión <p>9. Hacer el soporte de las llaves en la parte superior del lavamanos</p> <ul style="list-style-type: none"> - hacer superficie de la curva anteriormente dibujada <p>10. Copiar las curvas superiores para utilizarlas luego</p>	
<p>11. Hacer el borde redondeado del lavamanos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trazar un eje central a lo ancho del lavamanos, por la curva exterior - Dibujar dos circunferencias con radio respectivos, que dependen de la curva exterior e inferior - Cortar la parte inferior de la circunferencia <p>12. Hacer la superficie con dos rieles del borde del lavamanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seleccionando los rieles y curvas de trazado 	

13. Hacer los orificios para las llaves en la superficie que las soporta en la parte superior:

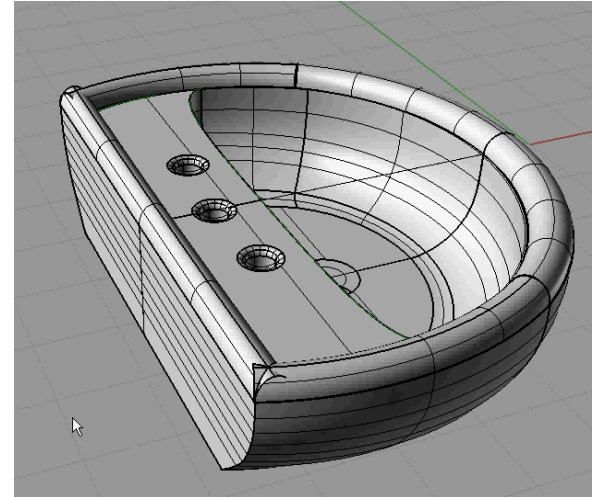
- seleccionar las tres circunferencias
- extruirlas al mismo tiempo

14. Empalmar los bordes de los orificios

15. Solucionar detalles constructivos de las terminaciones del lavamanos

- Partir las partes que se intersectan mal

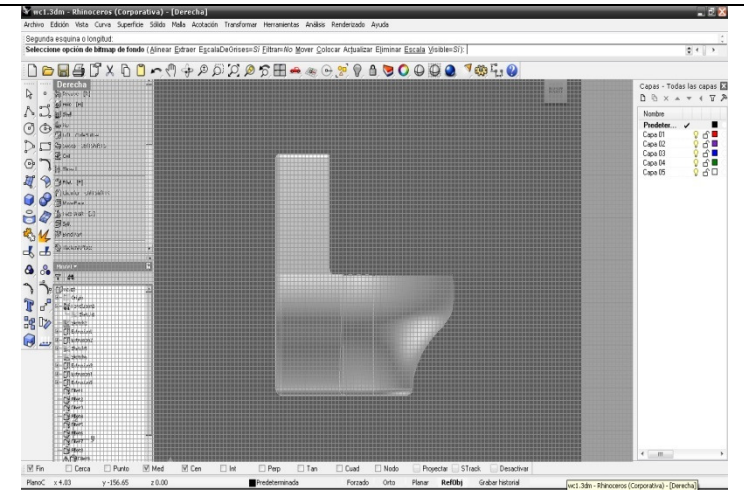
16. Borrar las partes partidas



Proceso constructivo de Inodoro

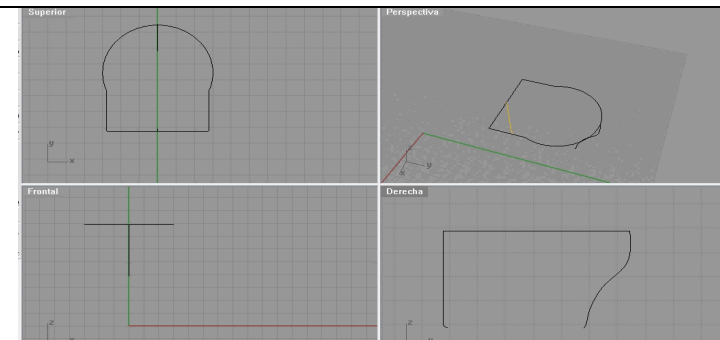
1. Se coloca un Bitmap de fondo

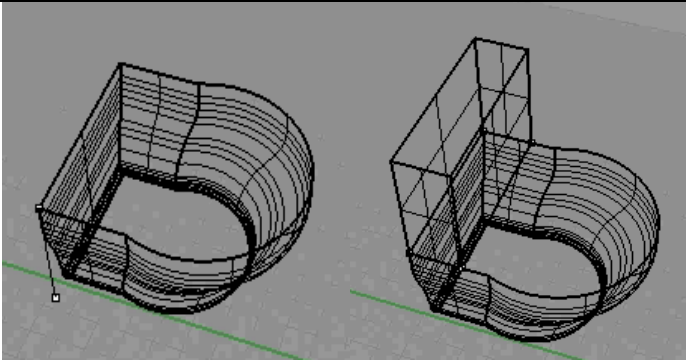
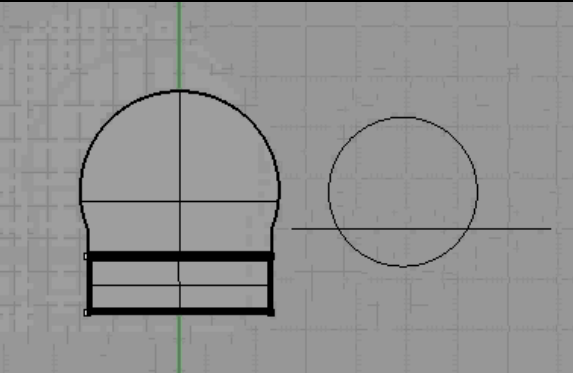
- se pone en la vista superior y derecha
- se ajusta al tamaño deseado

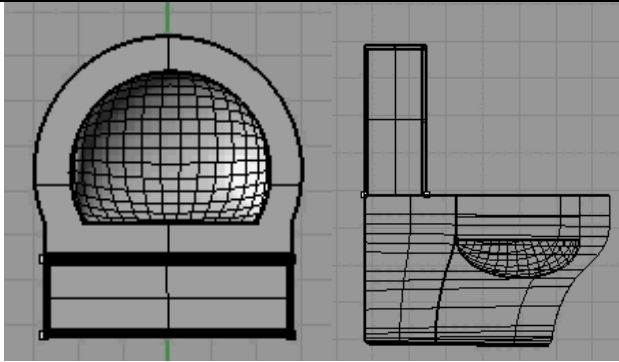
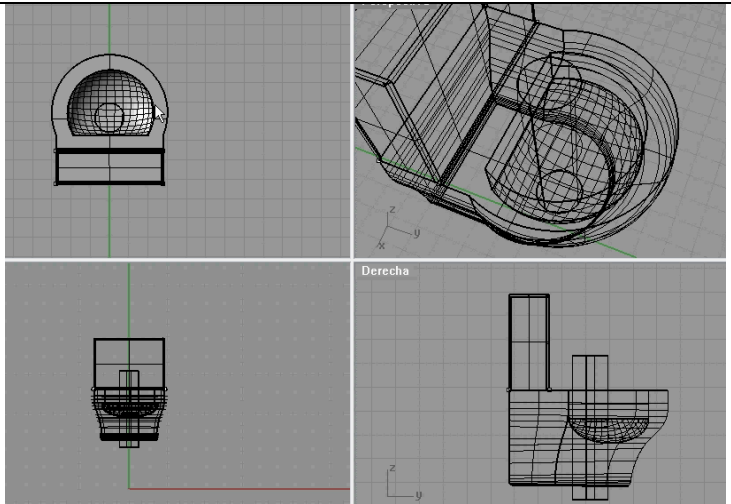


2. Se trazan los contornos en cada vista

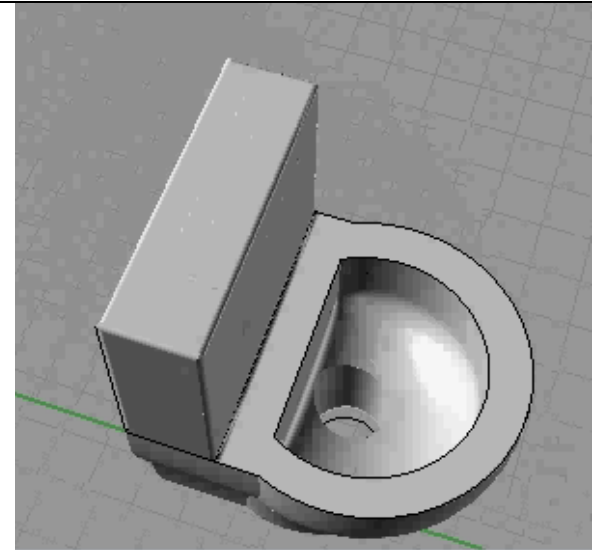
- En la vista derecha se trazan los carriles
- En la vista superior se trazan las curvas de sección transversal



<p>3. Se hace un barrido por 2 carriles</p> <p>4. Se genera una Extrusión de curva en la parte superior</p> <ul style="list-style-type: none"> - a partir de un trazado 	
<p>5. Se realizan superficies a partir de curvas, en las partes que hacen falta</p> <p>6. Se traza la forma del interior del inodoro</p>	

<p>7. Se extruye la parte interior, quedando un orificio</p> <p>8. Se genera una superficie de parche para la parte inferior del orificio interior</p>	
<p>9. se traza el orificio que atraviesa el inodoro(conexión a alcantarillado)</p> <ul style="list-style-type: none"> - se extruye - se parte y elimina las partes que no sirven 	

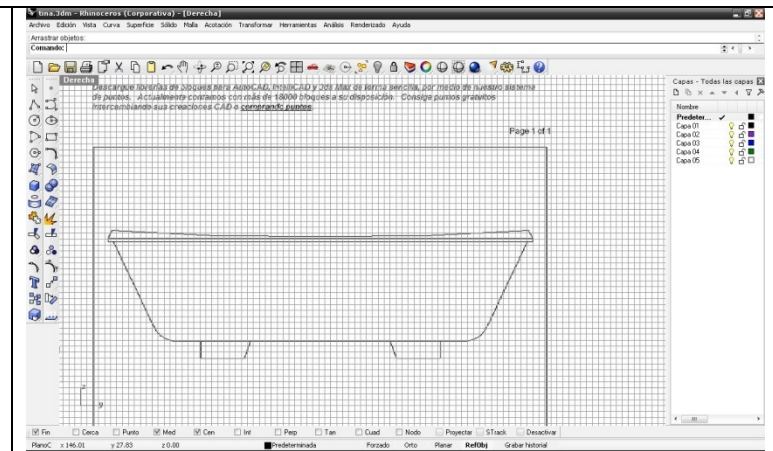
10. Se empalman las superficies para suavizar los bordes



Proceso constructivo de Bañera

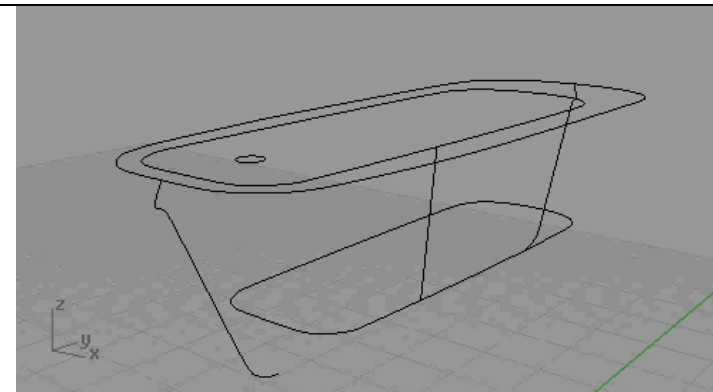
11. Se coloca un Bitmap de fondo

- se pone en la vista superior y derecha
- se ajusta al tamaño deseado

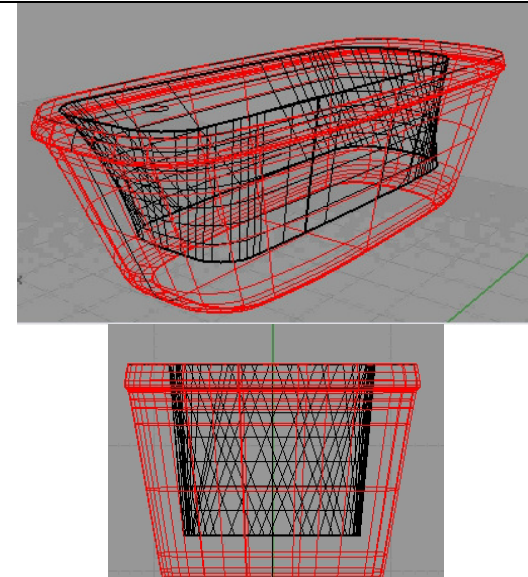


12. Se trazan los contornos en cada vista

- En la vista derecha se trazan los carriles
- En la vista superior se trazan las curvas de sección transversal

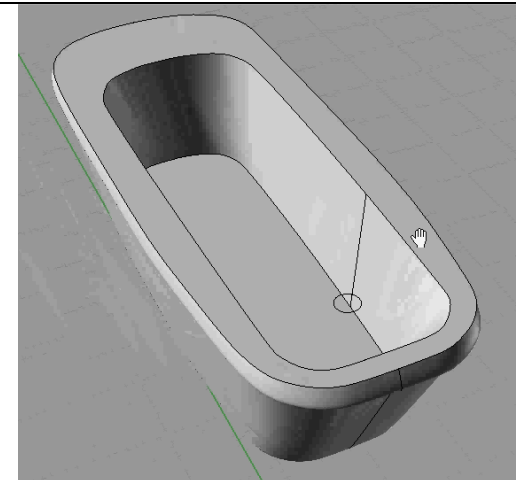



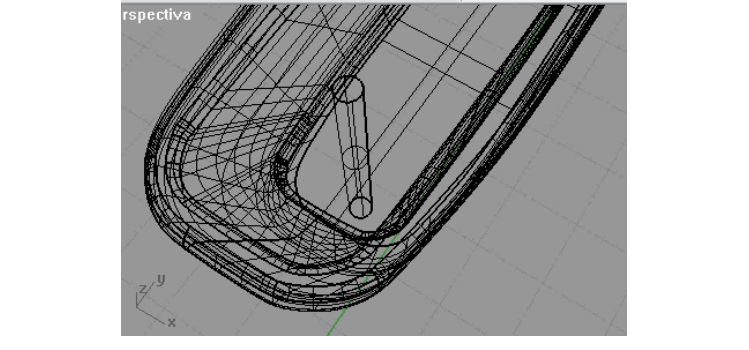
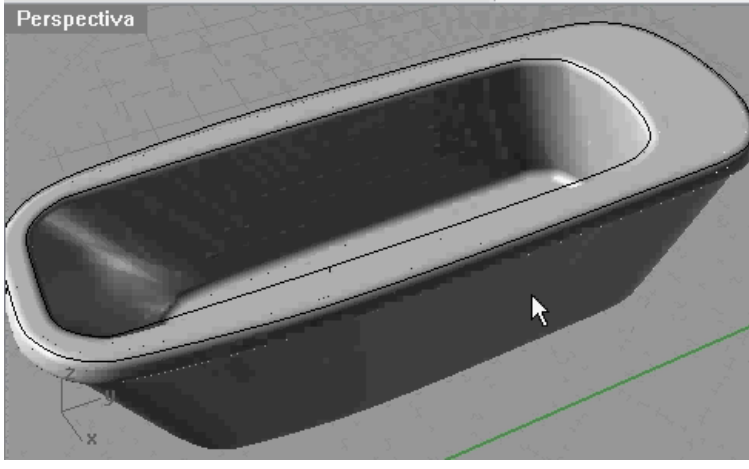
13. Se realiza el barrido por 2 carriles de la parte interior y exterior de la bañera



14. Se realiza una superficie de curva en la parte superior e inferior de la bañera

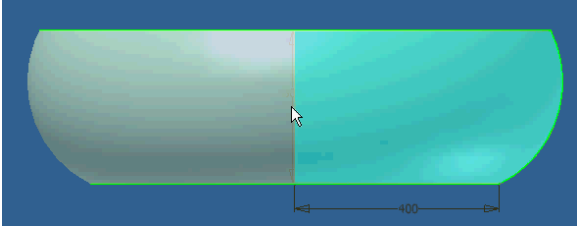
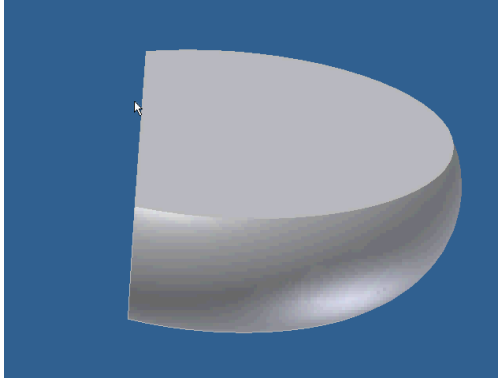
15. Se corta las partes de las superficies que no sirven

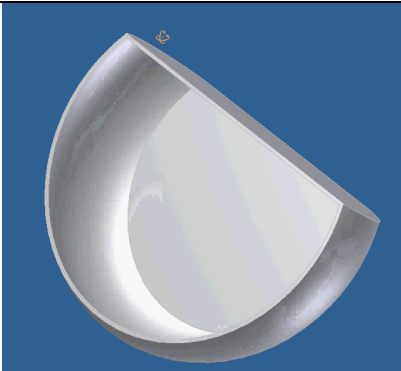
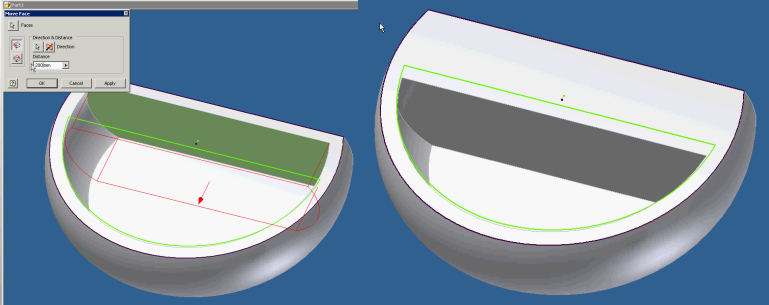
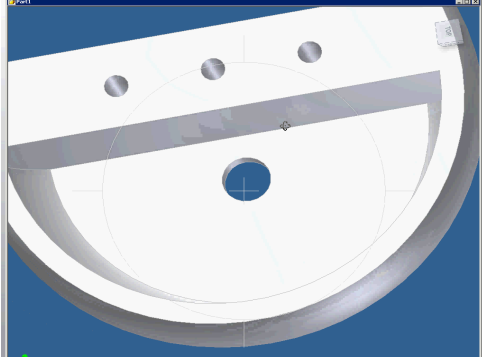


<p>16. Se traza el orificio de paso de agua</p>	
<p>17. Se realiza una extrusión del objeto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se parten sus partes y se eliminan las que no sirven 	
<p>18. Se empalman los bordes interiores y exteriores para suavizar la forma</p>	

2) Modelo en inventor

Proceso constructivo del lavamanos

<ol style="list-style-type: none">1. Hacer el bosquejo del perfil del volumen total2. Generar una revolución entre el bosquejo y un eje	
<ol style="list-style-type: none">3. Hacer un bosquejo de la forma circular, para realizar posteriormente un corte y aproximarse a la forma general del lavamanos4. Extruir el bosquejo, generando el corte deseado	

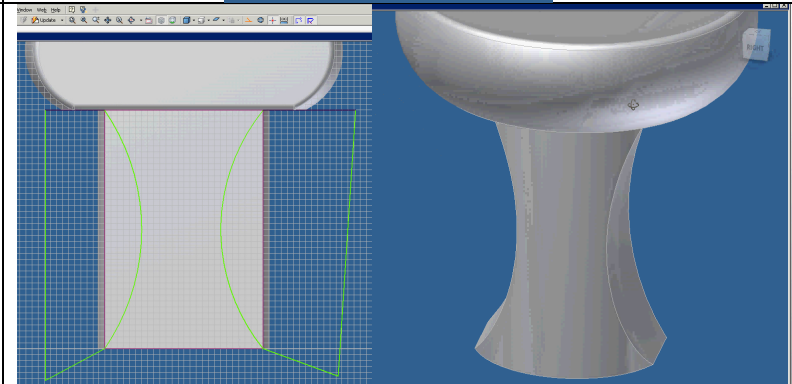
<p>5. Hacer el vaciado en la cara superior</p>	
<p>6. Desplazar la cara posterior para generar la superficie en la que se conectan las llaves</p>	
<p>7. Hacer el bosquejo de las perforaciones en las que se encajan las llaves de agua y salida de agua</p> <p>8. Realizar las extrusiones</p> <p>9. Realizar empalmes en las aristas</p>	

10. Hacer bosquejo en la cara inferior del lavamanos para proyectar la base

11. Generar la extrusión



12. Realizar bosquejo y extrusión para producir corte lateral en la base

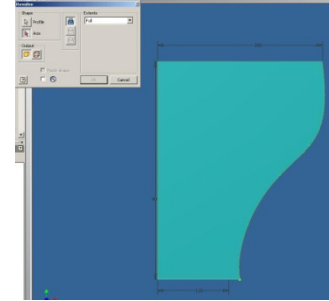


13. Producir empalmes

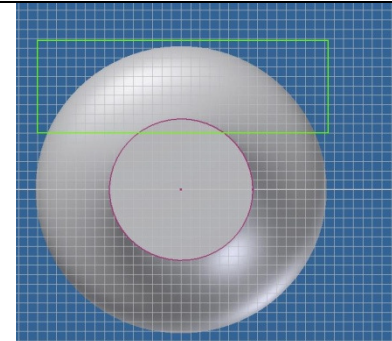


Proceso constructivo de inodoro

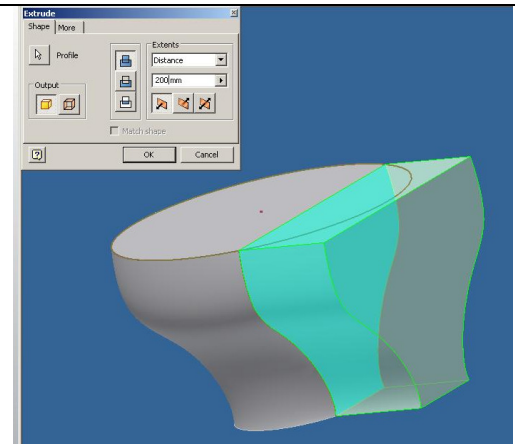
1. Generación de bosquejo de perfil del asiento del inodoro, el que a través de una revolución con un eje darán la forma base del asiento.



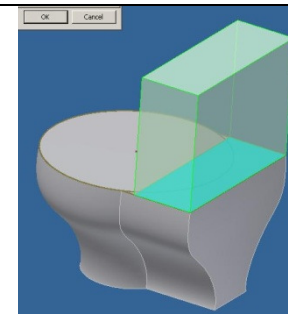
2. Bosquejo de extensión inferior del estanque



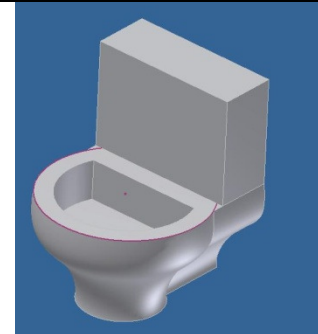
3. Corte de la base del asiento para producir la extensión del estanque a través de una extrusión



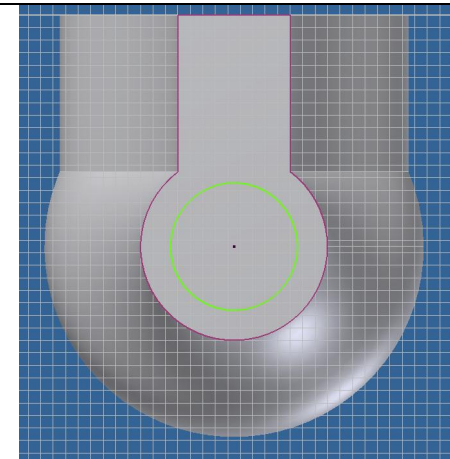
4. Extrusión del estanque



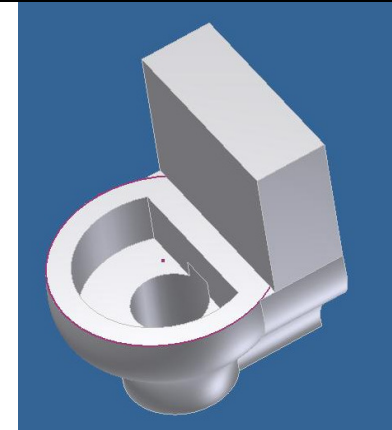
5. Extrusión de base del asiento



6. Bosquejo del orificio que conducirá el la salida del agua



7. Creación del orificio de evacuación

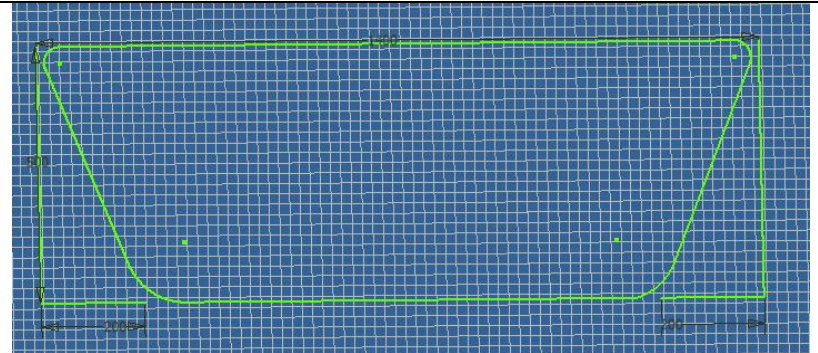


8. Empalme de las aristas

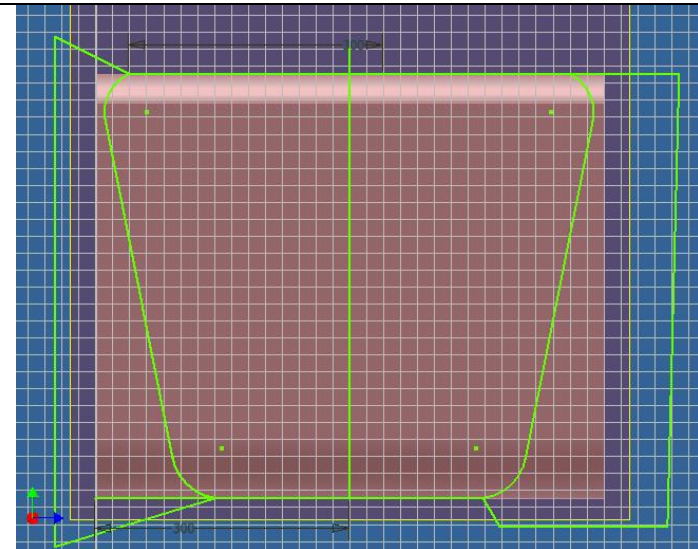


Proceso constructivo de Bañera

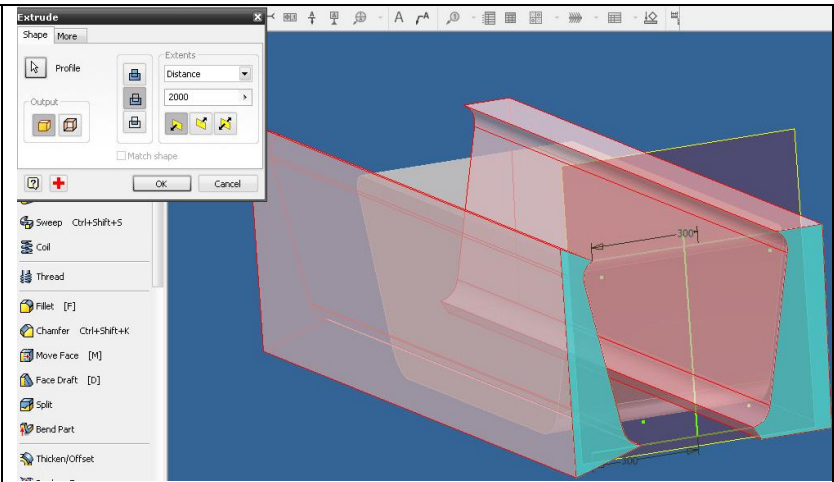
1. Desarrollo de bosquejo frontal, que luego es extruido



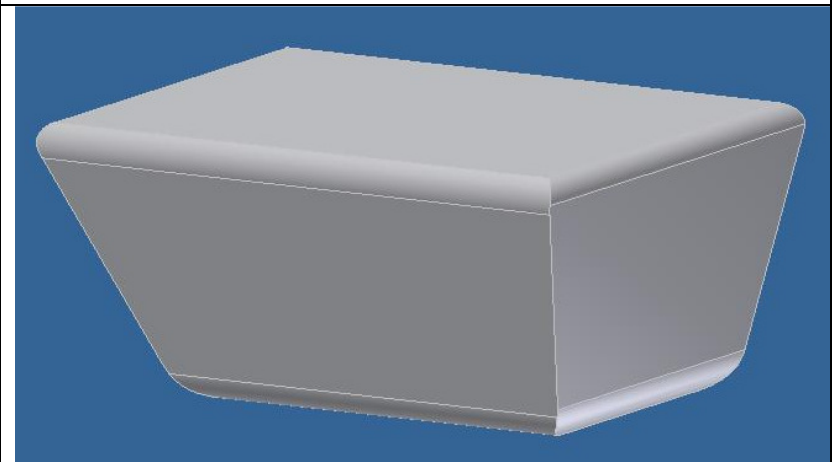
2. Bosquejo base para la extrusión lateral que da forma a la bañera



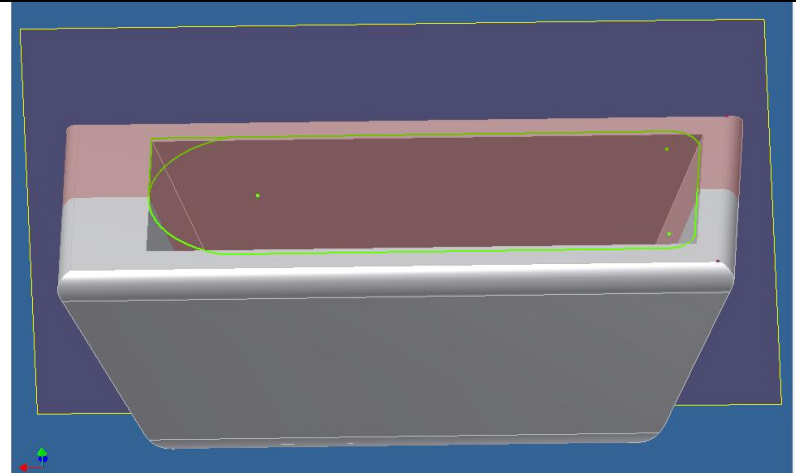
3. Extrusión lateral



4. Desarrollo de plano de trabajo desde el centro, ubicado longitudinalmente para producir el vaciado interno.



5. Desarrollo de plano de trabajo desde el centro, ubicado longitudinalmente para producir el vaciado interno.



6. Realización de empalmes en las aristas

