

1.6

CARACTERÍSTICAS CAD

Introducción

El concepto de **elemento característico** tiene diferentes significados en distintos contextos



En CAD se entiende por elemento característico cualquier componente de un modelo que se gestiona de forma separada

Los elementos característicos, también se denominan “**características**”, o “**features**”

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Rúbrica

Introducción

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Rúbrica

Hay tres grandes tipos de características vinculadas con el CAD:

- 1 **de diseño**, en la mente del diseñador
 - 2 **de forma**, en las operaciones de modelado
 - 3 **de fabricación**, para planificación de procesos
-
- Se convierten en
- Se convierten en

Las transformaciones entre características no son ni directas ni automáticas

El objetivo de la metodología de **diseño basado en características (FBD)** es reducir la necesidad de transformaciones, usando las mismas características en todos los procesos

La metodología se identifica con el acrónimo **FBD**, por "Feature-Based Design", o "Design-by-features"

Definición

Las **características de forma** son los sólidos resultantes de cualquier operación de modelado

Son descripciones precisas de formas geométricas tridimensionales, vinculadas con componentes elementales de geometrías más complejas

Se dice que las características de forma tienen bajo “**nivel semántico**”:

- ✗ No transmiten intención de diseño
- ✗ No aportan soluciones contrastadas



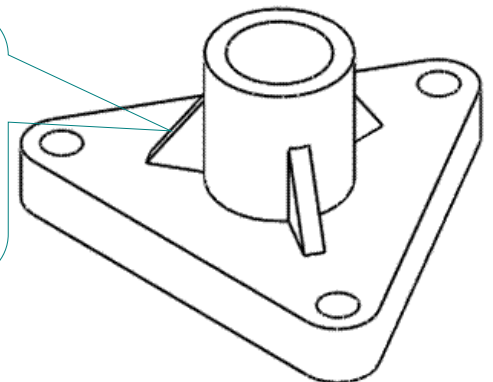
Las **características de diseño** son aquellas partes de objetos que tienen algún particularidad geométrica o topológica interesante

Son configuraciones geométricas que transmiten un propósito o intención de diseño, relacionados con la función del objeto



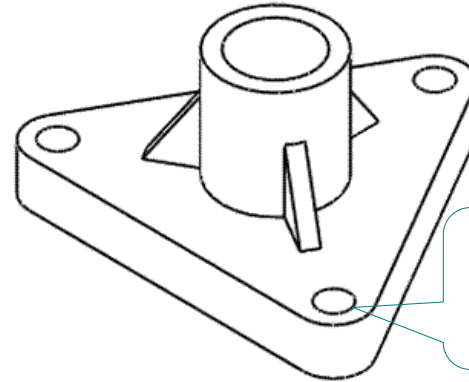
Una **característica de diseño** es una región o una parte de un objeto con alguna geometría o topología vinculada con la **función**

Por ejemplo, un conjunto de nervios uniformemente distribuidos tiene la función de aumentar la resistencia mecánica con poco incremento de peso



Definición

Las **características de fabricación** son modificaciones geométricas que simulan los procesos de fabricación de la pieza



Por ejemplo, los taladros son el resultado de agujerear con una broca

Las características de fabricación distinguen geometrías vinculadas a métodos de fabricación específicos:

✓ Mecanizado

- Cajera circular (circular pocket)
- Taladro ciego/pasante (blind/thru drill)
- Redondeo de aristas (edge round, fillet)
- Escalón (step)
- Superficie avellanada (ream surface)
- Ranura (slot)
- Chaflán (chamfer)

✓ Moldeo

En la construcción de moldes para colada por gravedad, se usan mazarotas, noyos, canales de colada, cavidades del molde, etc.

✓ Inyección

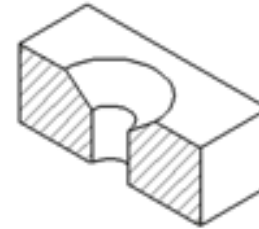
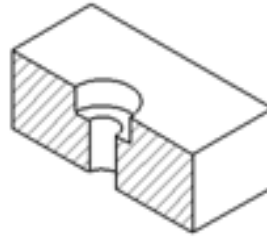
✓ etc.

Definición



La distinción entre características de diseño o de fabricación no siempre está clara

Agujero refrentado
(Counterbore)



Agujero avellanado
(Countersink)

Los agujeros refrentados o avellanados se obtienen por **procesos de fabricación**



Pero, su **función** es alojar tornillos, de manera que la cabeza no sobresalga

Adicionalmente, proveen asientos uniformes para repartir las cargas de los tornillos y/o ayudan a alinear el tornillo durante el montaje

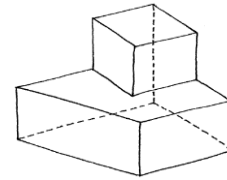
Definición

☹ Las características tienen más inconvenientes:

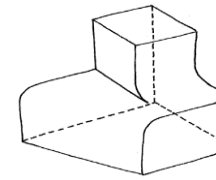
- ✓ No existe un **catálogo** de características aceptado por todos

Aunque algunas son muy comunes:

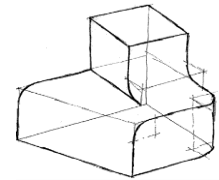
- ✓ Hay consenso en identificar los **redondeos** como características
- ✓ Además, muchas aplicaciones CAD incluyen herramientas específicas y eficientes para modelar redondeos



“Esqueleto” sin redondeos

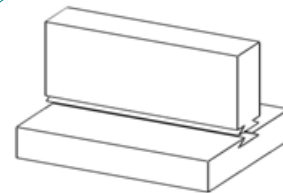


Pieza final redondeada

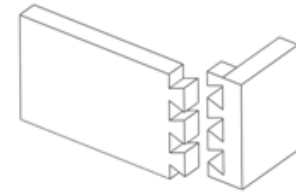


Redondeos resaltados

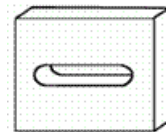
- ✓ El significado de las características depende del **contexto**



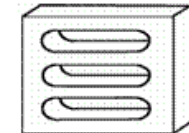
Una guía única combinada con una ranura proporciona una unión deslizante



Un conjunto de guías combinado con un conjunto de ranuras proporciona una unión fija



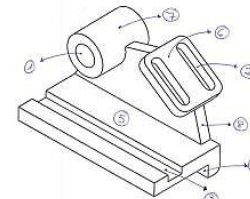
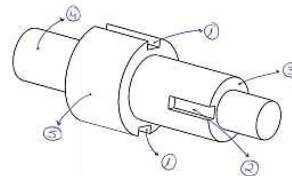
Una ranura colisa usada en una unión mediante perno permite corregir pequeños desalineamientos



Un conjunto de ranuras colisas sirve para aligerar una pieza, o permitir la ventilación

A pesar de los inconvenientes, diseñar mediante características es una forma natural de trabajar para muchos diseñadores

- ✓ Los diseñadores comparten un conjunto de elementos característicos que ellos pueden identificar en los dibujos



- ✓ Hay evidencias de que, al menos para los elementos característicos más comunes, los diseñadores saben conjeturar sobre su intención de diseño
- ✓ Los diseñadores usan la funcionalidad de los elementos característicos para tratar de dar sentido a los objetos



Por ello, la metodología de **diseño basado en características (FBD)** agrupa comandos para automatizar la creación y modificación de elementos geométricos

El diseño basado en características (FBD) tiene tres objetivos:

Distintos y, a veces, contradictorios

1 Simplificar el modelado

- ✓ Los usuarios reducen su carga de trabajo, porque gestionan características de mayor nivel semántico

Un agujero avellanado explica la intención de diseño, y se puede obtener sin crear ni un plano datum, ni un perfil, ni una operación de corte extruido

2 Transmitir las intenciones de diseño

- ✓ El conjunto de características disponible actúa como un repositorio, sugiriendo soluciones verificadas en diseños previos

3 Vincular el proceso de diseño con el subsiguiente proceso de fabricación

- ✓ Deja constancia de las intenciones de diseño en el árbol del modelo
- ✓ Evita que se elijan soluciones malas, porque no permite las instanciaciones incorrectas

Un agujero taladrado no puede modificarse libremente, debe atenerse a una tabla de valores normalizados (las brocas)

El diseño basado en características (FBD) tiene tres objetivos:

Distintos y, a veces, contradictorios

1 Simplificar el modelado

2 Transmitir las intenciones de diseño

3 Vincular el proceso de diseño con el subsiguiente proceso de fabricación

Las características de fabricación ayudan al diseñador a rechazar alternativas de diseño que sean incompatibles con los medios de fabricación disponibles



Esto puede suponer un inconveniente, cuando impide que el diseñador busque soluciones imaginativas para resolver problemas de diseño

Puede coartar la libertad del diseñador cuando busca la mejor solución de diseño

Por tanto, este objetivo debe desecharse cuando contradiga a los otros dos, o cuando el diseñador no sea experto en los procesos de fabricación

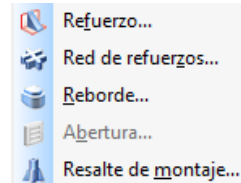
Diseño basado en características

En las aplicaciones CAD de modelado, hay dos grupos de características:

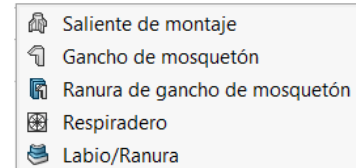
1 Características integradas en la aplicación

El catálogo de características integradas es diferente para cada aplicación CAD

Solid Edge V17



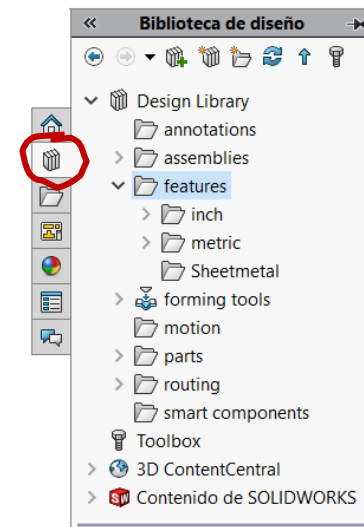
SOLIDWORKS



2 Características definidas en una librería

El catálogo de características de la biblioteca también depende de las aplicaciones

- X Algunos programas no tienen biblioteca de elementos característicos
- ✓ Algunos programas permite agregar nuevos elementos característicos a la biblioteca



Diseño basado en características

Para añadir una característica a un modelo hay que completar tres fases:

1 Seleccionar el tipo de característica

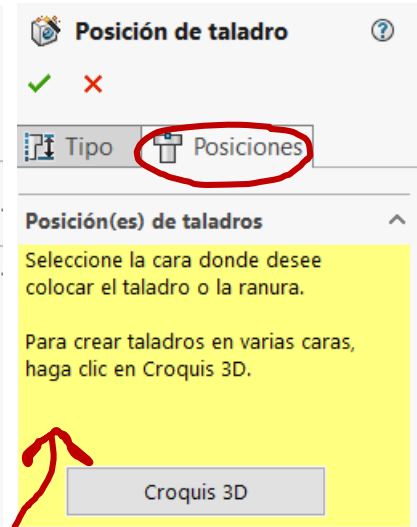
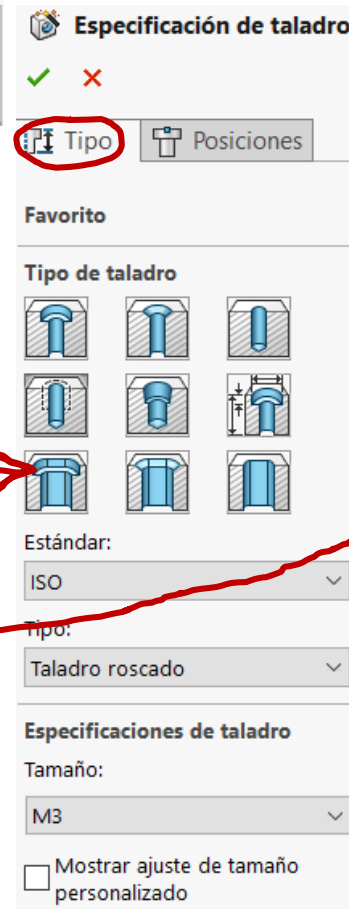
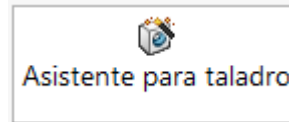
Esto define la **forma**

2 Asignar valores a sus parámetros

Esto define el **tamaño**

3 Colocarla en el modelo

Esto define la **posición**



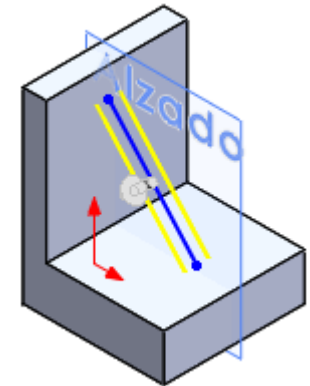
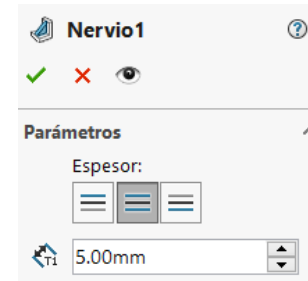
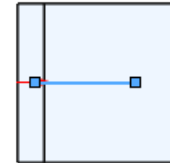
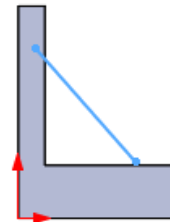
El proceso completo se conoce como **instanciación**

Diseño basado en características

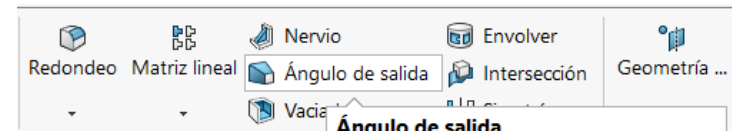
😊 Algunas características integradas están orientadas a diseño

La característica nervio está orientada a diseño:

- ✓ El usuario introduce información mínima
- ✓ El usuario no calcula geometrías complejas
- ✓ No se requiere información de fabricación (por ejemplo, soldaduras)



☹️ Otras características están casi exclusivamente orientadas a fabricación



Ángulo de salida

Ahúsa las caras del modelo en un ángulo especificado, utilizando un plano neutro o una línea de partición.

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

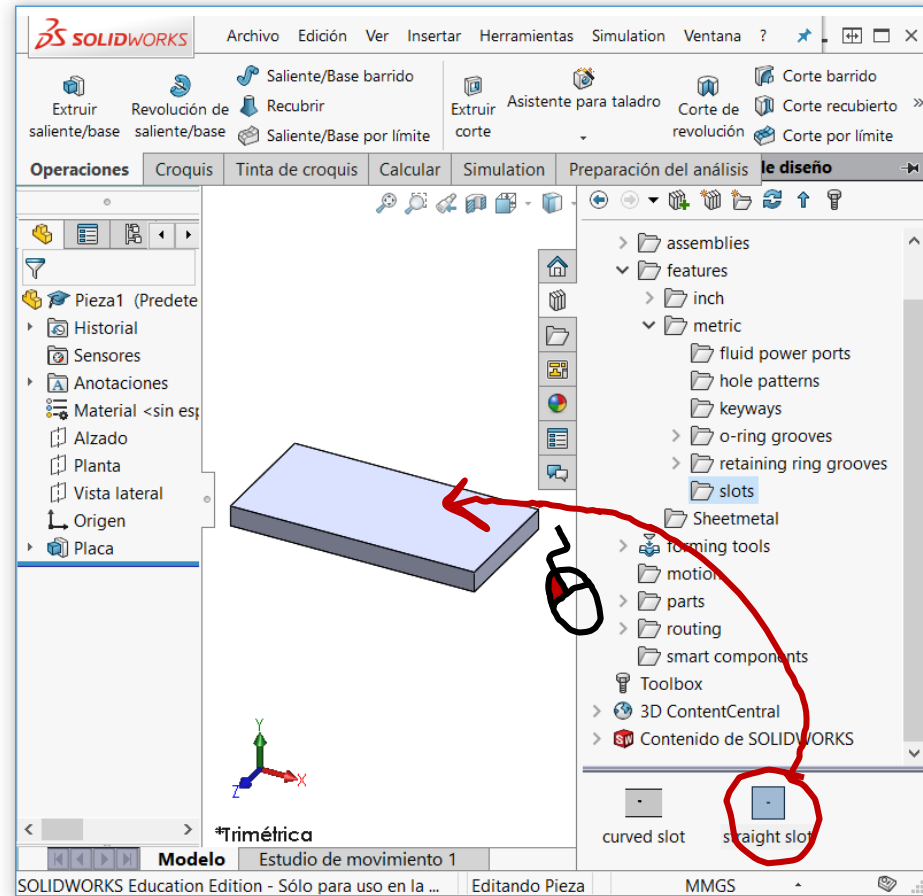
Int. diseño

Rúbrica

Diseño basado en características

Para modelar mediante características de **biblioteca** se añade el elemento genérico al árbol del modelo y se edita para obtener la instancia deseada

- ✓ Seleccione el elemento de la biblioteca de *features* y defina su posición “arrastrándolo” hasta el modelo



Introducción

Definición

Utilidad

FBD

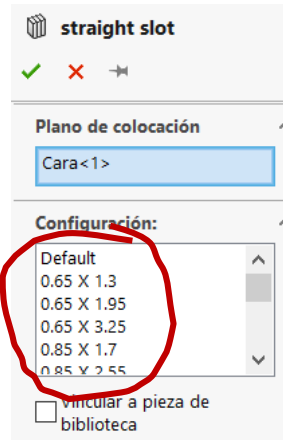
Claro

Int. diseño

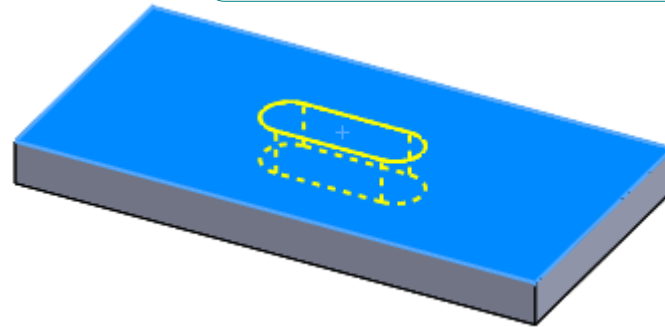
Rúbrica

Diseño basado en características

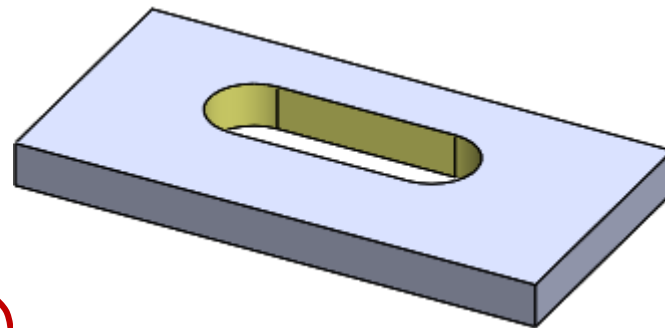
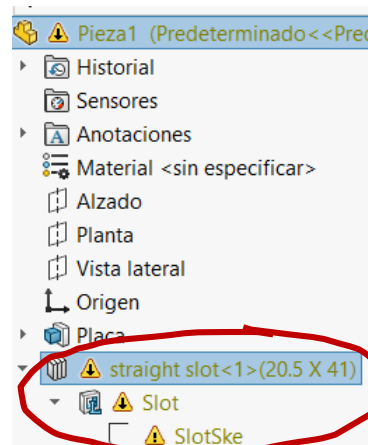
- ✓ Seleccione los parámetros apropiados para obtener la instancia deseada



Alternativamente, obtenga la instancia más parecida a la deseada



- ✓ Edite la operación para corregir posibles errores



Modelo claro

Dado que los documentos CAD se comparten durante el proceso de diseño, es importante *comunicar* su función, haciendo modelos **claros**



Para maximizar la comunicación, los documentos deben:

- √ Ser comprensibles (para ser entendibles a primera vista)
 - 1 Las operaciones de modelado deben **etiquetarse** en el árbol del modelo, para enfatizar su función, en lugar de cómo han sido construidas
 - 2 Las operaciones de modelado relacionadas deben **agruparse** en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo
- √ Priorizar las operaciones de modelado compatibles y con alto nivel semántico
 - 3 Las operaciones de modelado más **compatibles** tienen preferencia
 - 4 Las **características** de diseño/fabricación tienen preferencia

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Rúbrica

Modelo claro

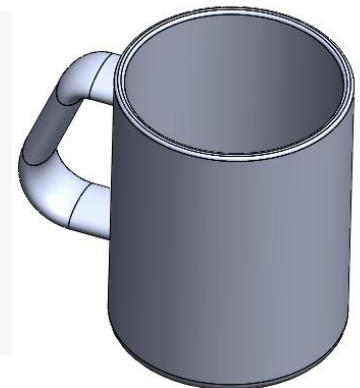
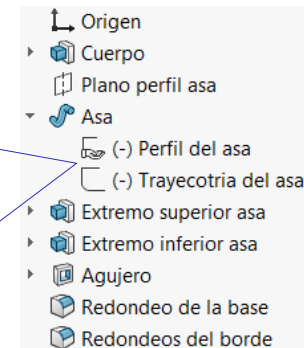
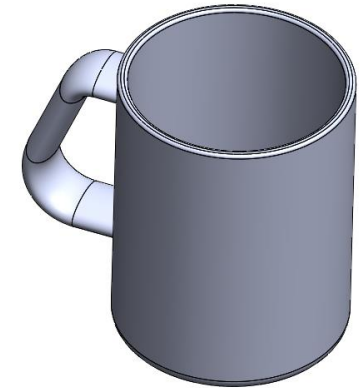
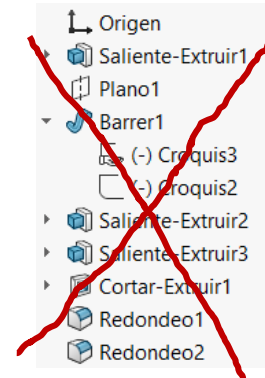
Las operaciones de modelado tienen **etiquetas** automáticas...

...que describen la operación usada para crear las operaciones (“cómo”)...

...mientras que la función (“para qué”) es mucho más importante

Recomendación:

✓ Re-etiquete los nombres por defecto de las operaciones de modelado, para cambiar la descripción de la operación por una explicación breve de su función

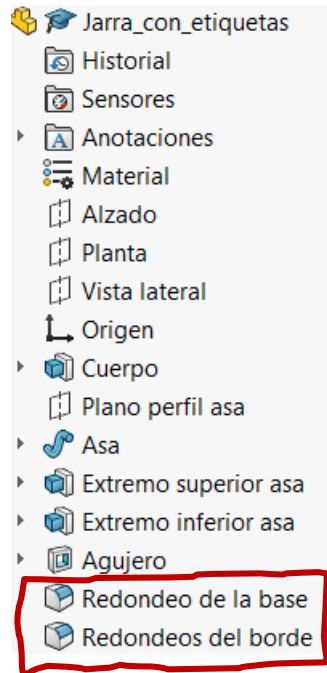


Modelo claro

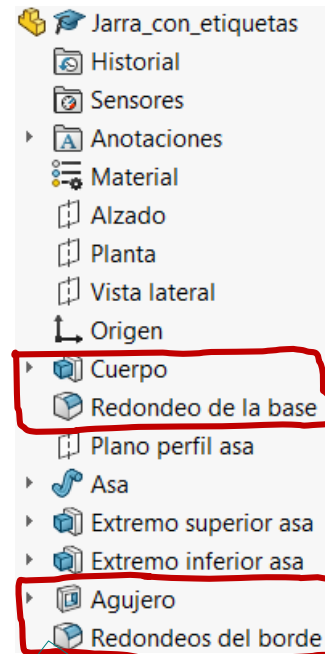
2

Las operaciones de modelado pueden **agruparse** siguiendo diferentes criterios:

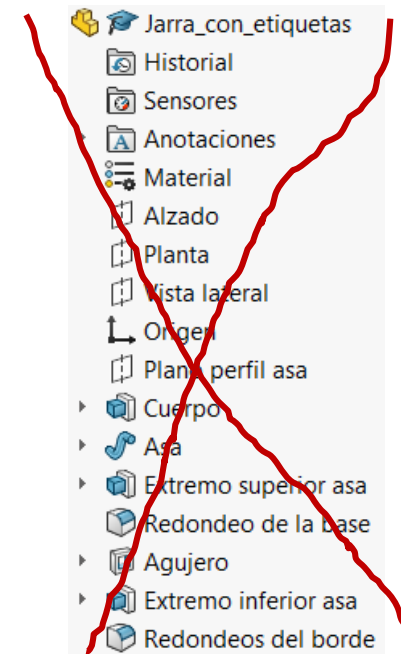
Todos los redondeos al final



Redondeos agrupados con los elementos que modifican



Ninguna agrupamiento reconocible



¡No existe una solución óptima!

Recomendación:

✓ En lugar de buscar la “mejor” solución, simplemente evite las soluciones claramente malas

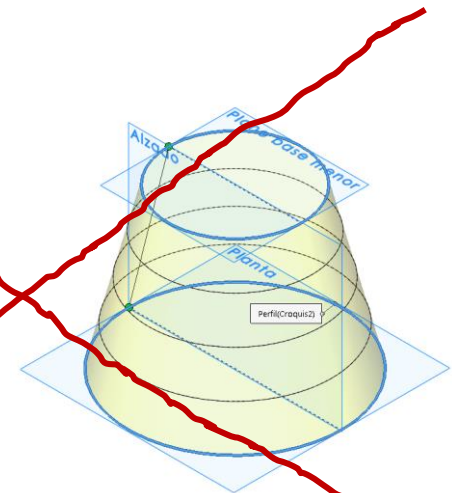
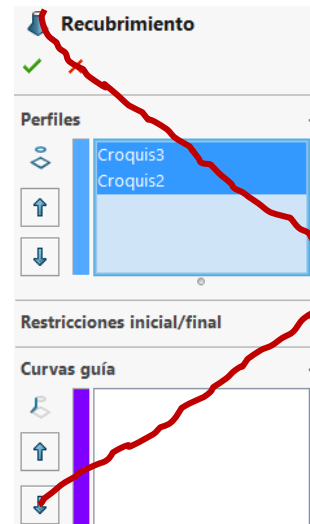
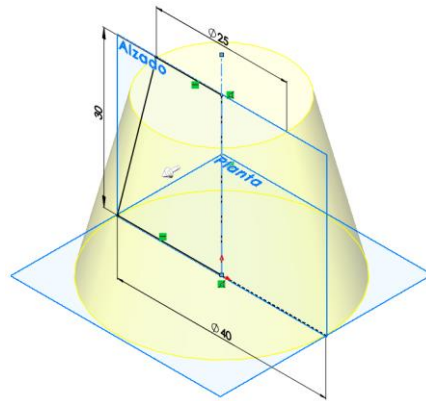
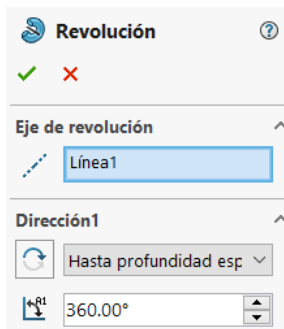
Introducción
Definición
Utilidad
FBD
Claro
Int. diseño
Rúbrica

Modelo claro

3

Cuando haya varias alternativas de modelado, seleccione la más simple y más compatible

Por ejemplo, una revolución es más simple y, presumiblemente, más fácil de exportar a otra aplicación CAD que un recubrimiento



Introducción

Definición

Utilidad

FBD

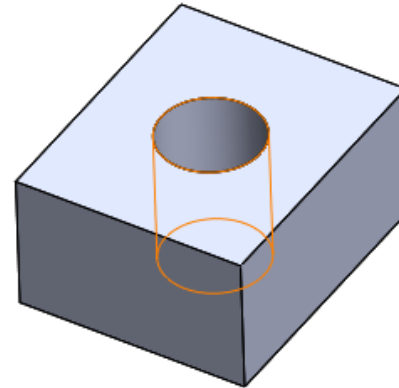
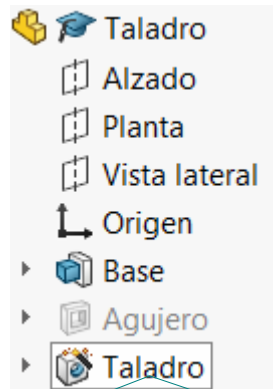
Claro

Int. diseño

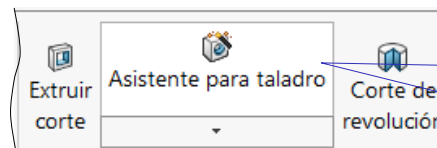
Rúbrica

Modelo claro

4 Modelar con características de diseño/fabricación es preferible a usar operaciones genéricas (características de forma)



La operación *taladro* garantiza un taladro compatible, mejor que la operación genérica de *cortar/extruir*



Recomendación:

✓ Utilice las características de diseño/fabricación disponibles



Este criterio tiene excepciones, porque usar características exclusivas y sofisticadas puede reducir la portabilidad del modelo CAD

Modelo con intención de diseño

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Rúbrica

La sexta dimensión de las rúbricas CAD está encaminada a medir la capacidad de los modelos para transmitir **intención de diseño**

Intención de diseño es la manifestación de los requerimientos del diseño en la forma del modelo CAD

Hay dos ideas que ayudan a entender mejor el concepto de intención de diseño:

- √ A un nivel de abstracción más bajo, la **Intención de diseño** se puede definir como el comportamiento esperado al alterar los modelos CAD



Por tanto, añadir intención de diseño a los modelos CAD los hace más **reusables**

- √ La intención de diseño abarca información compleja, por lo que **NO** existen métodos estándar para comunicarla



Pero hay **estrategias** que permiten hacer explícitas en el árbol del modelo ciertas intenciones de diseño

Modelo con intención de diseño

Las estrategias para transmitir intención de diseño en los modelos CAD se basan en hacerlos:

- √ **Efectivos**, que son aquellos modelos que transmiten la información correcta sobre la función
- √ **Eficaces**, que son aquellos modelos que transmiten más intención de diseño que otros procesos de modelado alternativos
- √ **Eficientes**, que son aquellos modelos que permiten muchos cambios de diseño, mientras evitan cambios catastróficos

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

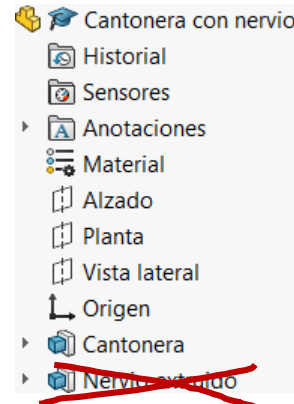
Rúbrica

Intención de diseño: efectivo

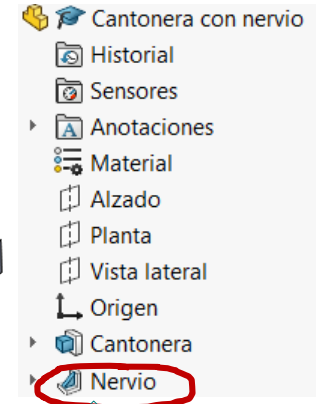
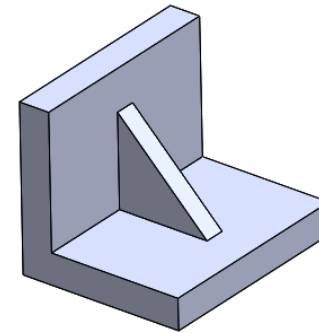
Para asegurar que transmite la información correcta sobre la función, mejore el árbol del modelo a dos niveles:

✓ A nivel de **operación**

Utilice **características de diseño/fabricación** para transmitir mejor la funcionalidad de las piezas



¡Las características de forma transmiten poca funcionalidad!



¡Las características de diseño/fabricación transmiten funcionalidad!

✓ A nivel de árbol del modelo

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

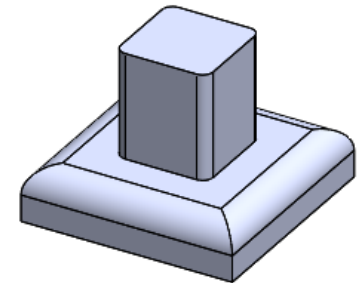
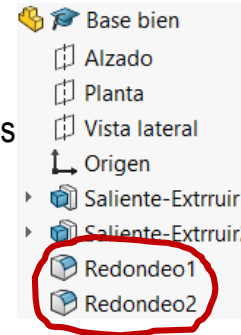
Intención de diseño: efectivo

Para asegurar que transmite la información correcta sobre la función, mejore el árbol del modelo a dos niveles:

✓ A nivel de operación

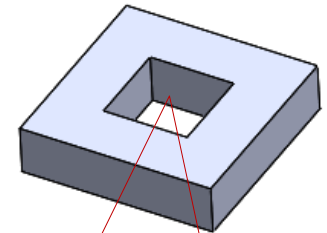
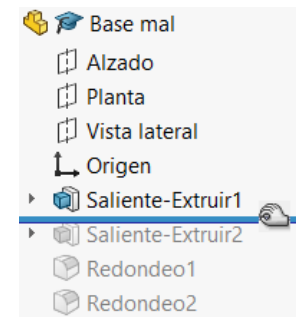
Reorganice el árbol del modelo, para que sea como un “guion” que describe los elementos que constituyen la pieza y sus funcionalidades:

✓ Compruebe que las operaciones auxiliares están colocadas después de las principales



✓ A nivel de árbol del modelo

✓ Mueva la barra de retroceder y mire los modelos intermedios, para asegurar que son útiles para entender el objeto



Éste es un mal modelo, porque el modelo intermedio contiene un agujero inesperado

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

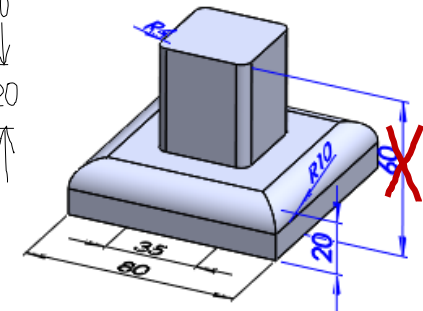
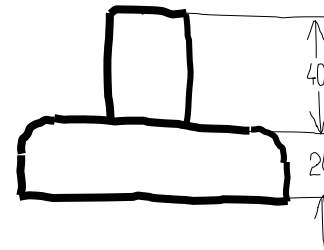
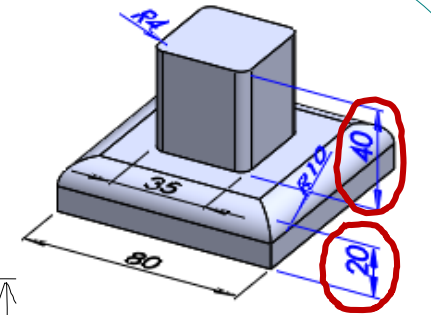
Intención de diseño: eficaz

Para asegurar que el modelo transmite eficazmente más intención de diseño que otros:

✓ Evite perder cotas de diseño

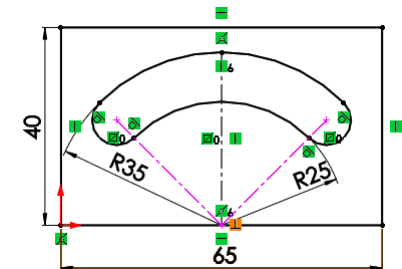
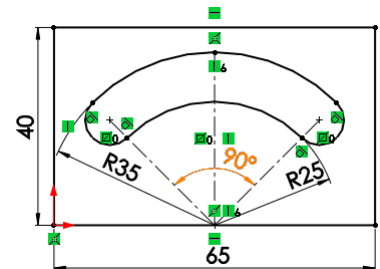
✓ Evite transferencias de cotas

Reemplazar una cota por otra geoméricamente equivalente, pero que prioriza otro tipo de dimensionamiento



✓ Evite perder simetrías y patrones de replicado

✓ Evite convertir cotas en restricciones geométricas, o viceversa



Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

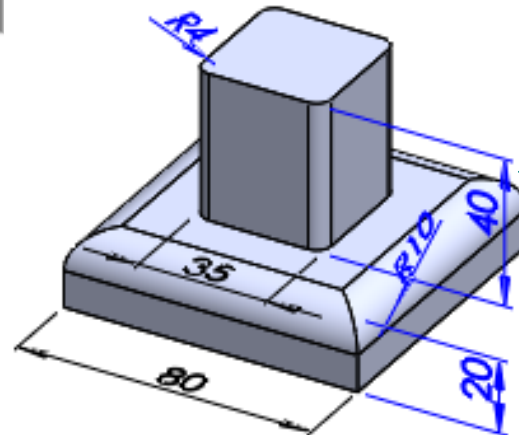
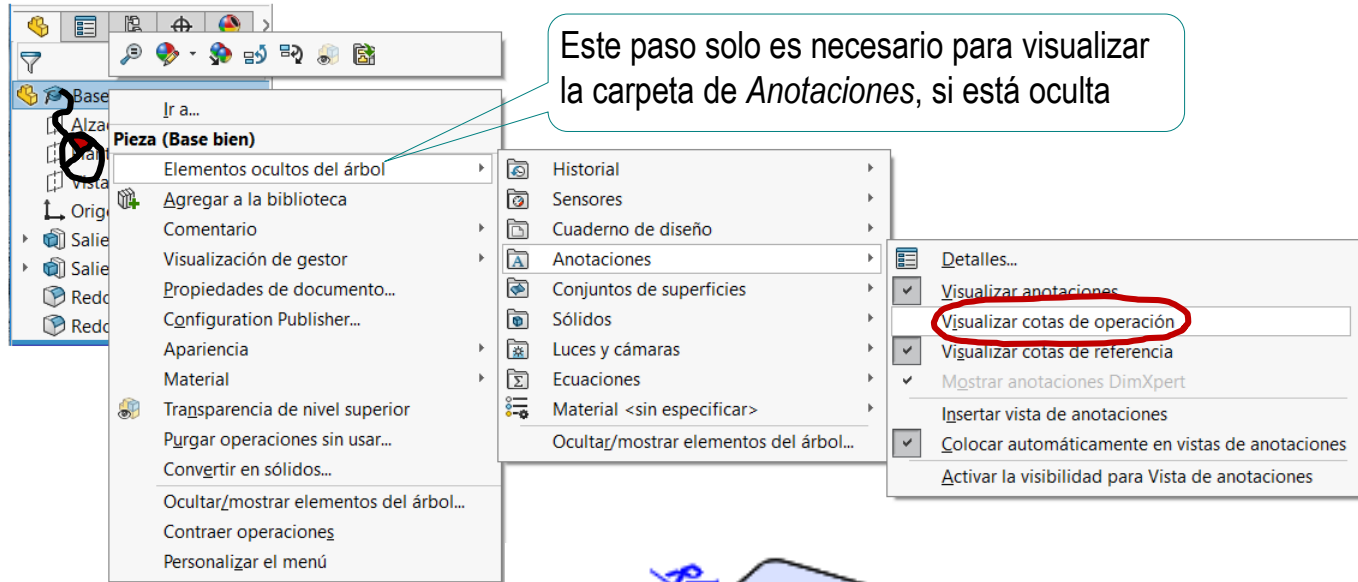
Eficiente

Rúbrica

Intención de diseño: eficaz



Puede comprobar rápidamente las cotas con *Visualizar cotas de operación*



Deberá cambiar el punto de vista y/o el modo de visualización, para ver las cotas que queden ocultas por el propio modelo

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

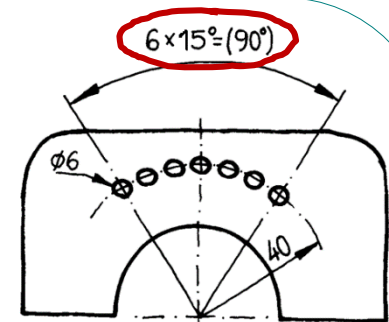
Rúbrica

Intención de diseño: eficaz

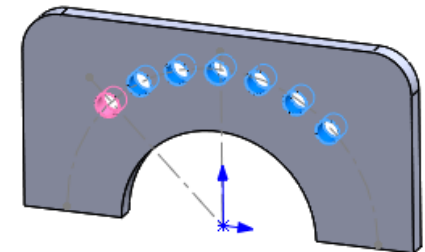
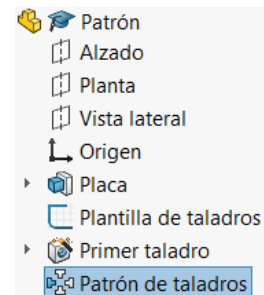
Para asegurar que el modelo transmite eficazmente más intención de diseño que otros:

√ Evite perder cotas de diseño

Por ejemplo, un modelo creado a partir de éste dibujo de diseño...



...debería incluir un patrón de modelado



√ Evite perder simetrías y patrones de replicado

Porque el patrón de replicado está explícitamente indicado en el dibujo

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

Intención de diseño: eficiente

Los modelos son eficientes si son **simultáneamente**:

✓ Robustos

Evitan que los cambios de diseño causen efectos indeseados o errores

¡Los modelos **consistentes** se comportan de forma robusta!

✓ Flexibles

Permiten muchos cambios de diseño

¡Los modelos **concisos** favorecen la flexibilidad!

Vamos a ver que es relativamente sencillo mejorar el árbol del modelo para aumentar su **flexibilidad**

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

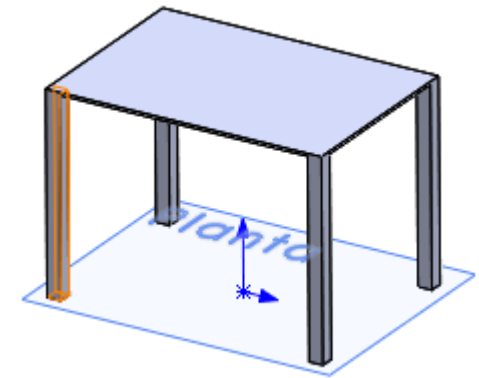
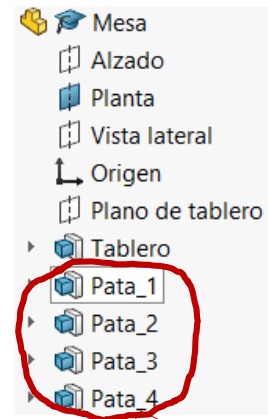
Rúbrica

Intención de diseño: eficiente

El árbol del modelo maximiza la **flexibilidad** del modelo si:

1 Cada **elemento funcional** del modelo está definido por una operación de modelado independiente

Un ejemplo muy simplista sirve para ilustrar el concepto de:
“una operación de modelado para cada elemento funcional”



2 La secuencia del árbol del modelo minimiza las relaciones padre/hijo



Pero el ejemplo es irreal, porque es obvio que las cuatro patas están relacionadas entre sí, así que, por concisión, deben modelarse a través de un patrón de repetición

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

Intención de diseño: eficiente

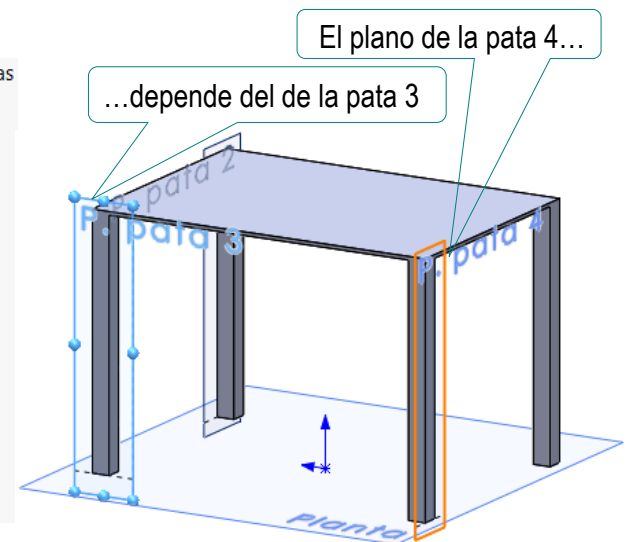
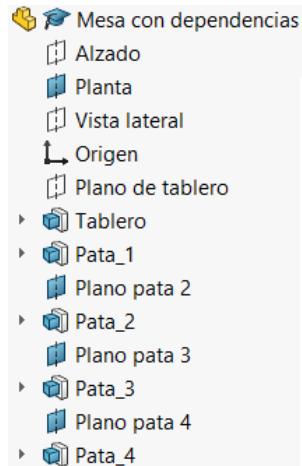
El árbol del modelo maximiza la **flexibilidad** del modelo si:

1 Cada elemento funcional del modelo está definido por una operación de modelado independiente

2 La **secuencia** del árbol del modelo minimiza las relaciones padre/hijo

El ejemplo ilustra un **mal** árbol del modelo, que produce dependencias innecesarias entre las operaciones

- ✗ Cada pata de la mesa (excepto la primera) está creada desde un plano datum
- ✗ Cada plano datum está creado paralelo a una cara de la pata anterior



El resultado es que cada pata de la mesa depende de la pata anterior

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

Intención de diseño: eficiente



Para comprobar la eficiencia del modelo, intente lo siguiente:

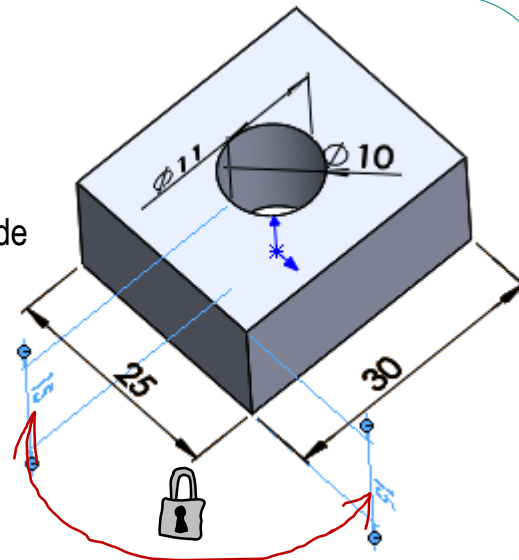
✓ Cambie el tamaño

Cambie las dimensiones principales, y observe si el resultado es razonable y libre de error

¡Pruebe tanto cambios de tamaño locales como globales!

✓ Reconfigure

Por ejemplo, en un modelo ineficiente, el agujero pasante se convierte en ciego al aumentar el espesor de la placa



✓ Simplifique

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

Intención de diseño: eficiente



Para comprobar la eficiencia del modelo, intente lo siguiente:

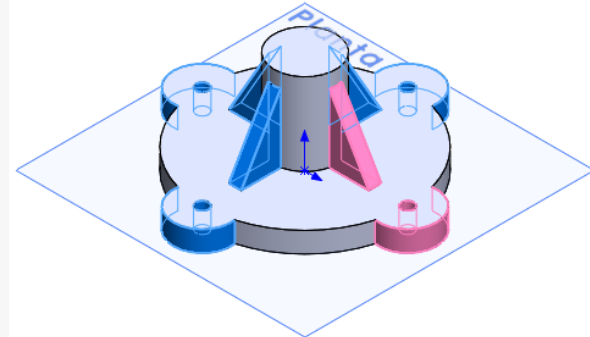
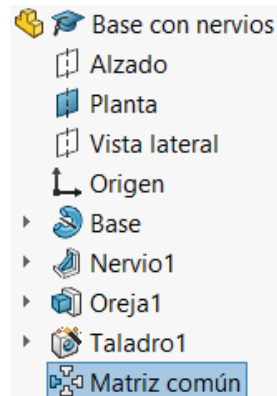
✓ Cambie el tamaño

✓ Reconfigure

Modifique diferentes elementos, y observe si los resultados son razonables y libres de error

✓ Simplifique

Éste es un modelo ineficiente, porque no permite reconfigurar los nervios sin reconfigurar las orejas



Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

Intención de diseño: eficiente



Para comprobar la eficiencia del modelo, intente lo siguiente:

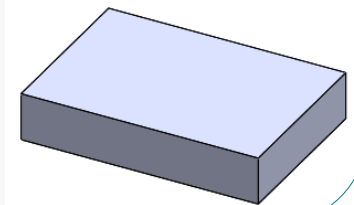
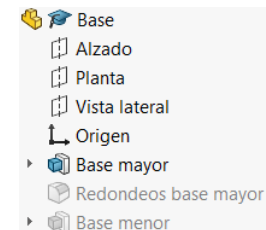
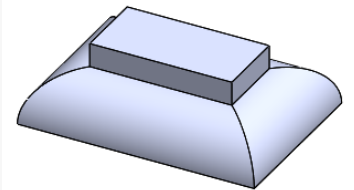
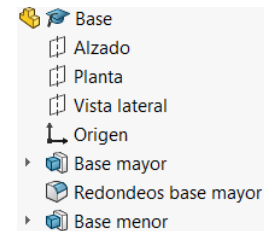
✓ Cambie el tamaño

✓ Reconfigure

✓ Simplifique

Suprima elementos auxiliares, y observe si el resultado es razonable y libre de error

Éste modelo es ineficiente, porque un elemento principal resulta suprimido al suprimir los redondeos



Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Efectivo

Eficaz

Eficiente

Rúbrica

Rúbrica

Puede comprobar mediante el siguiente criterio de una rúbrica de evaluación si un modelo CAD es **claro**:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M5	El modelo es claro					
M5.1	El árbol del modelo es comprensible (porque las operaciones de modelado están etiquetadas y agrupadas)					
M5.1a	Las etiquetas de las operaciones de modelado enfatizan su función					
M5.1b	Las operaciones de modelado relacionadas se agrupan en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo					
M5.2	El modelo usa preferentemente operaciones de modelado compatibles y de diseño/fabricación					
M5.2a	Se usan preferentemente las operaciones de modelado más compatibles					
M5.2b	Se usan preferentemente las operaciones de modelado vinculadas a características de diseño/fabricación					

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

Int. diseño

Rúbrica

Rúbrica

Puede comprobar mediante el siguiente criterio de una rúbrica de evaluación si un modelo CAD transmite **intención de diseño**:

#	Criterio	No / Nunca	Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Si / siempre
M6	El modelo transmite intención de diseño					
M6.1	El árbol del modelo es como un “guion” que describe las características de la pieza y sus funcionalidades					
M6.1a	La secuencia de modelado discurre desde las características principales hasta las auxiliares					
M6.1b	Las etapas intermedias del proceso de modelado son útiles para entender el objeto					
M6.2	El objeto se ha modelado sin perder ni transferir información de diseño					
M6.2a	El objeto se ha modelado sin transferir cotas de diseño ni convertir cotas en restricciones geométricas					
M6.2b	El objeto se ha modelado evitando perder simetrías y patrones					
M6.3	El modelo es simultáneamente flexible (permite muchos cambios) y robusto (impide cambios catastróficos)					
M6.3a	Los elementos funcionales se definen mediante operaciones de modelado independientes					
M6.3b	Las relaciones padre/hijo del árbol del modelo están libres de dependencias innecesarias					

Introducción

Definición

Utilidad

FBD

Claro

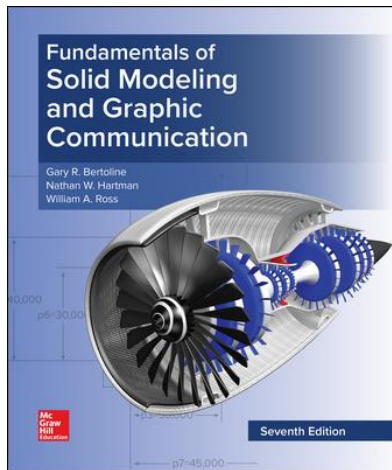
Int. diseño

Rúbrica

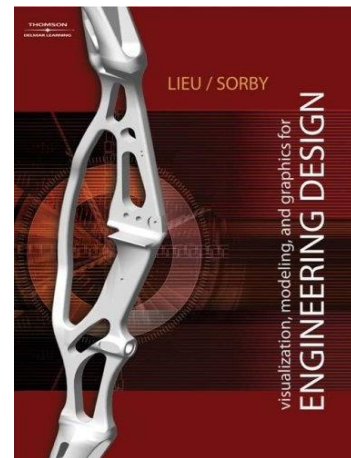
Para repasar



Apartado 7.10
Modelado basado en características



Apartado 4.8.4
Completing the Feature Definition



Apartado 6.07
Breaking down into Features

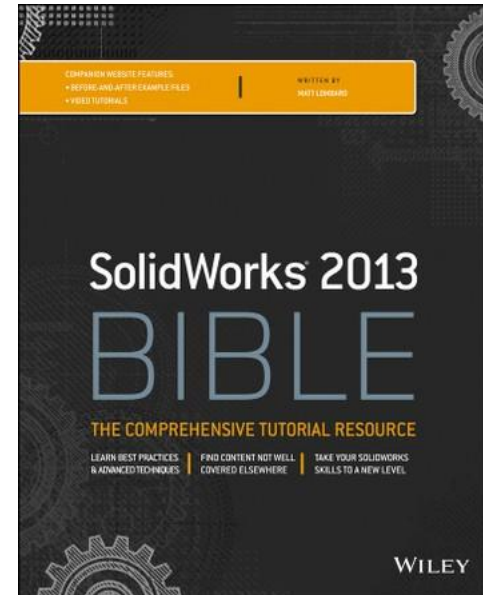


Strategie di modellazione

Para repasar



Chapter 7: Modeling
with Primary Features



Chapter 7: Modeling
with Primary Features

Para saber más



Ibrahim Zeid
CAD/CAM Theory and Practice
McGraw-Hill, 1991
Chapter 7. Types and Mathematical
Representations of Solids

