



Departament
d'Enginyeria
Mecànica i
Construcció

1.3

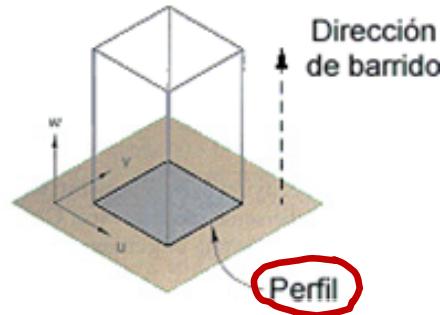
MODELADO MEDIANTE CURVAS

Pedro Company

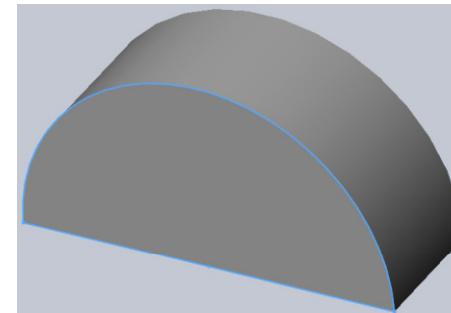
Introducción

Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. en perfiles

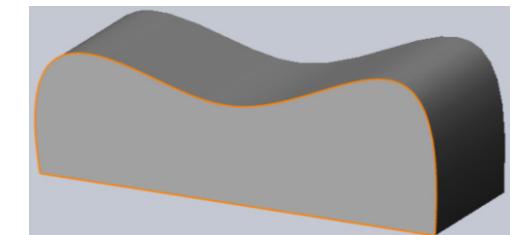
El modelado mediante barrido requiere generar perfiles



Dichos perfiles pueden contener **formas curvas**



Se pueden obtener formas complejas mediante **curvas libres o sintéticas**

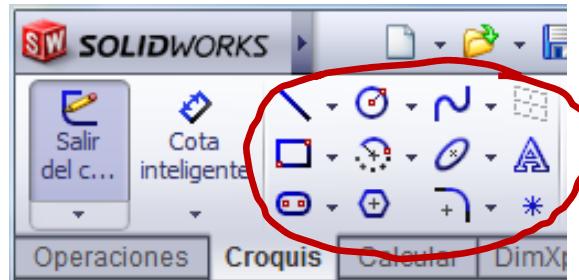


Introducción

Las curvas están pre-definidas en el menú de dibujo

Introducción

- C. Analíticas
- C. Libres
- C. en perfiles



Hay dos tipos de curvas:

1 Analíticas

2 Libres

Curvas analíticas

Introducción

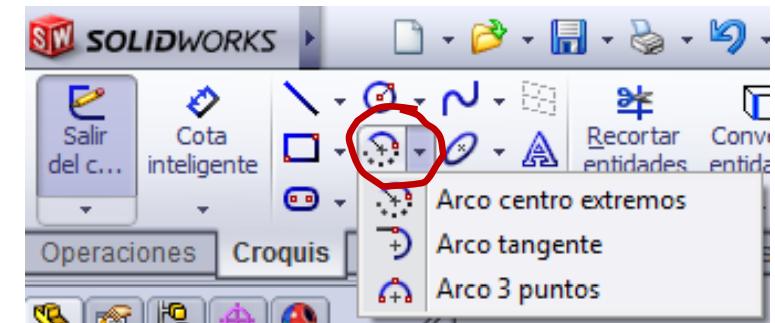
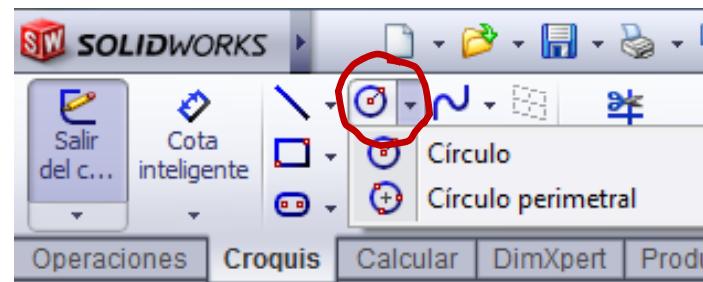
C. Analíticas

C. Libres

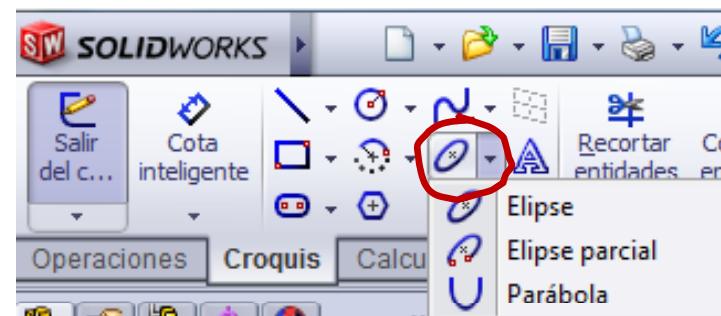
C. en perfiles

1 Las curvas analíticas pre-definidas son:

✓ Circunferencia



✓ Otras cónicas



Curvas libres

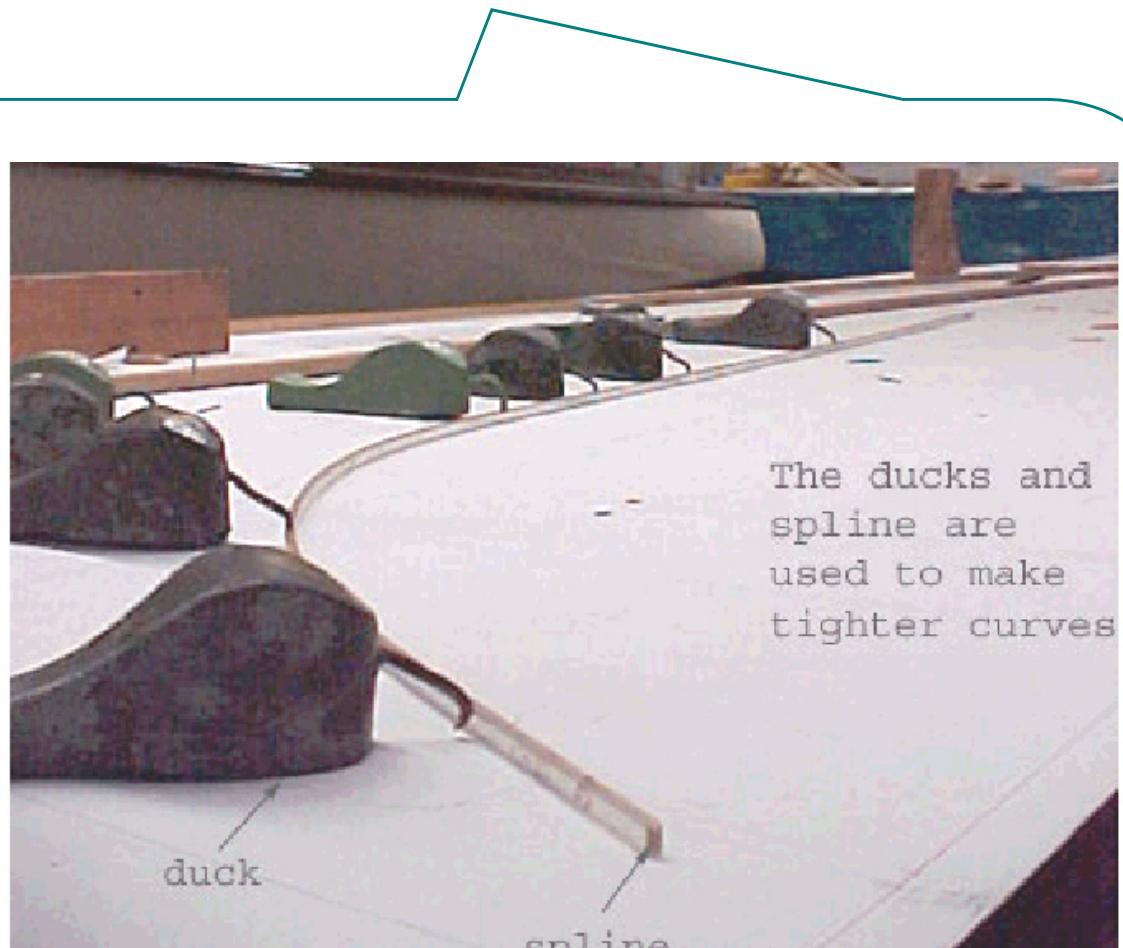
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

2

Las **curvas libres o sintéticas** se definen mediante un conjunto de características que determinan la naturaleza de la curva pero no fijan todos sus grados de libertad

Tradicionalmente se generaban con “splines” (varillas) y “ducks” (pesos):

- ✓ El “spline” garantiza la suavidad de la curva
- ✓ Los “ducks” garantizan el control (puntos de paso)



Curvas polinómicas

Introducción

C. Analíticas

C. Libres

C. polinomias

C. paramétricas

C. compuestas

Clasificación

Splines SW

C. en perfiles

Para formular las curvas descritas,
se usan **polinomios**

Cada función paramétrica
de las que describen a la curva
se expresa mediante
un polinomio,
o una combinación de polinomios

$$x(t) = \sum_{i=0}^n a_i t^i$$
$$y(t) = \sum_{i=0}^n b_i t^i$$



Motivos:

- ✓ Se ajustan a muchas formas
- ✓ Son relativamente fáciles de calcular

¡Evaluar sumas y multiplicaciones es más rápido que calcular cocientes, potencias o funciones trigonométricas!

Curvas paramétricas

Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

Las curvas se denominan **paramétricas** porque los parámetros de los polinomios se convierten en los parámetros de control

$$x(t) = \sum_{i=0}^n a_i t^i$$
$$y(t) = \sum_{i=0}^n b_i t^i$$

Para que tengan utilidad práctica se debe:

- ✓ Reformular los polinomios para que los parámetros tengan significado geométrico
- ✓ Descomponer las curvas en cadenas de curvas simples

Es decir, “trocear” las curvas

Curvas paramétricas

Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

Ejemplo de reformulación de polinomios:

La formulación paramétrica de la parábola es:

$$f(t) = a t^2 + b t + c,$$

Donde **a**, **b** y **c** son vectores de coeficientes, y $f(t)$ es un vector función $f(t) = (x(t) \ y(t))$

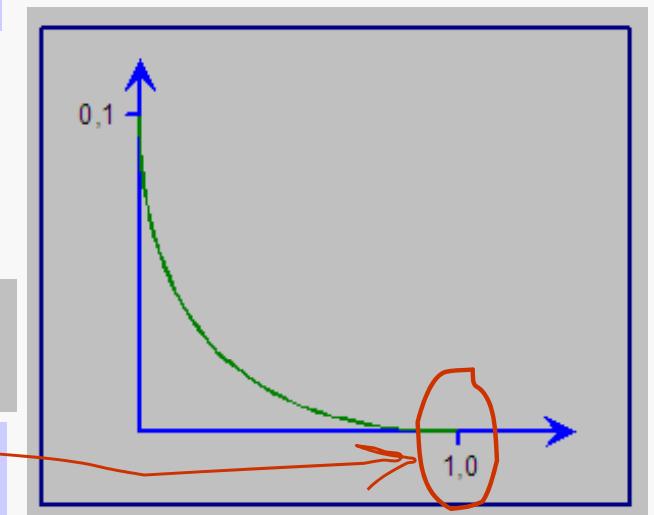
El caso particular de la figura sería:

$$f(t) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} t^2 + \begin{pmatrix} -2 \\ 0 \end{pmatrix} t + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Se puede reescribir como:

$$f(t) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} (1-t)^2 + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} 2t(1-t) + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} t^2.$$

Donde los coeficientes se han convertido en **puntos de control**



Las curvas buenas para el diseñador son las que se han reformulado con parámetros sencillos e intuitivos

Curvas compuestas

Introducción

C. Analíticas

C. Libres

C. polinómicas

C. paramétricas

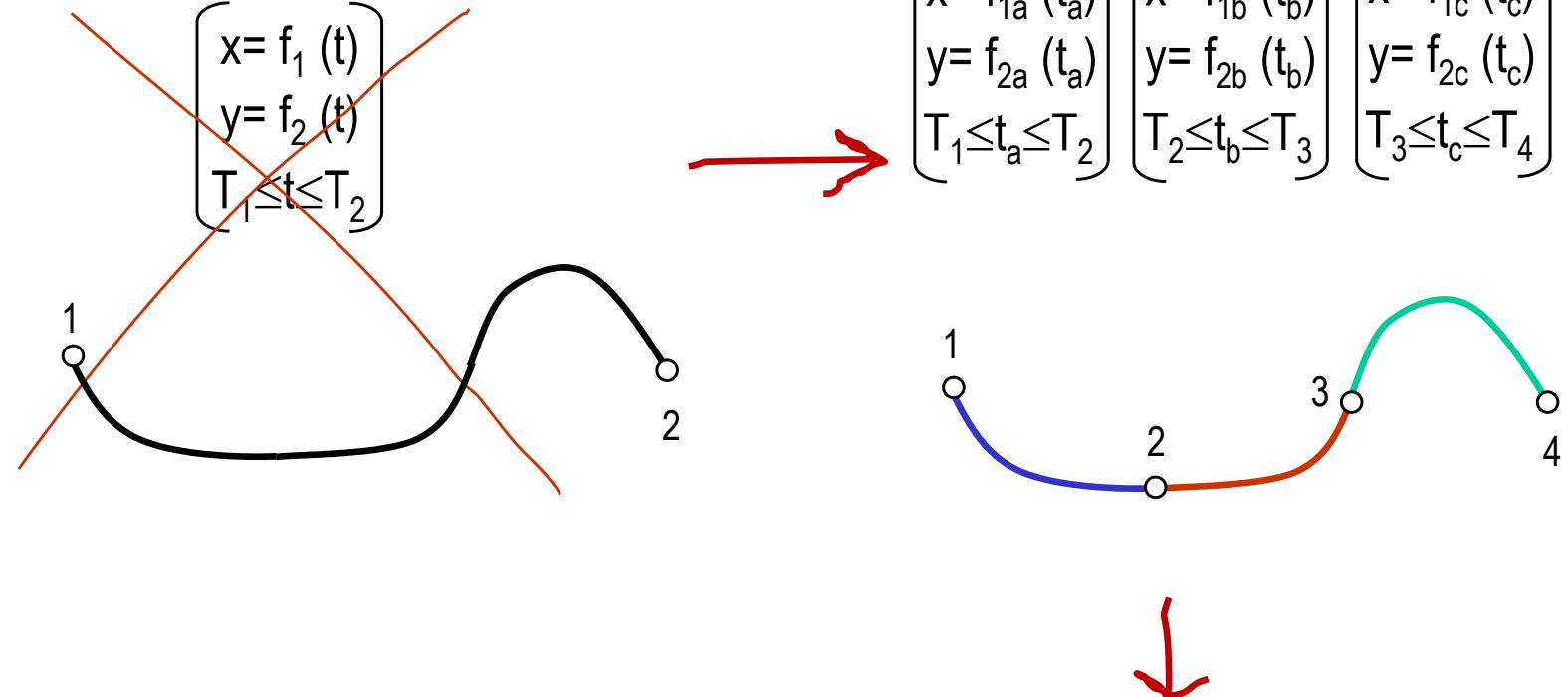
C. compuestas

Clasificación

Splines SW

C. en perfiles

Las curvas complejas se descomponen en cadenas de curvas más simples



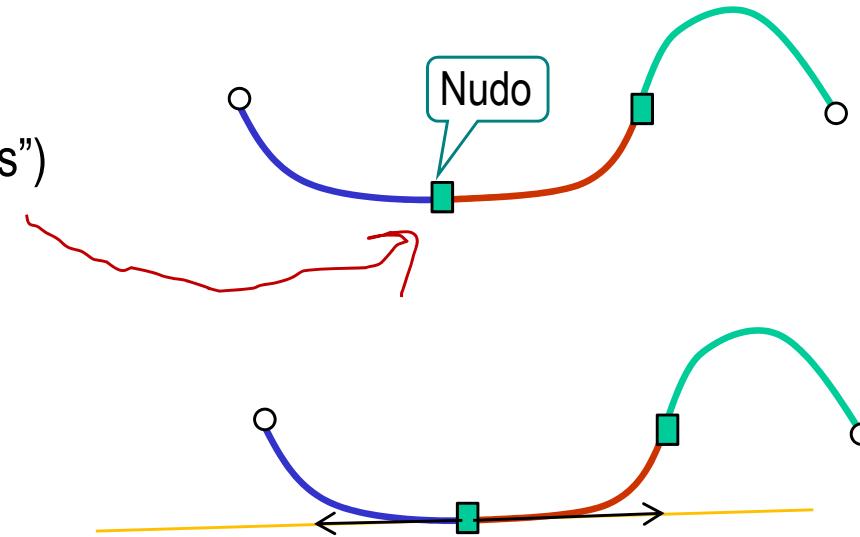
Un **spline** es
una curva compuesta
por un conjunto de
curvas polinómicas encadenadas

Curvas compuestas

Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

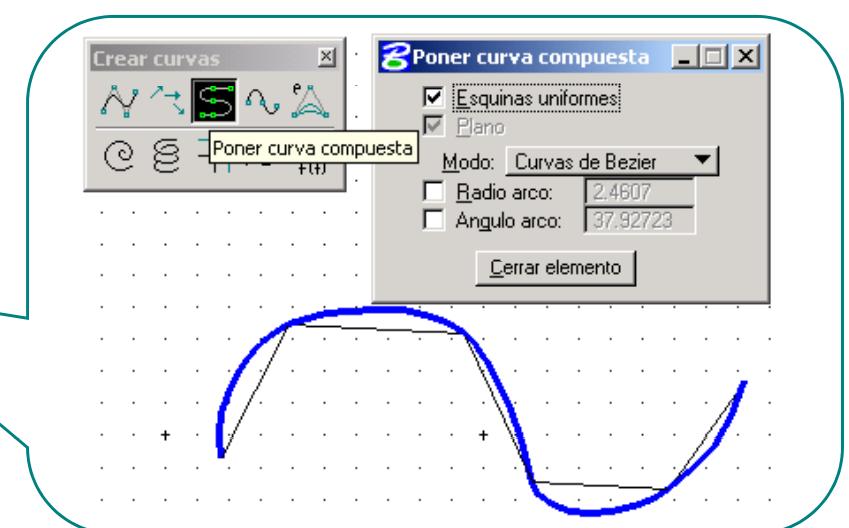
Las principales características de un **spline** son:

✓ Los puntos de conexión se denominan **nudos** ("knots")



✓ Se exigen condiciones de continuidad en los nudos

✓ Las curvas simples de la cadena pueden ser del mismo o de diferente tipo



Curvas compuestas

Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

Hay dos tipos principales de curvas spline:

✓ **Uniforme**
si la separación entre
nudos es constante

¡El usuario **no** puede
mover los nudos!

$$|T_1, T_2| = |T_2, T_3| = |T_3, T_4|$$

✓ **No uniforme**
si la separación entre
nudos es desigual

¡El usuario **si** puede
mover los nudos!

$$|T_1, T_2| \neq |T_2, T_3| \neq |T_3, T_4|$$



Las curvas no uniformes
le dan al diseñador mejor control local de cada tramo

Clasificación de las curvas paramétricas

Introducción

C. Analíticas

C. Libres

C. polinómicas

C. paramétricas

C. compuestas

Clasificación

Splines SW

C. en perfiles

Las curvas paramétricas polinómicas se pueden clasificar según dos criterios:

1

Según la **complejidad**
de los polinomios

2

Según las **conexiones**
entre la curva y los elementos de control

Clasificación de las curvas paramétricas

1

Un polinomio es una función de la forma:

$$f(t) = a_n t^n + \dots + a_2 t^2 + a_1 t + a_0$$



La **complejidad** de la función queda determinada por uno de los siguientes parámetros:

- ✓ n es el **grado** del polinomio

$$f(t) = a_1 t + a_0$$

Lineal

$$f(t) = a_2 t^2 + a_1 t + a_0$$

Cuadrático

$$f(t) = a_3 t^3 + a_2 t^2 + a_1 t + a_0$$

Cúbico

- ✓ el **orden** del polinomio es el número de coeficientes que tiene

orden = grado + 1

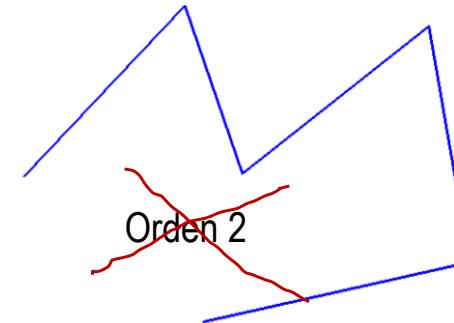
Clasificación de las curvas paramétricas



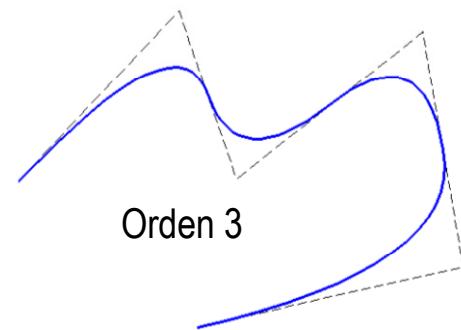
¡Elegir el orden apropiado es importante!

- Introducción
- C. Analíticas
- C. Libres**
- C. polinómicas
- C. paramétricas
- C. compuestas
- Clasificación**
- Splines SW
- C. en perfiles

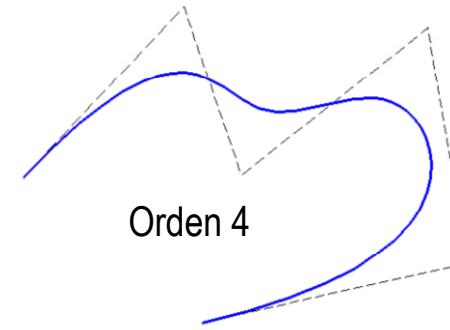
✗ Los polinomios de orden bajo
definen curvas con muy poca flexibilidad



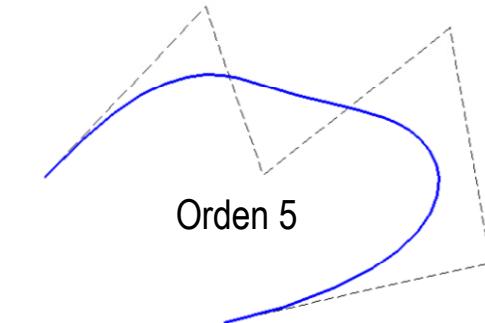
✓ A efectos prácticos, nos podemos
limitar al orden tres, cuatro o cinco



Orden 3

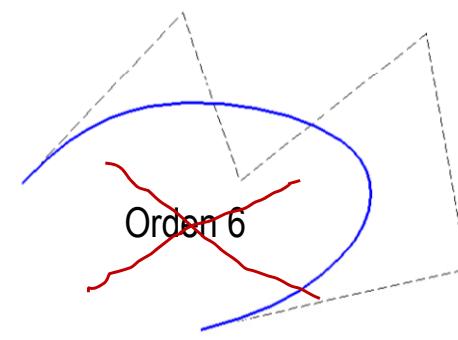


Orden 4



Orden 5

✗ Los polinomios de orden elevado suelen
requerir más esfuerzo de cálculo
y producen curvas poco intuitivas



Orden 6

Clasificación de las curvas paramétricas

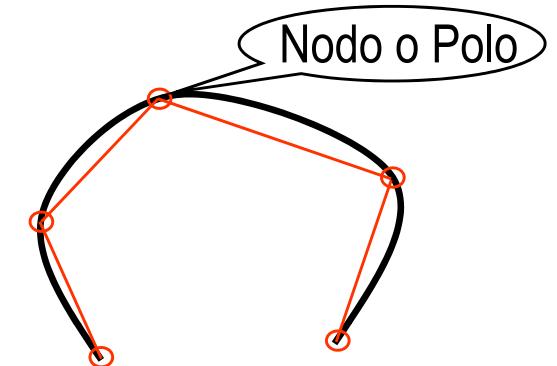
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

2

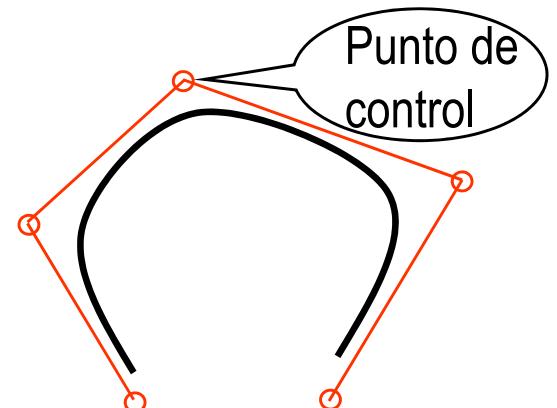
Hay tres tipos de **conexión** entre la curva y los puntos que la definen:



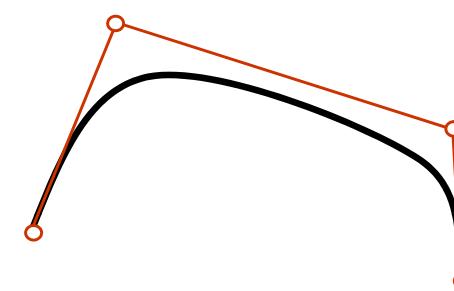
En las curvas **interpoladas** los puntos **pertenecen** a la curva (son “puntos de paso”, nodos o polos de la curva)



En las curvas **ajustadas** los puntos **no pertenecen** a la curva (son puntos de control)



También hay **soluciones mixtas**, que interpolan algunos puntos y ajustan otros

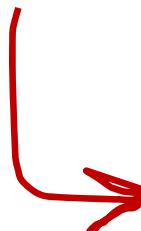


Clasificación de las curvas paramétricas

Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

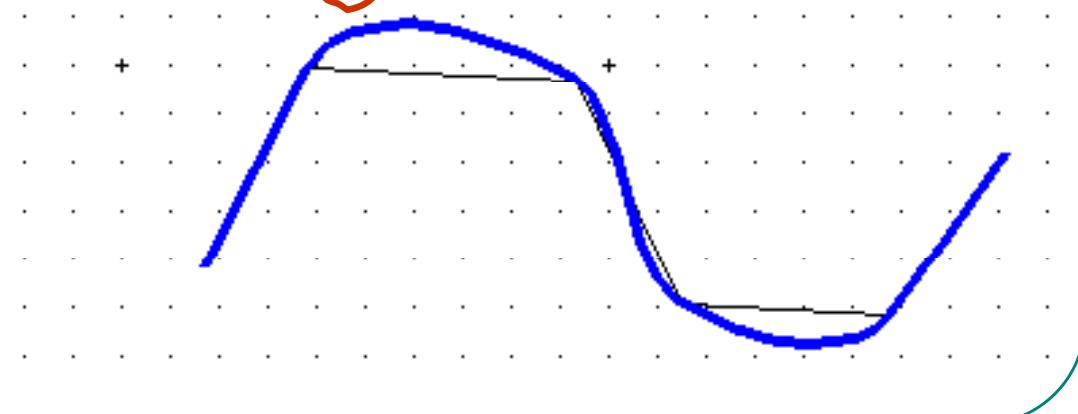


Las curvas **interpoladas** fueron las primeras en desarrollarse



Siguen siendo
una solución sencilla y práctica
para interpolar curvas
a partir de un conjunto de puntos conocidos

Encontramos
curvas de
interpolación
simples en muchas
aplicaciones CAD



Clasificación de las curvas paramétricas

Introducción
C. Analíticas

C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles



Las curvas **ajustadas** tienen inconvenientes y ventajas, respecto a las interpoladas

Sus principales **inconvenientes** son:

- ✗ Son menos intuitivas, porque la curva no pasa por los puntos dados
- ✗ Son más complejas que las interpoladas, porque utilizan más elementos de control

Sus principales **ventajas** son:

- ✓ Permiten modelar formas mucho más complejas
- ✓ Permiten más control sobre las modificaciones posteriores

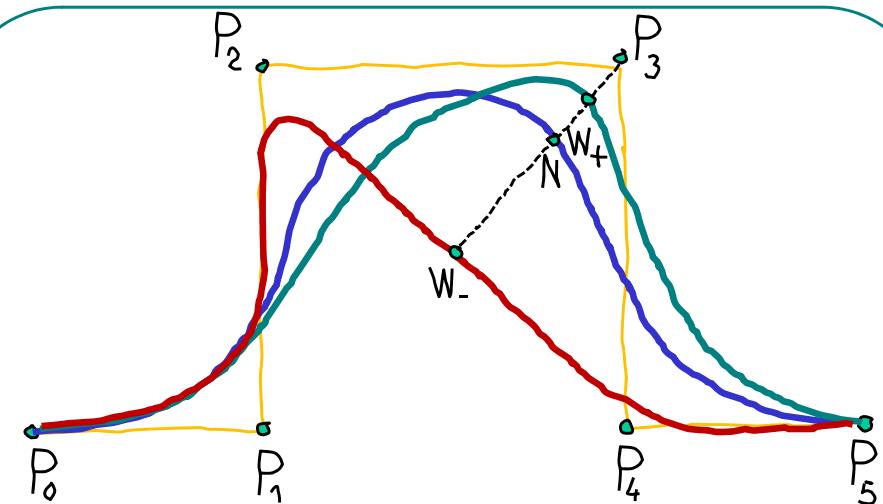
Clasificación de las curvas paramétricas

Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

Los **pesos** son unos parámetros asociados a los puntos de control

- ✓ Asignando el mismo peso a todos los puntos de control, la curva se comporta como si no hubiera pesos
- ✓ Modificando cada peso se puede conseguir que la curva pase más cerca o más lejos del punto correspondiente

Son coeficientes de ponderación que controla la “atracción” de los puntos de control a la curva

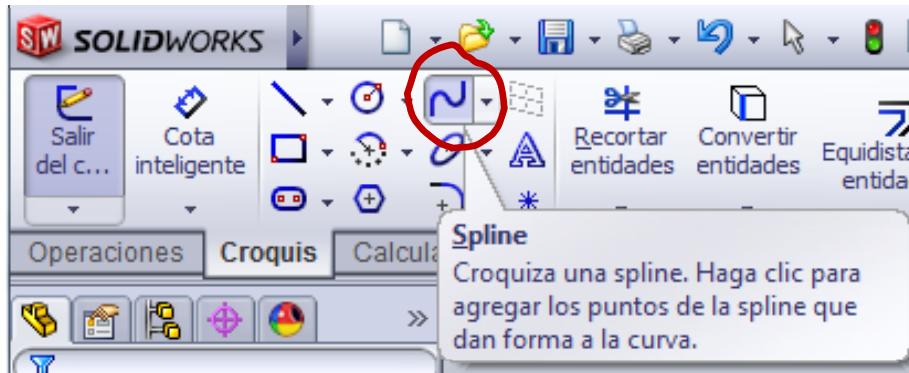


La curva azul tiene un peso neutro en P_3
La curva roja tiene un peso negativo en P_3
La curva verde tiene un peso positivo en P_3

Splines en SolidWorks

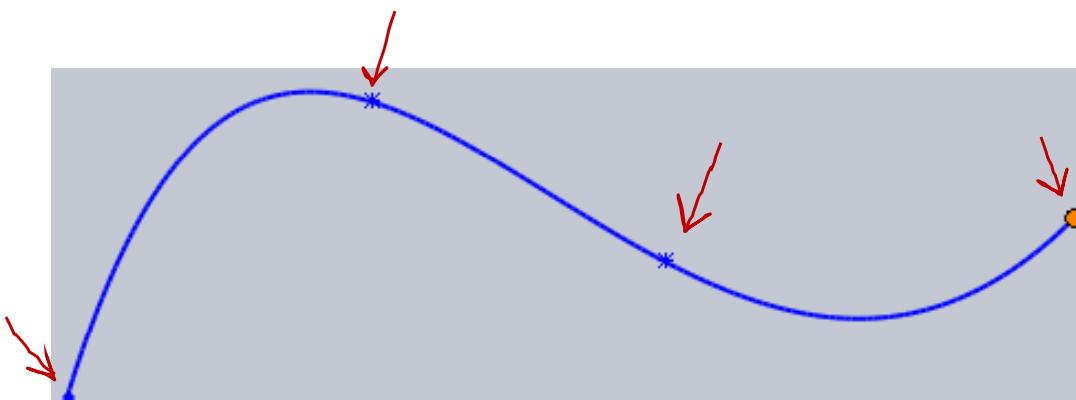
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

Las curvas libres en SolidWorks se denominan splines:



Son una mezcla de curvas interpoladas y ajustadas

Se crean definiendo nodos, como si fueran curvas interpoladas:

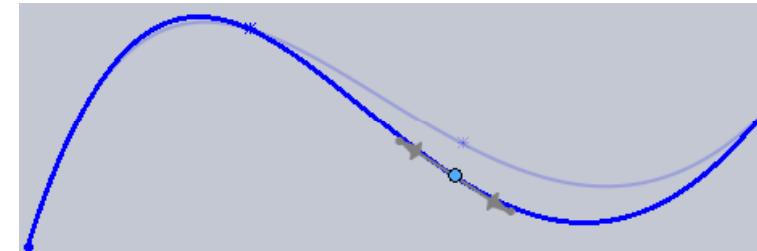


Splines en SolidWorks

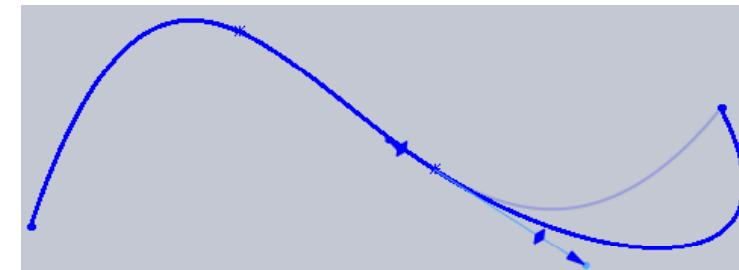
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

La edición se limita a:

✓ Mover los nodos

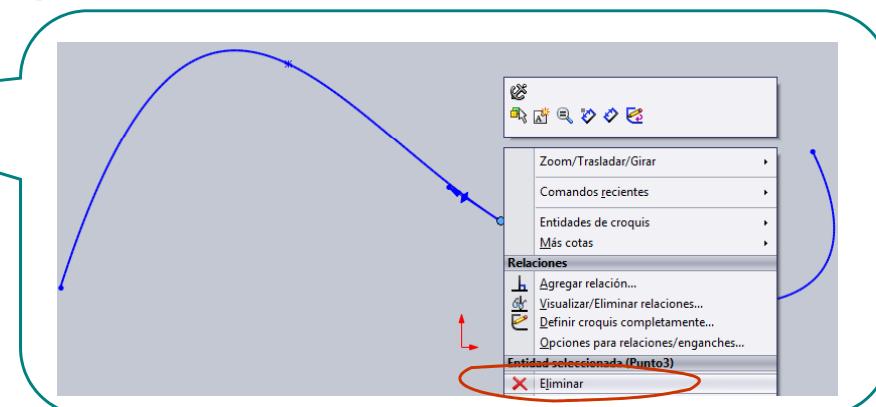


✓ Modificar las tangentes



La edición más avanzada permite:

✓ Quitar nodos



Splines en SolidWorks

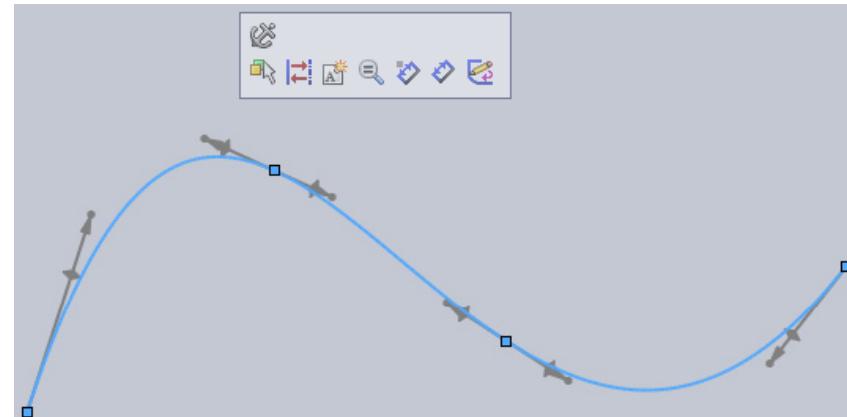
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles



Pero el spline se puede comportar también como una curva **ajustada**:

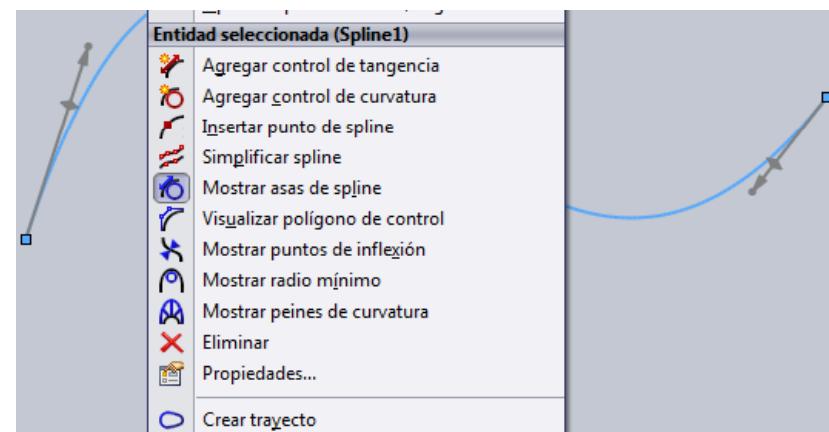
Se selecciona el spline

Poniendo el cursor sobre la curva y pulsando el botón izquierdo



Se obtiene el menú contextual

Pulsando el botón derecho



Splines en SolidWorks

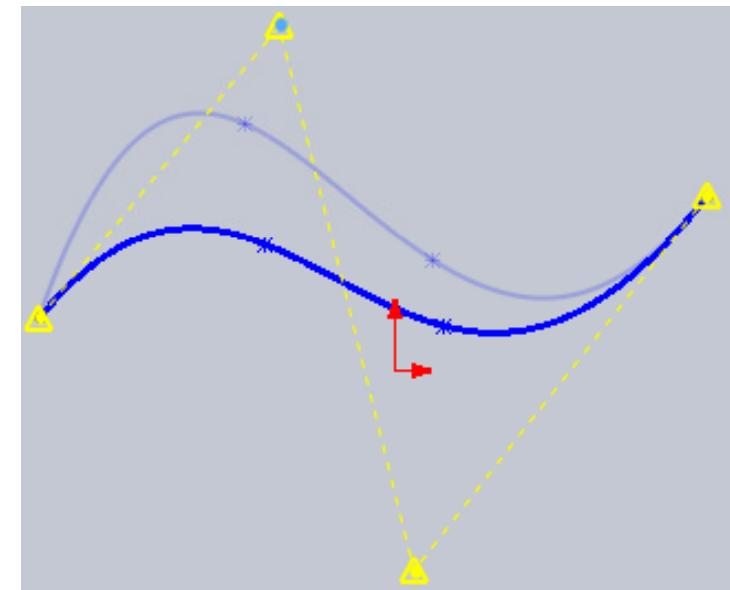
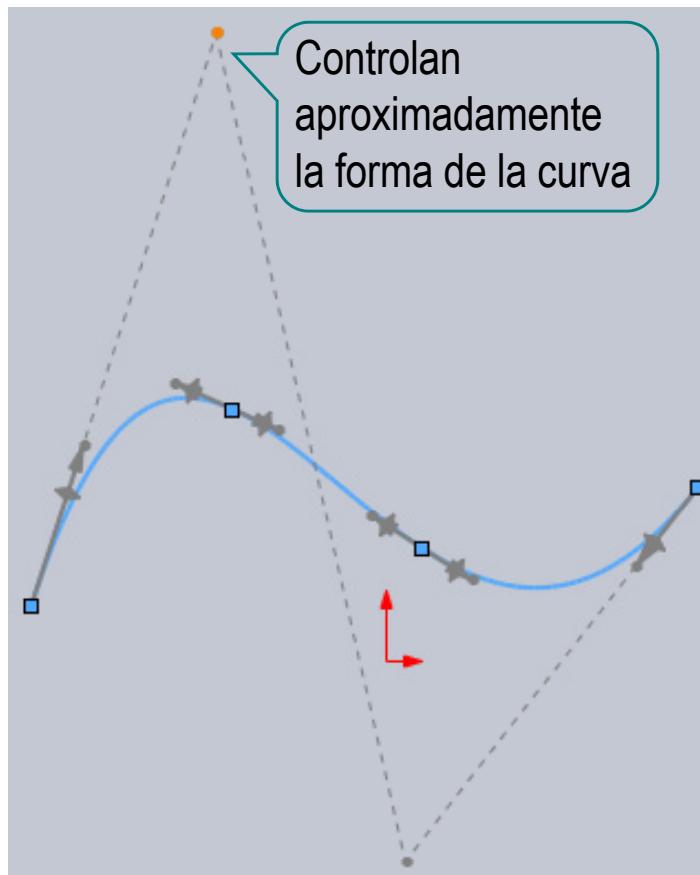
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

Se selecciona



Visualizar polígono de control

y se pueden modificar los
puntos de control



Splines en SolidWorks

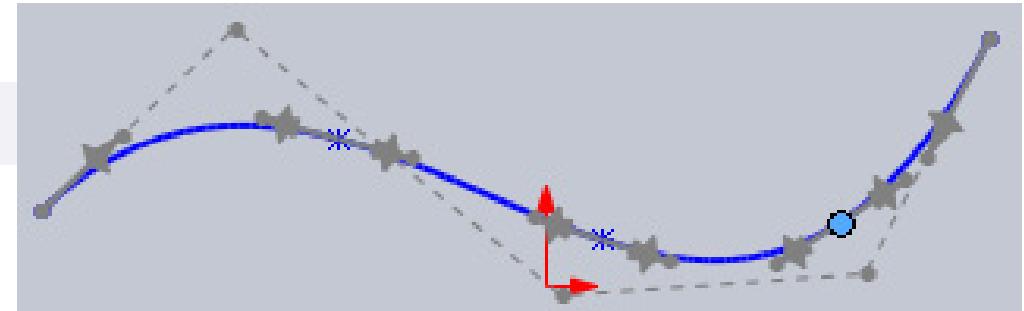
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. polinómicas
C. paramétricas
C. compuestas
Clasificación
Splines SW
C. en perfiles

Se selecciona



Insertar punto de spline

y se pueden añadir puntos de control

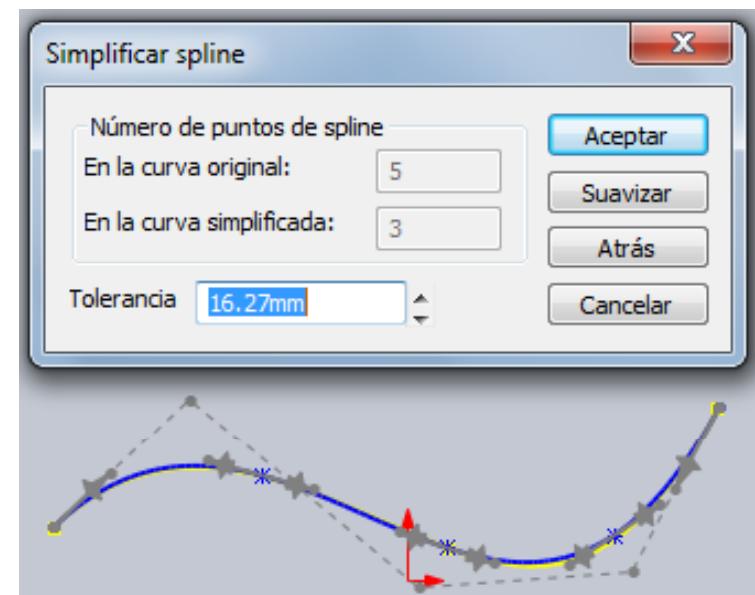


Se selecciona



Simplificar spline

y se pueden eliminar puntos de control

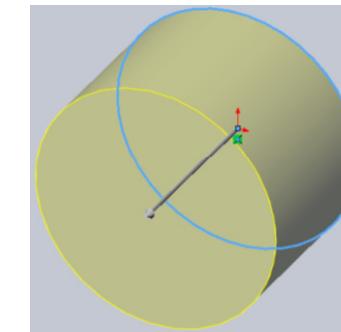
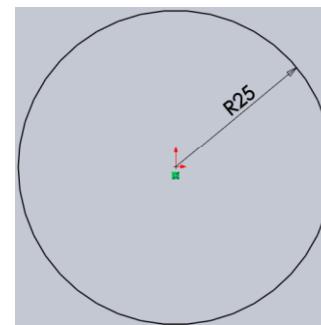


Perfiles con curvas

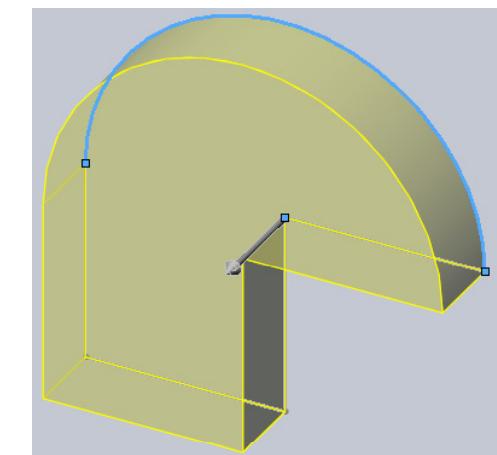
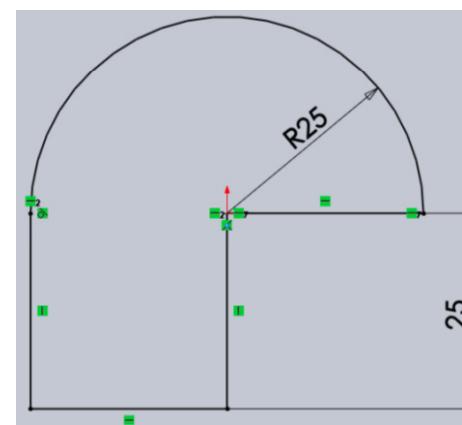
Introducción
C. Analíticas
C. Libres
C. en perfiles

Las curvas pueden utilizarse en los perfiles igual que cualquier otro elemento geométrico

✓ Pueden utilizarse solas



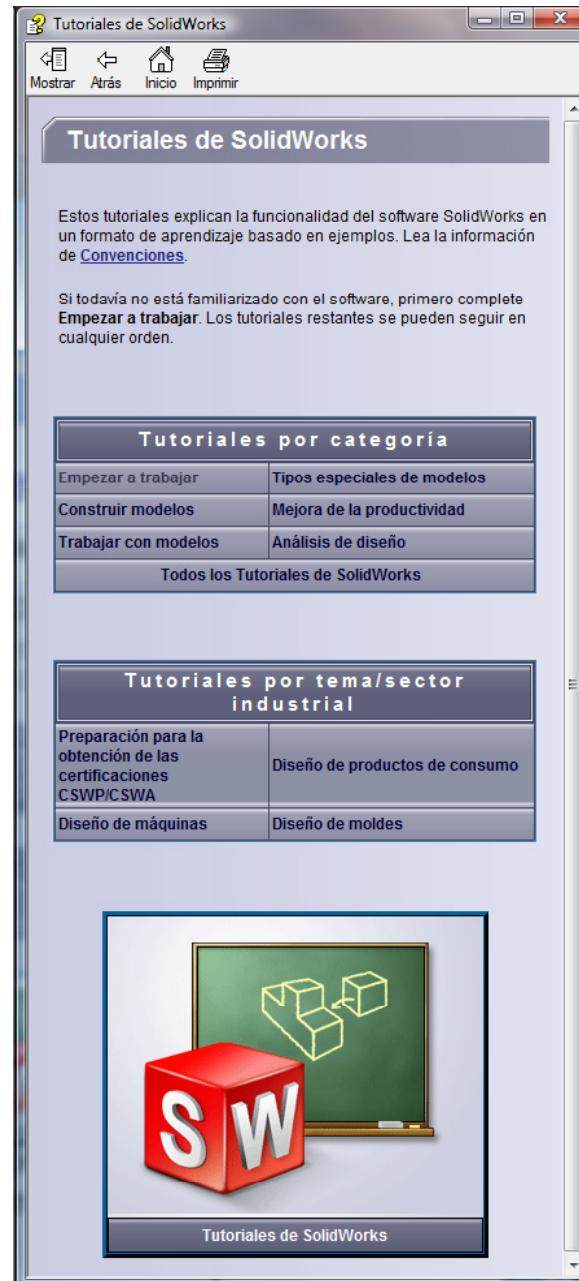
✓ Pueden combinarse
con otras líneas



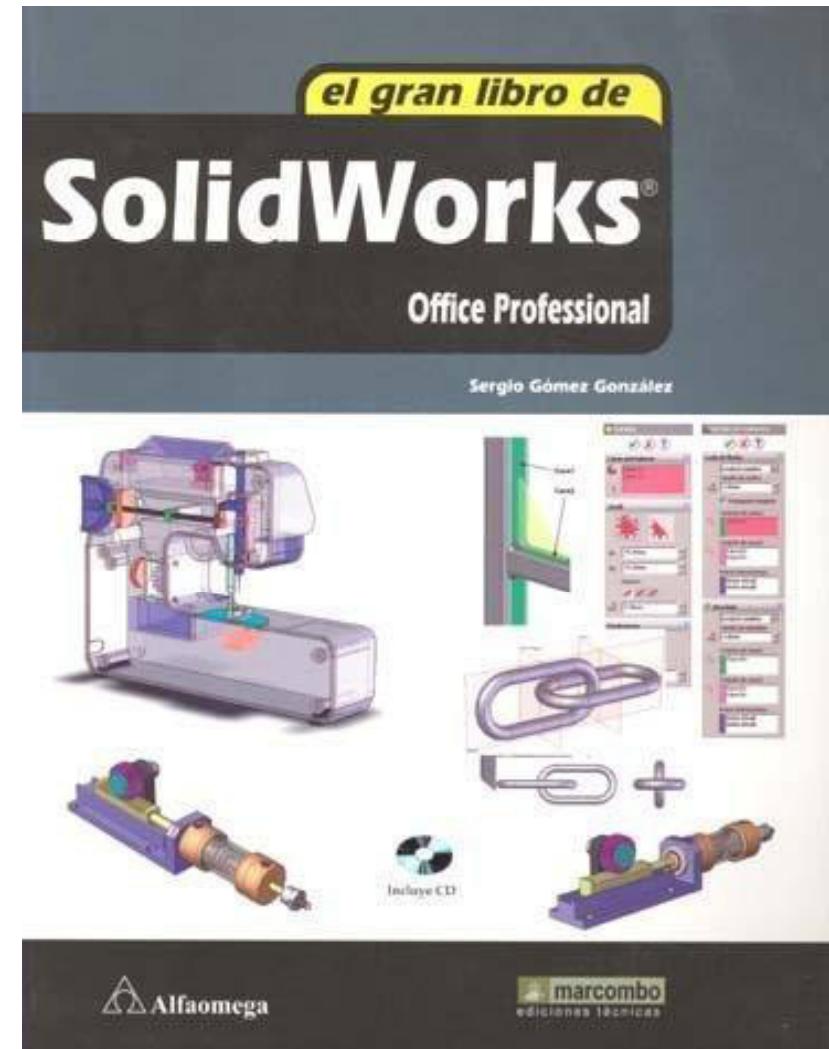
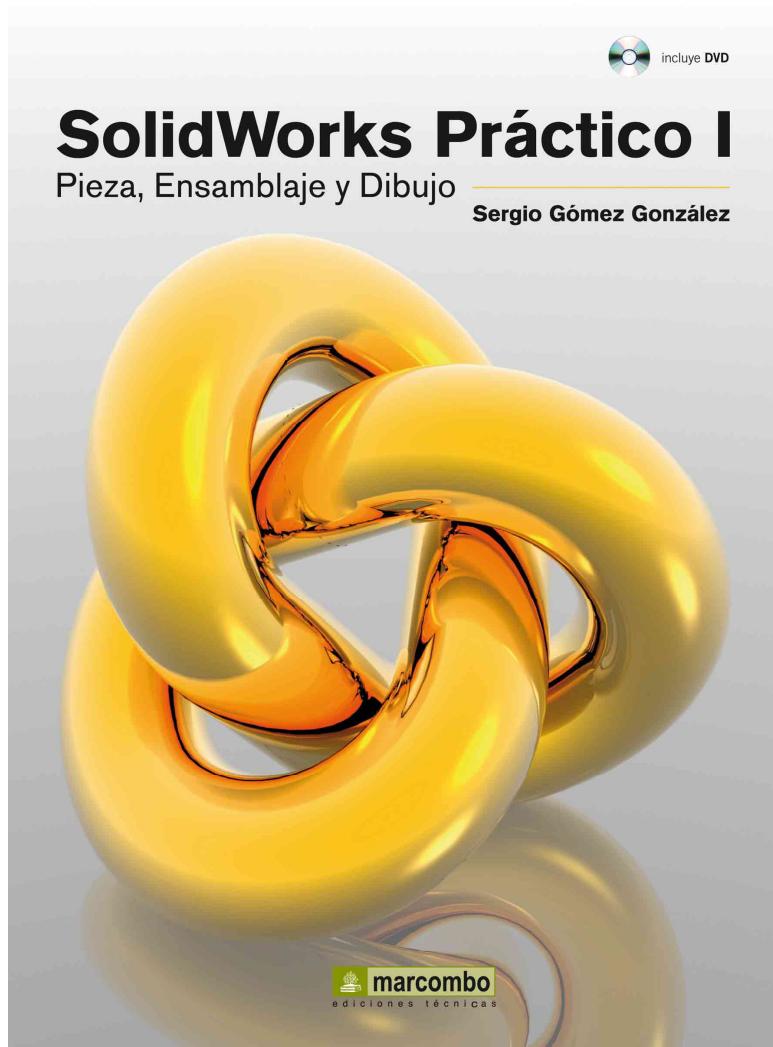
Para repasar

¡Cada aplicación CAD tiene sus propias peculiaridades para el proceso de modelado!

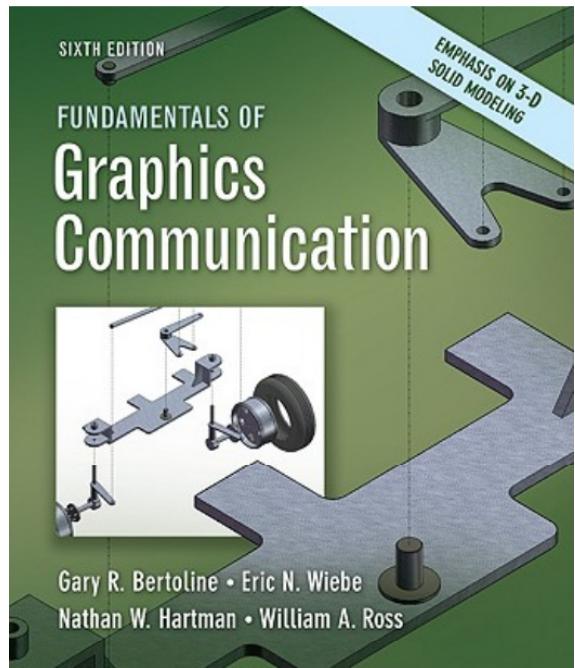
¡Hay que estudiar el manual de la aplicación que se quiere utilizar!



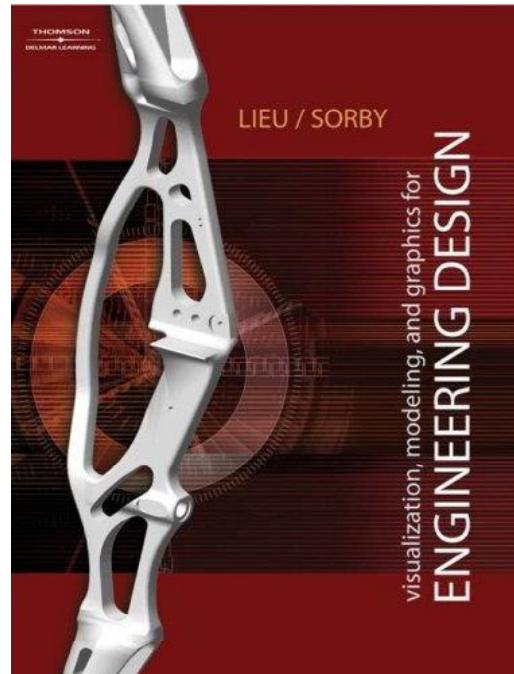
Para repasar



Para repasar



Capítulo 4: Modeling Fundamentals



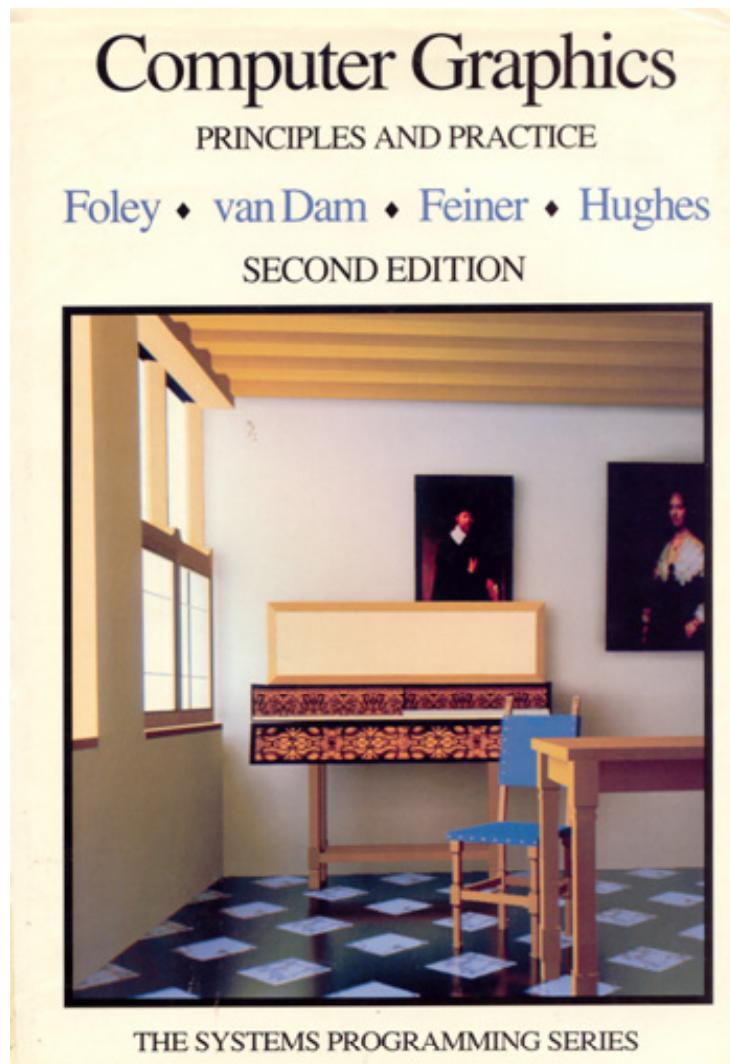
Capítulo 6: Solid Modeling



La modelazione di parti in SolidWorks

Para repasar

Capítulo 11: Representing curves
and surfaces



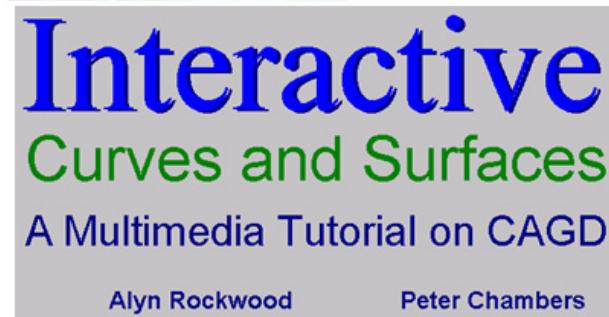
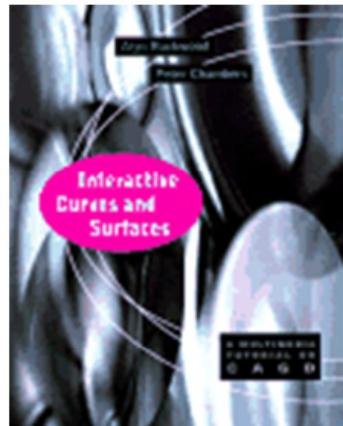
Capítulo 9: Representación de
curvas y superficies



Para repasar

¡Cualquier buen libro de CADG!

El CADG (Diseño Geométrico Asistido por Computador) se dedica al estudio y definición de métodos para la generación de curvas complejas.

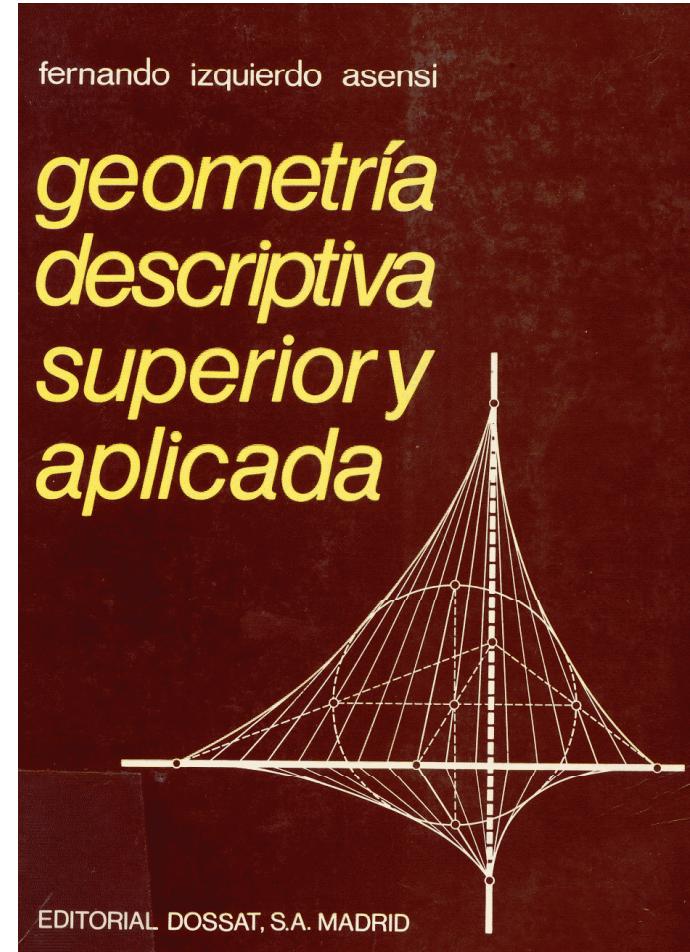
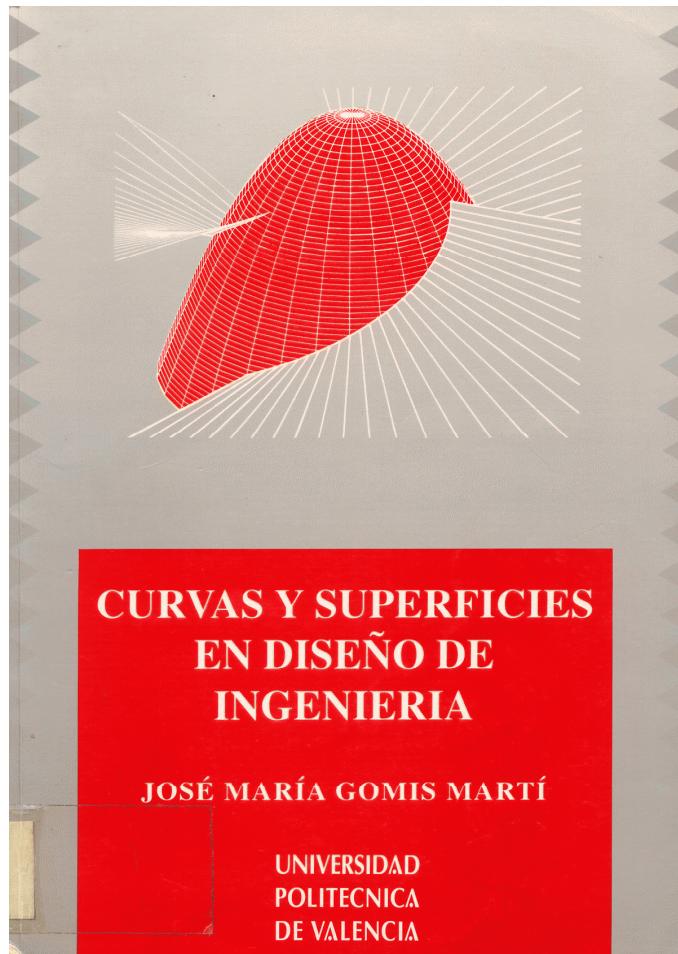


Se recomienda especialmente el “tutorial” interactivo

Capítulo 2: Curvas del plano

Capítulo 4: Curvas y superficies del espacio

Para estudiar los fundamentos geométricos



Para estudiar los fundamentos geométricos

