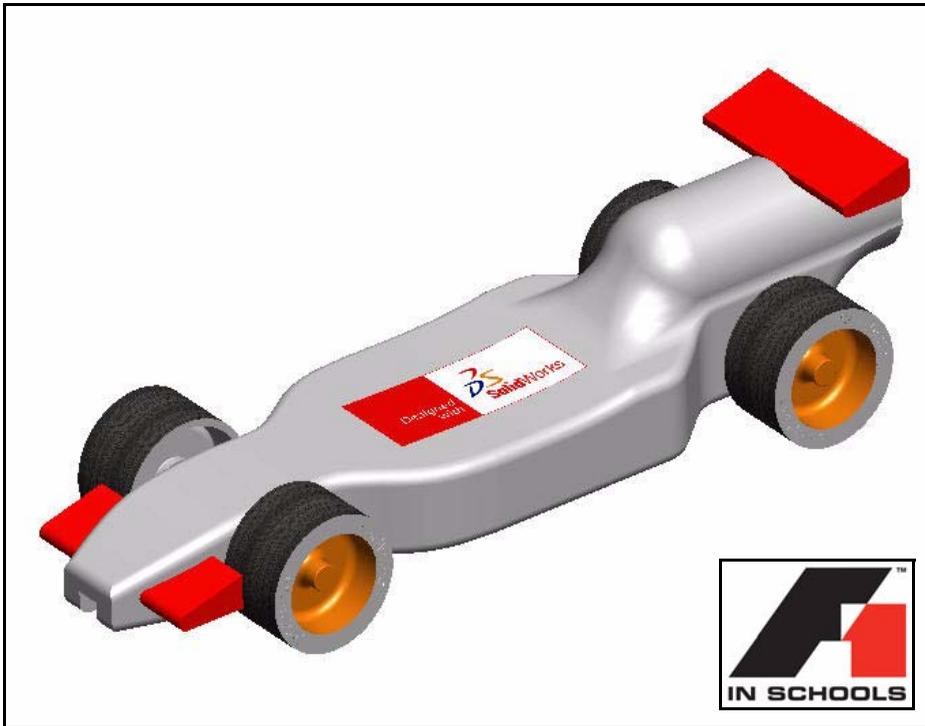


*Serie de tecnología  
y diseño de ingeniería*

# Proyecto de diseño F1 in Schools™ con el software SolidWorks® 2010



**Para automóviles tipo R**

Dassault Systèmes SolidWorks Corp.  
300 Baker Avenue  
Concord, MA 01742, EE. UU.  
Tfno: 1 800 693 9000

Si se encuentra fuera de los EE. UU.: 1 978 371 5011  
Fax: 1 978 371 7303  
info@solidworks.com

© 1995-2009, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, una compañía de Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue  
Concord, Massachusetts 01742, EE. UU. Reservados todos los derechos.

La información contenida en este documento y el software que se describe en el mismo están sujetos a cambios sin previo aviso y no son compromisos por parte de Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

Ningún material se puede reproducir o transmitir de modo o por medio alguno, ya sea electrónico o mecánico, con ningún fin, sin la autorización explícita y por escrito de DS SolidWorks.

El software descrito en este documento se suministra bajo licencia y sólo se puede utilizar o copiar de acuerdo con los términos de la misma. Todas las garantías que DS SolidWorks ofrece para el software y la documentación se establecen en el Contrato de Licencia y de Servicio de Suscripción de SolidWorks Corporation y nada de lo que afirme o implique este documento o su contenido será considerado o visto como una modificación o enmienda de tales garantías.

#### **Avisos de patentes para los productos SolidWorks Standard, Premium y Professional.**

Patentes de EE. UU. 5.815.154; 6.219.049; 6.219.055; 6.603.486; 6.611.725 y 6.844.877, así como otras patentes extranjeras, incluidas EP 1.116.190 y JP 3.517.643. Patentes de Estados Unidos y extranjeras en trámite (por ejemplo, EP 1.116.190 y JP 3.517.643). Patentes de EE. UU. y extranjeras en trámite.

#### **Marcas comerciales y otros avisos para todos los productos de SolidWorks.**

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, SolidWorks PDM, SolidWorks eDrawings y el logotipo de SolidWorks eDrawings son marcas comerciales registradas y FeatureManager es una marca registrada de copropiedad de DS SolidWorks. SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation y SolidWorks 2010 son nombres de productos de DS SolidWorks. CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst y XchangeWorks son marcas comerciales de DS SolidWorks. FeatureWorks es una marca comercial registrada de Geometric Ltd. Otras marcas o nombres de productos son marcas comerciales de sus respectivos propietarios.

#### **SOFTWARE COMERCIAL DE COMPUTADORA - PATENTADO**

Derechos restringidos del Gobierno de Estados Unidos. La utilización, reproducción o divulgación por parte del Gobierno están sujetas a restricciones, tal como se prevé en FAR 52.227-19 (Software comercial de computadora – Derechos restringidos), DFARS 227.7202 (Software comercial de computadora y documentación del Software comercial de computadora) y en el contrato de licencia, donde sea aplicable.

Contratista/fabricante: Dassault Systèmes SolidWorks Corp, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742, EE. UU.

#### **Avisos de copyright para los productos SolidWorks Standard, Premium y Professional.**

Partes de este software © 1990-2009 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

Partes de este software © 1998-2009 Geometric Ltd.

Partes de este software © 1986-2009 mental images GmbH & Co.KG.

Partes de este software © 1996-2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Partes de este software © 2000-2009 Tech Soft 3D.

Partes de este software © 1998-2008 3Dconnexion.

Este software está basado en parte del trabajo de Independent JPEG Group. Reservados todos los derechos.

Partes de este software incluyen PhyX™ by NVIDIA 2006-2009.

Partes de este software están protegidas por leyes de derechos de autor y son propiedad de UGS Corp. © 2009.

Partes de este software © 2001 - 2009 Luxology, Inc. Reservados todos los derechos, Patentes en trámite.

Partes de este software © 2007 - 2009 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984 - 2009 Adobe Systems, Inc. y sus licenciatarios. Reservados todos los derechos. Protegido por las patentes de EE. UU. 5.929.866; 5.943.063;

6.289.364; 6.639.593; 6.743.382; patentes en trámite.

Adobe, el logotipo de Adobe, Acrobat, el logotipo de Adobe PDF, Distiller y Reader son marcas comerciales registradas o marcas comerciales de Adobe Systems Inc. en los Estados Unidos y otros países.

Para obtener más información, en SolidWorks consulte **Ayuda, Acerca de SolidWorks.**

Otras partes de SolidWorks 2010 se utilizan bajo licencia de los licenciatarios de DS SolidWorks.

#### **Avisos de copyright para SolidWorks Simulation.**

Partes de este software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992 - 2007 Computational Applications and System Integration, Inc. Reservados todos los derechos.

Partes de este producto son distribuidas bajo licencia de DC Micro Development, Copyright © 1994 - 2005 DC Micro Development. Reservados todos los derechos.

## Tabla de contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
Utilización de este manual.....	2
¿Qué es SolidWorks?.....	2
Prerrequisitos .....	3
Convenciones empleadas en este manual .....	4
Antes de empezar.....	4
Adición de una carpeta a la ruta de la Biblioteca de diseño .....	8
<b>Diseño del automóvil de carrera .....</b>	<b>11</b>
Consideraciones de diseño importantes.....	12
Acerca de la madera balsa .....	13
Inicio de SolidWorks y apertura de una pieza existente.....	13
Operación Extruir corte .....	17
Creación del alerón frontal .....	24
Creación del alerón posterior.....	26
Inserción de redondeos .....	31
Creación de un ensamblaje .....	36
Inserción de relaciones de posición .....	40
Calcula el peso del automóvil de carrera.....	48
Cálculo de la longitud total del automóvil de carrera.....	49
Creación de una vista explosionada.....	52
Requisitos de acotación de Race Car.....	60
<b>Creación de un dibujo de ensamblaje .....</b>	<b>63</b>
Creación de un dibujo de ensamblaje .....	64
Apertura de una pieza desde el ensamblaje .....	74
Creación de una vista de ensamblaje explosionada.....	75

<b>PhotoWorks™</b> .....	<b>77</b>
Activación de PhotoWorks .....	78
Creación de una configuración de renderizado .....	80
Apariencia.....	82
Renderizado .....	86
Modificación de la apariencia.....	87
Escenas .....	89
Calcomanías.....	91
Edición de la calcomanía.....	95
Opciones de salida .....	97
<b>Análisis</b> .....	<b>103</b>
Modificación del alerón trasero .....	104
Cálculo de la nueva masa .....	107
Aplicación de la herramienta Medir .....	108
Análisis de tensión del eje .....	110
Análisis de diseño .....	110
Análisis de tensión.....	111
Interfaz de usuario .....	112
Análisis de la pieza Axle-A .....	113
SolidWorks SimulationXpress.....	115
Aplicación de una carga.....	119
Asignación de material .....	123
Ejecución del análisis .....	125
Visualización de los resultados.....	127
Ejecución de un informe .....	130
Optimización del modelo.....	131
SolidWorks Flow Simulation .....	135
Visualización de los resultados.....	153
Cambio del diseño .....	168
Examina los resultados .....	170
Más para explorar .....	176

# Lección 1

## Introducción

Cuando completes esta lección, podrás:

- Entender cómo utilizar este manual para el *Proyecto de diseño F1 in Schools™* para automóviles de tipo R.
- Iniciar una sesión de SolidWorks 2010.
- Descargar los archivos, las carpetas y los modelos necesarios para este proyecto.
- Agregar la carpeta Race Car Design Project a la Biblioteca de diseño de SolidWorks en el Panel de tareas.

## Utilización de este manual

El *Proyecto de diseño F1 in Schools™* te ayuda a aplicar los principios y las técnicas de modelado en 2D y 3D de SolidWorks para crear un dibujo y un ensamblaje Race Car y aplicar las herramientas de análisis de SimulationXpress y SolidWorks Flow Simulation.

A medida que completes las lecciones en este manual, podrás:

- Crear una sesión en SolidWorks.
- Comprender la interfaz de usuario y las barras de herramientas de SolidWorks.
- Tener la aptitud necesaria para abrir piezas y crear un ensamblaje 3D denominado Race Car.
- Crear un dibujo detallado de varias hojas y vistas del ensamblaje Race Car.
- Aplicar la herramienta Medir y Masa.
- Aplicar PhotoWorks.
- Aplicar herramientas de análisis: SolidWorks SimulationXpress y SolidWorks Flow Simulation.

## ¿Qué es SolidWorks?

SolidWorks es un software de automatización de diseño. En SolidWorks, puedes esbozar ideas y experimentar con diferentes diseños para crear croquis 2D y 3D, modelos 3D, ensamblajes 3D y dibujos 2D utilizando la interfaz gráfica de usuario de Windows®.

SolidWorks es utilizado por estudiantes, diseñadores, ingenieros y otros profesionales en todo el mundo para producir piezas, ensamblajes y dibujos simples y complejos.

## Prerrequisitos

Antes de comenzar el *Proyecto de diseño F1 in Schools™*, debes revisar y completar los siguientes Tutoriales de SolidWorks integrados en el software propiamente dicho en la carpeta Introducción:

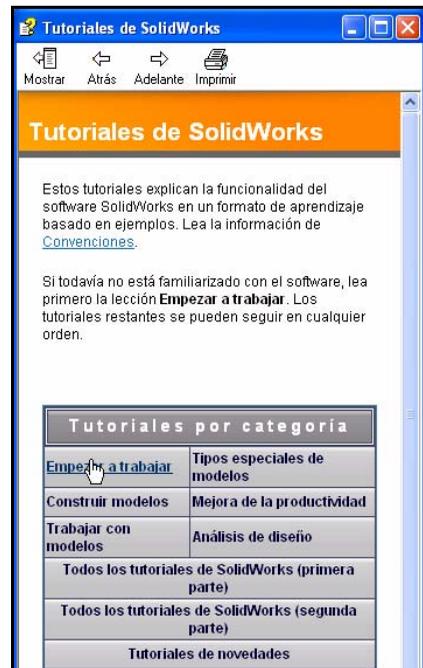


- Lección 1 - Piezas
- Lección 2 - Ensamblajes
- Lección 3 - Dibujos

Haz clic en **Ayuda, Student Curriculum** (Plan de estudios para estudiantes) para acceder a la carpeta Race Car Design Project. Haz clic en **Ayuda, Instructors Curriculum** (Plan de estudios para instructores) para acceder a Educator Resources (Recursos para instructores).

Como alternativa, puedes completar las siguientes lecciones en *Introducción al diseño de ingeniería con SolidWorks*:

- Lección 1: Uso de la interfaz
- Lección 2: Funcionamiento básico
- Lección 3: Iniciación práctica en 40 minutos
- Lección 4: Conceptos básicos de ensamblaje
- Lección 5: Conceptos básicos de dibujo



## Convenciones empleadas en este manual

En este manual se emplean las siguientes convenciones:

Convención	Significado
<b>Negrita Sans Serif</b>	Los comandos y las opciones de SolidWorks que el usuario selecciona aparecen en este estilo. Ejemplo 1: <b>Extruir saliente/base</b> significa que debes hacer clic en la herramienta Extruir saliente/base de la barra de herramientas Operaciones. Ejemplo 2: <b>Ver, Orígenes</b> significa que debes hacer clic en Ver, Orígenes en la barra de menús.
Typewriter	Los nombres de archivos y carpetas aparecen en este estilo. Ejemplo 1: Race Car Design Project. Ejemplo 2: Sketch1.
<b>17 Realiza esta acción.</b>	Los pasos en las lecciones se numeran en negrita sans serif.

### Antes de empezar

Copia y descomprime la carpeta Race Car Design Project desde el sitio Web de SolidWorks a tu computadora antes de comenzar este proyecto.

#### 1 Inicia una sesión de SolidWorks.

En el menú Inicio de Windows, haz clic en **Todos los programas, SolidWorks, SolidWorks**. Aparece la aplicación SolidWorks.

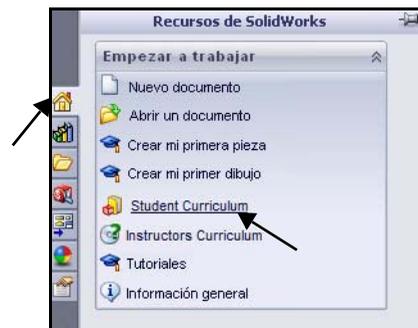
**Nota:** Si creaste el icono de SolidWorks en el escritorio, haz clic en él para iniciar una sesión de SolidWorks.



#### 2 Copia la carpeta Race Car Design Project.

Haz clic en la pestaña **Recursos de SolidWorks**  en el Panel de tareas.

Haz clic en la carpeta Student Curriculum como se ilustra.



## SolidWorks

Serie de tecnología y diseño de ingeniería

## Lección 1: Introducción

Expande la carpeta SolidWorks Educator Curriculum.

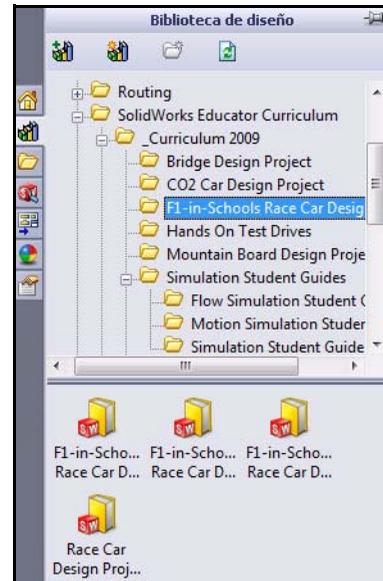
Haz doble clic en la carpeta Curriculum que necesitas.

**Nota:** Al momento de la redacción de este documento, la carpeta Curriculum 2010 no estaba disponible.

Haz doble clic en la carpeta F1-in Schools Race Car Design Project. Visualiza las carpetas disponibles.

**Nota:** Selecciona la carpeta F1-in Schools Race Car Design Project (idioma) correcta.

Haz clic, con la tecla Ctrl presionada, en la carpeta Race Car Design Project Files - All Languages como se ilustra para descargar los archivos de modelos de SolidWorks necesarios. Aparece un cuadro de diálogo Buscar carpeta.



**Sugerencia:** Pregunta al profesor dónde debes guardar el archivo Zip. Recuerda dónde lo guardaste.

**3 Busca la carpeta Zip.**

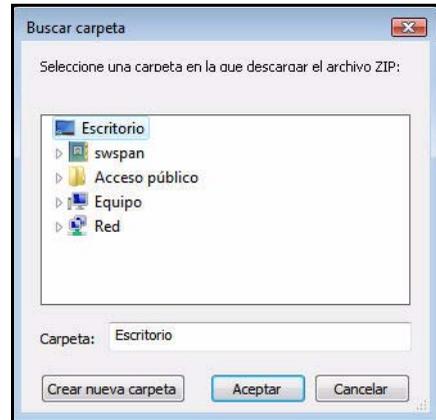
Selecciona la ubicación de una **carpeta** en tu sistema.

Haz clic en **Aceptar**.

**4 Descomprime los archivos y las carpetas de modelos de SolidWorks.**

Haz clic en **Examinar** para ir a la ubicación donde guardaste la carpeta Zip descargada.

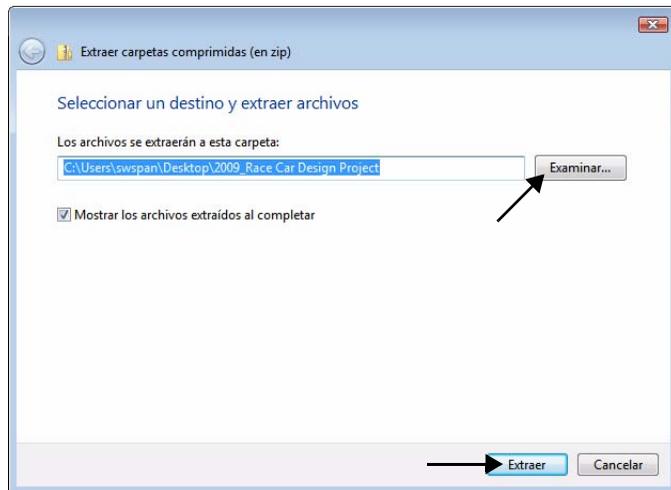
Haz clic con el botón derecho del ratón en el **icono Zip** descargado.



Haz clic en **Extraer todo**.

Selecciona la ubicación de la **carpeta**.

Haz clic en **Extraer**.

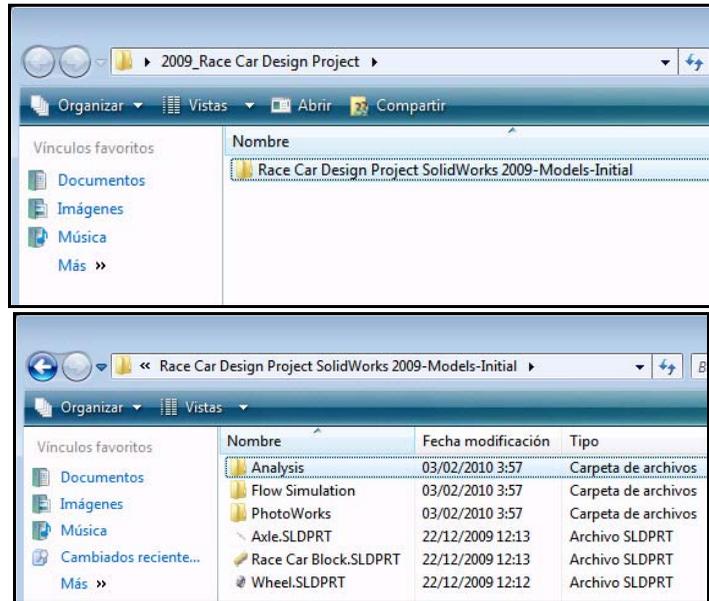


Observa los resultados

Haz doble clic en la carpeta Race Car Design Project 2009 or 2010 -Models -Initial.

Observa los resultados.

**Nota:** Al momento de la redacción de este documento, la carpeta Curriculum 2010 no estaba disponible.



Ahora tiene una carpeta con todas las carpetas y todos los archivos iniciales de SolidWorks necesarios.

## Adición de una carpeta a la ruta de la Biblioteca de diseño

La Biblioteca de diseño de SolidWorks es una manera conveniente de acceder a las piezas utilizadas en los ejercicios. Es más eficiente que hacer clic en Archivo, Abrir en la barra de menús y buscar un archivo. Agrega la carpeta Race Car Design Project a la ruta de búsqueda de la Biblioteca de diseño.

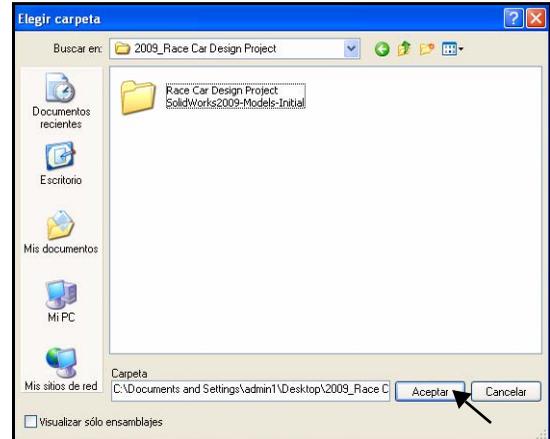
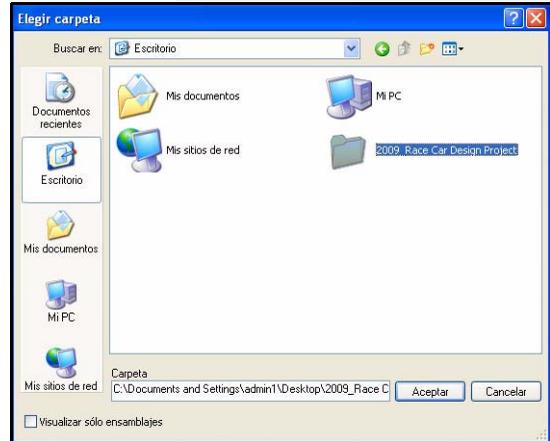
- 1 **Abre el Panel de tareas.**  
Haz clic en la pestaña **Biblioteca de diseño** .
- 2 **Agrega una carpeta Design Library (Biblioteca de diseño).**  
Haz clic en la pestaña **Agregar ubicación de archivo**  en la Biblioteca de diseño.

Haz clic en **Examinar** para ir al lugar donde extrajiste la carpeta Race Car Design Project (Proyecto) inicial.

Haz doble clic en la carpeta Race Car Design Project.

Haz clic en la carpeta Race Car Design Project.

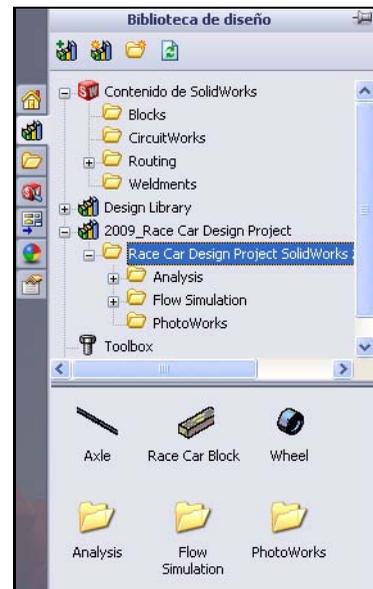
Haz clic en **Aceptar**.



**3 Resultados.**

Ahora es posible acceder al contenido de la carpeta Race Car Design Project SolidWorks a través de la Biblioteca de diseño de SolidWorks.

**Nota:** Visita [www.flinschools.co.uk](http://www.flinschools.co.uk) para conocer las especificaciones y los requisitos de diseño actualizados que vienen con el software SolidWorks gratuito.





## Lección 2

# Diseño del automóvil de carrera

Cuando completes esta lección, podrás:

- Describir factores importantes para el desempeño de un automóvil de carrera impulsado a CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).
- Crear el ensamblaje Race Car a partir de un modelo existente utilizando las siguientes herramientas de Operación y Croquis: Extruir saliente/base, Extruir corte, Redondeo, Línea, Redondeo de croquis, Cota inteligente, Relación de posición, Explosionar y Girar componente.
- Insertar componentes en un ensamblaje nuevo.
- Aplicar relaciones de posición estándar entre componentes en el ensamblaje Race Car.
- Crear una configuración explosionada del ensamblaje Race Car.
- Aplicar la herramienta Propiedades físicas.
- Aplicar la herramienta Medir.
- Abrir piezas desde el ensamblaje Race Car.
- Confirmar las cotas requeridas de Race Car para Tipo R con las reglas y el reglamento del concurso Proyecto de diseño F1 in Schools™.

## Consideraciones de diseño importantes

Dentro del marco de las especificaciones del concurso *Proyecto de diseño F1 in Schools™*, es necesario tener en cuenta algunos factores al construir un automóvil ganador. Estas son:

### ■ Fricción

La energía utilizada para superar la fricción es

energía que no se está utilizando para acelerar tu Race Car o automóvil de carrera. Entre los orígenes de la fricción se incluyen:

- Ruedas y ejes: si las ruedas no giran libremente, el ensamblaje Race Car será lento.
- Ejes mal alineados: si los taladros no están perforados en dirección perpendicular a la línea central del automóvil, este tendrá una tendencia a ladearse a la izquierda o a la derecha. ¡Esto reducirá la velocidad del automóvil y perderás el concurso!
- Pitones mal alineados: si los pitones no están correctamente posicionados y alineados, la línea guía puede arrastrarlos, o bien puede arrastrar la carrocería del automóvil o las ruedas. Esto puede reducir significativamente la velocidad del automóvil.
- Protuberancias o imperfecciones en la superficie de la rueda. Cuanto más redondas y uniformes sean las ruedas, mejor rodarán.

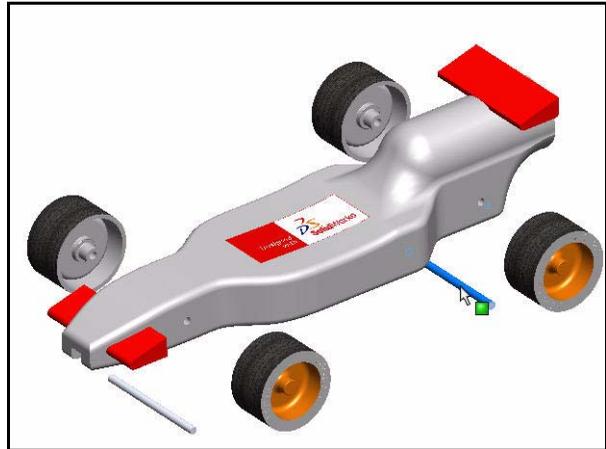
### ■ Masa

Existe una cantidad finita de empuje producido por un cartucho de CO<sub>2</sub>. Es lógico que un automóvil con menor masa acelere y se desplace por el asfalto con mayor rapidez. La reducción de la masa de tu automóvil es una manera de construir un automóvil más rápido. Ten en cuenta que las especificaciones del concurso estipulan una masa mínima de 55 gramos para el vehículo.

### ■ Aerodinámica

El aire ejerce una resistencia al avance a medida que el automóvil intenta atravesarlo. Para minimizar la resistencia al avance, la forma del automóvil debe ser estilizada y aerodinámica.

**Nota:** Revisa la parte posterior de esta lección y verás un resumen de los requisitos de diseño que se requieren para tu ensamblaje Race Car. Visita [www.f1inschools.co.uk](http://www.f1inschools.co.uk) para conocer las especificaciones y los requisitos de diseño actualizados.



## Acerca de la madera balsa

Los árboles de madera balsa crecen naturalmente en las selvas tropicales húmedas de América Central y América del Sur. Su ámbito natural se extiende hacia el sur desde Guatemala, a través de América Central, hacia el norte y la costa oeste de América del Sur hasta Bolivia. Sin embargo, el principal productor de madera balsa para la construcción de modelos es Ecuador, un pequeño país en la costa oeste de América del Sur.

La madera balsa necesita un clima templado con abundantes precipitaciones y buen drenaje. Por ese motivo, los mejores árboles de madera balsa aparecen en las tierras altas entre ríos tropicales. Ecuador tiene la geografía y el clima ideales para el crecimiento de árboles de madera balsa.

La madera balsa importada a América del Norte proviene de plantaciones, así que no piense que está destrozando las selvas tropicales por usar madera balsa; crece increíblemente rápido. En 6 a 10 años el árbol está listo para talarse, habiendo alcanzado una altura de 18 a 28 metros (60 a 90 pies) y un diámetro aproximado de 115 centímetros (45 pulgadas). Si se lo deja crecer, la madera nueva en las capas exteriores se endurece mucho y el árbol comienza a pudrirse en el centro. Si no se tala, un árbol de madera balsa puede crecer hasta alcanzar un diámetro de 180 centímetros (6 pies) o más, pero puede obtenerse muy poca madera de un árbol de este tamaño.

Utiliza la madera balsa sin sentirte culpable. Las selvas tropicales no se destruyen por la tala de este árbol.



## Inicio de SolidWorks y apertura de una pieza existente

### 1 Inicia la aplicación SolidWorks.

Haz clic en **Todos los programas, SolidWorks, SolidWorks** en el menú Inicio. Se muestra la zona de gráficos de SolidWorks.

### 2 Abre la Biblioteca de diseño.

Haz clic en la pestaña **Biblioteca de diseño**  en el Panel de tareas.



### 3 Abre la pieza Race Car Block.

Haz clic en la carpeta **Race Car Design Project SolidWorks** ubicada en la Biblioteca de diseño.

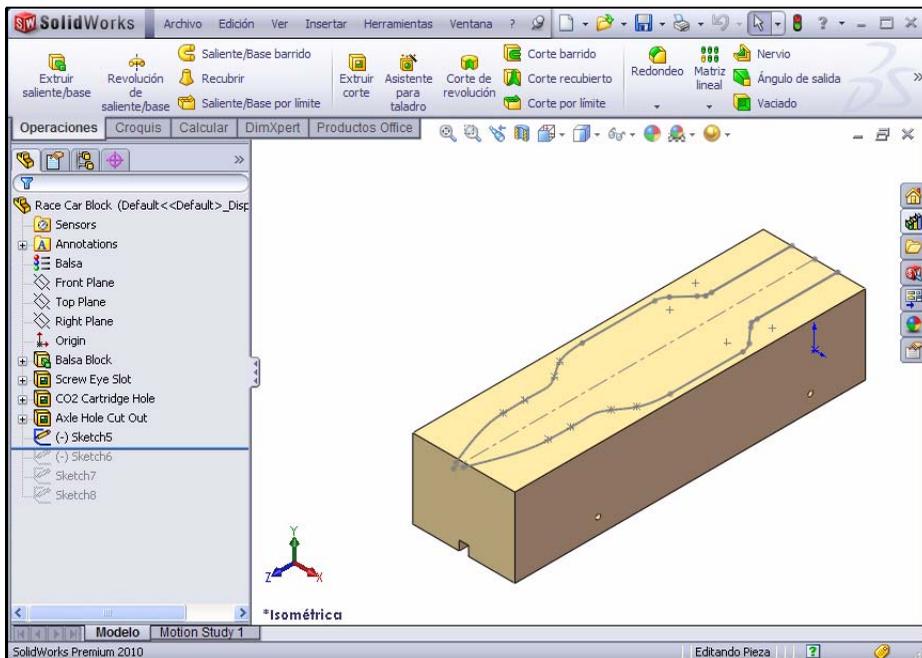
El contenido de la carpeta se muestra en la parte inferior de la ventana Biblioteca de diseño.

Arrastra y coloca la pieza denominada **Race Car Block** en la zona de gráficos de SolidWorks. Observa el modelo y el gestor de diseño del FeatureManager.

**Nota:** Esto puede demorar de 1 a 5 segundos.

El gestor de diseño del FeatureManager, situado a la izquierda de la ventana de SolidWorks, proporciona un esquema del modelo activo. Esto permite ver fácilmente cómo se construyó el modelo.

El gestor de diseño del FeatureManager y la zona de gráficos están vinculados de forma dinámica. Puedes seleccionar operaciones, croquis, vistas de dibujos y geometrías constructivas en cualquiera de los dos paneles.

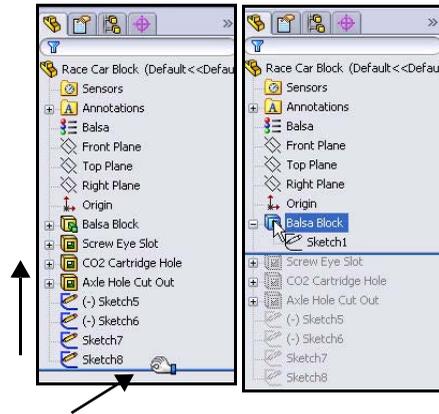


#### 4 Revisa las operaciones y los croquis creados en el modelo.

Arrastra la **barra de retroceso** hacia arriba hasta una posición anterior a la operación Balsa Block (Bloque de madera balsa).

Solo aparece la operación Balsa Block.

Haz doble clic en la operación Balsa Block en el FeatureManager. La operación aparece en azul en la zona de gráficos y puede verse Sketch1. Observa las cotas. Si fuera necesario, presiona la tecla z para ajustar el modelo a la zona de gráficos.



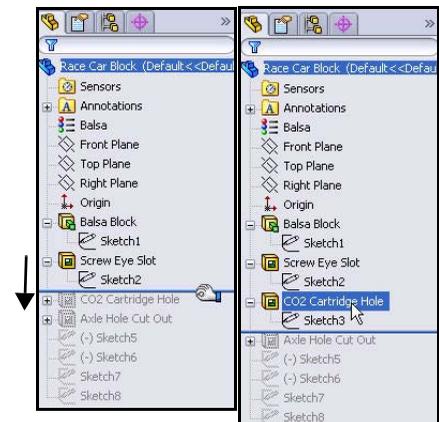
**Nota:** La pieza Balsa Block mide 223 mm x 50 mm x 65 mm. Si planeas utilizar una pieza de montaje para mecanizar tu automóvil, asegúrate de que tu diseño no supere los 210 mm de longitud. La mayoría de las piezas de montaje tienen una placa con abertura que sostiene la parte frontal del bloque de madera balsa y, si tu diseño es demasiado largo, puede terminar rompiendo la fresa escariadora o dañando posiblemente la pieza de montaje.

Arrastra la **barra de retroceso** hacia abajo hasta una posición anterior a la operación Screw Eye Slot.

Observa las operaciones en la zona de gráficos.

Haz doble clic en la operación Screw Eye Slot en el FeatureManager. La operación aparece en azul y puede verse Sketch2.

Arrastra la **barra de retroceso** hacia abajo hasta una posición anterior a la operación CO2 Cartridge Hole. Observa las operaciones en la zona de gráficos.

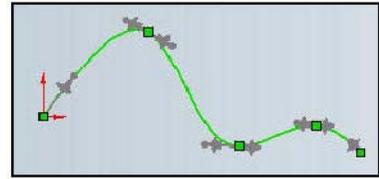


Haz doble clic en la operación

CO2 Cartridge Hole en el FeatureManager. La operación aparece en azul y puede verse Sketch3.

Arrastra la **barra de retroceso** hacia abajo hasta una posición anterior a la operación Axle Hole Cut Out. Observa las operaciones en la zona de gráficos.

Haz doble clic en la operación Axle Hole Cut Out en el FeatureManager. La operación aparece en azul y puede verse Sketch4.



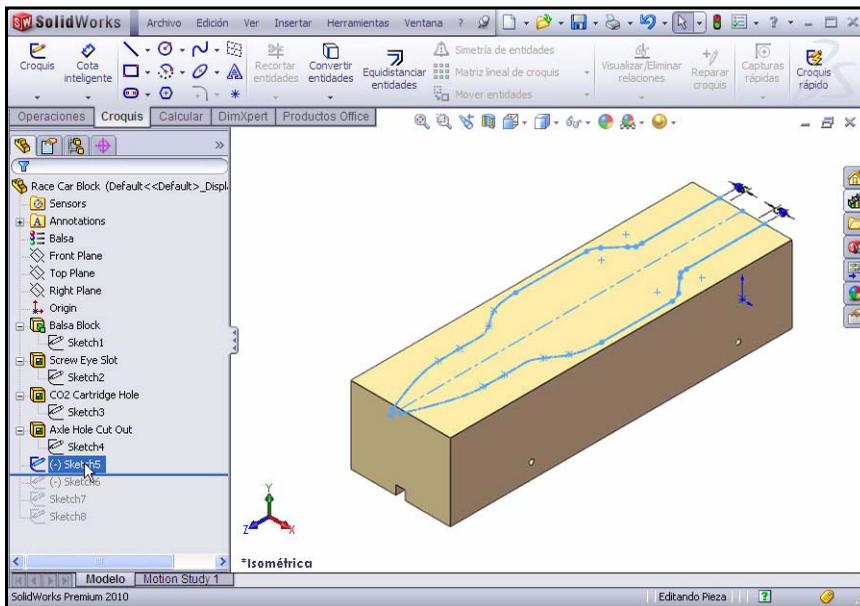
Arrastra la **barra de retroceso** hacia abajo hasta una posición anterior a (-) Sketch5.

Haz clic en (-) Sketch5 en el FeatureManager. Observa (-) Sketch5 en la zona de gráficos.

(-) Sketch5 es el croquis de una spline. Las splines se utilizan para croquizar curvas que tienen una forma que cambia constantemente. Las splines se definen mediante una serie de puntos entre los cuales el software SolidWorks utiliza ecuaciones para interpolar la geometría de curva.

Las splines son muy útiles para el modelado de formas libres, “cuerpo del automóvil de carrera”, que son uniformes.

**Nota:** (-) Sketch5 no se encuentra totalmente definido porque una spline tiene forma libre y variará según el diseñador.

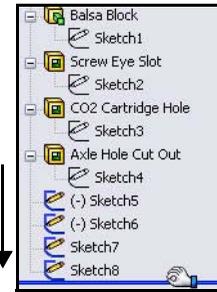


Arrastra la **barra de retroceso** hacia abajo hasta una posición inferior a Sketch8.

Haz clic en Sketch8 en el FeatureManager.

Observa Sketch8 en la zona de gráficos.

Haz clic **dentro** de la zona de gráficos.



## Operación Extruir corte

Una operación Extruir corte elimina material de una pieza o un ensamblaje. Elimina material de Race Car Body.

### 1 Crea la primera operación Extruir corte.

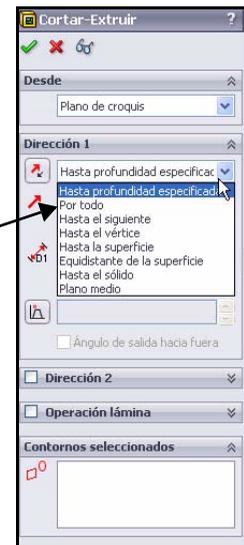
Haz clic con el botón derecho del ratón en (-) Sketch5 en el FeatureManager.

Haz clic en **Editar croquis**  en la barra de herramientas contextual. La barra de herramientas Croquis aparece en el Administrador de comandos.

Haz clic en la pestaña **Operaciones** en el Administrador de comandos. Aparece la barra de herramientas Operaciones.

Haz clic en **Extruir corte**  en la barra de herramientas Operaciones. Aparece el PropertyManager Cortar-Extruir.

Selecciona **Por todo** para Condición final en Dirección 1.

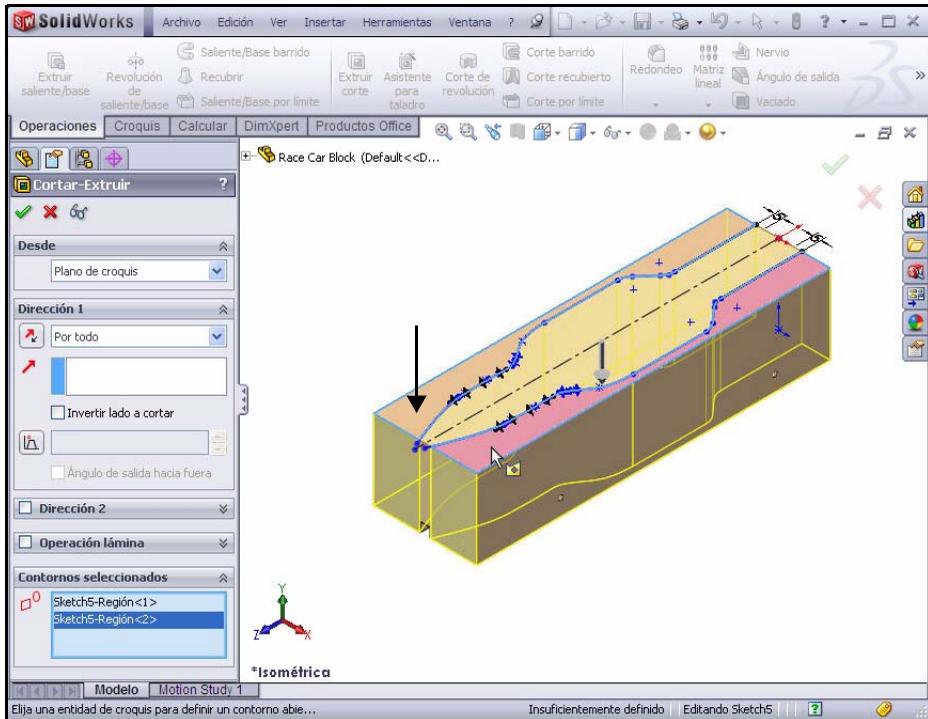


Haz clic en las **dos superficies** como se ilustra en la zona de gráficos. Sketch5-Region<1> y Sketch5-Region<2> aparecen en el cuadro de diálogo Contornos seleccionados.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Cortar-Extruir.

Aparece Cut -Extrude1 en el FeatureManager.

Haz clic **dentro** de la zona de gráficos. Observa los resultados.



**Nota:** Fija  la

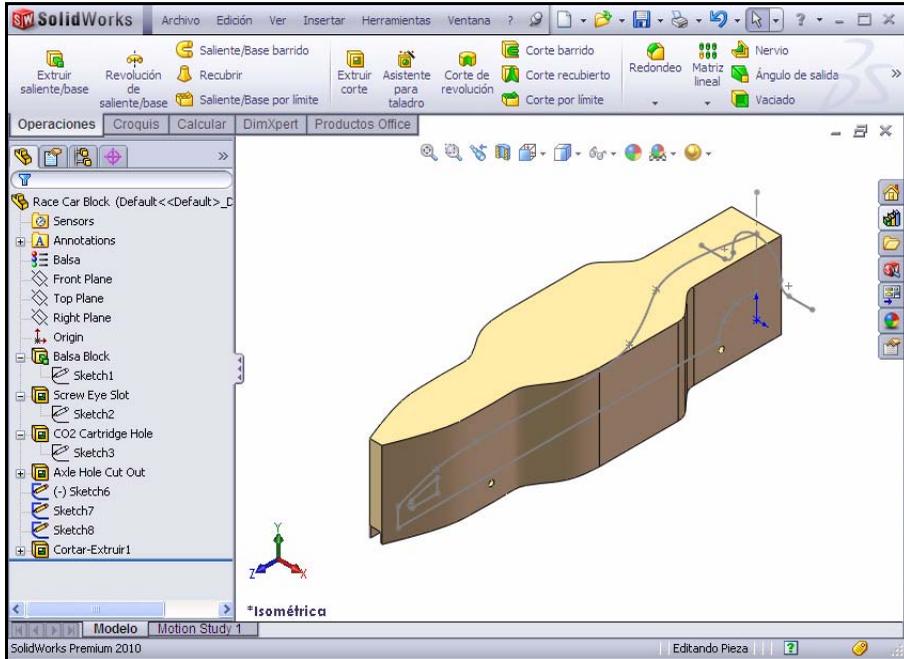
barra de herramientas

de la barra de menú y la barra de menú para obtener acceso a ambos menús en este manual.



## 2 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

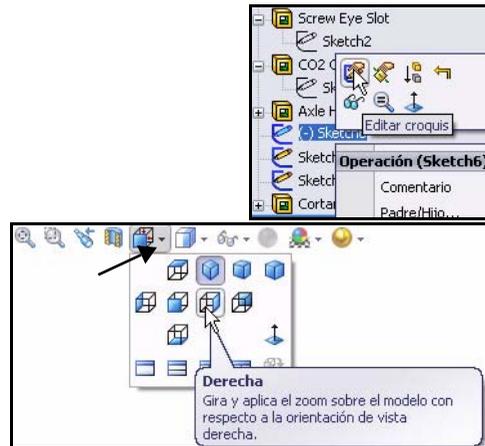


## 3 Crea la segunda operación Extruir corte.

Haz clic con el botón derecho del ratón en (-) Sketch6 en el FeatureManager.

Haz clic en **Editar croquis**  en la barra de herramientas contextual. La barra de herramientas Croquis aparece en el Administrador de comandos.

Haz clic en la vista **Derecha**  en la barra de herramientas transparente Ver. Se muestra la vista Derecha.



Presiona la tecla **z** para alejar la imagen con el zoom. Presiona la tecla **Z** para acercar la imagen con el zoom. Presiona la tecla **f** para ajustar el modelo a la zona de gráficos.



Haz clic en la pestaña **Operaciones** en el Administrador de comandos. Aparece la barra de herramientas Operaciones.

Haz clic en la herramienta **Extruir corte** . Aparece el PropertyManager Cortar-Extruir.

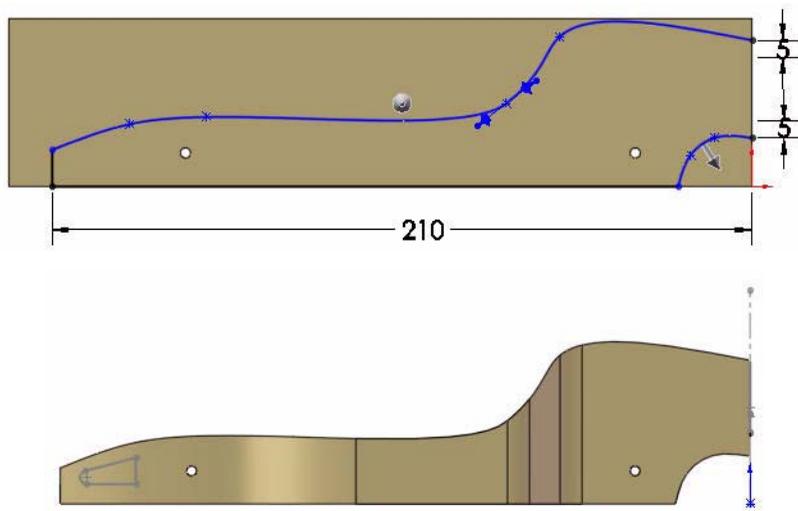


**Nota:** Se selecciona **Por todo** para Condición final en Dirección 1 y Dirección 2.

Marca la casilla **Invertir lado a cortar**. Visualiza la dirección de la extrusión.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Cortar-Extruir. Aparece Cut - Extrude2.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



**4 Crea la tercera operación Extruir corte.**

Crea el taladro para el cartucho de CO<sub>2</sub>. Haz clic con el botón derecho del ratón en Sketch7 en el FeatureManager.

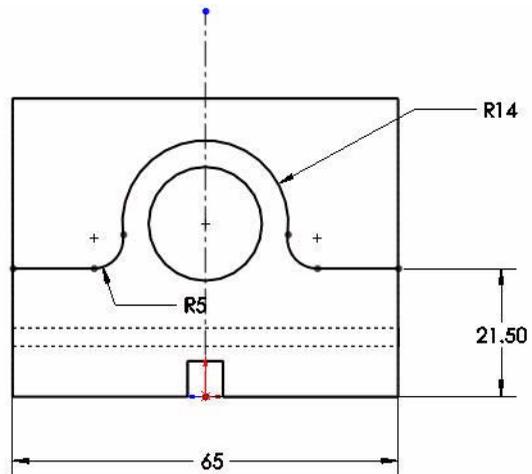
Haz clic en **Editar croquis**  en la barra de herramientas contextual. La barra de herramientas Croquis aparece en el Administrador de comandos.

Haz clic en la vista **Posterior**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en **Líneas ocultas visibles**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Observa las cotas del croquis.

**Nota:** Sketch7 es el croquis para el taladro del cartucho de CO<sub>2</sub>.



Haz clic en la pestaña **Operaciones** en el Administrador de comandos. Aparece la barra de herramientas Operaciones.

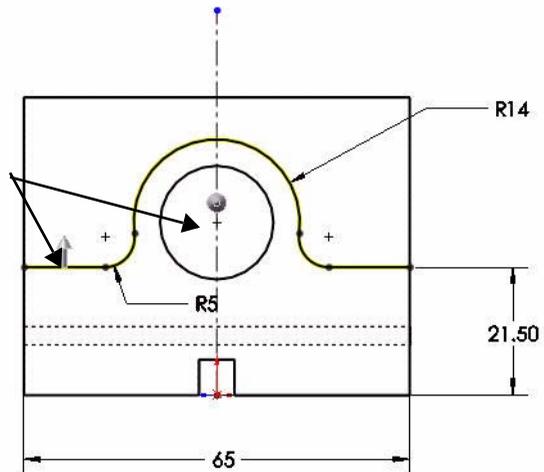
Haz clic en la herramienta **Extruir corte** . Aparece el PropertyManager

Cortar-Extruir.

Haz clic en **Por todo** para Condición final en Dirección 1 y Dirección 2.

Marca la casilla **Invertir lado a cortar**.

**Nota:** Observa la dirección de las flechas de la operación de extrusión.



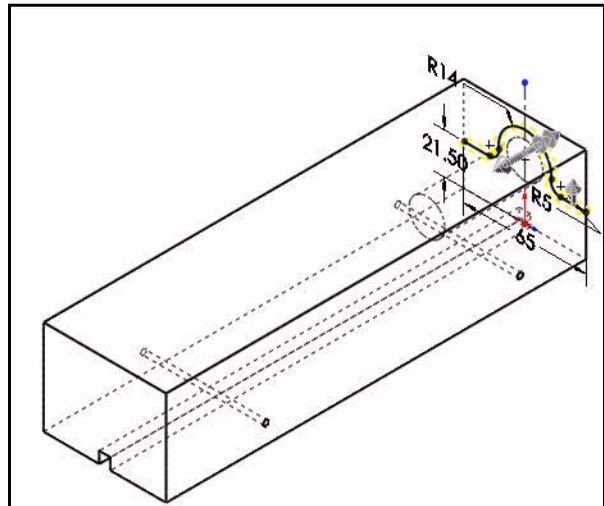
Haz clic en la vista

**Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Cortar-Extruir. Observa la operación Extruir corte. Aparece Cut-Extrude3.

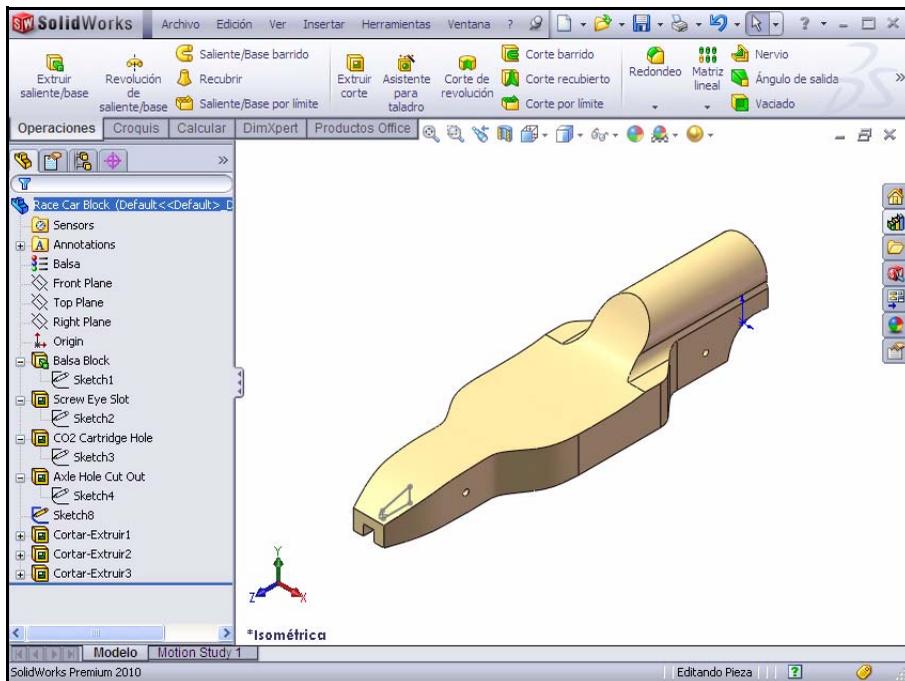
Haz clic **dentro** de la zona de gráficos.

Haz clic en **Sombreado con aristas**  en la barra de herramientas transparente Ver.



## 5 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar** .



## Creación del alerón frontal

### 1 Crea una operación Extruir saliente de plano medio.

Haz clic con el botón derecho del ratón en Sketch8 en el FeatureManager. Sketch8 es el croquis del alerón frontal del automóvil.

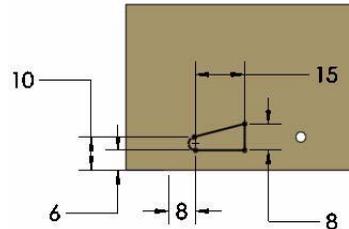


Haz clic en **Editar croquis**  en la barra de herramientas contextual. La barra de herramientas Croquis aparece en el Administrador de comandos.

Haz clic en la vista **Derecha**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la tecla **z** para ajustar el modelo en la zona de gráficos.

Observa las cotas del croquis.



### 2 Crea una operación Extruir saliente.

Una operación Extruir saliente agrega material al modelo.

Haz clic en la pestaña **Operaciones** en el Administrador de comandos. Aparece la barra de herramientas Operaciones.



Haz clic en **Extruir saliente/base**  en la barra de herramientas Operaciones. Aparece el PropertyManager Saliente-Extruir.

Selecciona **Plano medio** para Condición final en Dirección 1.

Especifica **50,00** mm en Profundidad.



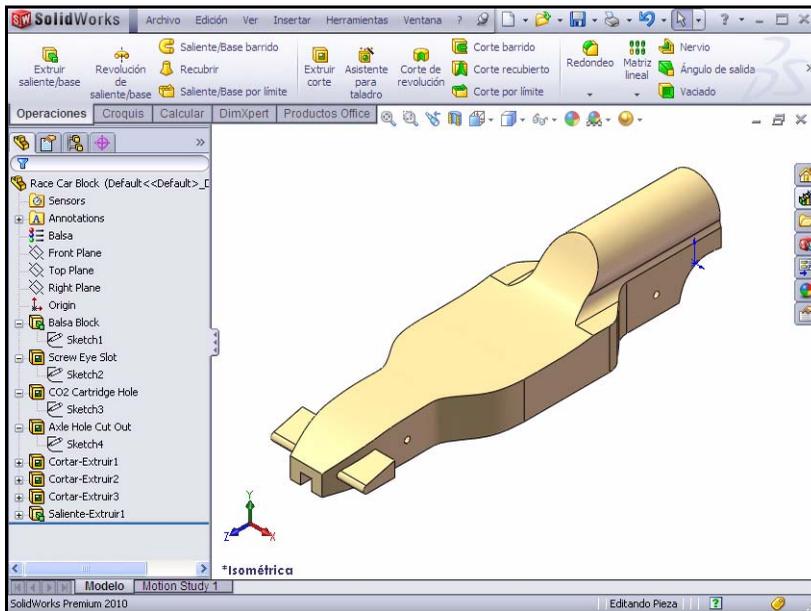
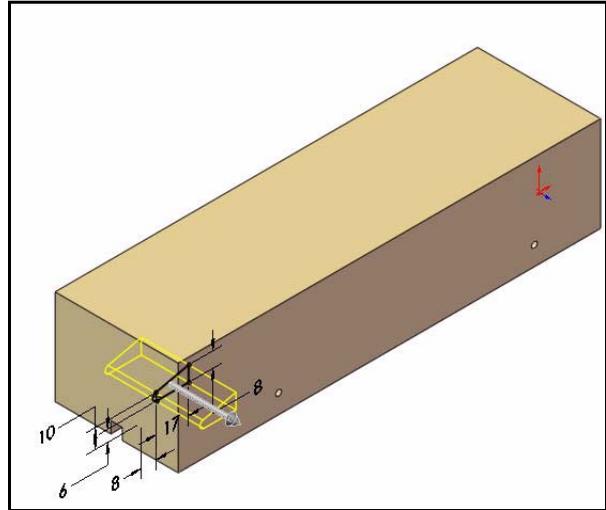
Haz clic en la vista

**Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver. Observa la operación Extruir saliente.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Saliente-Extruir. Aparece Boss-Extrude1.

Haz clic **dentro** de la zona de gráficos.

**Nota:** Utiliza el **botón central del ratón** para girar el modelo en la zona de gráficos. Observa las operaciones creadas.



### 3 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



## Creación del alerón posterior

### 1 Crea un croquis.

Haz clic en **Sin líneas ocultas**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Vista lateral** en el FeatureManager.

Haz clic en **Croquis**  en la barra de herramientas contextual. Aparece la barra de herramientas Croquis. Vista lateral es tu plano del croquis.

Haz clic en la vista **Derecha**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Presiona la tecla **z** para ajustar el modelo a la zona de gráficos.

Haz clic en la herramienta **Zoom encuadre**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Aplica el **Zoom acercar** para ampliar la parte posterior del automóvil como se ilustra.

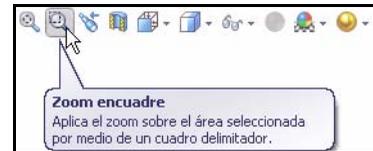
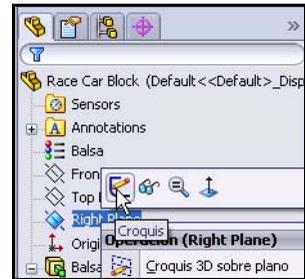
Haz clic en la herramienta **Zoom encuadre**  en la barra de herramientas transparente Ver para desactivar la función.

Haz clic en **Línea**  en la barra de herramientas Croquis. Aparece el PropertyManager Insertar línea.

Croquiza **cuatro líneas** como se ilustra. El primer punto es coincidente con la arista horizontal superior del automóvil.

### 2 Deselecciona la herramienta Croquis de línea.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Seleccionar** en la zona de gráficos.



Coincidentes



### 3 Aplica la herramienta Redondeo de croquis.

Haz clic en la herramienta

**Redondeo de croquis**  en la barra de herramientas Croquis.

Aparece el PropertyManager Redondeo de croquis.

Especifica **2 mm** en Radio de redondeo.

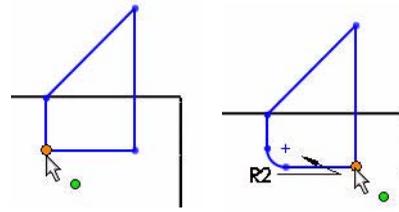


Haz clic en el **punto final izquierdo** de la línea horizontal.

Haz clic en el **punto final derecho** de la línea horizontal.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Redondeo de croquis.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Redondeo de croquis.



### 4 Acota el alerón posterior.

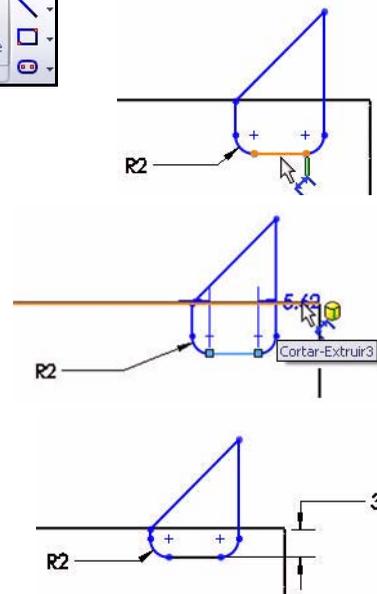
Haz clic en la herramienta **Cota inteligente**  en la barra de herramientas Croquis. El icono

Cota inteligente  aparece sobre el cursor del ratón.

Haz clic en las **dos** aristas ilustradas.

Haz clic en una **posición** a la derecha.

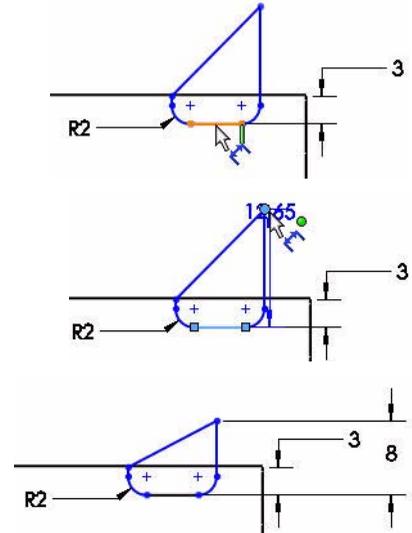
Especifica la cota **3 mm**.



Haz clic en la **arista** y el **punto** ilustrados.

Haz clic en una **posición** a la derecha.

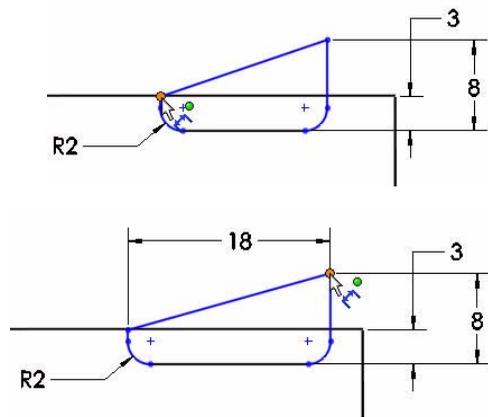
Especifica la cota **8 mm**.



Haz clic en los **dos puntos** ilustrados.

Haz clic en una **posición** arriba del modelo.

Especifica la cota **18 mm**.



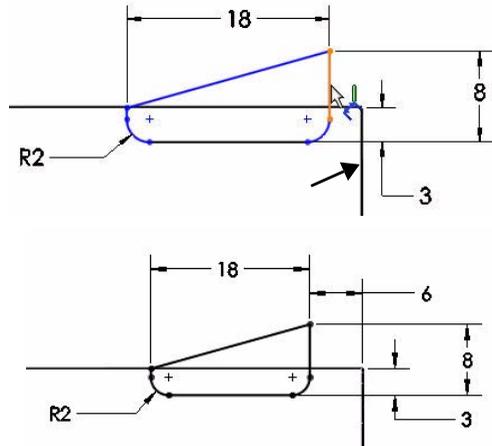
Haz clic en las **dos aristas** ilustradas.

Especifica la cota **6 mm**.

Haz clic en una **posición** arriba y a la derecha.

Sketch9 se encuentra completamente definido y se muestra en negro.

**Nota:** Si fuera necesario, haz clic en el icono **Invertir el sentido de la cota** en el cuadro de diálogo **Modificar**.



Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager **Cota**.



## 5 Crea una operación **Extruir saliente**.

Haz clic en la pestaña **Operaciones** en el Administrador de comandos. Aparece la barra de herramientas **Operaciones**.

Haz clic en la herramienta **Extruir saliente/base** . Aparece el PropertyManager **Saliente-Extruir**.

Haz clic en la vista **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente **Ver**.

Selecciona **Plano medio** para **Condición final** en el menú desplegable.

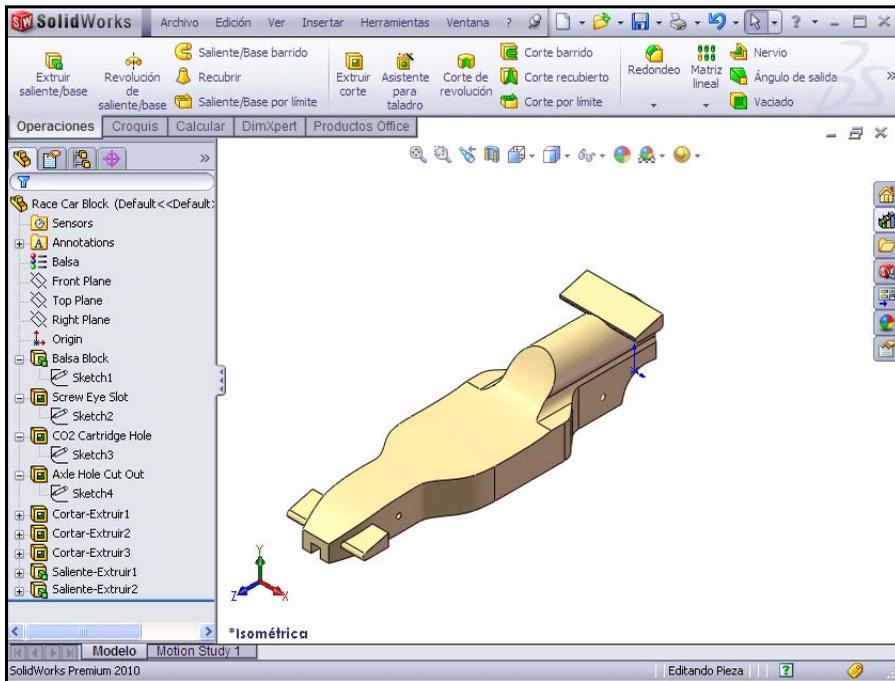
Especifica **50 mm** para **Profundidad**.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager **Saliente-Extruir**. Aparece **Boss-Extrude2**.



Haz clic en **Sombreado con aristas**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic **dentro** de la zona de gráficos. Observa los resultados.

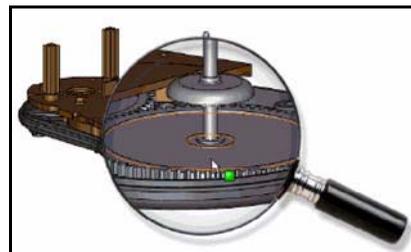


## 6 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

**Nota:** Presiona la tecla **s** para ver los comandos anteriores en la zona de gráficos.

**Nota:** Presiona la tecla **g** para activar la herramienta Lupa. Utiliza la herramienta Lupa para inspeccionar un modelo y realizar selecciones sin cambiar la vista general del modelo.



## Inserción de redondeos

### 1 Inserta una operación Redondeo.

Los redondeos crean una cara interna o externa redonda en la pieza. Se pueden redondear todas las aristas de una cara, conjuntos de caras seleccionados, aristas seleccionadas o bucles de aristas.

Haz clic en **Sin líneas ocultas**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la herramienta **Redondeo**  en la barra de herramientas Operaciones. Aparece el PropertyManager Redondeo.

Haz clic en la pestaña **Manual** en el PropertyManager Redondeo. Haz clic en la casilla **Radio constante** en Tipo de redondeo.

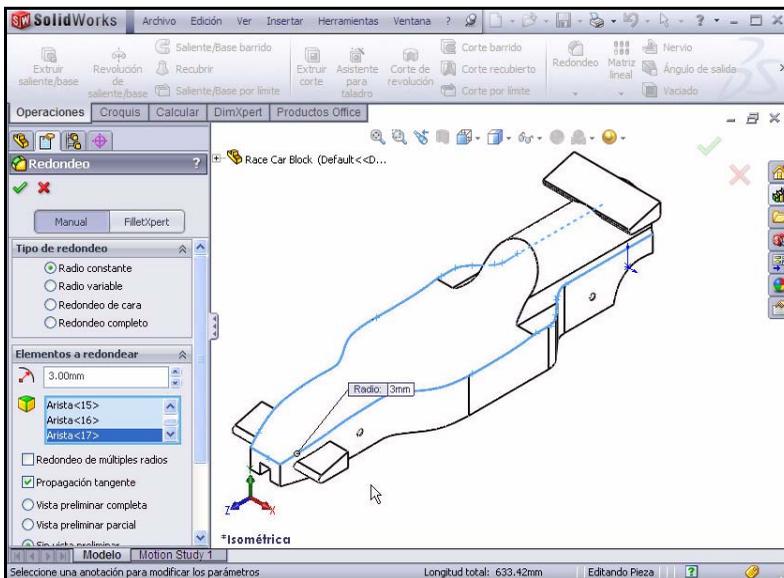
Especifica **3 mm** en Radio.

Haz clic en las **8 aristas** en la parte superior derecha del automóvil. Se muestran las aristas seleccionadas en el cuadro **Elementos a redondear**.

**Gira** el automóvil con el botón central del ratón para ver el lado izquierdo del mismo.

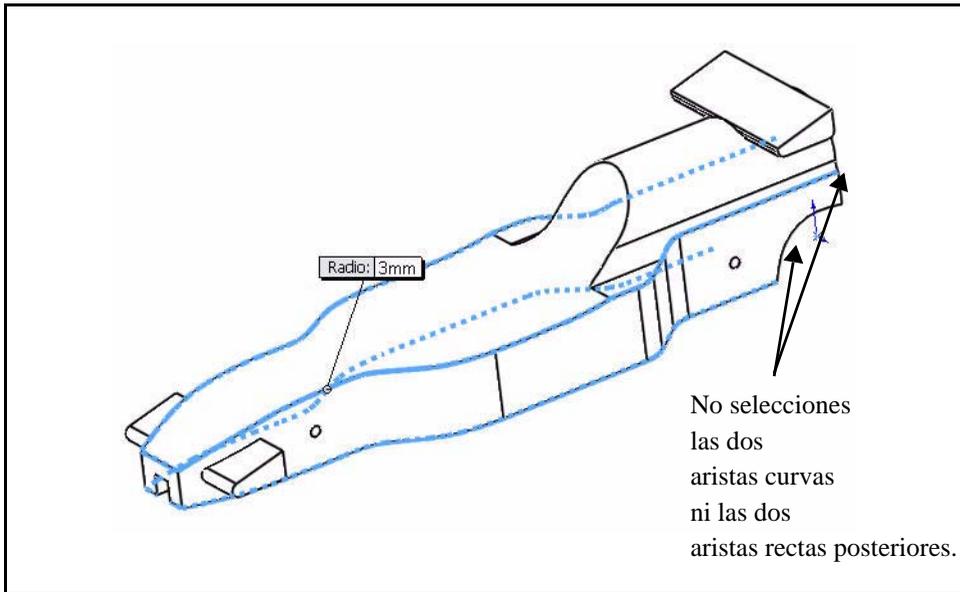
Haz clic en las **8 aristas** en la parte superior izquierda del automóvil.

Haz clic en la **arista frontal superior** del automóvil. Se muestran las aristas seleccionadas en el cuadro **Elementos a redondear**.



**Gira** el automóvil para ver la parte inferior con el botón central del ratón.

Haz clic en las **aristas inferiores** del automóvil. No selecciones las dos aristas curvas ni las dos aristas rectas posteriores como se ilustra. Se muestran las aristas seleccionadas en el cuadro Elementos a redondear.



Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Redondeo. Observa la operación Fillet1 en el FeatureManager.

Haz clic en la vista **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

## 2 Inserta una segunda operación Redondeo. Redondea el área de la cabina.

Haz clic en la herramienta **Redondeo**  en la barra de herramientas Operaciones. Aparece el PropertyManager Redondeo.

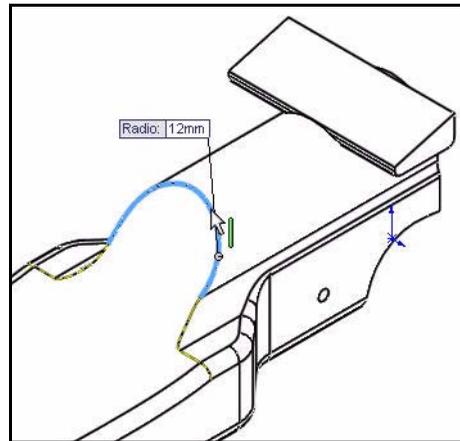
Haz clic en la pestaña **Manual** en el PropertyManager Redondeo. La casilla Radio constante se selecciona de forma predeterminada en Tipo de redondeo.

Especifica **12** mm en Radio.



Haz clic en la **arista posterior** que se ilustra. Aparece Edge1 en el cuadro Elementos a redondear.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Redondeo. Observa la operación Fillet2 en el FeatureManager.



### 3 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

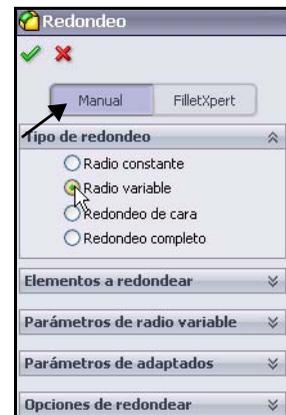
### 4 Crea un redondeo variable.

**Gira** el modelo con el botón central del ratón para ver las aristas curvas posteriores.

Haz clic en la herramienta **Redondeo**  en la barra de herramientas Operaciones. Aparece el PropertyManager Redondeo.

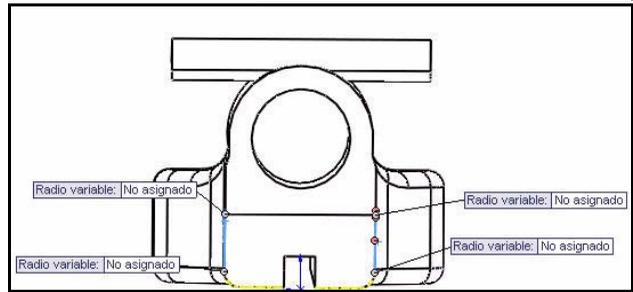
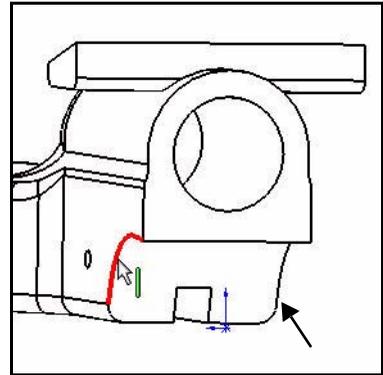
Haz clic en la pestaña **Manual** en el PropertyManager Redondeo. La casilla Radio constante se selecciona de forma predeterminada en Tipo de redondeo.

Selecciona la casilla **Radio variable** en Tipo de redondeo.



Haz clic en las **dos aristas curvas**.

Haz clic y arrastra los cuadros de **Radio variable** fuera del modelo.



Haz clic **dentro** del cuadro No asignado ubicado arriba a la izquierda.

Especifica **15 mm**.

Haz clic **dentro** del cuadro No asignado ubicado arriba a la derecha.

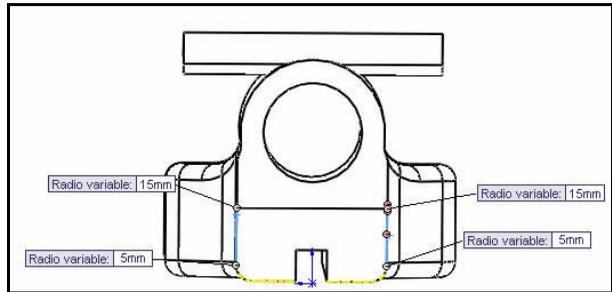
Especifica **15 mm**.

Haz clic **dentro** del cuadro No asignado ubicado abajo a la izquierda.

Especifica **5 mm**.

Haz clic **dentro** del cuadro No asignado ubicado abajo a la derecha.

Especifica **5 mm**.



Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Redondeo. Observa la operación VarFillet1 en el FeatureManager.

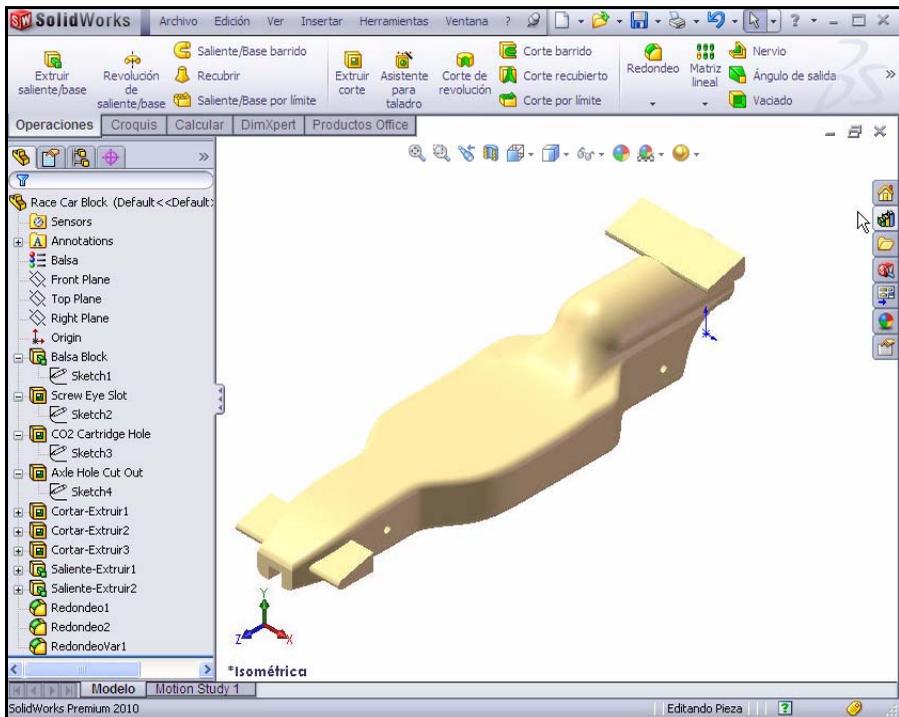
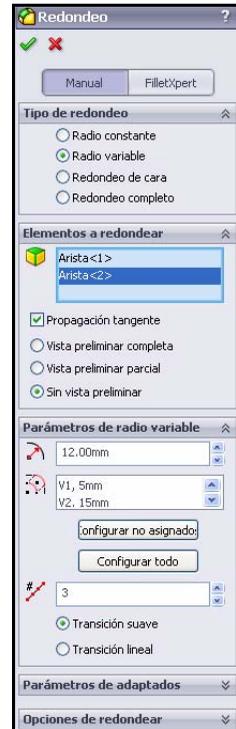
Haz clic en la vista **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en **Sombreado**  en la barra de herramientas transparente Ver.

## 5 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

Observa el modelo.



## Creación de un ensamblaje

Crea un ensamblaje con Race Car Block.  
Inserta las ruedas y los ejes.

### 1 Crea un ensamblaje.

Haz clic en la herramienta **Crear ensamblaje desde pieza/ensamblaje**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

Haz clic en **Aceptar** para aceptar la plantilla Ensamblaje predeterminada. Aparece el PropertyManager Empezar ensamblaje.

El archivo de pieza Race Car Block se incluye en el cuadro Abrir documentos.

### 2 Localiza el componente.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Empezar ensamblaje. (f) Race Car Block aparece en el gestor de diseño del FeatureManager del ensamblaje como hijo.

### 3 Desactiva los planos.

Si fuera necesario, haz clic en **Ver** y anula la selección de **Planos** en la barra de menús.

**Nota:** El componente inicial agregado al ensamblaje está fijo de forma predeterminada. Un componente fijo no puede moverse a menos que lo hagas flotar.

### 4 Establece la vista Isométrica en Sin líneas ocultas.

Haz clic en **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

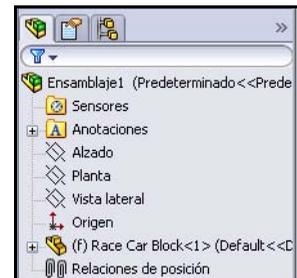
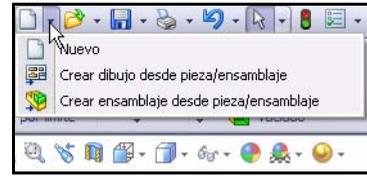
Haz clic en **Sin líneas ocultas**  en la barra de herramientas transparente Ver.

### 5 Guarda el ensamblaje.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de menús.

Guarda el ensamblaje con el nombre Race Car en la carpeta descargada.

**Nota:** Si fuera necesario, haz clic en **Ver** y anula la selección de **Todas las anotaciones**.



## 6 Inserta los ejes.

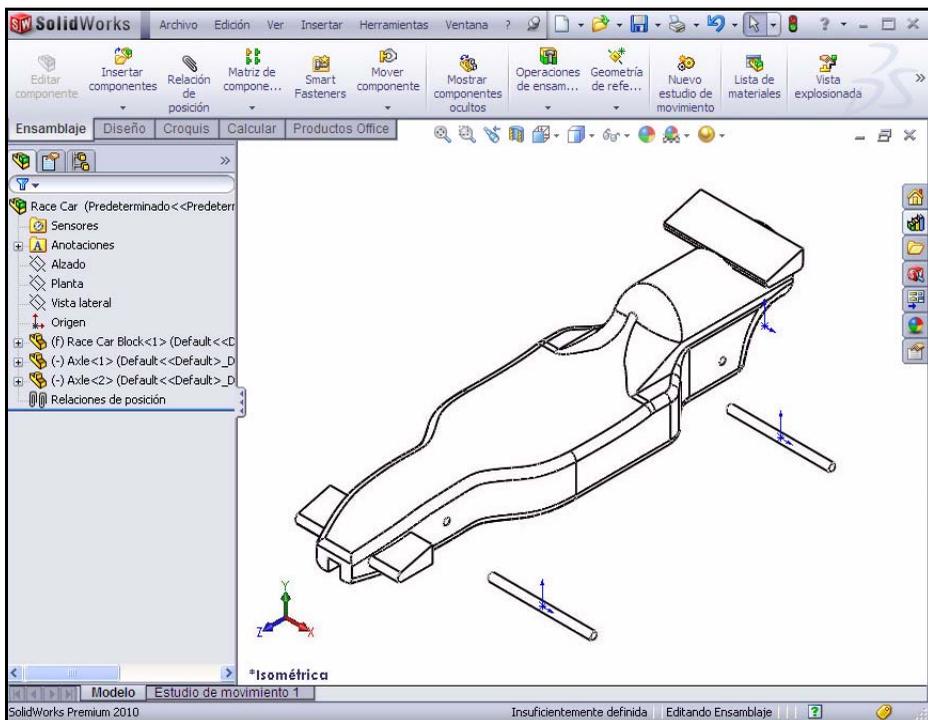
Haz clic y arrastra la pieza **Axle** en la ventana Biblioteca de diseño.

Haz clic en una **posición** cercana a la parte posterior del automóvil. Aparece el PropertyManager Insertar componentes. Aparece un segundo eje sobre el cursor del ratón.

Arrastra la segunda pieza **Axle** a la parte frontal del automóvil. Haz clic en una **posición**.

Haz clic en **Cancelar**  en el PropertyManager Insertar componente. Observa el FeatureManager.

Se muestran Axle <1> y Axle <2>.



## 7 Inserta la primera rueda.

Haz clic y arrastra la pieza **Wheel** desde la ventana Biblioteca de diseño.

Haz clic en una **posición** cercana a la parte posterior derecha del automóvil. Aparece el PropertyManager Insertar componentes. Aparece una segunda rueda sobre el cursor del ratón.

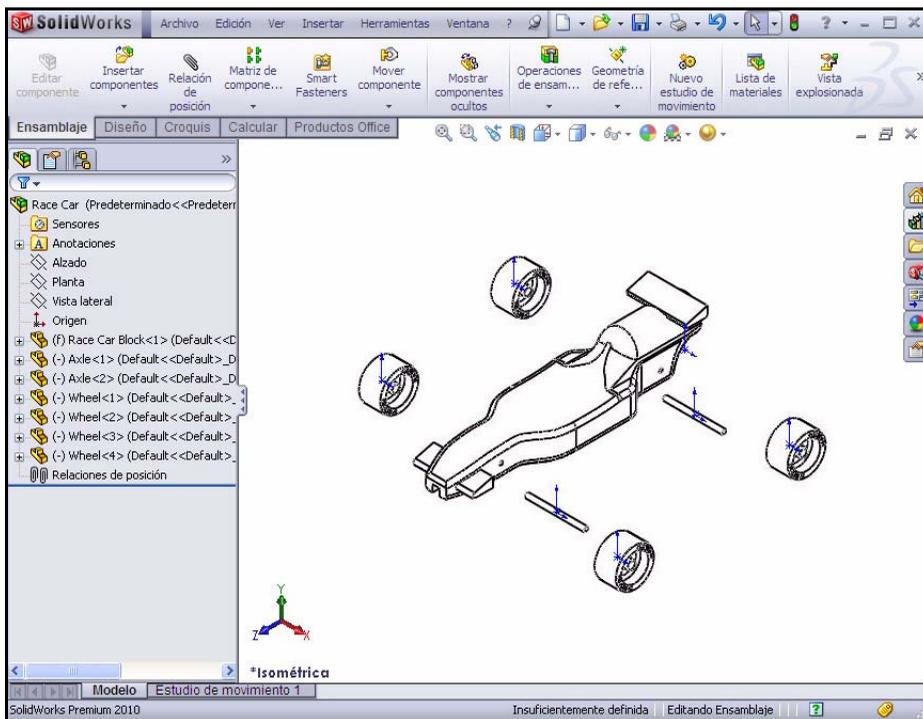
**8 Inserta las otras tres ruedas.**

Inserta la **segunda rueda** cerca de la parte frontal derecha del automóvil;  
Wheel<2>.

Inserta la **tercera rueda** cerca de la parte posterior izquierda del automóvil;  
Wheel<3>.

Inserta la **cuarta rueda** cerca de la parte frontal izquierda del automóvil;  
Wheel<4>.

Haz clic en **Cancelar**  en el PropertyManager Insertar componente.  
Observa el FeatureManager actualizado.

**9 Desactiva los orígenes.**

Haz clic en **Ver** y anula la selección de **Orígenes** en la barra de menús.

**10 Guarda el modelo.**

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

## 11 Aplica la herramienta Girar componente.

Gira las dos ruedas ubicadas en el lado izquierdo del modelo.

Haz clic en la pestaña **Ensamblaje** en el Administrador de comandos.

Haz clic en Wheel<3> en el FeatureManager. Esta es la rueda posterior izquierda.



Haz clic en la herramienta **Girar componente**  en la barra de herramientas Ensamblaje. Aparece el PropertyManager Girar componente.

Gira Wheel<3> como se ilustra.

Haz clic en Wheel<4> en el FeatureManager desplegable. Esta es la rueda frontal izquierda.

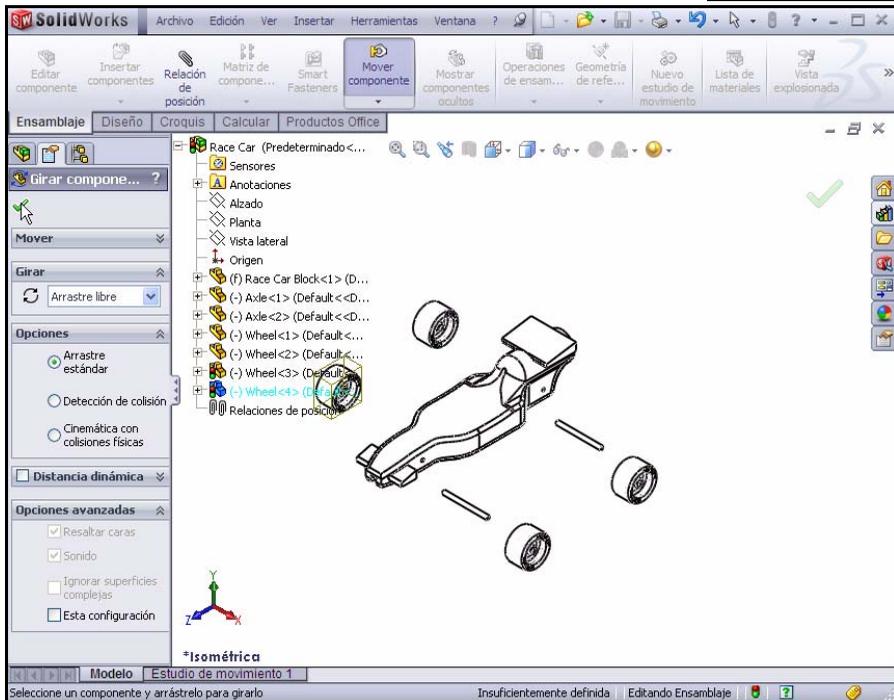
Gira Wheel<4> como se ilustra.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Girar componente.



## 12 Reconstruye el modelo.

Haz clic en **Reconstruir**  en la barra de menús.



## Inserción de relaciones de posición

Un ensamblaje es un documento en el que dos o más piezas y otros ensamblajes (llamados subensamblajes) se relacionan entre sí. Las piezas y los subensamblajes se denominan componentes en un ensamblaje. Las relaciones de posición se utilizan para crear relaciones entre componentes. Las caras son la geometría más utilizada en las relaciones de posición. En este caso, los subensamblajes existentes se relacionan con relaciones de posición para crear un ensamblaje basado en la pieza del automóvil creada.

Hay tres tipos de relaciones de posición; **Relaciones de posición estándar**, **Relaciones de posición avanzadas** y **Relaciones de posición mecánicas**.

### Relaciones de posición estándar

- Coincidentes
- Paralelas
- Perpendiculares
- Tangentes
- Concéntricas
- Bloqueo
- Distancia
- Ángulo

### Relaciones de posición avanzadas

- Simétricas
- Ancho
- Relación de posición de trayecto
- Acoplamiento lineal/lineal
- Límite de ángulo/distancia

Puedes seleccionar varios tipos de geometría diferentes para crear una relación de posición:

- Caras
- Planos
- Aristas
- Vértices
- Puntos y líneas de croquis
- Ejes y orígenes

**Nota:** En esta sección, coloca el modelo para ver la entidad de croquis correcta. Aplica la herramienta **Zoom**

**encuadre**  en la barra de herramientas transparente Ver, el botón central del ratón y las teclas **f** y **z**.



## 1 Crea relaciones de posición entre los ejes y el cuerpo.

Crea una relación de posición Coincidente entre el eje posterior y el cuerpo.  
Coincidente entre el eje posterior y el cuerpo.

Haz clic en la herramienta **Relación de posición**  en la barra de herramientas Ensamblaje. Aparece el PropertyManager Relación de posición.

**Sugerencia:** Aplica el zoom y/o gira la vista para facilitar la selección de las caras o aristas a las que deseas aplicar relaciones de posición.

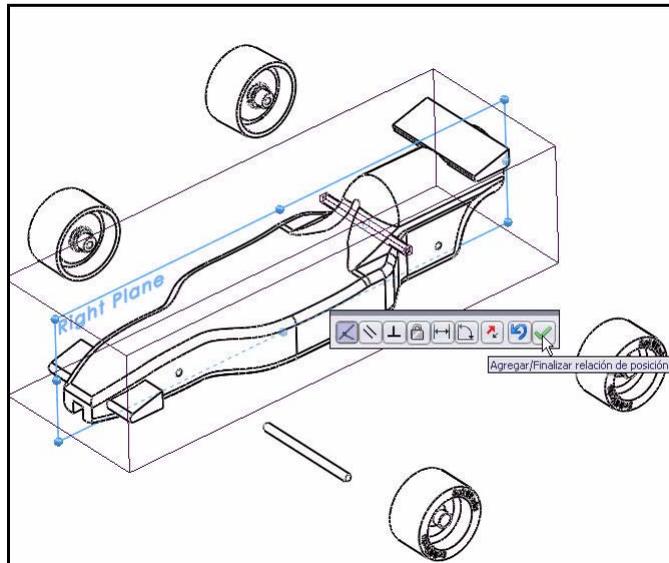
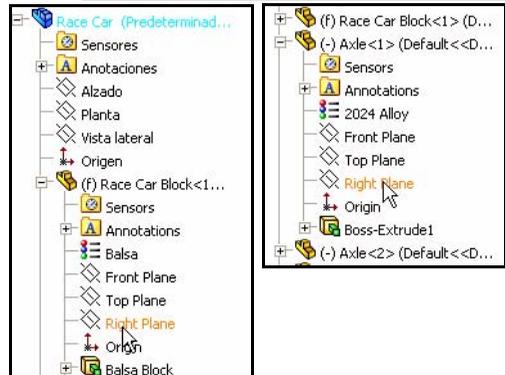
**Expande** el FeatureManager desplegable Race Car en la zona de gráficos.

Haz clic en Race Car Block/Right Plane en el FeatureManager desplegable.

Haz clic en Race Car Axle<1>/Right Plane en el FeatureManager desplegable. La relación de posición Coincidente se selecciona de forma predeterminada.

Los planos seleccionados se muestran en el cuadro Selecciones de relaciones de posición.

Haz clic en **Agregar/ Finalizar relación de posición**  para aceptar la relación de posición.



- 2 Inserta una relación de posición Concéntrica.**  
Crea una relación de posición Concéntrica entre el eje posterior y el cuerpo.

Arrastra Axle<1> como se ilustra.

Haz clic en la **cara cilíndrica interior** del taladro posterior.

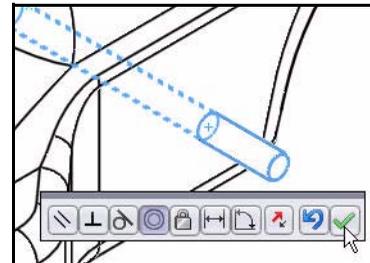
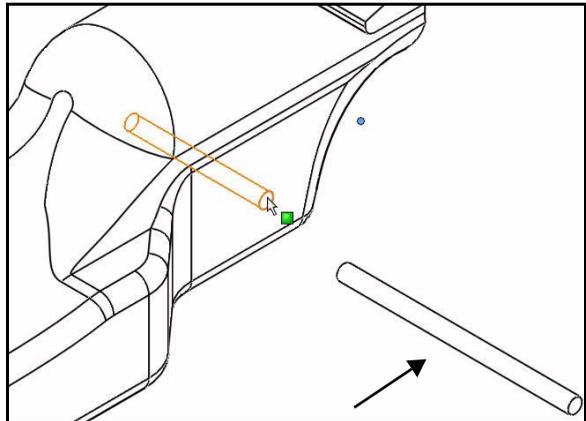
Haz clic en la **cara cilíndrica exterior** de la pieza Axle<1>.

La relación de posición concéntrica se selecciona de forma predeterminada.

Haz clic en **Agregar/ Finalizar relación de**

**posición**  para aceptar la relación de posición.

**Nota:** En esta sección, coloca el modelo para ver la entidad de croquis correcta. Aplica la herramienta **Zoom encuadre** , el botón central del ratón y las teclas **f** y **z**.



### 3 Inserta una relación de posición Coincidente.

Crea una relación de posición Coincidente entre el eje frontal y el cuerpo.

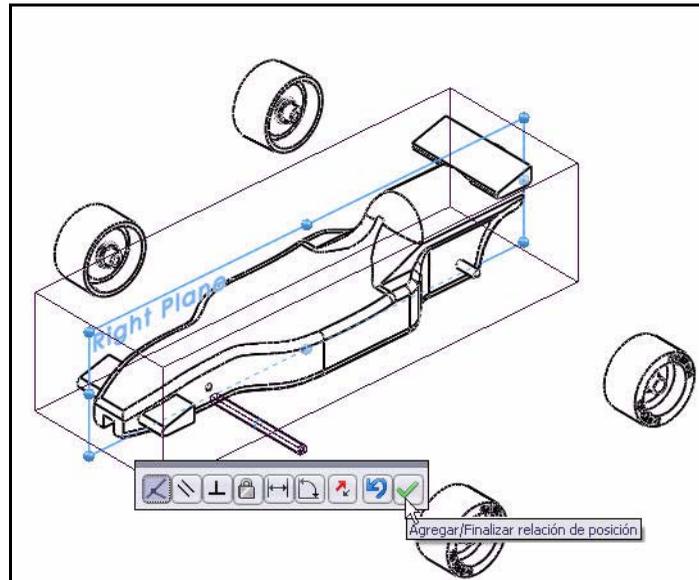
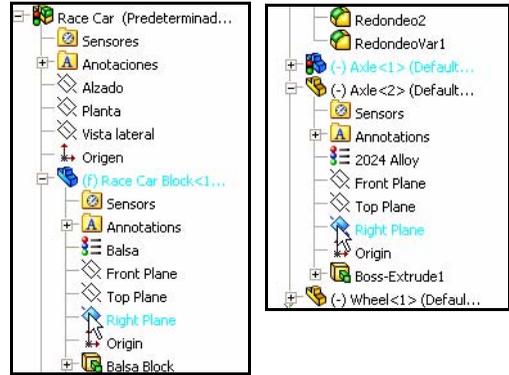
Haz clic en Race Car Block/Right Plane en el FeatureManager desplegable.

Haz clic en Race Car Axle<2>/Right Plane en el FeatureManager desplegable.

La relación de posición Coincidente se selecciona de forma predeterminada.

Haz clic en **Agregar/ Finalizar relación**

**de posición**  para aceptar la relación de posición.



**4 Inserta una relación de posición Concéntrica.**

Crea una relación de posición Concéntrica entre el eje frontal y el cuerpo.

Arrastra Axle<2> como se ilustra.

Haz clic en la **cara cilíndrica interior** del taladro frontal.

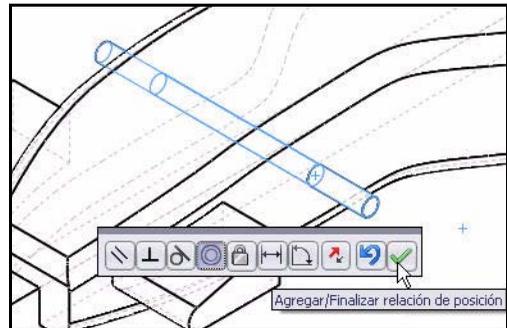
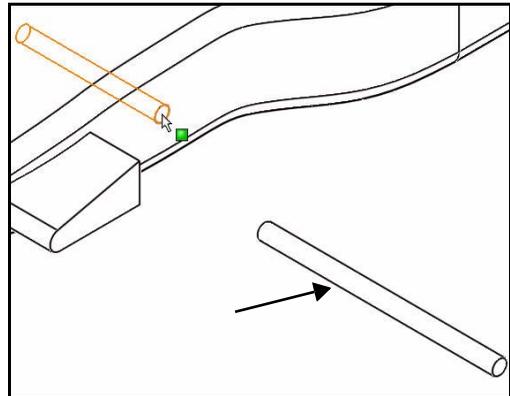
Haz clic en la **cara cilíndrica exterior** de la pieza Axle<2>.

La relación de posición concéntrica se selecciona de forma predeterminada.

Haz clic en **Agregar/Finalizar**

**relación de posición**  para aceptar la relación de posición.

En la sección siguiente, establece una relación de posición entre las ruedas y los ejes.



### 1 Establece una relación de posición entre las ruedas y los ejes.

Crea una relación de posición Concéntrica entre el eje frontal y la rueda frontal derecha.

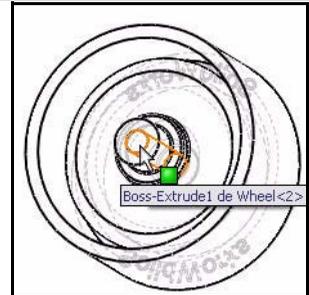
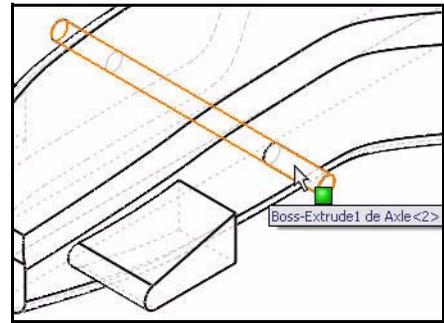
Haz clic en la **cara cilíndrica exterior** de la pieza Axle<2>.

Haz clic en la **cara cilíndrica interior** de la pieza Wheel<2> frontal derecha.

La relación de posición Concéntrica se selecciona de forma predeterminada.

Haz clic en **Agregar/Finalizar** relación de posición  para aceptar la relación de posición.

**Nota:** Coloca el modelo para ver la entidad de croquis correcta.



**2 Crea una relación de posición de distancia.**

Crea una relación de posición de distancia entre la cara final exterior de la pieza Axle<2> frontal derecha y la cara exterior de la pieza Wheel<2> frontal derecha.

Haz clic en la **cara final exterior** de la pieza Axle<2> frontal derecha.

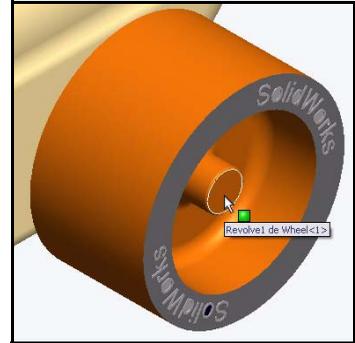
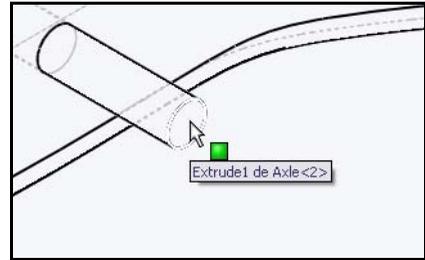
Haz clic en **Sombreado**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la **cara exterior** de la pieza Wheel<2> frontal derecha como se ilustra.

Haz clic en la herramienta **Relación de posición de distancia** .

Especifica **7 mm**.

Haz clic en **Agregar/Finalizar relación de posición**  para aceptar la relación de posición.



**3 Establece una relación de posición entre las ruedas restantes y los ejes frontal y posterior.**

Repite los **procedimientos anteriores** para crear relaciones de posición concéntricas entre los ejes y las ruedas.

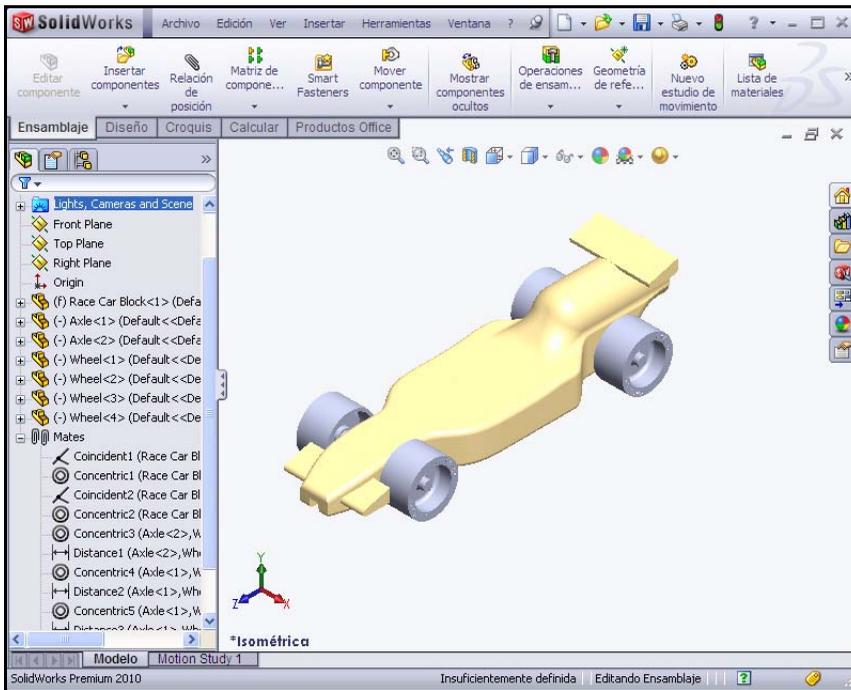
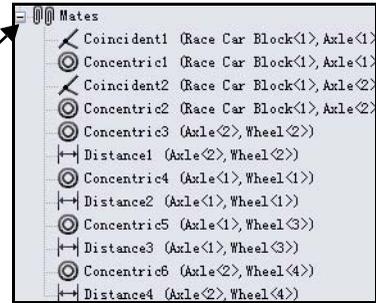
Crea relaciones de posición de distancia entre la cara final exterior de los ejes y la cara exterior de las ruedas.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Relación de posición.

#### 4 Observa las relaciones de posición creadas.

Expande la carpeta Mates en el FeatureManager.

Observa las relaciones de posición creadas.



#### 5 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

## Calcula el peso del automóvil de carrera

Cuando se encuentre terminado y listo para correr, tu automóvil no debe pesar menos de 55 gramos. Esto no incluye el cartucho de CO<sub>2</sub>. Comprueba el peso del modelo. Aplica la herramienta Propiedades físicas.

- 1 Haz clic en la pestaña **Evaluar** en el **Administrador de comandos**.

Haz clic en **Propiedades físicas**  en la barra de herramientas Evaluar. Aparece el cuadro de diálogo Propiedades físicas.

Haz clic en el botón **Opciones**.  
Selecciona la casilla **Utilizar configuración personalizada**.

Selecciona **4** para Cifras decimales.

Haz clic en **Aceptar**.

Masa = 54,9815 gramos.

**Nota:** La masa puede ser diferente si no completaste todas las aristas o completaste demasiadas.

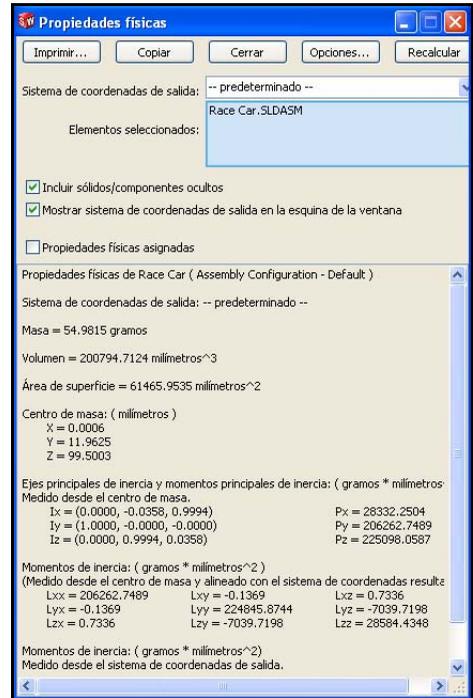
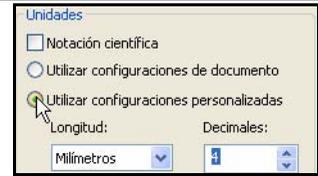
Habrás ganchos cerrados, pintura, calcomanías y lijado. Utiliza esta masa como una estimación y asegúrate de pesar el automóvil terminado antes de comenzar a correr. Se brinda una lista de requisitos de reglas de acotación importantes al final de esta lección.

**Nota:** La masa de la pieza Eje utilizando la Aleación 2024 es de 0,9896 gramos. Si la pieza Axle cambió por AISI 304, el aumento de la masa total de Race Car sería de 3,67 gramos aproximadamente. Explora esto como un ejercicio.

**Cierra** el cuadro de diálogo Propiedades físicas.

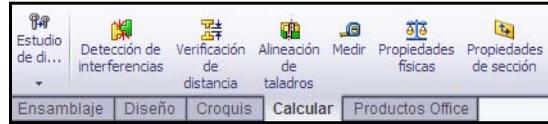
- 2 **Guarda el modelo.**

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



## Cálculo de la longitud total del automóvil de carrera

Cuando el automóvil esté terminado y listo para correr, no podrá exceder los 210 mm de longitud y las ruedas deberán tener un mínimo de 26 mm y un máximo de 34 mm. Aplica la herramienta **Medir** para obtener estas mediciones del ensamblaje Race Car.



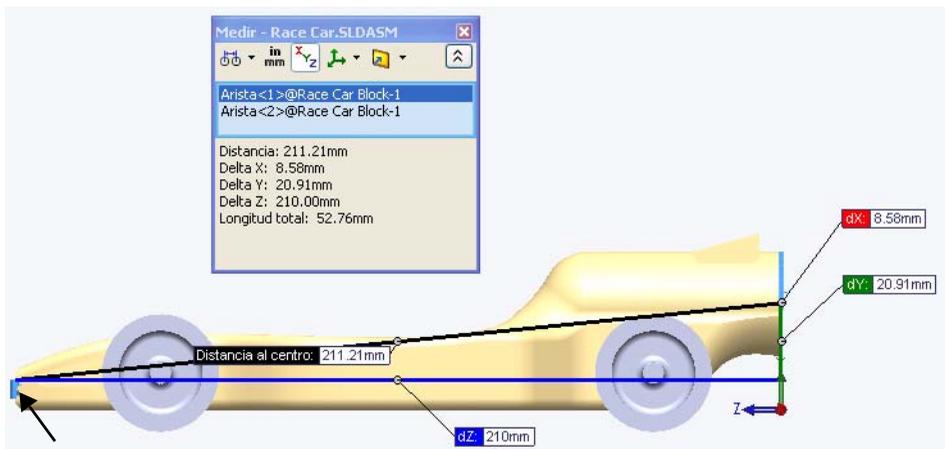
### 1 Mide la longitud total del automóvil.

Haz clic en la **vista Derecha**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la herramienta **Medir**  en la barra de herramientas Evaluar. Se muestra el cuadro de diálogo Medir - Race Car.

Haz clic en la **arista frontal** de Race Car. Aplica el **Zoom acercar**, si fuera necesario, para seleccionar la arista.

Haz clic en la **arista posterior** de Race Car. Nota: Selecciona una arista y no un punto o una cara. Observa los resultados.



**Nota:** La pieza Balsa Block mide 223 mm x 50 mm x 65 mm. Si planeas utilizar una pieza de montaje para mecanizar tu automóvil, asegúrate de que tu diseño no supere los 210 mm de longitud. La mayoría de las piezas de montaje tienen una placa con abertura que sostiene la parte frontal del Balsa Block y, si tu diseño es demasiado largo, puede terminar rompiendo la fresa escariadora o dañando posiblemente la pieza de montaje.

2 Mide el diámetro de Wheel<2>.

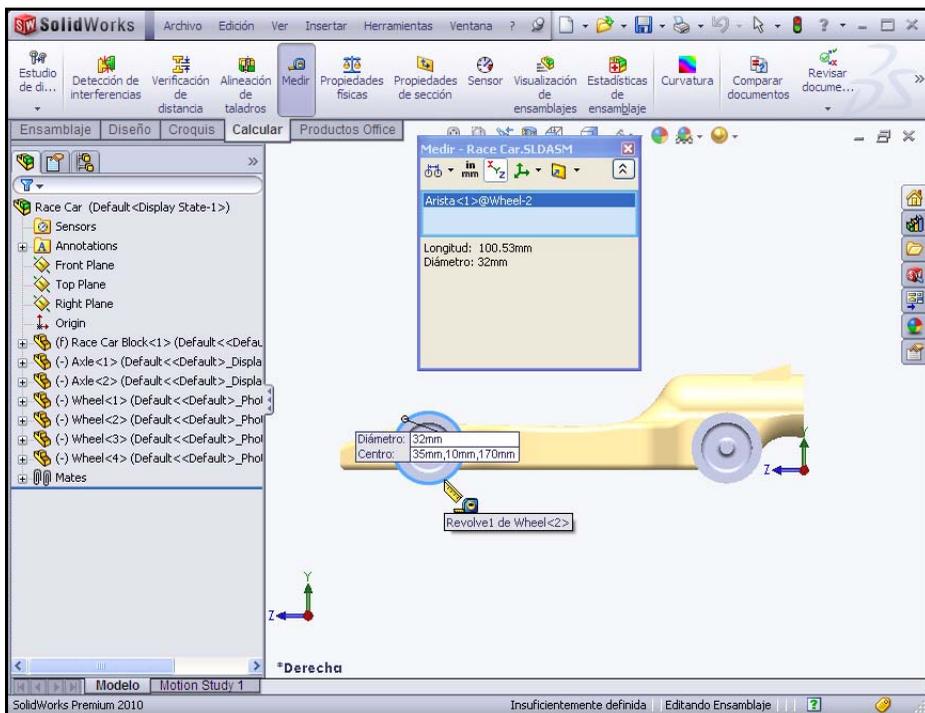
Haz clic con el botón derecho del ratón dentro del cuadro de selección.

Haz clic en **Borrar selecciones**.

Haz clic en el **diámetro** de la pieza

Wheel<2> frontal. El diámetro de Wheel<2> es de 32 mm.

**Nota:** Recuerda que es necesario que las ruedas tengan un diámetro de 26 mm a 34 mm.



### 3 Mide la distancia central entre las dos partes centrales de las ruedas.

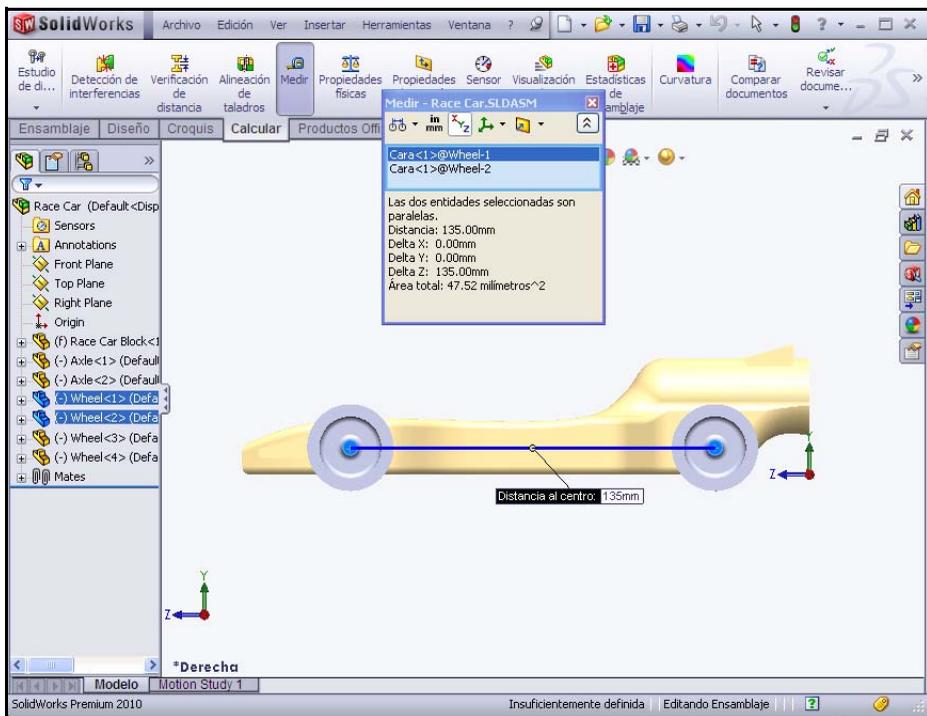
Haz clic con el botón derecho del ratón dentro del cuadro de selección.

Haz clic en **Borrar selecciones**.

Haz clic en la **cara de la parte central frontal** de la pieza Wheel<1> frontal.

Haz clic en la **cara de la parte central frontal** de la pieza Wheel<2> posterior. La distancia central entre las dos partes centrales de la rueda es de 135 mm.

**Cierra** el cuadro de diálogo Medir - Race Car.



## Creación de una vista explosionada

Para la fabricación, a veces resulta útil separar los componentes de un ensamblaje para analizar visualmente sus relaciones. Explosionar la vista de un ensamblaje te permite visualizarla con los componentes separados.

Una vista explosionada está formada por uno o más pasos de explosión y se almacena con la configuración de ensamblaje en la que se creó. Cada configuración puede tener una vista explosionada.

El PropertyManager **Explosionar** aparece al crear o editar la vista explosionada de un ensamblaje.

**Nota:** Mientras se explosiona un ensamblaje, no se pueden agregar relaciones de posición al mismo.



### 1 Crea una configuración de vista explosionada.

Haz clic en **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la pestaña **ConfigurationManager** .

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Predeterminado** en el ConfigurationManager.

Haz clic en la herramienta **Nueva vista explosionada** .

Aparece el PropertyManager **Explosionar**.

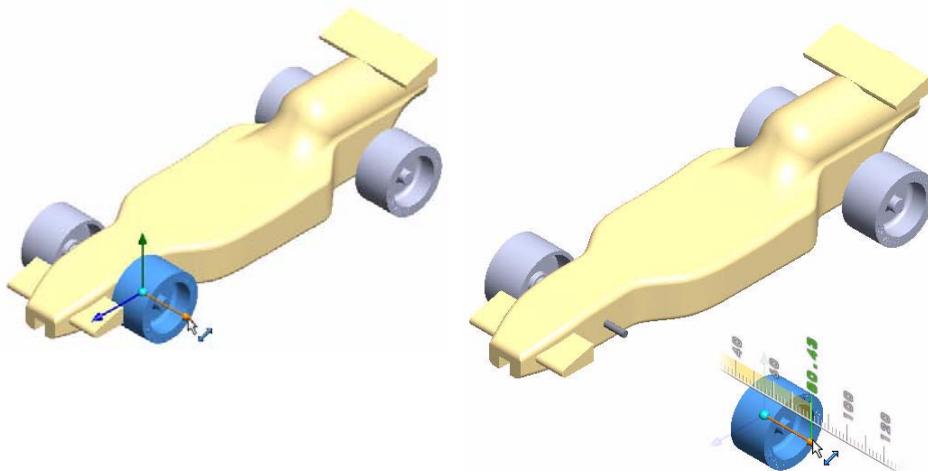
Haz clic en la pieza **Wheel<2>** frontal derecha del modelo en la zona de gráficos. Aparece un sistema de referencia.

Haz clic y arrastra la flecha **roja/naranja del sistema de referencia** hacia la derecha.

**Nota:** Arrastra la rueda a la derecha lo suficiente a fin de dejar espacio para **Axle<2>**.

Haz clic en el botón **Listo** en el cuadro Configuración.



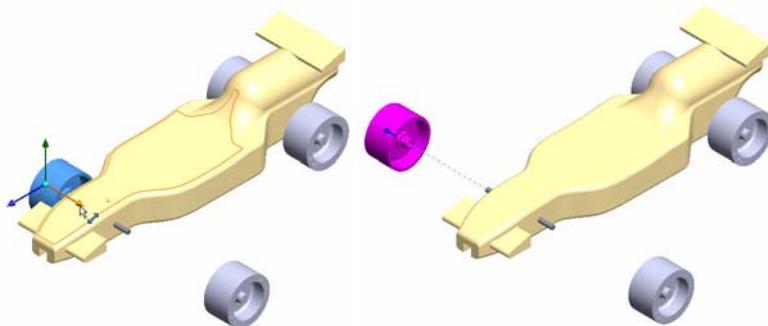


## 2 Crea el Paso de explosión2.

Haz clic en la pieza Wheel<4> frontal izquierda del modelo. Aparece un sistema de referencia.

Haz clic y arrastra la flecha **roja/naranja del sistema de referencia** hacia la izquierda.

Haz clic en el botón **Listo** en el cuadro Configuración.



## 3 Crea el Paso de explosión3.

Haz clic en la Wheel<1> posterior derecha del modelo. Aparece un sistema de referencia.

Haz clic y arrastra la flecha **roja/naranja del sistema de referencia** hacia la derecha. Arrastra la rueda a la derecha lo suficiente a fin de dejar espacio para Axle<1>.

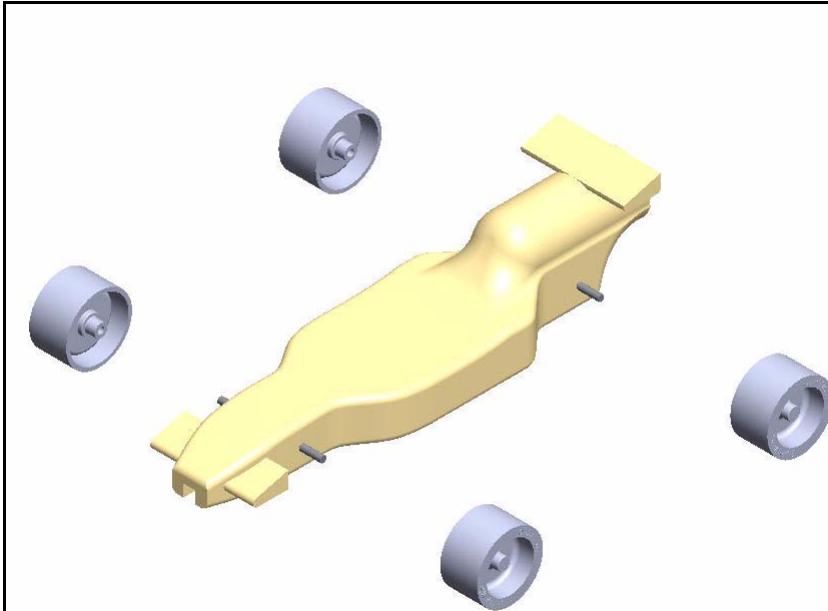
Haz clic en el botón **Listo** en el cuadro Configuración.

**4 Crea el Paso de explosión4.**

Haz clic en la pieza Wheel<3> posterior izquierda del modelo. Aparece un sistema de referencia.

Haz clic y arrastra la flecha roja/naranja del sistema de referencia hacia la izquierda.

Haz clic en el botón **Listo** en el cuadro Configuración. Observa los resultados.



**5 Crea el Paso de explosión5.**

Haz clic en la pieza Axle<2> **frontal** del modelo. Aparece un sistema de referencia.

Haz clic y arrastra la flecha roja/naranja del sistema de referencia hacia la derecha.

Haz clic en el botón **Listo** en el cuadro Configuración.



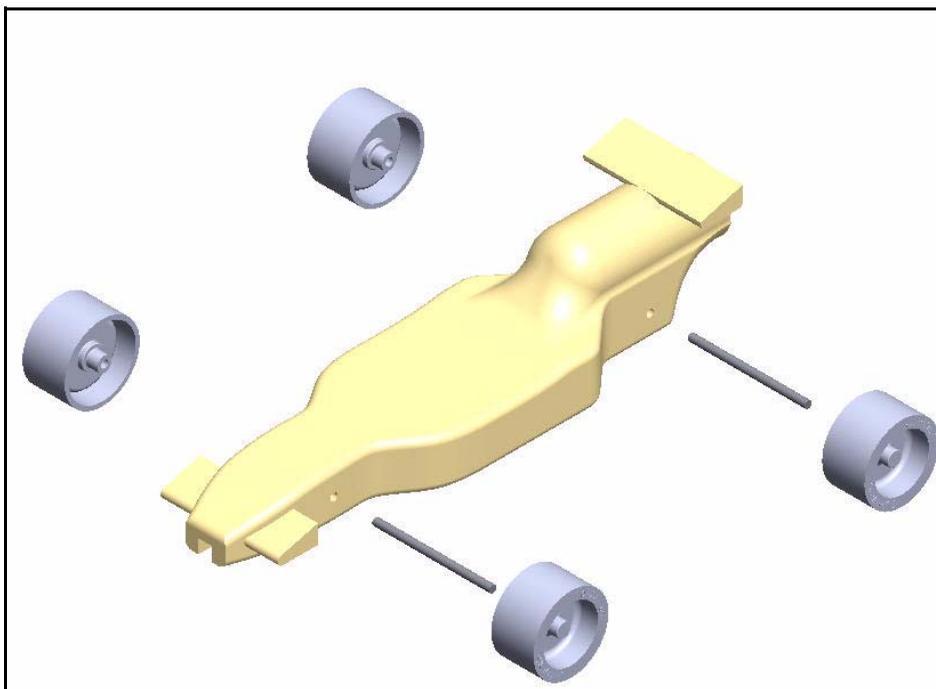
### 6 Crea el Paso de explosión6.

Haz clic en la pieza Axle<1> **posterior derecha** del modelo. Aparece un sistema de referencia.

Haz clic y arrastra la flecha **roja/naranja del sistema de referencia** hacia la derecha.

Haz clic en el botón **Listo** en el cuadro Configuración. Observa el modelo.

Expande cada **Paso de explosión** en el cuadro Pasos de explosión. Observa los resultados.



### 7 Regresa al ConfigurationManager.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Explosionar.

### 8 Anima el ensamblaje.

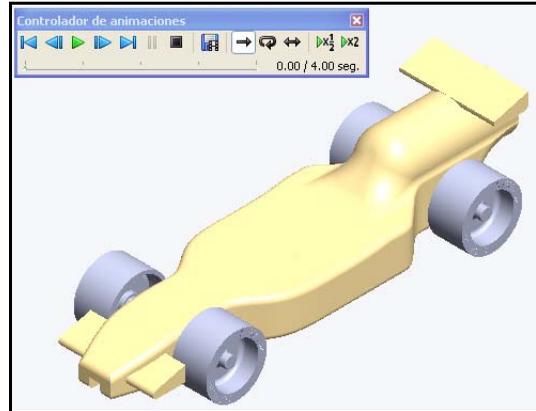
Expande la configuración **Predeterminada**. Aparece ExpView1.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **ExpView1**.



Haz clic en el botón **Reproducir** del cuadro de diálogo Controlador de animaciones. Visualiza la animación de Race Car.

**Cierra** el cuadro de diálogo Controlador de animaciones.



**9 Vuelve al FeatureManager.**

Haz clic en la pestaña **FeatureManager** .

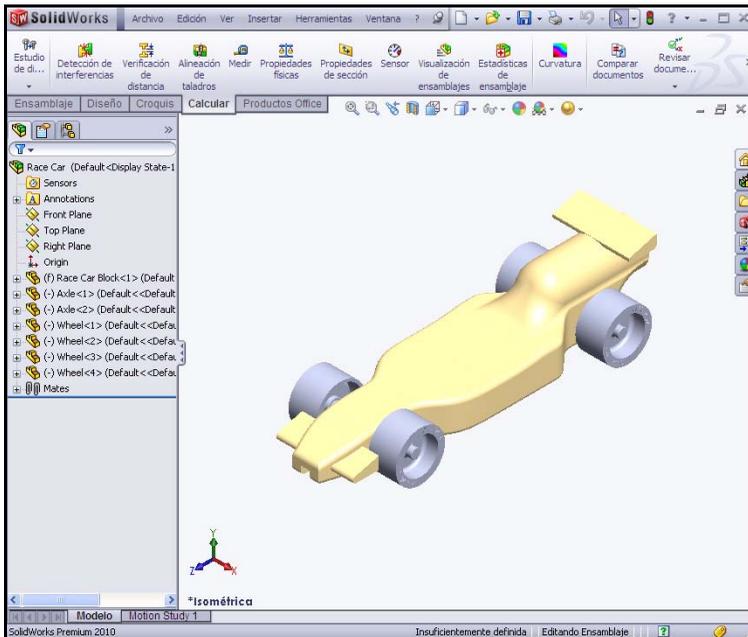
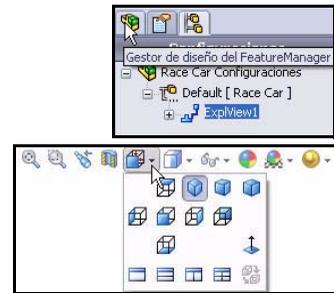
**10 Guarda el modelo.**

Haz clic en **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de menús.

El ensamblaje está listo.

En la siguiente sección, abre piezas individuales desde el ensamblaje y aplica la herramienta Medir.



**1 Abre la pieza Race Car Block en el ensamblaje.**

Haz clic con el botón derecho del ratón en (f) Race Car Block<1> en el FeatureManager.

Haz clic en **Abrir pieza**  en la barra de herramientas contextual. Aparece el FeatureManager Race Car Block.

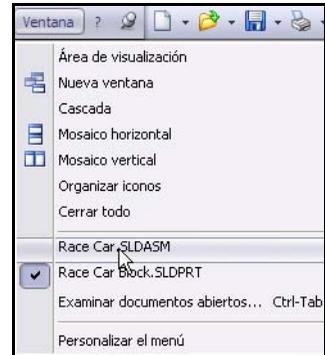
**2 Vuelve al ensamblaje Race Car.**

Haz clic en Ventana, Race Car en la barra de menús. Aparece el ensamblaje Race Car.

**3 Abre la pieza Axle en el ensamblaje.**

Haz clic con el botón derecho del ratón en Axle<1> en el FeatureManager.

Haz clic en **Abrir pieza**  en la barra de herramientas contextual. Aparece el FeatureManager Axle.

**4 Aplica la herramienta Medir a la pieza Axle.**

Mida la longitud total.

Haz clic en la vista **Frontal**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Presiona la tecla **f** para ajustar el modelo a la zona de gráficos.

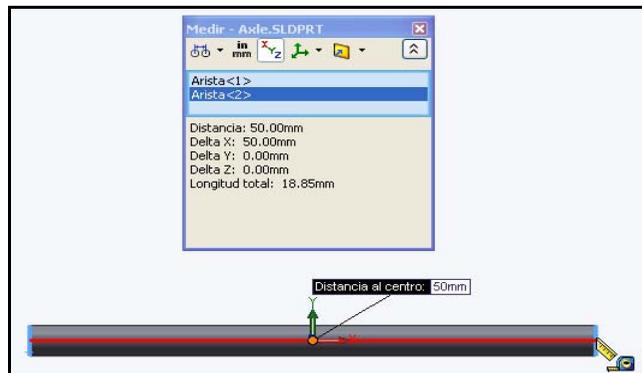
Haz clic en la herramienta **Medir**  en la barra de herramientas Evaluar. Aparece el cuadro de diálogo Medir - Axle.

Haz clic en la **arista izquierda** de Axle<1>.

Aplica el **Zoom acercar**, si fuera necesario, para seleccionar la arista.

Haz clic en la **arista derecha** de Axle<1>.

Observa los resultados.



**5 Mide el diámetro de la pieza Axle.**

Haz clic con el botón derecho del ratón dentro del cuadro de selección como se ilustra.

Haz clic en **Borrar selecciones**.

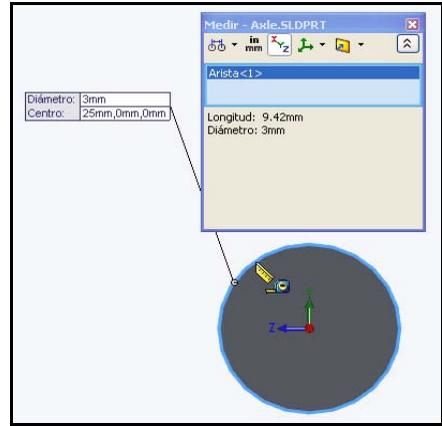
Haz clic en la vista **Derecha**  en la barra de herramientas transparente Ver.



Haz clic en la **circunferencia** de la pieza Axle<1>. El diámetro es de 3 mm.

**Cierra** el cuadro de diálogo Medir - Axle.

Haz clic en la vista **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.



**6 Vuelve al ensamblaje Race Car.**

Haz clic en Ventana, Race Car en la barra de menús.

Aparece el ensamblaje Race Car.



**1 Explora diversas escenas y parámetros de configuración de vista.**

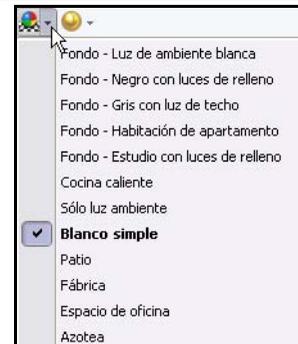
Haz clic en la flecha desplegable de la herramienta

**Aplicar escena**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Observa tus opciones.

Haz clic en **Fondo - Luz ambiente blanca**.

Observa los resultados en la zona de gráficos.



Haz clic en **Blanco simple**.

Observa los resultados en la zona de gráficos.

Haz clic en **Cocina caliente**.

Haz clic en la flecha desplegable de la herramienta **Configuración de vista**  en la barra de herramientas transparente Ver.



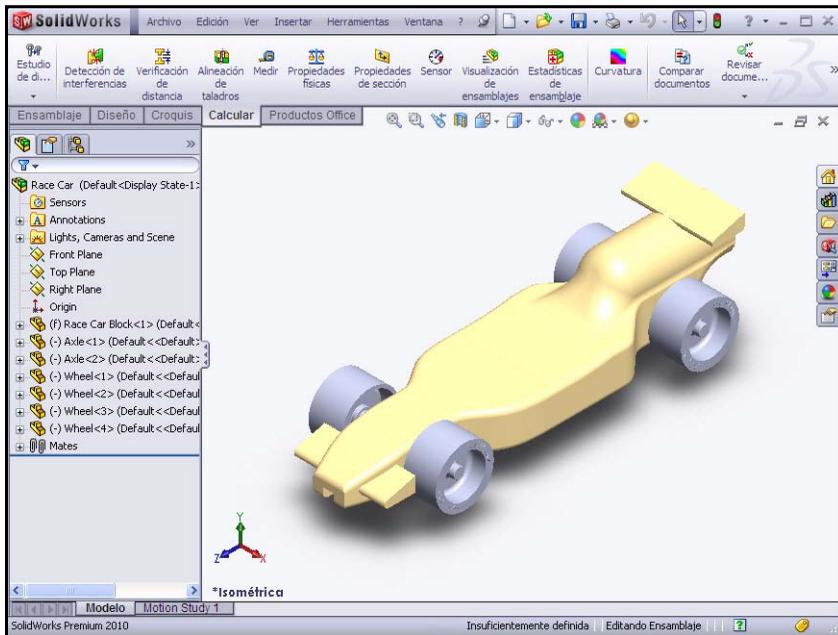
Haz clic en el icono **Sombras en modo sombreado** .

**Gira** el modelo con el botón central del ratón. Observa los resultados.

## 2 Guarda el modelo.

Haz clic en **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

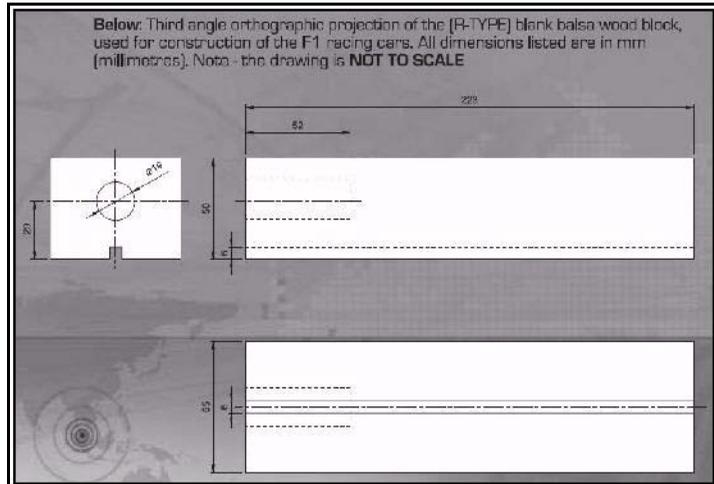
Haz clic en **Sombreado**  en la barra de herramientas transparente Ver.



Haz clic en **Guardar**  en la barra de menús. El ensamblaje está listo. Revisa a continuación algunos de los requisitos de las reglas de acotación correspondientes al ensamblaje CO2 Cartridge Race Car. En la siguiente lección, crearás un dibujo del ensamblaje Race Car con cotas.

## Requisitos de acotación de Race Car

A continuación, se incluyen algunos de los requisitos de acotación para Race Car Block y el taladro del cartucho de CO2. Revisa los requisitos de acotación. Aplica la herramienta Medir para confirmar que se cumpla con los requisitos de diseño.



Cotas de cuerpo copiadas de la carpeta Reglas y reglamento 2009 - 2010 en el sitio F1inschools.co.uk.

Body Dimensions			
No.	Structure	Min.	Max.
3a.	Full body length *	170	210
3b.	Body height above the track* (excluding eyelets) including side pods and wings	3	10
3c.	Body width at side pods*	50	65
3d.	Total body width, including wheels *	60	85
<i>(all dimensions stated in millimetres, mm.)</i>			
No.	Structure	Min. Weight	
3e.	Body weight without the CO <sub>2</sub> cartridge	55.0	
<i>(all weight values stated in grams, g.)</i>			
3f.	No part of the body should be less than 3mm thick - this excludes air foils / wings		
3g.	Maximum body height (including aerofoils)	60	
* Additional Notes			
3a. measured between front and rear extremities of body.			
3b. measured from track surface to the car body.			
3c. measured from side-to-side of the car body - the side pods are the part of the car that flanks the sides of the cockpit area of the car. The outside face of the side pods when viewed from the side the pods must present a surface measuring not less than 30X15 mm - a sticker of 30X15mm will be applied to both side pods and must be 100% visible when viewed from the side. Side pods can be convex, concave or flat but capable of taking the F1 in Schools promotional logo decal.			
3d. measured between outside edges of the wheels or body, whichever is widest.			

Cotas de ruedas copiadas de la carpeta Reglas y reglamento 2009 - 2010 en el sitio F1inschools.co.uk.

**Wheel Dimensions**

4a. All F1 cars must have 4 wheels, two at the front, two at the rear and all wheels must be cylindrical.

4b. All wheels must fit the following criteria:

No.	Structure	Min.	Max.
4c.	Front wheel diameter *	26	34
4d.	Front wheel width * (at surface contact point)	15	19
4e.	Rear wheel diameter *	26	34
4f.	Rear wheel width * (at surface contact point)	15	19

*(all dimensions stated in millimetres, mm.)*

4g. All 4 wheels must touch the racing surface at the same time and all wheels should roll easily.

4h. Wheel dimensions must be consistent with the whole diameter/circumference of the wheel.

4i. A school/college/organised youth group may manufacture their own wheels, as long as they fit within the set specification.

**\* Additional Notes**

4c. & 4e. measured to the extreme outer edges of each wheel.  
4d. & 4f. measured between the extreme edges (including any protrusions).

Requisitos de diseño de acotación de rueda a cuerpo copiados de la carpeta Reglas y reglamento 2009 - 2010 en el sitio F1inschools.co.uk.

**Wheel to Body Dimensions**

The wheels are not allowed to be inside the car body and 100% of the wheel should be visible from the plan, side and views.

No.	Structure	Yes / No
5a.	Front wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No
5b.	Rear wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No

Requisitos de diseño de acotación de planta de energía copiados de la carpeta Reglas y reglamento 2009 - 2010 en el sitio F1inschools.co.uk.

### Power Plant

The event organisers will provide all CO<sub>2</sub> cartridges for the regional finals, national finals and World Championship.

No.	Structure	Min.	Max.
6a.	CO <sub>2</sub> cartridge chamber diameter	19.1	19.9
6b.	Lowest point of chamber to the track surface *	22.5	30
6c.	Depth of hole	50	60
6d.	Wall thickness around cartridge *	3.1	-

6e. No paint is allowed inside the chamber (please seal off or protect the chamber while painting).

**\* Additional Notes**

6b. measured from track surface to lowest surface part of the CO<sub>2</sub> chamber.  
6d. clear space surrounding the CO<sub>2</sub> cartridge below 3 mm the car will not be allowed to race and loose marks accordingly.

Requisitos de diseño de acotación de cuerpo y alerones del automóvil copiados de la carpeta Reglas y reglamento 2009 - 2010 en el sitio F1inschools.co.uk.

### Car Body and Wings

8a. The car body including side pods **AND rear wing**, must be machined from a single piece of balsa wood. Aerofoils at the front may be machined as part of the car body or from a separate material - non-metallic.

8b. The design of the completed R-TYPE car should resemble an actual F1 car and shall include the following features:  
An aerofoil on the front nose of the car, an aerofoil on the rear of the car and side pods on both sides of the car

No.	Structure	Min.	Max.
8c.	Rear/Front Wing width (where the wing is split by the body of the car, the width is calculated as a sum of both parts.)	40	65
8d.	Rear/Front wing depth	15	25
8e.	Front wing thickness	1	12
8f.	Rear wing thickness	3	12

**\* Additional Notes**

The whole of the front aerofoil when viewed from the side must be in front of the centre line of the front axle.  
The whole of the rear aerofoil when viewed from the side must be behind the centre line of the rear axle.  
A driver cockpit/driver is an optional feature.  
Designs will be tested and examined for any implants or voids hidden within the car body.

8e/8f. The minimum depth of both front and rear wings is to be measured at the narrowest point on each wing.

## **Lección 3**

# **Creación de un dibujo de ensamblaje**

Cuando completes esta lección, podrás:

- Crear un dibujo de hoja tamaño B del ensamblaje Race Car.
- Aplicar la Paleta de visualización en el Panel de tareas.
- Insertar una vista Isométrica con una lista de materiales.
- Modificar la escala de vista.
- Modificar la escala de hoja.
- Agregar una hoja de dibujo.
- Editar el bloque de título del dibujo.
- Insertar una vista Frontal, Superior y Derecha.
- Insertar cotas en vistas de dibujo.
- Crear una vista Isométrica explosionada.

## Dibujos

SolidWorks te permite crear dibujos fácilmente a partir de piezas y ensamblajes. Estos dibujos están completamente asociados a las piezas y a los ensamblajes a los que hacen referencia. Si cambias una cota en el dibujo terminado, ese cambio se propaga nuevamente al modelo. De manera similar, si cambias el modelo, el dibujo se actualiza automáticamente.

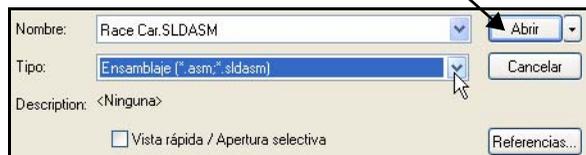
Los dibujos comunican tres cosas acerca de los objetos que representan:

- **Forma:** Las vistas comunican la forma de un objeto.
- **Tamaño:** Las cotas comunican el tamaño de un objeto.
- **Otra información:** Las notas comunican información no gráfica acerca de los procesos de fabricación, como perforación, escariado, refrentado, pintura, chapería, esmerilado, tratamiento térmico, eliminación de rebabas, etc.

## Creación de un dibujo de ensamblaje

### 1 Abre el ensamblaje Race Car.

Haz clic en **Archivo, Abrir**, o en **Abrir**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



Haz clic en **Examinar** para ir a la carpeta del ensamblaje Race Car.

Presiona **Abrir** para abrir el Race Car.

Aparece el FeatureManager del ensamblaje Race Car.

## 2 Crea un documento de dibujo del ensamblaje ANSI.

Haz clic en la herramienta **Crear dibujo desde pieza/ensamblaje**

en la barra de herramientas de la barra de menús.

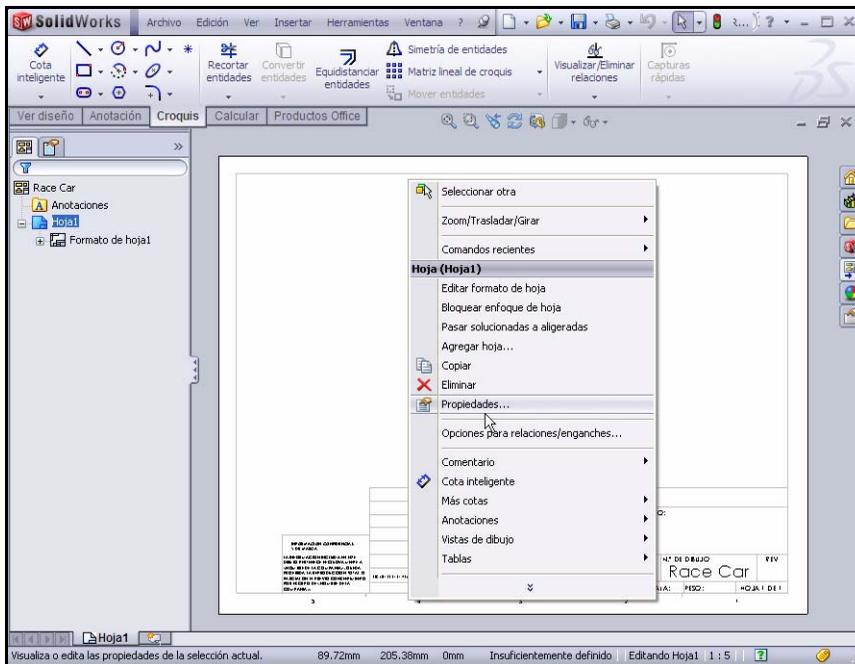
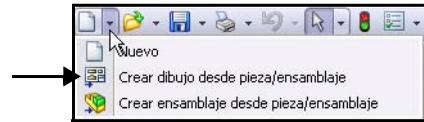
Acepta la plantilla de dibujo estándar.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo Nuevo documento de SolidWorks.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo Formato/Tamaño de hoja.

Haz clic con el botón derecho del ratón dentro de la hoja de dibujo.

Haz clic en **Propiedades**. Aparece el cuadro de diálogo Propiedades de hoja.



**3 Seleccione el tamaño de la hoja y el tipo de proyección.**

Haz clic en **B (ANSI) Horizontal** en Formato/Tamaño de hoja.

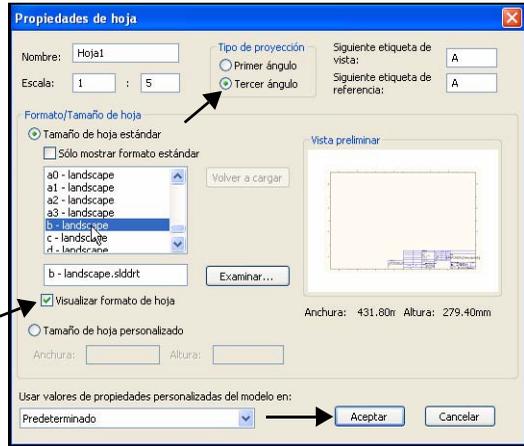
El nombre de la hoja es Sheet1.

Haz clic en **Tercer ángulo** en Tipo de proyección.

El tamaño de Escala para la hoja es 1:5.

Marca la casilla **Visualizar formato de hoja**.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo Propiedades de hoja. Aparece la hoja de dibujo.



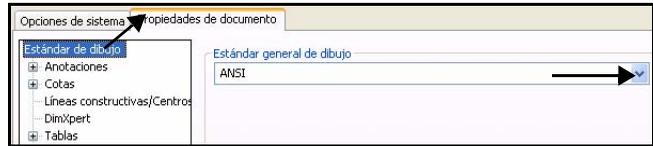
**4 Configura las propiedades de documento.**

Haz clic en **Herramientas, Opciones** o en **Opciones** en barra de herramientas de la barra de menús.

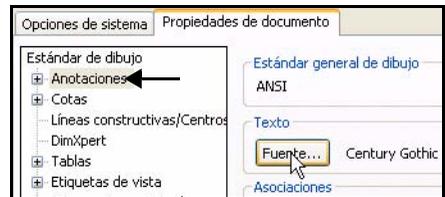


Haz clic en la pestaña **Propiedades de documento**.

Selecciona **ANSI** en Estándar general de dibujo.



**Nota:** El sistema de unidades es MMGS (milímetro, gramo, segundo).



### 5 Establece la fuente de las anotaciones.

Haz clic en la carpeta **Anotaciones**.

Haz clic en el botón **Fuente**. Aparece el cuadro de diálogo Escoger fuente. Selecciona la fuente del dibujo.

Selecciona **Century Gothic** en el cuadro Fuente.

Selecciona **Regular** en el cuadro Estilo de fuente.

Marca la casilla **Puntos** en el área Altura.

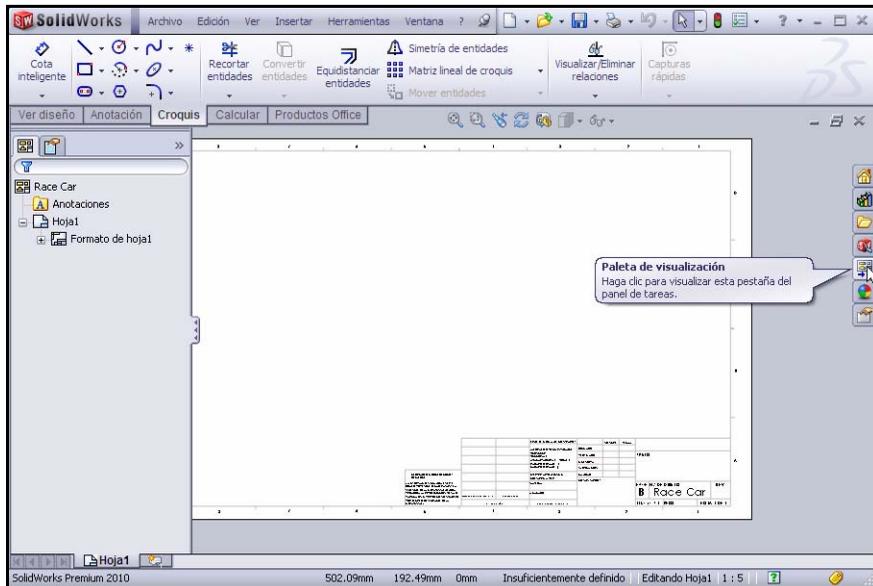
Selecciona **16**.

### 6 Cierre el cuadro de diálogo Escoger fuente.

Haz clic en **Aceptar**.

### 7 Vuelve a la zona de gráficos.

Haz clic en **Aceptar**.



**8 Inserta una vista Isométrica.**

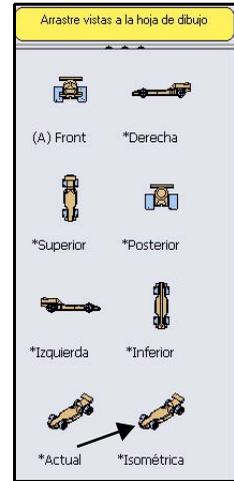
Utiliza la Paleta de visualización para insertar vistas de dibujo. La Paleta de visualización contiene imágenes de vistas estándar, vistas de anotación, vistas de sección y chapas desplegadas (piezas de chapa metálica) del modelo seleccionado. Puedes arrastrar vistas a una hoja de dibujo activa para crear una vista de dibujo.

Si fuera necesario, haz clic en la pestaña

**Paleta de visualización**  en el Panel de tareas.

Arrastra el icono de **\*Isométrica** a Sheet1.

Aparece la vista Isométrica Aparece el PropertyManager Vista de dibujo1.



**9 Modifica la escala de la hoja y el modo de visualización.**

Marca la casilla **Escala personalizada**.

Selecciona **1:1** en el menú desplegable.

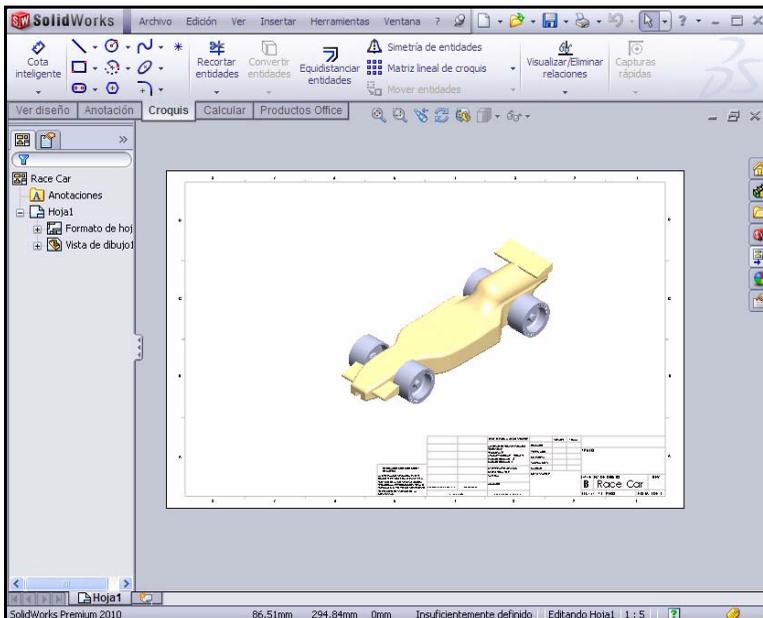
Haz clic en **Sombreado** en el cuadro Estilo de visualización.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Vista de dibujo1.



**10 Desactiva los orígenes.**

Si fuera necesario, haz clic en **Ver** y anula la selección de **Orígenes** en la barra de menús.



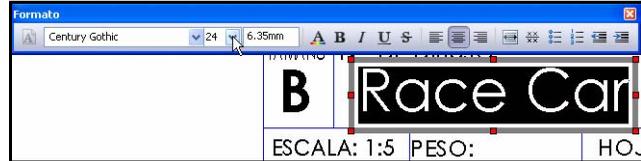
**11 Edita el bloque de título.**

El título de la hoja de dibujo se completa automáticamente con información que se encuentra en las propiedades de archivo del ensamblaje.

Haz clic con el botón derecho del ratón dentro de **Sheet1**. No hagas clic dentro de la vista Isométrica.

Haz clic en **Editar formato de hoja**.

Utiliza **Zoom acercar** para ampliar el bloque de título.



Haz doble clic en **Race Car** en el cuadro Título.

Selecciona **22** en el menú desplegable.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Nota.

**12 Regresa al dibujo.**

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Editar hoja**.

Observa los resultados.

**13 Ajusta el tamaño del dibujo a la hoja.**

Presiona la tecla **f**.

**14 Guarda el dibujo.**

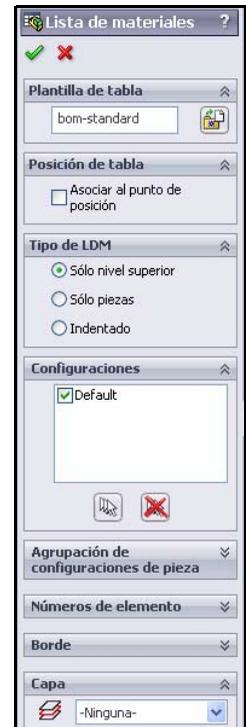
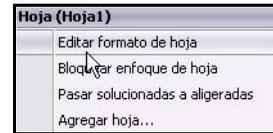
Haz clic en **Guardar** . Acepta el nombre predeterminado.

Haz clic en **Guardar**.

**Creación de una lista de materiales.**

Inserta una lista de materiales (LDM) en el dibujo del ensamblaje **Race Car**. Si se agregan o eliminan componentes en el ensamblaje, la lista de materiales se actualiza automáticamente para reflejar los cambios al seleccionar la opción Actualización automática de la LDM en **Herramientas, Opciones, Propiedades de documento, Documentación**.

Dichos cambios incluyen agregar, eliminar o reemplazar componentes, cambiar nombres de componentes o propiedades personalizadas, etc.



**1 Crea una lista de materiales.**

Haz clic **dentro** de la vista Isométrica. Aparece el PropertyManager Vista de dibujo1.

Haz clic en la pestaña **Anotación** en el Administrador de comandos.

Haz clic en **Tablas, Lista de materiales**. Aparece el PropertyManager Lista de materiales. Acepta la configuración predeterminada. La opción **Sólo nivel superior** se encuentra seleccionada de forma predeterminada. bom-standard se encuentra seleccionada en el cuadro Plantilla de tabla.



Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Lista de materiales.

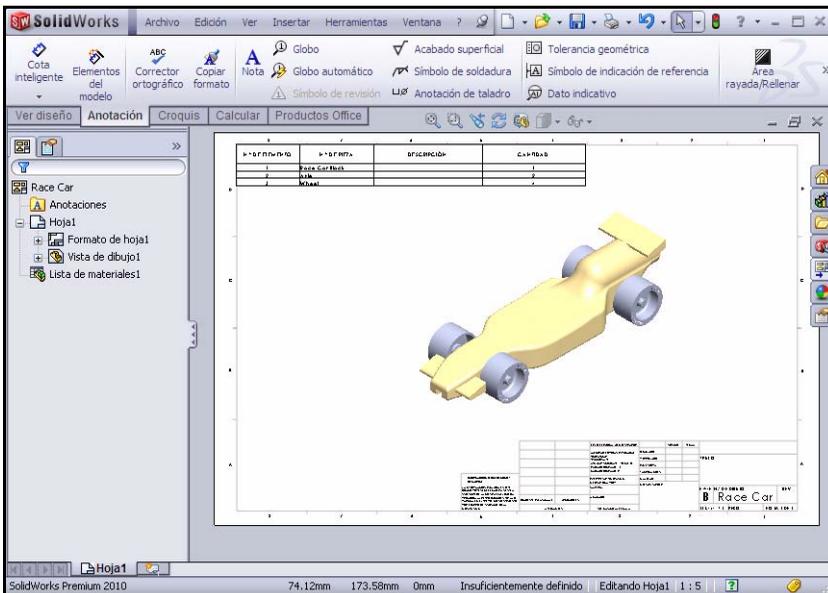
Haz clic en una **posición** en la esquina superior derecha de Sheet1.

Observa los resultados.

**Nota:** Selecciona un formato de hoja al abrir un dibujo nuevo. Los formatos de hoja estándar contienen vínculos a propiedades del sistema o propiedades personalizadas.

**2 Guarda el dibujo.**

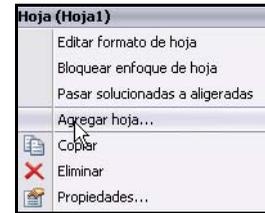
Haz clic en **Guardar** .



## Adición de una hoja al dibujo

### 1 Agrega una hoja en el dibujo.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Agregar hoja**.  
No hagas clic dentro de la vista Isométrica.  
Aparece Sheet2.



## Inserción de una vista Frontal, Superior y Derecha utilizando la Paleta de visualización

### 1 Inserta una vista Frontal.

Haz clic en la pestaña **Paleta de visualización**  en el Panel de tareas.

Arrastra el icono de **\*Frontal** a Sheet2 en la esquina inferior izquierda. Aparece la vista Frontal y el PropertyManager Vista proyectada.

### 2 Inserta una vista Superior.

Haz clic en una **posición** directamente arriba de la vista Frontal. Se muestra la vista Superior.

### 3 Inserta una vista Derecha.

Haz clic en una **posición** directamente a la izquierda de la vista Frontal. Se muestra la vista Derecha.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Vista proyectada. Observa las tres vistas.



### 4 Modifica la escala de hoja.

Haz clic con el botón derecho del ratón dentro de **Sheet2**. No hagas clic dentro de una vista de dibujo.

Haz clic en **Propiedades**.

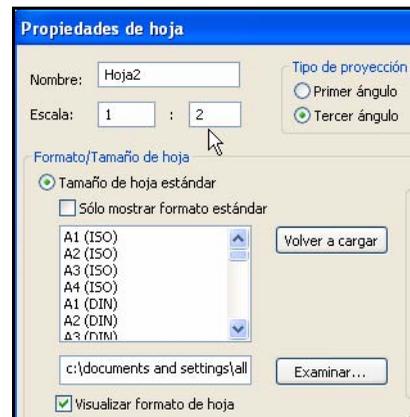
Escribe **1:2** en Escala.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo Propiedades de hoja.

Haz clic y arrastra **cada vista** a su posición.

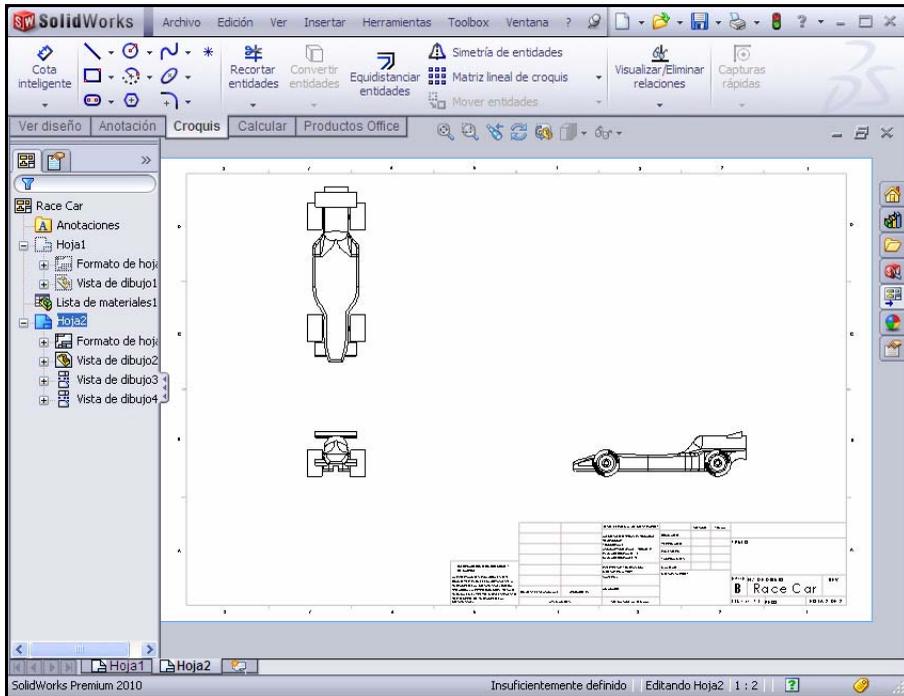
### 5 Reconstruye el dibujo.

Haz clic en **Reconstruir**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



## 6 Guarda el dibujo.

Haz clic en **Guardar** .



### Inserción de una cota en la vista Derecha del dibujo

#### 1 Inserta una cota en la vista Derecha de Sheet2.

Utiliza **Zoom acercar** en la vista Derecha.

Haz clic en **Cota inteligente**  en la barra de herramientas Croquis.

Haz clic en la **arista izquierda** de Race Car en la vista Derecha.

**Nota:** Selecciona una arista. Observa el símbolo de información del icono.

Haz clic en la **arista derecha** de Race Car en la vista Derecha.

Haz clic en una **posición** debajo del automóvil para colocar la cota. La cota total del automóvil es 210 mm.



## 2 Inserta dos cotas en la vista Frontal.

Presiona la tecla **f** para ajustar el modelo a la hoja.

Utiliza **Zoom acercar** en la vista Frontal.

Haz clic en la **arista frontal izquierda** de la rueda.

Haz clic en la **arista frontal derecha** de la rueda.

Haz clic en una **posición** debajo del automóvil para colocar la cota.

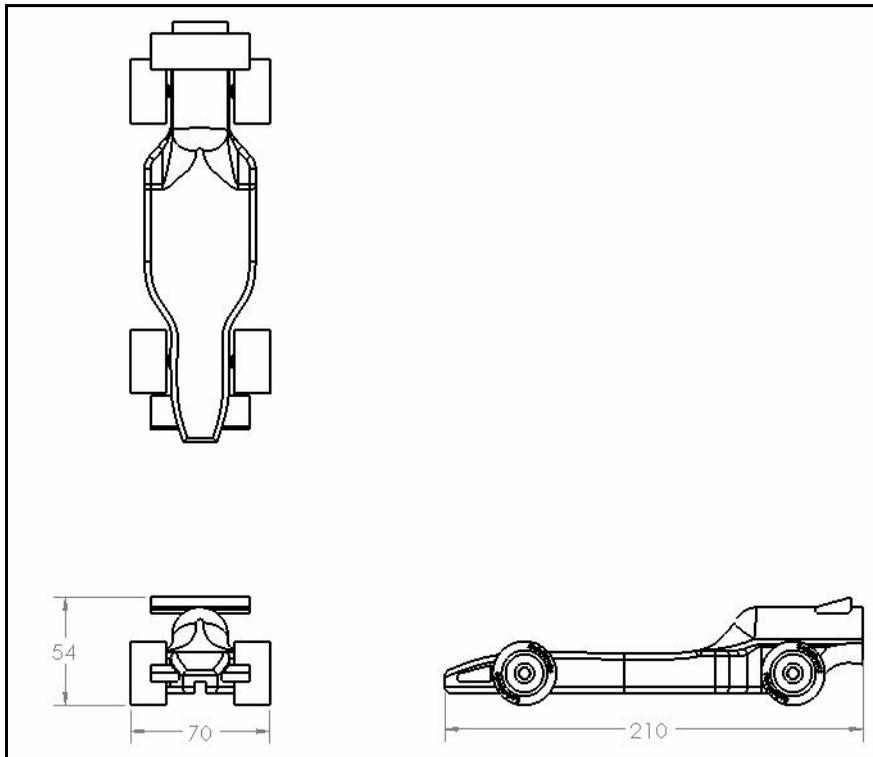
Haz clic en la **parte inferior** de la rueda delantera izquierda.

Haz clic en la **parte superior** del alerón superior.

Haz clic en una **posición** a la izquierda para colocar la cota.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Cota.

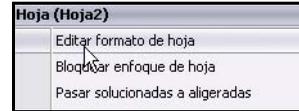
Presiona la tecla **f** para ajustar el modelo a la hoja. Observa los resultados.



**Nota:** El objetivo de esta lección no es producir un dibujo de ingeniería completamente acotado, sino presentar algunos de los pasos básicos que los ingenieros deben respetar al elaborar documentación para un producto. Agrega cotas adicionales e información sobre el dibujo si fuera necesario para el concurso.

**3 Edita el bloque de título en Sheet2.**

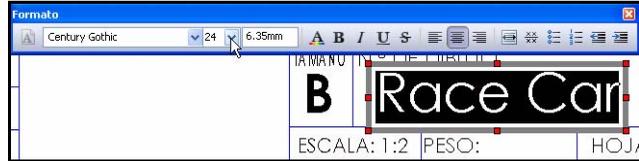
El título de la hoja de dibujo se completa automáticamente con información que se encuentra en las propiedades de archivo del ensamblaje.



Haz clic con el botón derecho del ratón dentro de **Sheet2**.  
No hagas clic dentro de las vistas.

Haz clic en **Editar formato de hoja**.

Utiliza **Zoom acercar** para ampliar el bloque de título.



Haz doble clic en **Race Car**.

Selecciona **22** en el menú desplegable.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Nota.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Editar hoja**.

**Reconstruye**  el dibujo.

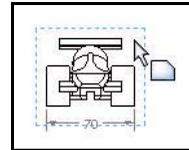


**4 Ajusta el tamaño del modelo a la hoja.**

Presiona la tecla **f**.

**5 Guarda el dibujo.**

Haz clic en **Guardar** .



**Apertura de una pieza desde el ensamblaje**

**1 Abre el ensamblaje Race Car desde Sheet2.**

Haz clic con el botón derecho del ratón dentro de la vista **Frontal**.

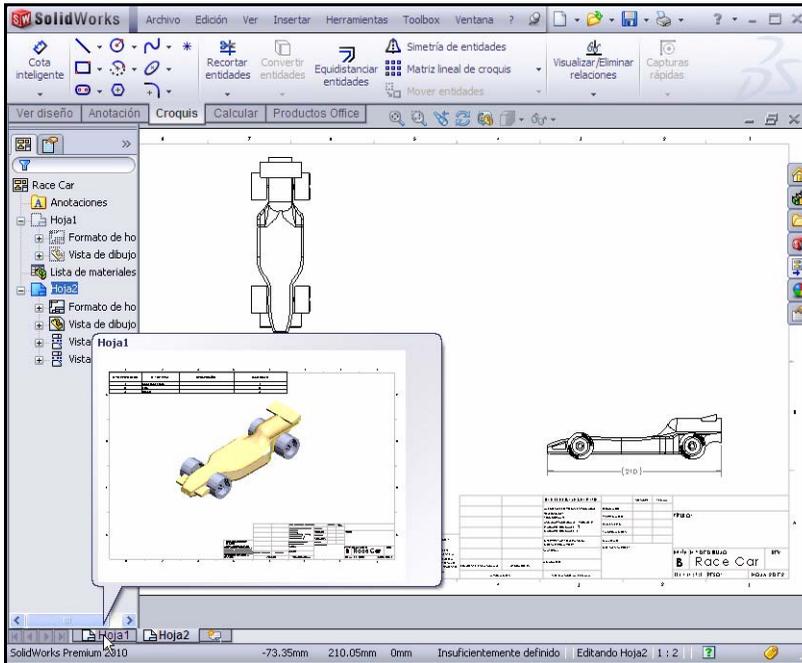
Haz clic en **Abrir ensamblaje**. Aparece el ensamblaje Race Car.



## 2 Vuelve al dibujo del ensamblaje Race Car.

Haz clic en Archivo, Cerrar en la barra de menús. Aparece el dibujo Race Car.

En la sección siguiente, vuelve a Sheet1 y crea una vista Isométrica explosionada.



## Creación de una vista de ensamblaje explosionada

### 1 Vuelve a Sheet1.

Haz clic en la pestaña **Sheet1** en la parte inferior de la zona de gráficos para volver a Sheet1.

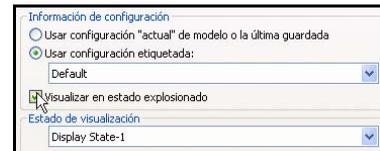
### 2 Crea un estado explosionado.

Haz clic con el botón derecho del ratón dentro de la vista **Isométrica**.

Haz clic en **Propiedades**. Aparece el cuadro de diálogo Propiedades de vista de dibujo.

Marca la casilla **Visualizar en estado explosionado**.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo Propiedades de vista de dibujo.



**3 Modifica la escala de vista.**

Haz clic dentro de la vista **Isométrica** en Sheet1. Aparece el PropertyManager Vista de dibujo1.

Marca la casilla **Escala personalizada**.

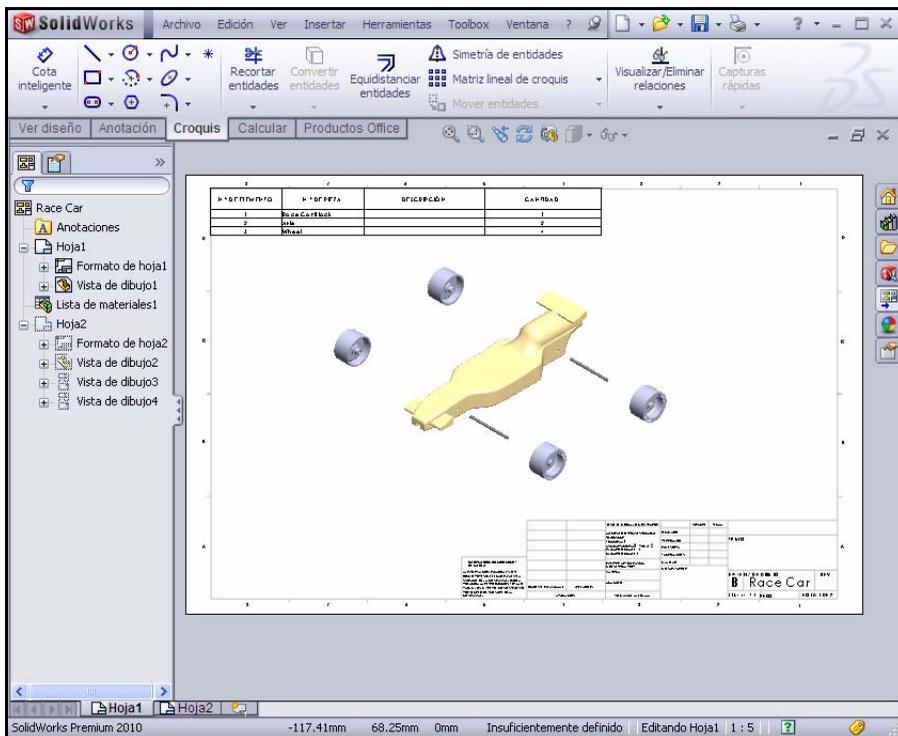
Selecciona **Definido por el usuario**.

Escribe **1:1,5**.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Vista de dibujo1.

**4 Guarda el dibujo.**

Haz clic en **Guardar** . Observa los resultados. Acabas de terminar con la sección de dibujo de este proyecto. Has creado una vista Isométrica explosionada con una Lista de materiales de nivel superior en Sheet1, además de tres vistas con cotas insertadas en Sheet2.



# Lección 4

## PhotoWorks™

Cuando completes esta lección, podrás:

- Cargar el Add-in PhotoWorks.
- Crear una configuración de ensamblaje de PhotoWorks.
- Aplicar la herramienta Apariencia al ensamblaje Race Car.
- Aplicar la herramienta Escena.
- Renderizar el ensamblaje Race Car.
- Aplicar y editar la herramienta Calcomanía en el ensamblaje Race Car.
- Comprender qué funciones permiten que una imagen parezca realista y realizar cambios para mejorar el realismo del renderizado.
- Guardar la imagen de PhotoWorks.

## PhotoWorks

PhotoWorks es la mejor solución de renderizado del mercado para crear imágenes en realismo fotográfico a partir de modelos en 3D. Utiliza PhotoWorks para que tus compañeros de trabajo puedan ver los diseños con más facilidad. PhotoWorks tiene efectos de visualización avanzados como la iluminación definida por el usuario, una extensa biblioteca de apariencias y texturas o la determinación de escenarios de fondo.

PhotoWorks te permite renderizar un modelo en una escena existente con luces. Si seleccionas uno de los estudios, la escena y las luces se agregarán automáticamente y se escalarán según el tamaño del modelo. De forma predeterminada, las imágenes se renderizan a la zona de gráficos. También puedes guardar imágenes en un archivo utilizando diversos formatos para materiales impresos y páginas Web.

Con PhotoWorks, puedes definir y modificar los siguientes elementos de un renderizado:

- Escena
- Apariencias
- Calcomanías
- Iluminación
- Formatos de salida de imagen



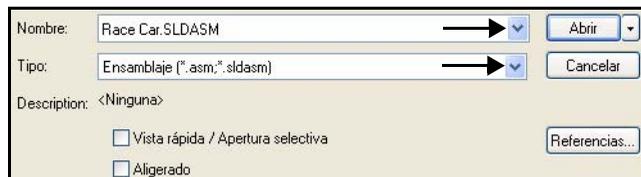
## Activación de PhotoWorks

El renderizado es el proceso de aplicación de información de apariencias, escena, iluminación y calcomanías al modelo.



### 1 Abre el ensamblaje Race Car.

Haz clic en **Abrir**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



Utiliza **Examinar** para buscar la ubicación del ensamblaje Race Car en la carpeta PhotoWorks o utiliza el ensamblaje que has creado.

Presiona **Abrir** para abrir el ensamblaje Race Car.

Aparece el ensamblaje Race Car en la zona de gráficos.

## 2 Carga el complemento PhotoWorks.

Haz clic en **Opciones** , **Complementos**, en la barra de herramientas de la barra de menús. Aparece el cuadro de diálogo Complementos.



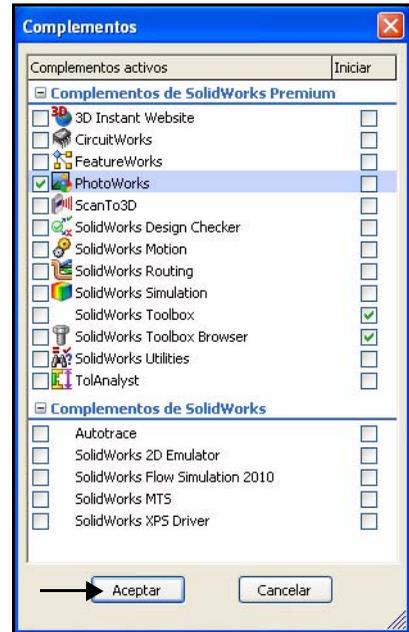
Marca la casilla **PhotoWorks**.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo Complementos.

La pestaña RenderManager  aparece en el FeatureManager y se actualiza en la pestaña Apariencias/PhotoWorks  del Panel de tareas.

Haz clic en **Sombreado con aristas** en la barra de herramientas transparente Ver.

**Nota:** Se muestran las aristas tangentes.



## 3 Visualiza la barra de herramientas PhotoWorks.

Haz clic en Ver, Barras de herramientas en la barra de menús.

Marca la casilla **PhotoWorks**. Aparece la barra de herramientas PhotoWorks.

Visualiza las herramientas y las opciones disponibles.



## Creación de una configuración de renderizado

Es conveniente crear una configuración del ensamblaje específicamente para el renderizado. De esta manera, puedes realizar cambios en el ensamblaje sin afectar otros elementos, como por ejemplo el dibujo.

### 1 Crea una nueva configuración.

Haz clic en la pestaña

**ConfigurationManager** .

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Race Car**.

Haz clic en **Agregar configuración**. Aparece el PropertyManager Agregar configuración.

**Nota:** La nueva configuración será una copia de la configuración activa.

Escribe **PhotoWorks** en el cuadro Nombre de configuración.

Escribe **PhotoWorks** en el cuadro Descripción.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Agregar configuración.

Observa la nueva configuración.



## 2 Observa la nueva configuración PhotoWorks.

Haz clic en la configuración **PhotoWorks** en el ConfigurationManager.

Haz clic en la pestaña **RenderManager** .

Expanda las carpetas Scene, Appearances y Lighting.

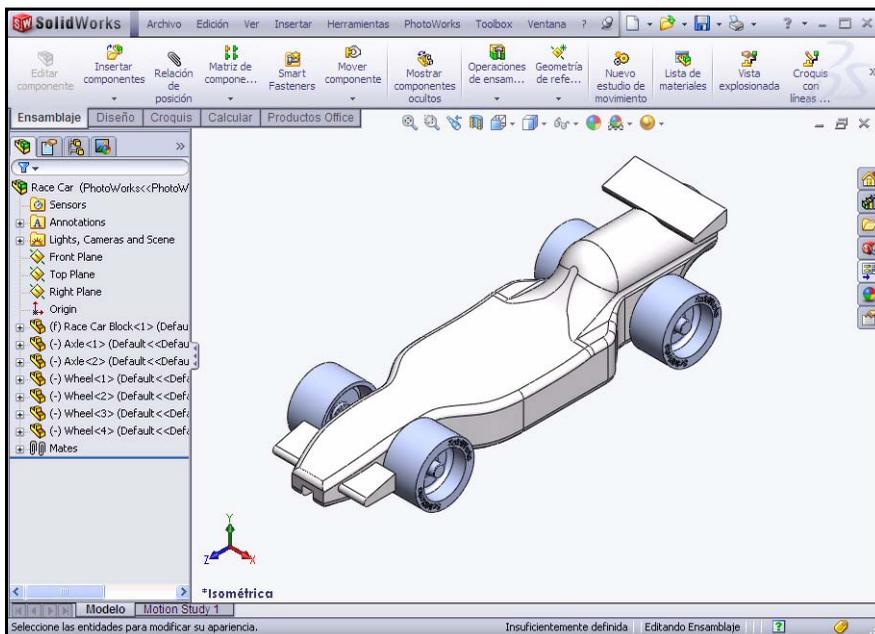
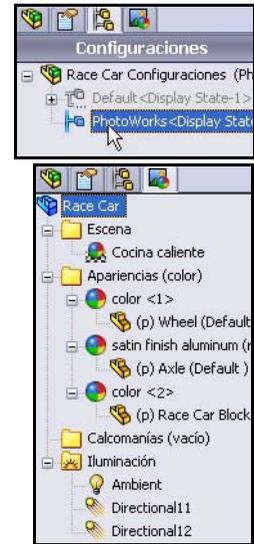
Observa los detalles.

## 3 Vuelve al FeatureManager.

Haz clic en la pestaña **FeatureManager** .

Haz clic en **Sombreado con aristas** .

**Nota:** La configuración actual es PhotoWorks. Observa los resultados en la zona de gráficos.



## Apariencia

PhotoWorks puede utilizar la apariencia aplicada al modelar Race Car para el renderizado. Sin embargo, esta no es siempre la mejor opción para un renderizado. Por ejemplo, cuando se modeló Race Car Block, se utilizó el material madera balsa por lo que pudimos calcular la masa. Para ello, fue necesario contar con las propiedades de material correctas, como la densidad.

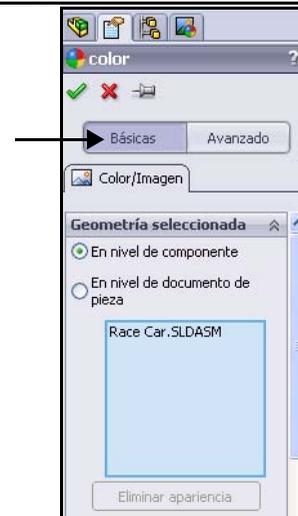
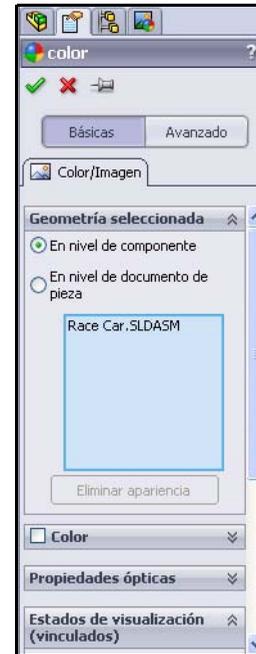
En el caso de un renderizado, te interesará más el aspecto del automóvil que el material del que está hecho. Es por eso que aunque PhotoWorks pueda renderizar materiales de ingeniería como acero, cobre, aluminio y plástico, también puede aplicar y renderizar materiales como caucho, cuero, tela, pintura, etc.

### 4 Aplica la función Apariencia a los neumáticos.

Haz clic en la herramienta

**Apariencia**  en la barra de herramientas PhotoWorks. Aparece el PropertyManager color.

Haz clic en la pestaña **Básicas** en el PropertyManager color.



### 5 Aplica cambios en el nivel de la pieza.

Puedes aplicar cambios en el nivel de la pieza, operación o ensamblaje.

Haz clic en el cuadro **En nivel de documento de pieza**.

### 6 Aplica cambios en la configuración de PhotoWorks.

La nueva configuración de PhotoWorks es la configuración activa.

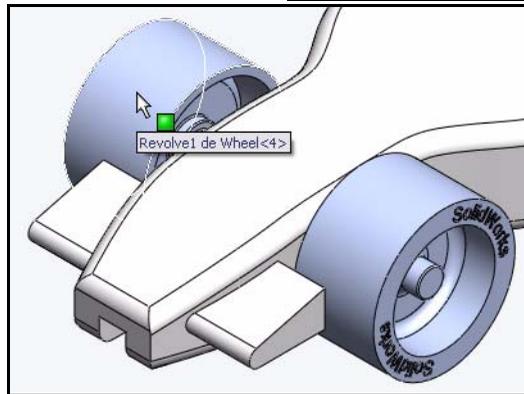
Marca la casilla **Este estado de visualización**.

Haz clic en **Seleccionar caras** en el cuadro Geometría seleccionada.



Haz clic en la **cara superior** de un neumático en la zona de gráficos.

La cara seleccionada aparece en el cuadro Geometría seleccionada.



Haz clic en la pestaña **Apariencias/PhotoWorks**  en el Panel de tareas como se ilustra.

Expande la carpeta **Appearances (color)**.

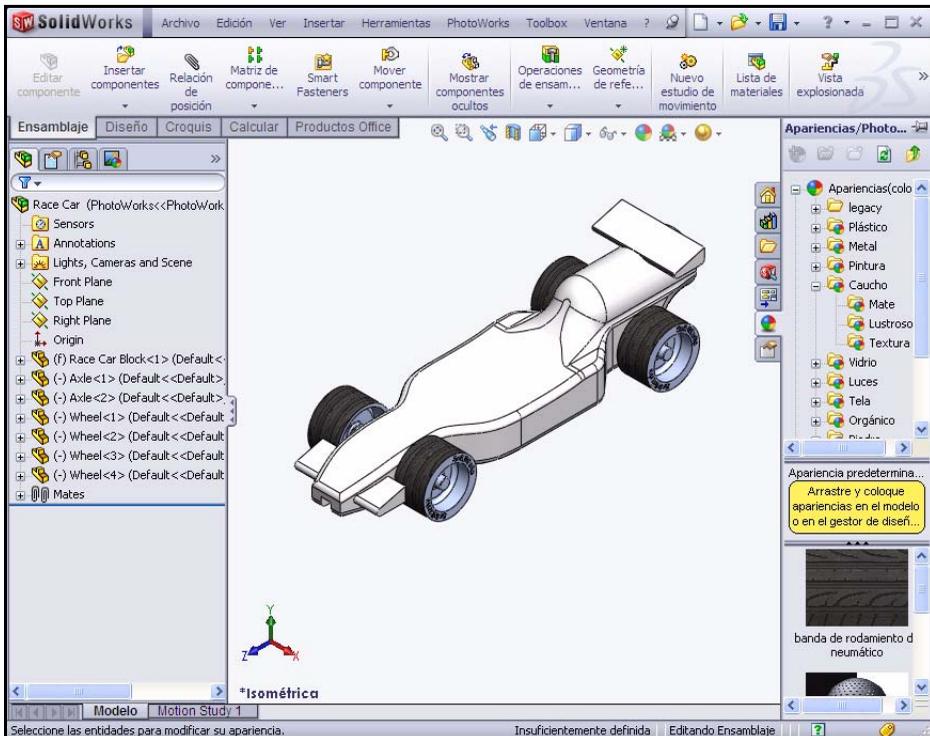
Expande la carpeta **Rubber**.

Haz clic en la carpeta **Textura**.

Haz clic en banda de rodamiento de neumático. La apariencia de la banda de rodamiento de neumático se aplica a los cuatro neumáticos en la zona de gráficos.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager banda de rodamiento de neumático.

Observa los resultados en la zona de gráficos.



## 7 Aplica la herramienta Apariencia al alerón frontal y posterior.

Haz clic en la herramienta

**Apariencia**  en la barra de herramientas PhotoWorks. Aparece el PropertyManager **color**.



## 8 Aplica cambios en el nivel de la operación.

Puedes aplicar cambios en el nivel de la pieza, operación o ensamblaje.

Haz clic en el cuadro **En nivel de documento de pieza**.

Marca la casilla **Este estado de visualización**.

Haz clic en la casilla **Seleccionar operaciones**.



Selecciona un **color**.

Expande Race Car en el FeatureManager desplegable.

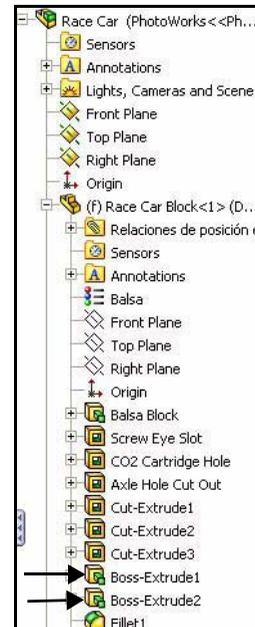
Expande Race Car Block.

Haz clic en **Boss-Extrude1**. Boss-Extrude1 es el alerón frontal y aparece en el cuadro de diálogo Geometría seleccionada.

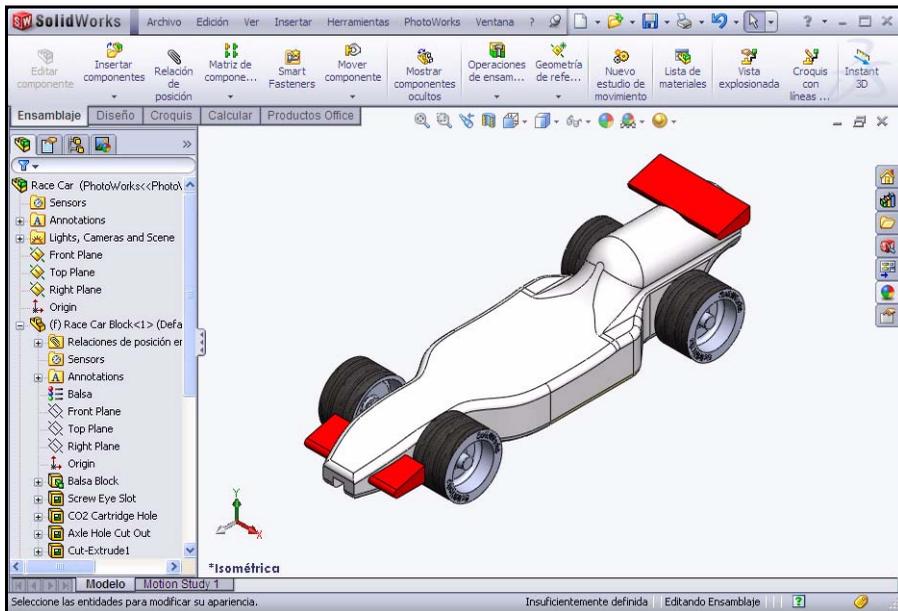
Haz clic en **Boss-Extrude2**. Boss-Extrude2 es el alerón posterior y aparece en el cuadro de diálogo Geometría seleccionada.

**Nota:** Se puede seleccionar y crear un color personalizado utilizando la paleta de colores en el cuadro de diálogo Color.

**Nota:** Si fuera necesario, selecciona una única operación Boss-Extrude1 y vuelve a ejecutar el procedimiento para la segunda operación Boss-Extrude2.



Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager **Color**.  
Observa los resultados.



## Renderizado

El renderizado es el proceso de aplicación de información de apariencias, escena, iluminación y calcomanías al modelo. El renderizado completo se aplica a todas las opciones establecidas dentro de PhotoWorks.

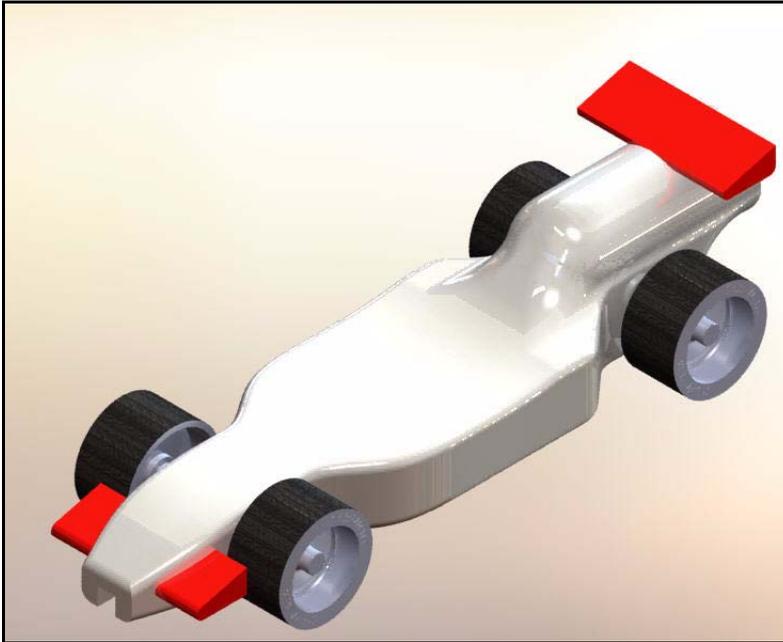


**Nota:** Cualquier operación que cambie la visualización (zoom, trasladar o girar) eliminará el renderizado.

## 1 Renderiza el modelo.

Haz clic en la herramienta **Renderizar**  en la barra de herramientas PhotoWorks.

Observa el modelo en la zona de gráficos.



## Modificación de la apariencia

### 1 Modifica la apariencia de Race Car Block.

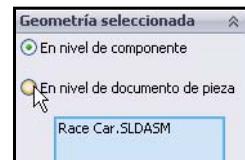
Presiona la tecla **z** para salir del modo Renderizar.

Haz clic en la herramienta **Apariencia** . Aparece el PropertyManager color. Race Car aparece en el cuadro Geometría seleccionada.

Haz clic en el cuadro **En nivel de documento de pieza**.

Haz clic en **Especificar estado de visualización** en el cuadro de diálogo Estados de visualización.

Haz clic en <PhotoWorks>.



Haz clic en **Race Car Block** en el FeatureManager desplegable Race Car.

Expande la carpeta **Appearances (color)**.

Expande la carpeta **Metal**.

Haz clic en **Plata**.

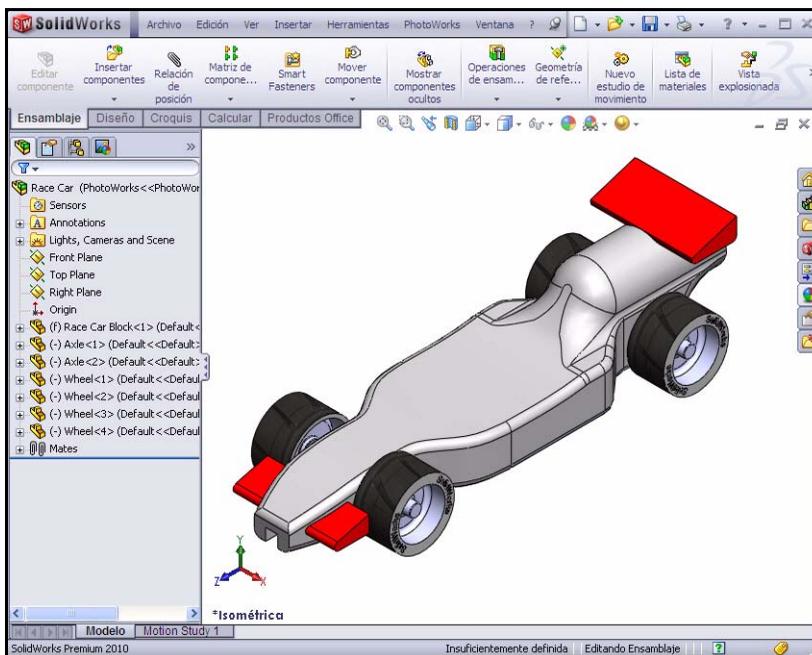
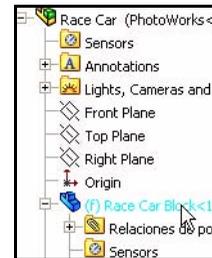
Haz clic en **plata mate**.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager plata mate.

## 2 Renderiza el modelo.

Haz clic en la herramienta **Renderizar**  en la barra de herramientas PhotoWorks.

Observa los resultados.



### 3 Guarda el modelo.

Presiona la tecla **z** para salir del modo Renderizar.

Haz clic en **Guardar** .

## Escenas

Las escenas de PhotoWorks se componen de objetos que vemos en el renderizado y que no son el modelo. Se pueden considerar una caja o esfera virtual alrededor del modelo. Las escenas se componen de fondos, efectos de primer plano y escenarios. PhotoWorks tiene un número de escenas predefinidas para realizar renderizados iniciales de manera rápida y fácil.



### 1 Aplique la herramienta Escena.

Haz clic en la herramienta

**Escena**  en la barra de herramientas PhotoWorks. Aparece el cuadro de diálogo Editor de escena.

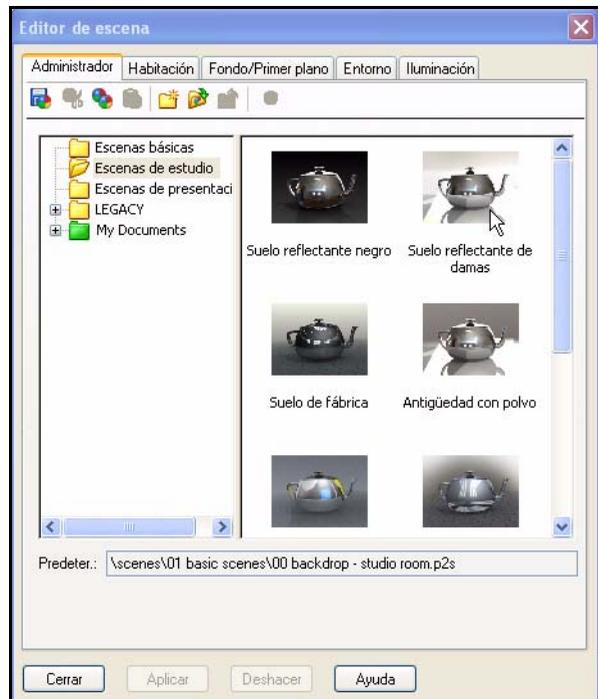
Haz clic en la pestaña **Administrador**.

Haz clic en **Escenas de estudio**.

Haz clic en **Suelo reflectante de damas** (o en damero).

Haz clic en **Aplicar**.

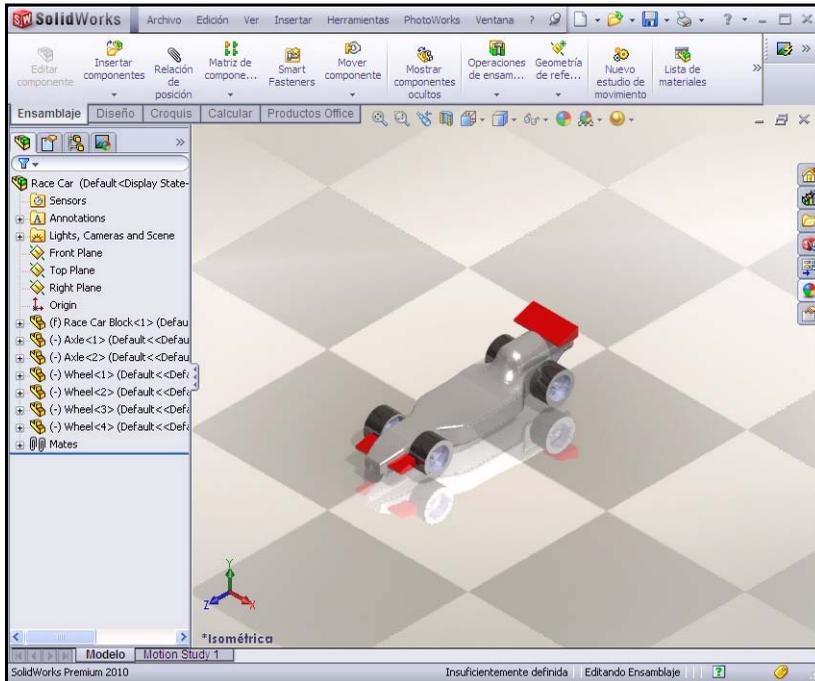
Haz clic en **Cerrar**.



## 2 Renderiza el modelo.

Haz clic en la herramienta **Renderizar**  en la barra de herramientas PhotoWorks. Observa el modelo.

Presiona la tecla **z** para salir del modo Renderizar.



## Calcomanías

Las calcomanías son materiales gráficos aplicados al modelo. En cierta manera son como texturas, ya que se aplican a la superficie de la pieza, operación o cara.

Las calcomanías pueden tener partes de la imagen enmascaradas.

El enmascaramiento permite que el material de la pieza subyacente se muestre a través de la imagen de la calcomanía.

Las calcomanías pueden crearse a partir de diversos archivos de imágenes, incluidos sin limitación:

- Mapas de bits de Windows (\* .bmp)
- Formato TIFF (\* .tif)
- Joint Photographic Expert Group (\* .jpg)

### 1 Aplica una calcomanía.

Haz clic en la herramienta

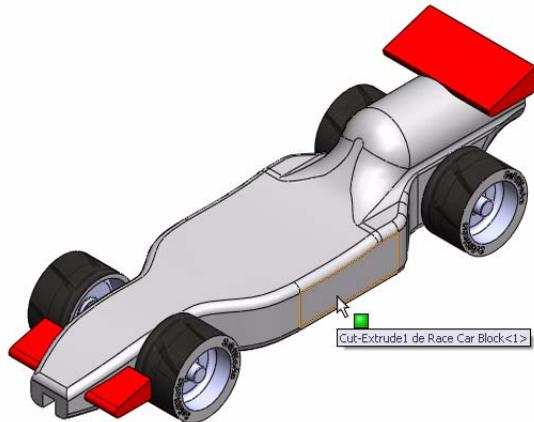
**Nueva calcomanía**  en la barra de herramientas PhotoWorks.

Aparece el PropertyManager Calcomanías.

Si fuera necesario, haz clic en la pestaña **Apariencias/**

**PhotoWorks**  en el Panel de tareas.

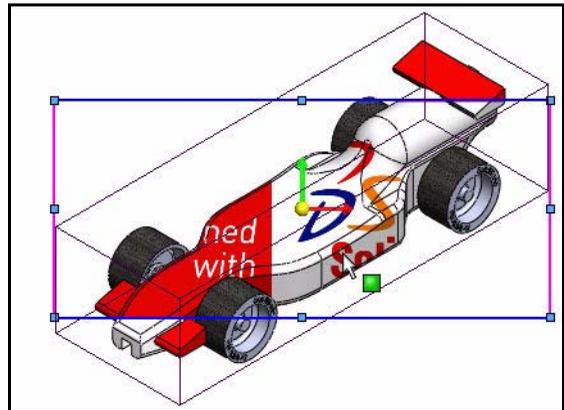
Haz clic en una posición en el **lado derecho** de Race Car Block como se ilustra.



Haz clic en la carpeta Decals.

Haz clic en la calcomanía SolidWorks.

La calcomanía aparece en Race Car Block.



Marca la casilla **Esta configuración.**



## Ubica la calcomanía

Haz clic en la pestaña **Asignación** en el PropertyManager Calcomanías.

La calcomanía no se ubica ni se escala convenientemente para el modelo.

Selecciona **Proyección** en el menú desplegable del cuadro Asignación.

Selecciona **ZX** en el menú desplegable para la dirección del Eje.

Escribe **20,00** mm para la ubicación Horizontal.

Escribe **-12,50** mm para la ubicación Vertical.

Introduce **180°** para Rotación.

Haz clic **dentro** de la zona de gráficos. Observa los resultados.

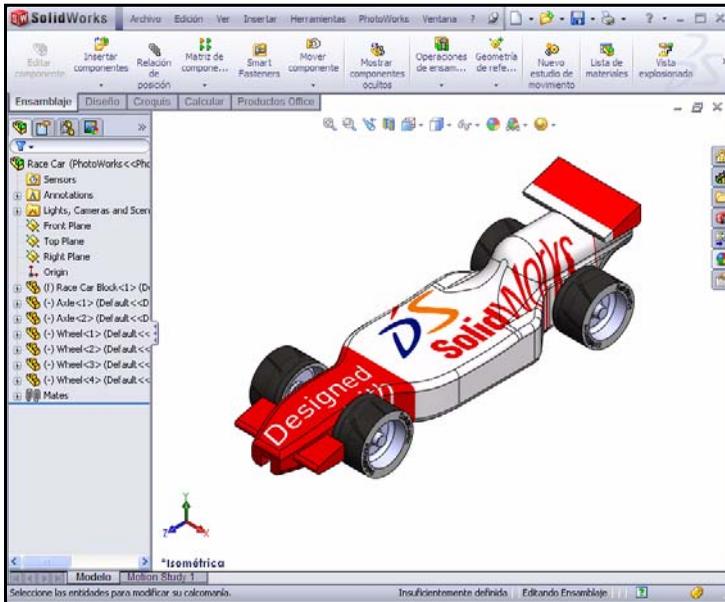
Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Calcomanías.

Observa los resultados.

**Sugerencia:** Crea una calcomanía a partir de un archivo existente.

Selecciona la pestaña **Imagen**. Haz clic en el botón **Examinar** debajo de Ruta del archivo de imagen.

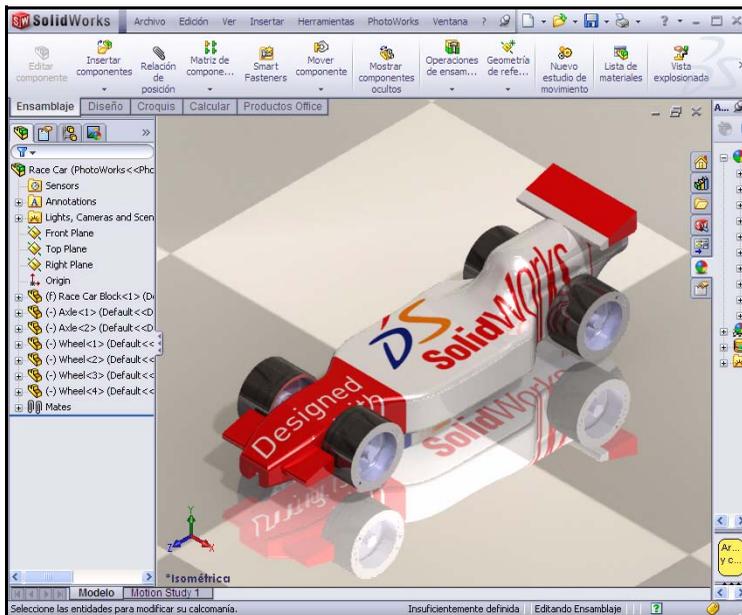




**2 Renderiza el modelo.**

Haz clic en la herramienta **Renderizar**  en la barra de herramientas PhotoWorks.

Observa el modelo en la zona de gráficos.



### 3 Guarda el modelo.

Haz clic en **Sombreado**  en la barra de herramientas transparente Ver.  
Presiona la tecla **z** para salir del modo Renderizar.

Haz clic en **Guardar** .

### 4 Revisa el RenderManager.

Haz clic en la pestaña **RenderManager** .

Expande cada **carpeta**. Observa los resultados.

## Edición de la calcomanía

Haz clic con el botón derecho del ratón en **logo <1>**.

Haz clic en **Editar**. Aparece el PropertyManager Calcomanías.

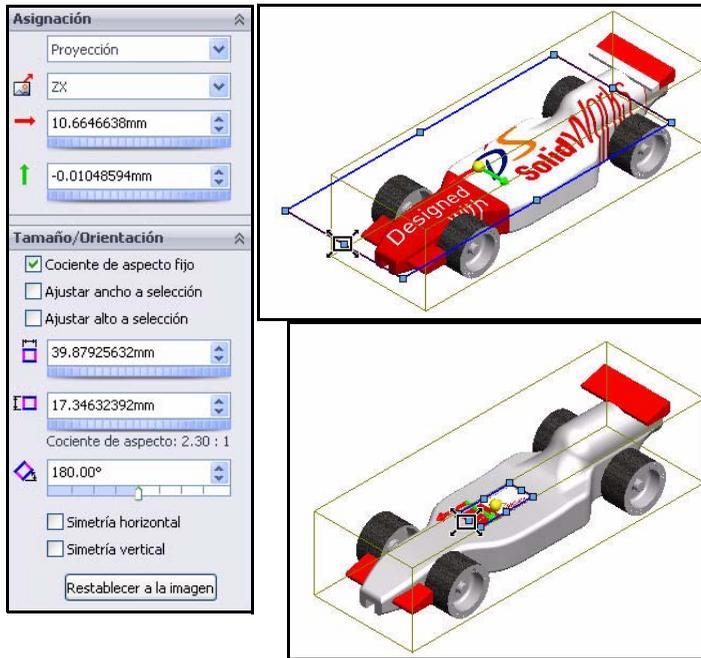


Haz clic en la pestaña **Asignación**.

Utiliza el **marco de calcomanía de la zona de gráficos** para mover, girar y cambiar el tamaño de la calcomanía. Observa la posición terminada de la calcomanía en el PropertyManager.

**Nota:** Si arrastras las aristas o cualquier punto dentro del marco, la imagen se mueve, si arrastras esquinas, cambia de tamaño y si arrastras la bola central, la calcomanía gira.





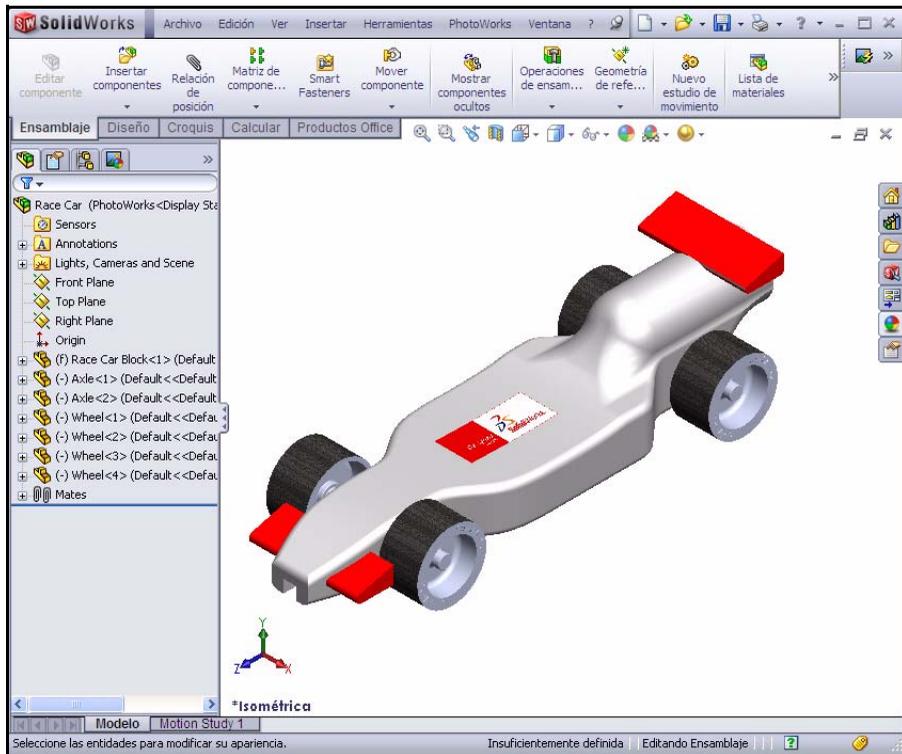
Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Calcomanías.

## 5 Vuelve al FeatureManager.

Haz clic en la pestaña **FeatureManager** .

## 6 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar** . Has terminado con esta sección. Diviértete. Explora las calcomanías, las apariencias, la iluminación, las escenas, etc.



## Opciones de salida

El renderizado en la pantalla de la computadora generalmente se realiza por dos razones básicas:

- Para visualizar los efectos de las apariencias y las escenas. Generalmente este es un paso intermedio para llegar al resultado final.
- Para capturar la imagen con un software de captura de pantalla para su utilización en otros programas. Las imágenes de este manual se realizaron como capturas de pantalla.

Sin embargo, rara vez es este el resultado final.

## Renderizado en una impresora

El renderizado directo en una impresora resulta útil para crear la imagen impresa de un proyecto. Esta es una opción limitada porque no se pueden agregar textos, colocar varias imágenes en una página o manipular la imagen. El renderizado en una impresora no resulta útil para ilustraciones en Microsoft® Word o PowerPoint® porque la copia impresa tendría que convertirse en un archivo gráfico.

Algunos usos comunes de renderizados de impresora podrían ser para:

- Presentaciones públicas de productos antes del comienzo de la producción.
- Pizarras de exhibición en conferencias.
- Informes de proyectos.

Para obtener una salida renderizada de una impresora, debes utilizar el comando Imprimir de PhotoWorks en lugar del comando Imprimir de SolidWorks.

## Renderizado en un archivo

El método de salida más útil consiste en renderizar la imagen en un archivo. Los archivos de imágenes pueden utilizarse con diversos propósitos, incluyendo páginas Web, manuales de formación, folletos de ventas y presentaciones en PowerPoint®.

Los archivos de imágenes renderizados pueden manipularse aún más con otro software para agregar rotulación, efectos o realizar ajustes que excedan la capacidad de PhotoWorks. Esto se conoce como la etapa de posproducción.

## Tipos de archivos

Las imágenes pueden renderizarse en los siguientes tipos de archivo:

- Mapas de bits de Windows (\*.bmp)
- TIFF (\*.tif)
- TARGA (.tga)
- Archivo de escena de mental ray (\*.mi)
- JPEG (\*.jpg)
- PostScript (\*.ps)
- PostScript encapsulado (\*.eps)
- 8 bits RGBA de Silicon Graphics (\*.rgb)
- Pixmap portátil (\*.ppm)
- Archivo de color Utah/Wavefront, tipo A (\*.rla)
- Archivo de color Utah/Wavefront, tipo B (\*.rlb)
- Archivo de color de Softimage (\*.pic)
- Archivo de color Alias (\*.alias)
- Abekas/Quantel, PAL (720 x 576) (\*.qntpal)
- Abekas/Quantel, NTSC (720 x 486) (\*.qntntsc)
- Archivo de color de 8 bits de mental images (\*.ct)

## Métodos para aumentar la calidad del renderizado

La calidad del archivo de imagen puede variar según las opciones elegidas en SolidWorks y PhotoWorks. Por lo general, la calidad de renderizado y el tiempo de renderizado son directamente proporcionales. A continuación se incluyen algunas opciones para mejorar la calidad de la imagen.

**Nota:** Esta introducción a PhotoWorks no abarcó todas estas opciones. Para obtener información adicional sobre PhotoWorks, pregúntale a tu profesor si puedes obtener una copia de *PhotoWorks Step-By-Step: A Self-Study Guide to Photorealistic Rendering (PhotoWorks paso a paso: Guía de autoestudio al renderizado en realismo fotográfico)*. Puedes solicitarla a tu distribuidor escolar de SolidWorks.

- Aumentar la calidad de imagen de SolidWorks.  
PhotoWorks utiliza los datos de triangulación de los modelos de SolidWorks sombreados al importar dichos modelos para el renderizado. El aumento de la calidad de la imagen sombreada reduce las aristas irregulares en las superficies curvas.
- Aumentar el número de píxeles renderizados.  
Utiliza un valor alto de punto por pulgada para renderizar más píxeles.
- Activar el trazado de rayos.  
El trazado de rayos permite que la luz se refleje y se refracte en y a través de los sólidos, respectivamente.
- Utiliza un valor de antisolapamiento más alto.  
Los valores de antisolapamiento más altos reducen la apariencia irregular de las aristas que no son verticales u horizontales.
- Aumentar la calidad de las sombras.  
El aumento de la calidad de las sombras mejora sus respectivas aristas.
- Activar la iluminación indirecta.  
La iluminación indirecta agrega luz a las superficies que han sido reflejadas por otras superficies.
- Activar la causticidad.  
La causticidad aporta realismo al agregar toques de luz provocados por la luz al reflejarse a través de materiales transparentes.
- Activar la iluminación global.  
La iluminación global agrega todas las formas de iluminación indirecta además de los efectos de la causticidad. Esto incluye información y resistencia del color.

## Cuántos píxeles se deben renderizar

Para obtener una salida de la más alta calidad con el tamaño de archivo más eficiente, es necesario determinar el tamaño correcto para renderizar la imagen. Como regla general, no escales imágenes de mapa de bits en forma ascendente. Esto provoca falta de definición. Las imágenes deben escalarse en forma descendente, pero el archivo original será más grande de lo necesario.

## Dpi frente a Ppi

A veces, los puntos por pulgada (dpi) y los píxeles por pulgada (ppi) se utilizan indistintamente, pero en realidad son diferentes. Los puntos por pulgada son el número de puntos impresos por pulgada lineal. Los píxeles por pulgada miden la resolución de una imagen proyectada en una pantalla.

## Cálculo del número correcto de píxeles

Pregunta: ¿Cómo se calcula la cantidad de píxeles a renderizar para la salida final?

Respuesta: Retrocede desde la salida.

Como referencia general, las imágenes Web utilizan una resolución de 72 dpi. Los periódicos utilizan resoluciones de 125 dpi a 170 dpi. Los folletos y las revistas de alta calidad utilizan resoluciones de 200 dpi a 400 dpi. Para los libros, el rango generalmente es de 175 dpi a 350 dpi. Las presentaciones en PowerPoint normalmente son de 96 ppi.

Si la salida se realizará a una impresora y deseas que la imagen parezca una fotografía, quizás necesites 300, 600 ó 1.200 puntos por pulgada.

Multiplica la resolución de la impresora en puntos por pulgada (dpi) por el tamaño deseado en pulgadas.

El número de píxeles correcto puede calcularse e introducirse directamente, o bien puedes especificar el tamaño de la imagen en pulgadas o centímetros y los puntos por pulgada y dejar que PhotoWorks calcule el resultado.

## Ejemplo N° 1

Supongamos que deseamos incluir el renderizado de Race Car en un informe de Microsoft Word que vamos a imprimir en una impresora de 300 dpi. Deseamos que la imagen tenga 5 pulgadas (12,7 cm) de anchura y 3,75 pulgadas (9,52 cm) de alto.

La multiplicación del tamaño de la imagen deseada por los dpi de la impresora da como resultado 1.500 por 1.125 píxeles.

### 1 Renderiza en un archivo.

Para obtener una buena calidad de impresión, renderiza esta imagen como un archivo TIFF. Esto aumentará el tamaño del archivo pero te permitirá obtener una excelente definición.

Haz clic en **Renderizar en archivo**  en la barra de herramientas PhotoWorks.

Establece el directorio de búsqueda en la carpeta Race Car.

Selecciona **8-bit RGBA TIFF** en Formato.

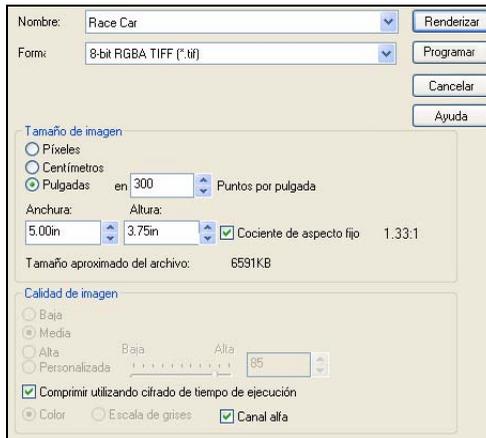
Asigna al archivo el nombre Race Car.tif.

Selecciona **Cociente de aspecto fijo**.

Selecciona **Pulgadas** en Tamaño de imagen.

Especifica **5,00** en Anchura.

Especifica **3,75** en Altura.



**Ejemplo N° 2**

Supongamos que deseamos incorporar nuestro renderizado a una presentación de PowerPoint. Las presentaciones de PowerPoint generalmente utilizan imágenes de 96 dpi. Deseamos que la imagen tenga 5,5 pulgadas (14 cm) de anchura.

Para mantener el cociente de aspecto, calcula la altura correcta:  $\frac{5}{3.75} = \frac{5.5}{NewHeight}$

Al resolver, obtenemos  $3.75 \times 5.5 = 5 \times NewHeight$  o  $20.625 = 5 \times NewHeight = 4.125$

La multiplicación del tamaño de la imagen deseada por 96 dpi da como resultado 528 por 396 píxeles.

Esto da como resultado un tamaño de archivo de 816 KB aproximadamente.

**2 Guarda y cierra.**

Procede a **Guardar** y **Cerrar** todos los archivos abiertos.

## **Lección 5**

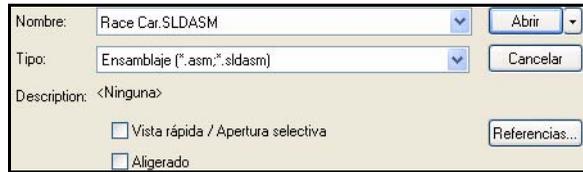
### **Análisis**

Cuando completes esta lección, podrás:

- Modificar el alerón trasero de Race Car Block para aumentar la masa.
- Aplicar la herramienta Medir.
- Aplicar la herramienta Propiedades físicas.
- Aplicar SolidWorks SimulationXpress™ a la pieza Axle-A.
- Guardar el análisis de SolidWorks SimulationXpress™.
- Aplicar SolidWorks Flow Simulation™ al ensamblaje Race Car Block inicial.
- Aplicar SolidWorks Flow Simulation al ensamblaje Race Car final.
- Comparar los resultados.
- Guardar el análisis de SolidWorks Flow Simulation.

## Modificación del alerón trasero

En la Lección 2, se creó el ensamblaje Race Car. Se aplicó la herramienta Propiedades físicas y se calculó la masa del automóvil de carrera sin pintura, calcomanías, arenado, etc. en 54,98 gramos. Aumenta el tamaño del alerón trasero para aumentar la masa total del ensamblaje Race Car.



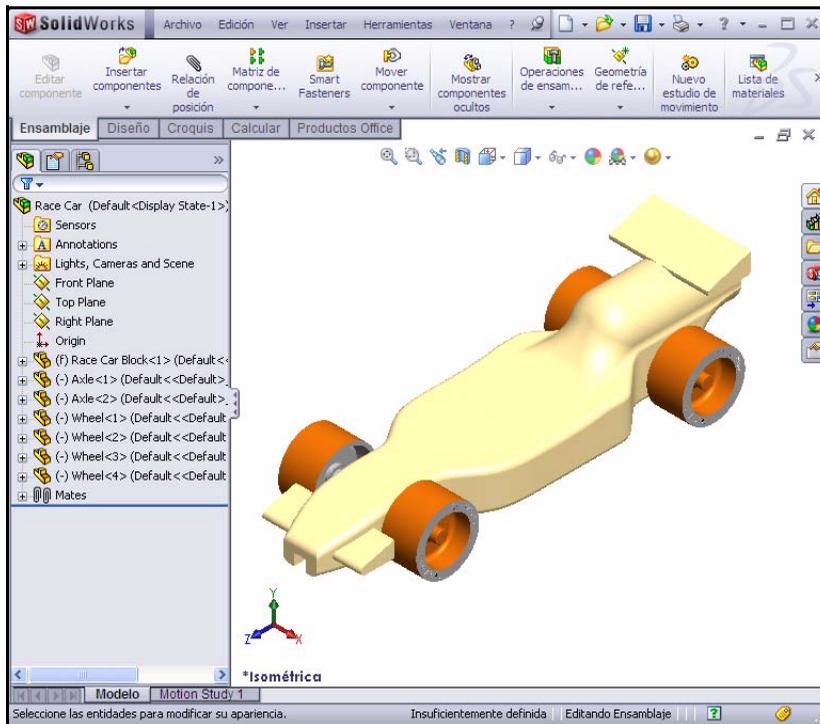
### 1 Abre el ensamblaje Race Car.

Haz clic en **Abrir**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

Utiliza **Examinar** para buscar la ubicación del ensamblaje Race Car.

Presiona **Abrir** para abrir el ensamblaje.

Aparece el ensamblaje Race Car.



- 2 Abre la pieza Race Car Block.**  
Haz clic con el botón derecho del ratón en Race Car Block en el FeatureManager.

Haz clic en **Abrir pieza**  en la barra de herramientas contextual. Aparece el FeatureManager Race Car Block.

- 3 Visualiza el alerón trasero.**  
Haz clic en **Sin líneas ocultas**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la vista **Derecha**  en la barra de herramientas transparente Ver.

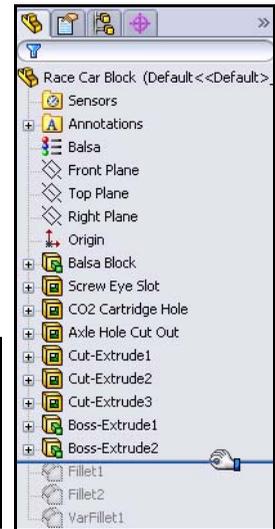
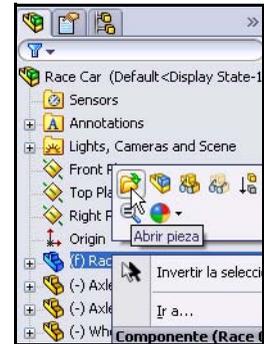
Presiona la tecla **f** para ajustar el modelo a la zona de gráficos.

Arrastra la **barra de retroceso** debajo de Boss - Extrude2.

Expande Boss - Extrude2.

Haz clic con el botón derecho del ratón en Sketch9.

Haz clic en **Salir del croquis**  en la barra de herramientas contextual.



Utiliza **Zoom acercar** en el alerón trasero.

**4 Modifica la altura del alerón trasero.**

Haz doble clic en la cota de texto **8**.

Escribe **10** en el cuadro de diálogo Modificar.

Haz clic en la herramienta

**Reconstruir** .

Haz clic en la **marca de selección**

**verde**  en el cuadro de diálogo Modificar.

**5 Modifica la anchura del alerón trasero.**

Haz doble clic en la cota de texto **18**.

Escribe **22** en el cuadro de diálogo Modificar.

Haz clic en la herramienta **Reconstruir** .

Haz clic en la **marca de selección verde**  en el cuadro de diálogo Modificar.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Cota. Observa las cotas del alerón trasero modificado.

Haz clic en la herramienta **Reconstruir** .

Arrastra la **barra de retroceso** debajo de VarFillet1 en el FeatureManager como se ilustra.

Haz clic en **Sombreado**  en la barra de herramientas transparente Ver.

**6 Guarda el modelo.**

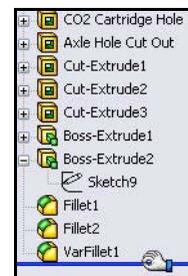
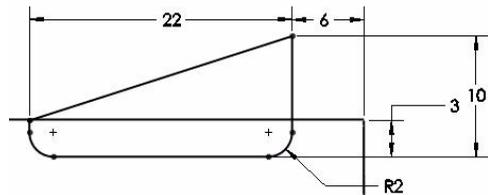
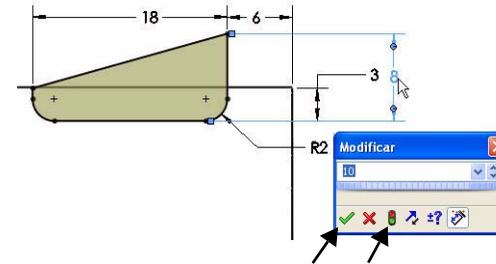
Haz clic en la vista **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

**7 Vuelve al ensamblaje Race Car.**

Haz clic en Archivo, Cerrar en la barra de menús. Aparece el ensamblaje Race Car.

Haz clic en **Sí** para reconstruir.



## Cálculo de la nueva masa

Se modificó la altura y la anchura del alerón trasero. Compara el diseño original con el diseño modificado. Aplica la herramienta Propiedades físicas. Mide la masa total del ensamblaje Race Car.

### 1 Aplica la herramienta Propiedades físicas.

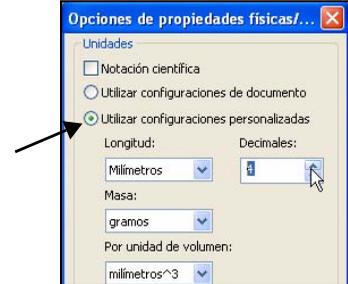
Haz clic en la pestaña **Evaluar**.

Haz clic en la herramienta **Propiedades físicas**  en la barra de herramientas Evaluar. Aparece el cuadro de diálogo Propiedades físicas.

Haz clic en el botón **Opciones**.

Marca la casilla **Utilizar configuración personalizada**.

Selecciona **4** en Cifras decimales.



Haz clic en **Aceptar** en el cuadro Opciones de propiedades físicas/de sección.

Observa la nueva masa del ensamblaje Race Car. La nueva masa es de aproximadamente 55,31 gramos frente a 54,98.

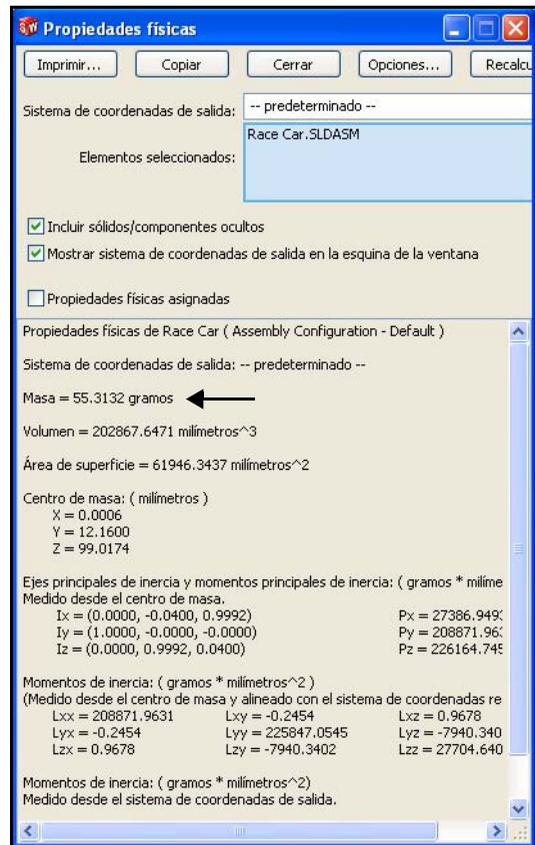
Haz clic en **Cerrar** en el cuadro de diálogo Propiedades físicas.

Explora los cambios de diseño en el ensamblaje Race Car. Asegúrate de que tu configuración final cumpla con los requisitos del concurso de carrera.

## Aplicación de la herramienta Medir

Aplica la herramienta Medir para medir tus modificaciones al alerón trasero. Se modificó el alerón trasero en Race Car Block.

Confirma tus cotas modificadas.



## 1 Aplica la herramienta Medir.

Haz clic en la herramienta **Medir**  en la barra de herramientas Evaluar. Se muestra el cuadro de diálogo Medir - Race Car.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Borrar selecciones** en el cuadro de selección.

Haz clic en la vista **Superior**  en la barra de herramientas transparente Ver.



## 2 Mide la anchura del alerón trasero.

Haz clic en la **arista frontal** del alerón trasero.

Haz clic en la **arista posterior** del alerón trasero. Se visualiza la cota 22 mm.

## 3 Mide la altura del alerón trasero.

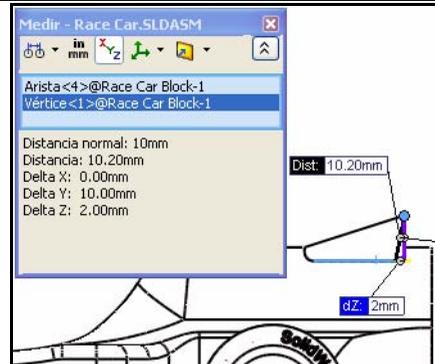
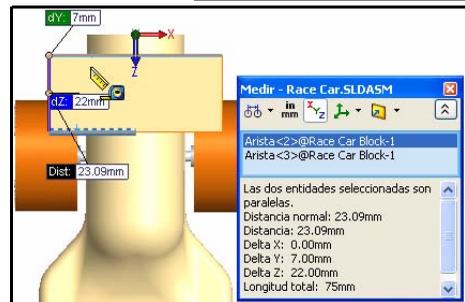
Haz clic con el botón derecho del ratón en **Borrar selecciones** en el cuadro de selección.

Haz clic en la vista **Derecha** .

Haz clic en **Sin líneas ocultas**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la **arista inferior** del alerón trasero.

Haz clic en la **arista superior** del alerón trasero. Observa las cotas.



**Cierra** el cuadro de diálogo Medir - Race Car.

Haz clic en **Sombreado con aristas**  en la barra de herramientas transparente Ver.

Haz clic en la vista **Isométrica** .

## 4 Guarda el modelo.

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

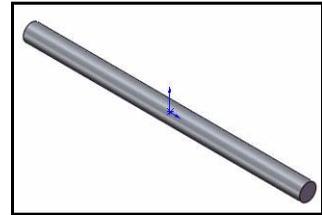
Haz clic en **Ventana, Cerrar todo** en la barra de menús. Se cierran todos los modelos.

## Análisis de tensión del eje

En esta sección, utilizarás SolidWorks SimulationXpress™ para analizar rápidamente la pieza *Axle-A* que se utiliza en el ensamblaje *Race Car*. El análisis es muy rápido y fácil de realizar. Sólo se requieren seis pasos:

1. Establecer las unidades predeterminadas y especificar una carpeta para guardar los resultados del análisis.
2. Aplicar piezas de montaje.
3. Aplicar cargas.
4. Aplicar material.
5. Ejecutar el análisis.
6. Optimizar la pieza (opcional).
7. Observar los resultados.

Luego de realizar un análisis preliminar en la pieza *Axle-A* y evaluar su seguridad, cambiarás el material y volverás a ejecutar el análisis.



## Análisis de diseño

Después de crear tu diseño en SolidWorks, quizás necesites responder preguntas como:

- ¿Se romperá la pieza?
- ¿Cómo se deformará?
- ¿Puedo utilizar menos material sin perjudicar el rendimiento?

En la ausencia de las herramientas de análisis, se utilizan ciclos de diseño con pruebas de prototipos costosos para garantizar que el rendimiento del producto cumpla con las expectativas del cliente. El análisis del diseño permite llevar a cabo ciclos de diseño de manera rápida y económica en modelos realizados en computadora en lugar de probar costosos prototipos físicos. Incluso cuando los costos de fabricación no son relevantes, el análisis del diseño brinda beneficios significativos en la calidad del producto al permitir a los ingenieros detectar problemas de diseño mucho antes de lo que lleva crear un prototipo. El análisis de diseño también facilita los estudios de muchas opciones de diseño y ayuda a desarrollar diseños optimizados.

## Análisis de tensión

El análisis de tensión o análisis estático es la prueba de análisis de diseño más común. Predice cómo se deforma el modelo al ser sometido a una carga. Calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias y las tensiones en toda la pieza basándose en el material, las restricciones y las cargas. Un material falla cuando la tensión alcanza un determinado nivel. Diferentes materiales fallan en diferentes niveles de tensión. SolidWorks SimulationXpress™ utiliza análisis estáticos lineales, basados en el Método de elementos finitos (FEM), para calcular las tensiones. El análisis estático lineal realiza las siguientes suposiciones para calcular las tensiones en la pieza:

- **Suposición de linealidad.** Significa que la respuesta inducida es directamente proporcional a las cargas aplicadas.
- **Suposición de elasticidad.** Indica que la pieza vuelve a su forma original si las cargas se eliminan.
- **Suposición estática.** Implica que las cargas se aplican lenta y gradualmente hasta que alcanzan sus magnitudes completas.

## Interfaz de usuario

SolidWorks SimulationXpress te guía en seis pasos para definir propiedades de material, restricciones y cargas, analizar la pieza, optimizar dicha pieza y ver los resultados. La interfaz de SolidWorks SimulationXpress consta de los siguientes componentes:

Pestaña **Bienvenido**: Te permite establecer las unidades predeterminadas y especificar una carpeta para guardar los resultados del análisis.

Pestaña **Piezas de montaje**: Aplica piezas de montaje a las caras de la pieza.

Pestaña **Cargas**: Aplica fuerzas y presiones a las caras de la pieza.

Pestaña **Material**: Aplica propiedades de material a la pieza. El material se puede asignar desde la biblioteca de materiales o se pueden escribir las propiedades de material.

Pestaña **Ejecutar**: Puedes decidir si deseas analizar con la configuración predeterminada o si deseas cambiarla.

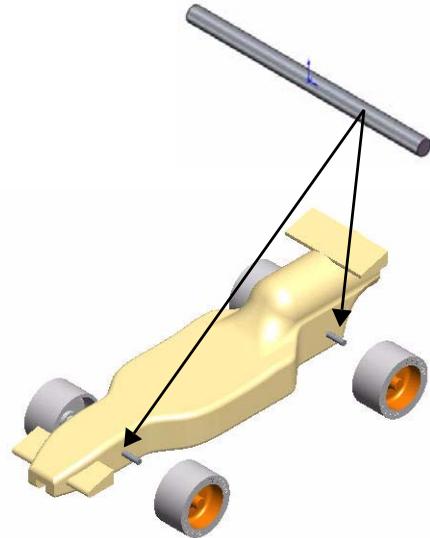
Pestaña **Optimizar**: Optimiza una cota de modelo basándote en un criterio especificado.

Pestaña **Resultados**: Te permite ver los resultados de análisis de las siguientes formas:

- Muestra las áreas críticas en las que el factor de seguridad es menor que un valor especificado.
- Muestra la distribución de tensiones en el modelo con o sin anotaciones para los valores de tensión máximo y mínimo.
- Muestra la distribución de desplazamientos resultantes en el modelo con o sin anotaciones para los valores de desplazamiento máximo y mínimo.
- Muestra la forma deformada del modelo.
- Genera un informe HTML.
- Genera archivos de eDrawings para los resultados del análisis.

Botón **Volver a empezar**: Haz clic en este botón para eliminar los datos y resultados de análisis existentes y empezar una nueva sesión de análisis.

Botón **Actualizar**: Ejecuta el análisis de SolidWorks SimulationXpress si las piezas de montaje y las cargas están solucionadas. De lo contrario, aparece un mensaje y debes resolver las piezas de montaje o las cargas no válidas. También aparece si cambias las propiedades del material, las piezas de montaje, las cargas o la geometría después de completar el análisis.

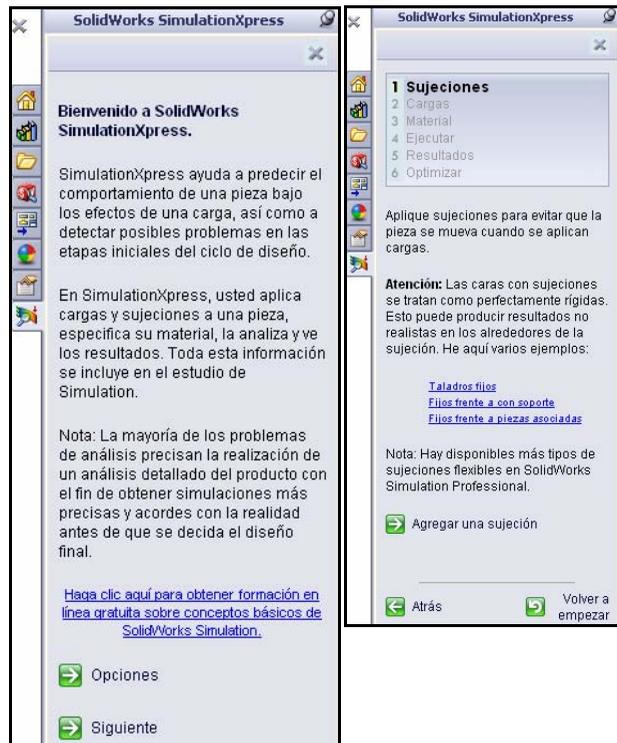


## Análisis de la pieza Axle-A

Busca la carpeta Analysis descargada y abre la pieza Axle-A en esta sección.

Realiza un análisis de tensión en dicha pieza.

La pieza Axle-A es una pieza de Axle con otro nombre que se utiliza en el ensamblaje Race Car.

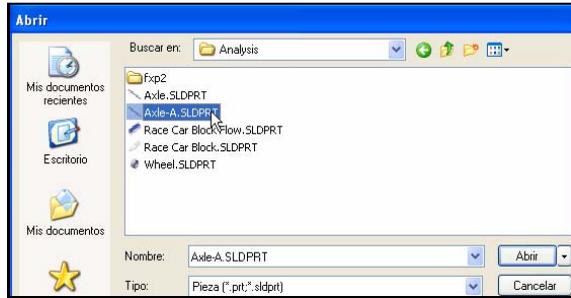


## Apertura de la pieza Axle-A

### 1 Abre la pieza Axle-A.

Haz clic en **Abrir**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

Selecciona la **carpeta** en la que descargaste la carpeta Analysis.

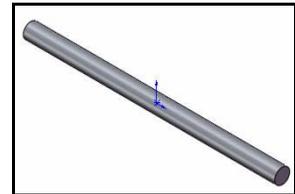


En Tipo de tipo: establece **Pieza**.

Haz doble clic en **Axle-A**. La pieza Axle-A se visualiza en la zona de gráficos.

### 2 Cambia la orientación de la vista.

Si la pieza no se muestra en una vista Isométrica, haz en la vista **Isométrica**  en la barra de herramientas transparente Ver.

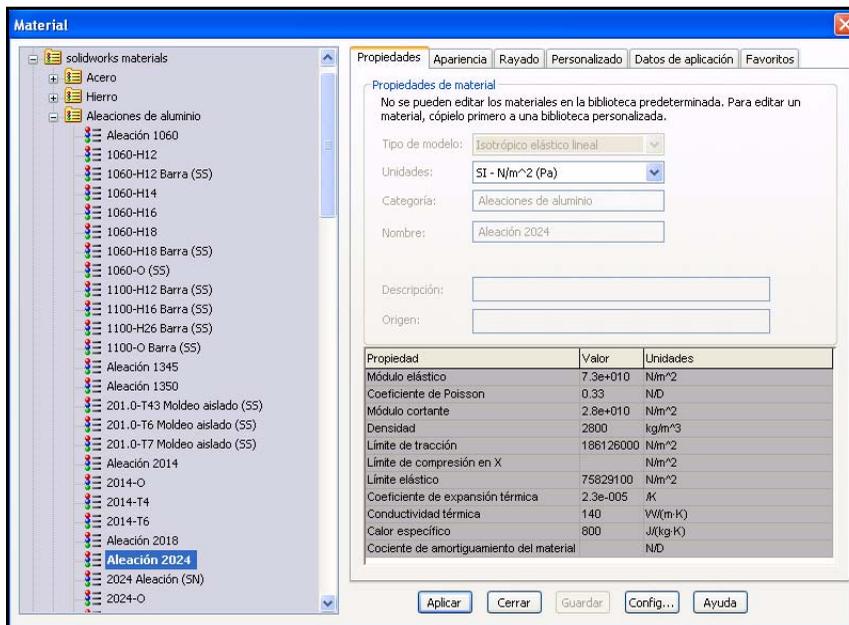


### 3 Revisa el material.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Aleación 2024** en el FeatureManager.

Haz clic en **Editar material**. Las propiedades físicas del material se muestran en el cuadro Materiales.





**Nota:** En SimulationXpress se utilizan las propiedades del material Aleación 2024.

#### 4 Vuelve al FeatureManager.

Haz clic en **Cerrar** en el cuadro de diálogo Materiales.

## SolidWorks SimulationXpress

Una vez que la pieza se abra en SolidWorks, puedes iniciar la aplicación SimulationXpress y comenzar tu análisis inmediatamente. En el cuadro de diálogo Opciones, puedes establecer el sistema de unidades predeterminado y la carpeta de destino para los resultados del análisis.

**Sistemas de unidades**

La siguiente tabla lista las cantidades utilizadas por SimulationXpress y sus unidades en diferentes sistemas de unidades:

		SI	Inglés (IPS)	Métrico
Cargas	Fuerza	N (Newton)	lb (libra)	Kgf
	Presión	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> , o libra por pulgada cuadrada)	$Kgf/cm^2$
Propiedades de material	Ex: Módulo elástico	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> , o libra por pulgada cuadrada)	$Kgf/cm^2$
	NUXY: Coeficiente de Poisson	Sin unidades	Sin unidades	Sin unidades
	SIGYLD: Límite elástico	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> , o libra por pulgada cuadrada)	$Kgf/cm^2$
	DENS: Densidad de masa	$Kg/m^3$	lb/in <sup>3</sup>	$Kg/cm^3$
Resultados	Tensión equivalente	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> , o libra por pulgada cuadrada)	$Kgf/cm^2$

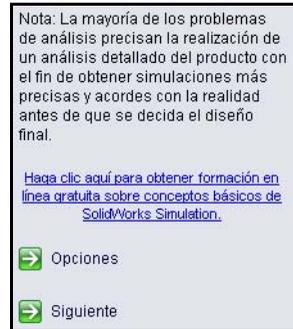
**Table 1: Sistemas de unidades utilizados en SimulationXpress**

## Ejecución de SimulationXpress y definición de opciones de análisis

### 1 Ejecuta SolidWorks SimulationXpress.

Haz clic en **Herramientas, SimulationXpress** en la barra de menús.

La aplicación SimulationXpress se inicia con la pestaña Bienvenido seleccionada.



**Sugerencia:** Puedes ejecutar SimulationXpress rápidamente haciendo clic en **Asistente para análisis SimulationXpress** en la pestaña Evaluar del Administrador de comandos.



### 2 Establece el sistema de unidades.

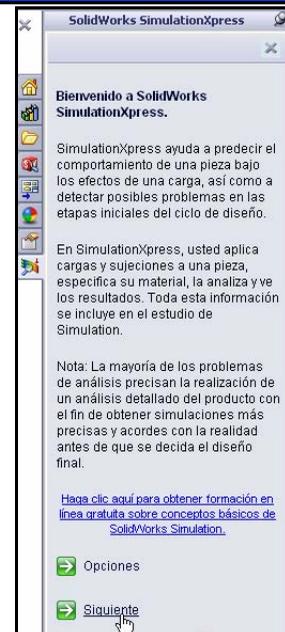
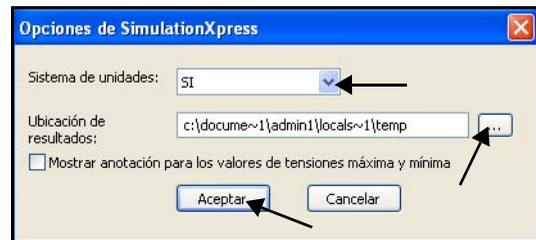
Haz clic en el botón **Opciones** en la pantalla de bienvenida.

Establece Sistema de unidades en **SI, (MMGS)**.

Establece Ubicación de resultados en la carpeta **Análisis**.

Haz clic en **Aceptar**.

Haz clic en **Siguiente**.

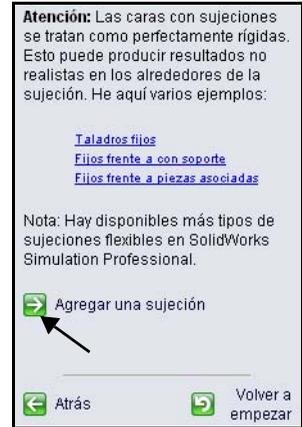


## Aplicación de una pieza de montaje

### 1 Aplica una pieza de montaje.

Se activa la pestaña Piezas de montaje. La sección Pieza de montaje recopila información sobre el lugar donde se fija la pieza Axle-A. Puedes especificar múltiples conjuntos de piezas de montaje. Cada conjunto puede tener múltiples caras.

Haz clic en el botón **Agregar una pieza de montaje**. Aparece el PropertyManager Pieza de montaje.



### 2 Selecciona las caras fijas.

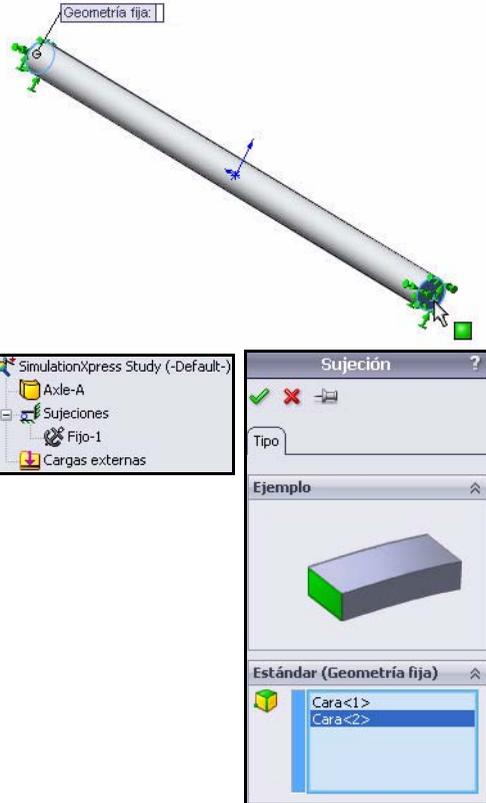
Haz clic en la **cara derecha exterior** de la pieza Axle-A.

Haz clic en la **cara izquierda exterior** de la pieza Axle-A como se ilustra.

Aparecen Face <1> y Face<2> en el cuadro Geometría fija.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Pieza de montaje. Visualiza el gestor de estudios actualizado.

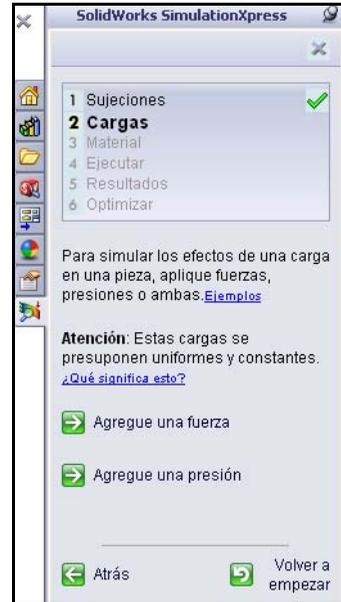
**Nota:** Para agregar un conjunto de piezas de montaje, haz clic en el botón **Agregar una pieza de montaje**.



## Aplicación de una carga

Con la pestaña Cargas, puedes especificar las cargas que actúan en la pieza. Una carga puede ser una fuerza o una presión.

Puedes aplicar múltiples cargas a una única cara o a múltiples caras. La dirección de una fuerza puede especificarse respecto a los planos o normal a las caras seleccionadas. La presión siempre se aplica normal a las caras seleccionadas.



## Aplicación de una carga

### 1 Aplica una carga.

Haz clic en **Siguiente**. Recopila información sobre las cargas que actúan en la pieza Axle-A. Puedes especificar múltiples conjuntos de fuerzas o presiones. Cada conjunto puede tener múltiples caras.

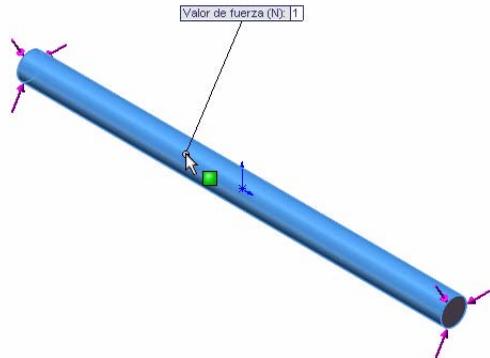
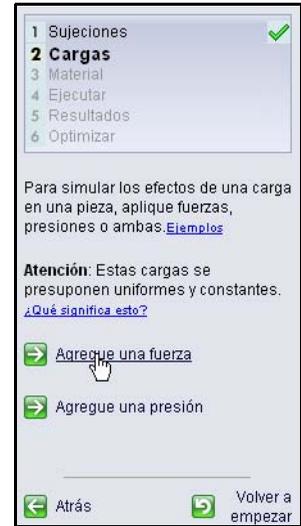
### 2 Selecciona un tipo de carga.

Haz clic en **Agregar una fuerza**. Aparece el PropertyManager Fuerza.

### 3 Selecciona la cara a la que se aplica la fuerza.

Haz clic en la **cara cilíndrica** de la pieza Axle-A.

Aparece Face <1>.



#### 4 Especifica la dirección y la magnitud de la fuerza.

Haz clic en la casilla **Dirección seleccionada**.

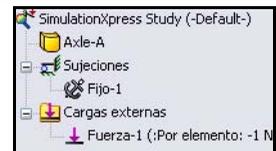
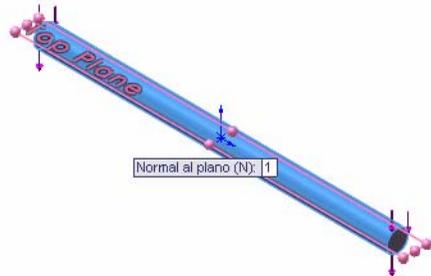
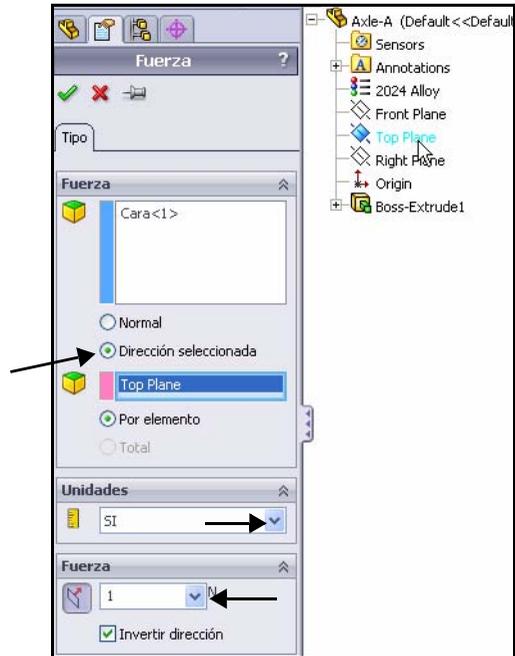
Haz clic en **Planta** en el FeatureManager desplegable.

Marca la casilla **Invertir dirección**.  
Las flechas de la fuerza apuntan hacia abajo.

#### 5 Aplica una fuerza.

Especifica 1 N.

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Fuerza.  
Visualiza el gestor de estudios actualizado.



- 6 **Asigna material a la pieza.**  
Haz clic en **Siguiente**.  
Se abre la pestaña Material.

Para simular los efectos de una carga en una pieza, aplique fuerzas, presiones o ambas. [Ejemplos](#)

**Atención:** Estas cargas se presuponen uniformes y constantes. [¿Qué significa esto?](#)

- ➔ Agregue una fuerza
- ➔ Agregue una presión
- ➔ Edite una fuerza o presión existentes
- ➔ Siguiente

← Atrás      ➔ Volver a empezar

---

**SolidWorks SimulationXpress**

- 1 Sujeciones ✓
- 2 Cargas ✓
- 3 Material**
- 4 Ejecutar
- 5 Resultados
- 6 Optimizar

No hay un material asignado a esta pieza.

SimulationXpress requiere que el material de la pieza prediga cómo responderá al efecto de cargas.

➔ Elija el material

**Atención:** SimulationXpress presupone que el material se deforma de forma lineal con una carga en aumento. Para materiales no lineales, como muchos plásticos, se debe utilizar Simulation Premium.

← Atrás      ➔ Volver a empezar

## Asignación de material

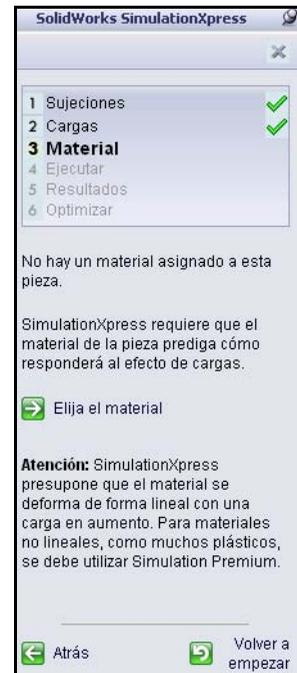
La respuesta de la pieza depende del material de que se compone. SimulationXpress debe conocer las propiedades elásticas del material de su pieza. Puedes seleccionar un material de la biblioteca de materiales de SolidWorks o definir tus propias propiedades de material. SimulationXpress utiliza las siguientes propiedades de material para realizar análisis de tensión.

**Módulo elástico (EX).** Para un material elástico lineal, el módulo elástico es la tensión necesaria para provocar una deformación unitaria en el material. Dicho de otro modo, es la tensión dividida por la deformación unitaria asociada. El módulo de elasticidad fue introducido por primera vez por Young, y a menudo se denomina el Módulo de Young.

**Coefficiente de Poisson (NUXY).** La extensión del material en la dirección longitudinal va acompañada por la contracción en las direcciones laterales. Por ejemplo, si un sólido está sujeto a una tensión de tracción en la dirección X, el coeficiente de Poisson NUXY se define como la división de la deformación unitaria lateral en la dirección Y por la deformación unitaria longitudinal en la dirección X. Los coeficientes de Poisson son cantidades sin unidades. Si no están definidos, el programa asigna el valor predeterminado de 0.

**Límite elástico (SIGYLD).** SimulationXpress utiliza esta propiedad de material para calcular la distribución del factor de seguridad. SimulationXpress supone que el material empieza a ser flexible cuando la tensión (von Mises) equivalente alcanza este valor.

**Densidad de masa (DENS).** La densidad es masa por volumen de la unidad. Las unidades de densidad son libras/pulg.<sup>3</sup> en el sistema inglés y kg/m<sup>3</sup> en el sistema SI. SimulationXpress utiliza la densidad de masa para incluir propiedades físicas de la pieza en el archivo de informe.



## Asignación de material

### 1 Asigna material a la pieza.

Haz clic en **Elegir material**. Aparece el cuadro de diálogo Material.

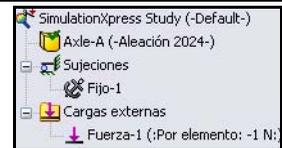
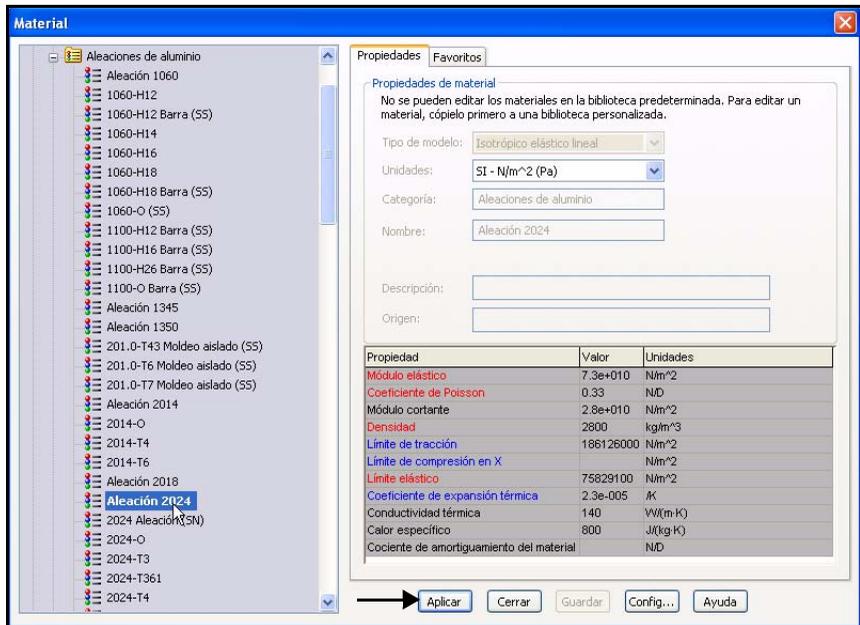
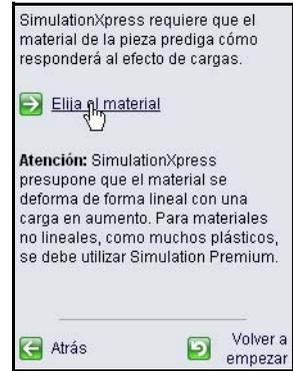
Selecciona **Aleación 2024**.

Haz clic en **Aplicar**.

Haz clic en **Cerrar**. Visualiza el gestor de estudios actualizado. Aparece una marca de verificación verde que indica que el material se aplica a la pieza.

### 2 Ejecuta el análisis.

Haz clic en **Siguiente**. Aparece la pestaña Ejecutar.



## Ejecución del análisis

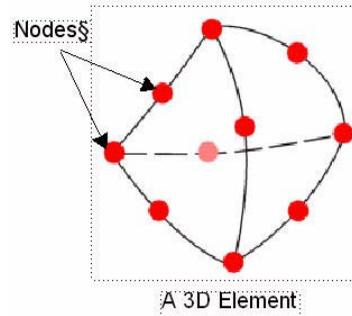
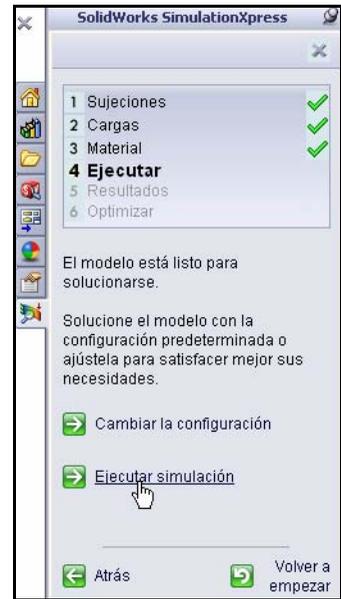
La pestaña Analizar te permite ejecutar el análisis. SimulationXpress prepara el modelo para el análisis y luego calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias y las tensiones.

La primera fase en el análisis es el mallado. El mallado consiste básicamente en dividir la geometría en partes pequeñas, de forma simple, denominadas elementos finitos.

El análisis de diseño utiliza elementos finitos para calcular la respuesta del modelo a las cargas y restricciones aplicadas. SimulationXpress estima un tamaño de elemento predeterminado para el modelo basándose en su volumen, área de superficie y otros detalles geométricos. Puedes indicar a SimulationXpress que utilice el tamaño de elementos predeterminado o puedes utilizar un tamaño de elemento diferente.

Luego de mallar el modelo correctamente, la segunda fase se inicia automáticamente. SimulationXpress formula las ecuaciones que rigen el comportamiento de cada elemento teniendo en cuenta su conectividad con los demás elementos. Estas ecuaciones hacen referencia a los desplazamientos de cargas, restricciones y propiedades del material conocidas. El programa organiza luego las ecuaciones en un conjunto mayor de ecuaciones algebraicas simultáneas. El solver encuentra los desplazamientos en las direcciones X, Y y Z en cada nodo.

Mediante el uso de los desplazamientos, el programa calcula las deformaciones unitarias en diferentes direcciones. Finalmente, el programa utiliza expresiones matemáticas para calcular las tensiones.



## Ejecución del análisis

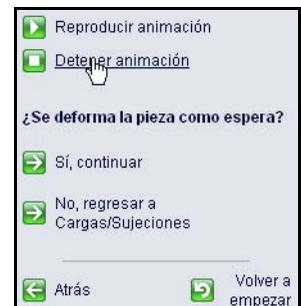
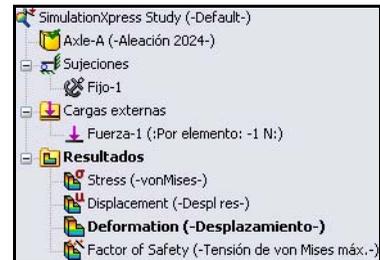
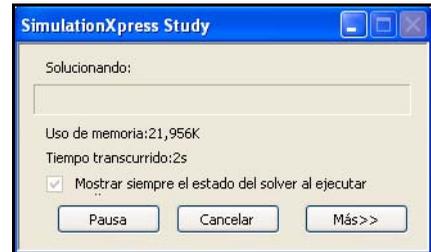
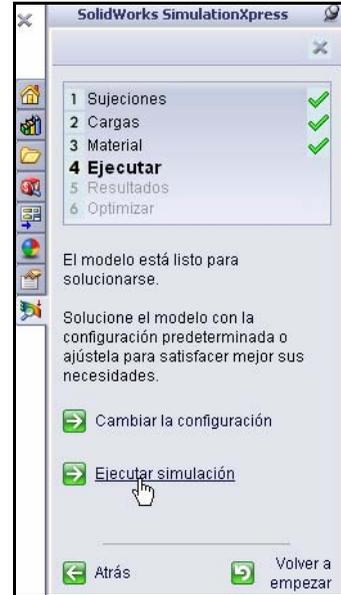
### 1 Utiliza la configuración predeterminada.

Haz clic en **Ejecutar simulación**. Observa los resultados y el gestor de estudios actualizado.

Se inicia el análisis. Cuando hayas completado el análisis, aparece una marca de verificación en las pestañas Ejecutar y Resultados. Observa la animación de la pieza en la zona de gráficos.

### 2 Detén la animación.

Haz clic en **Detener animación**.



## Visualización de los resultados

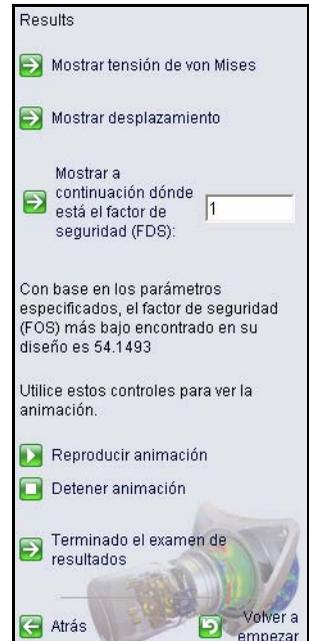
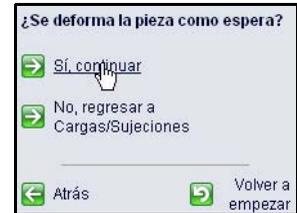
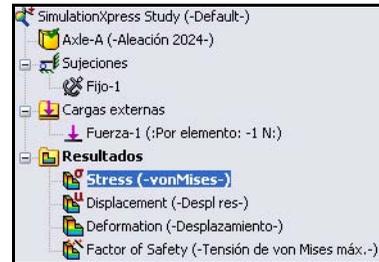
La visualización de los resultados es un paso esencial en el proceso de análisis. Este es el paso en el que evalúas la capacidad de tu diseño para soportar las condiciones de trabajo especificadas.

Este paso debe permitirte tomar decisiones importantes en cuanto a aceptar el diseño y avanzar hacia la creación de un prototipo, agregar mejoras al diseño o intentar conjuntos adicionales de cargas y piezas de montaje.

SimulationXpress utiliza el criterio de tensión máxima de von Mises para calcular los factores de seguridad. Este criterio manifiesta que un material dúctil empieza a ser flexible cuando la tensión equivalente (tensión de von Mises) alcanza el límite elástico del material. El límite elástico (SIGYLD) se define como una propiedad del material. SimulationXpress calcula el factor de seguridad (FOS) en un punto dividiendo el límite elástico por la tensión equivalente en ese punto.

### Interpretación de los valores del factor de seguridad:

- Un factor de seguridad inferior a 1,0 en una ubicación significa que el material de esa ubicación ha cedido y que el diseño no es seguro.
- Un factor de seguridad de 1,0 en una ubicación significa que el material de esa ubicación ha empezado a ceder.
- Un factor de seguridad superior a 1,0 en una ubicación significa que el material de esa ubicación no ha cedido.
- El material de esa ubicación empezará a ceder si aplicas nuevas cargas iguales a las actuales multiplicadas por el factor de seguridad resultante.



## Visualización de los resultados

### 1 Observa los resultados.

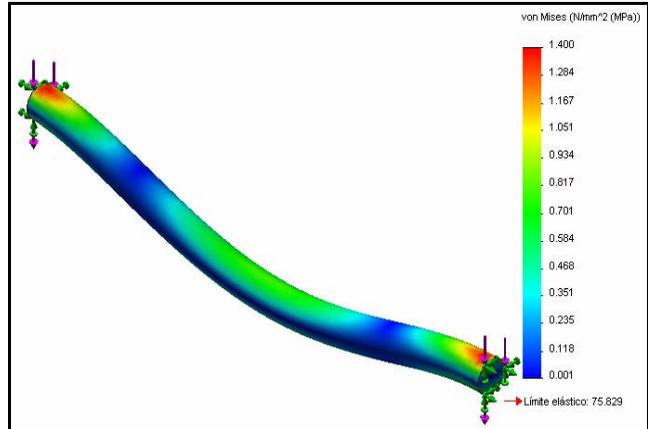
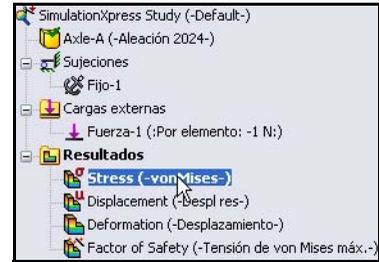
Haz doble clic en la carpeta Stress (vonMises-) Results. Observa los resultados.

Haz doble clic en la carpeta Displacement (Res disp-) Results. Observa los resultados.

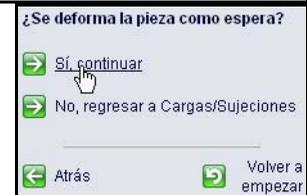
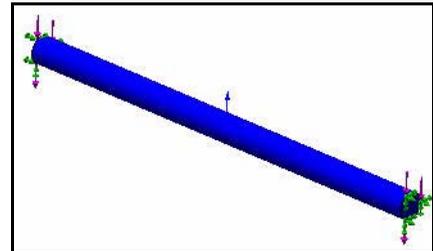
Haz doble clic en la carpeta Deformation (-Displacement-) Results. Observa los resultados.

Haz doble clic en la carpeta Factor of Safety Results. Observa los resultados en la zona de gráficos. La pieza Axle-A aparece en azul. El color azul aparece donde el FOS es mayor que 1.

Haz clic en Sí, continuar.



Nombre de modelo: Axle-A  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
Criterio: Tensiones von Mises máx.  
Rojo < FOS = 1 < Azul

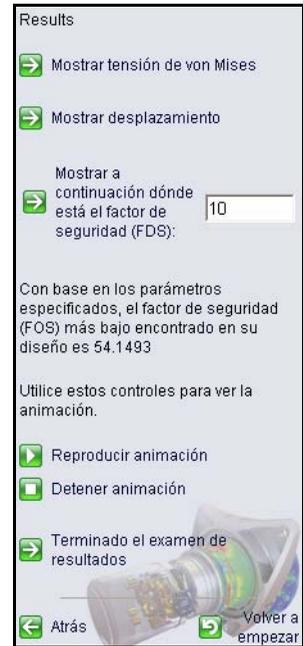


El factor de seguridad de la pieza Axle-A es de aproximadamente 54,14. Esto indica que el diseño actual es seguro o está sobrediseñado. Nota: El número puede ser ligeramente diferente.

## 2 Modifica el factor de seguridad.

Introduce **10** en el cuadro Mostrar donde el factor de seguridad (FOS) es inferior a.

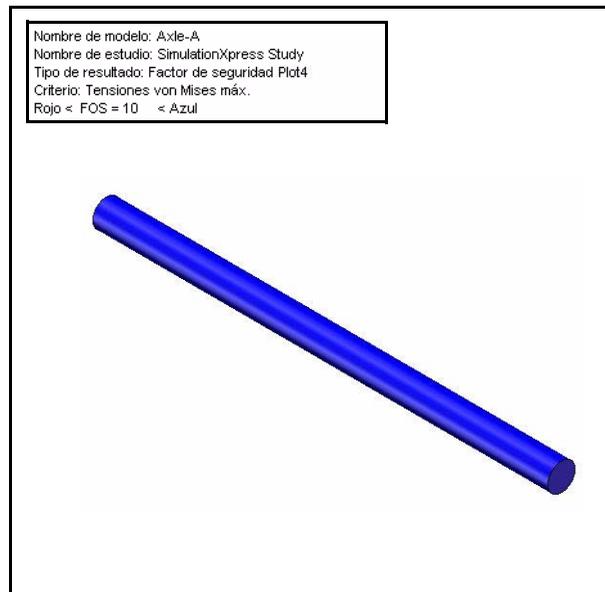
Haz clic en el cuadro Mostrar donde el factor de seguridad (FOS) es inferior a.



Se visualiza el siguiente trazado. Las regiones en color azul tienen factores de seguridad superiores a 10 (regiones sobrediseñadas).

Las regiones en rojo tienen un factor de seguridad menor que 10. Todas las áreas se muestran en azul.

Haz clic en Terminada la visualización de los resultados.



## Ejecución de un informe

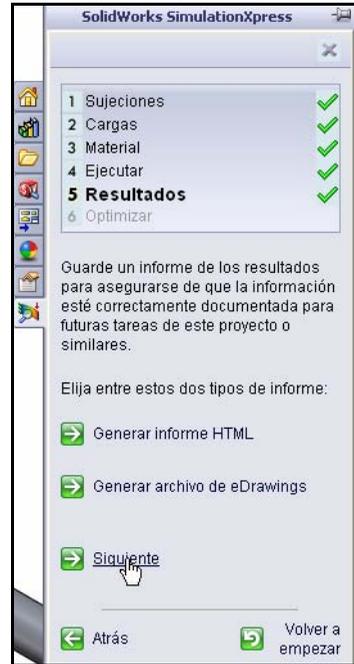
SolidWorks SimulationXpress permite guardar un informe de tus resultados. Esto garantiza que la información esté bien documentada para futuros trabajos en este proyecto o proyectos similares.

Elige entre estos dos métodos de informe:

- Informe HTML
- Archivo de eDrawing

- 1 **No ejecutes un informe en este momento.**  
Haz clic en **Siguiente**.

**Nota:** Como ejercicio, crea un informe.

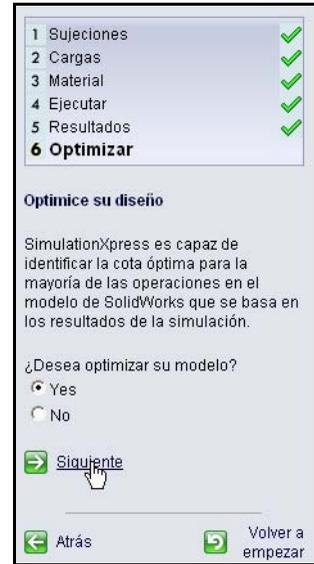


## Optimización del modelo

SolidWorks SimulationXpress intenta encontrar el valor óptimo de una cota de modelo al mismo tiempo que satisface un criterio especificado:

- Factor de seguridad
- Tensión máxima
- Desplazamiento máximo

Puedes especificar el Factor de seguridad que desees o permitir que SimulationXpress lo calcule basándose en los límites superior e inferior.



## Optimización del modelo

### 1 Optimiza el modelo.

Acepta el valor predeterminado.

Haz clic en **Siguiente**.

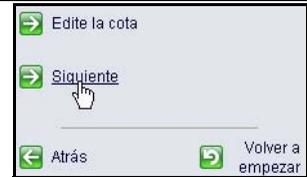
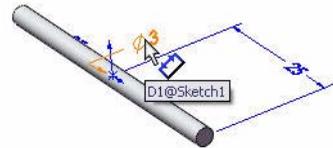
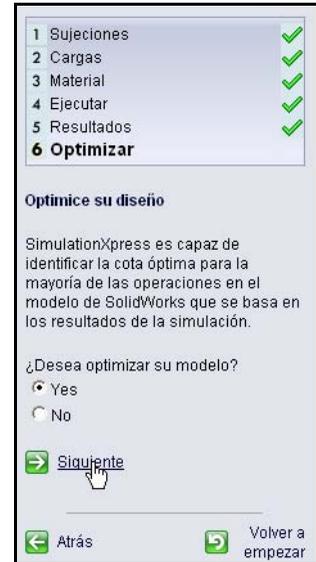
Haz clic en la cota de diámetro **3 mm** como se ilustra en la zona de gráficos.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo **Agregar parámetros**.

Acepta el intervalo de cotas: Mín.: 1,5 mm - Máx.: 4,5 mm. Haz clic en **Siguiente**.

No edites una cota en este momento.

Haz clic en **Siguiente**.



Especifica una restricción para el estudio de diseño de optimización. Especifica el Factor de seguridad mínimo. Haz clic en **Especificar la restricción**.

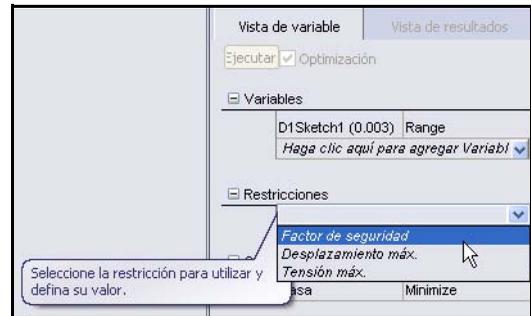
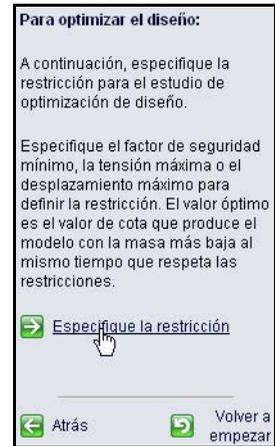
Selecciona **Factor de seguridad** en el menú desplegable Restricción. Observa los resultados.

Haz clic en **Siguiente**.

Introduce **10** en la columna Mín.: como se ilustra.

Haz clic en **Siguiente**.

Haz clic en **Ejecutar la optimización**.



Observa los resultados.

**Nota:** Como ejercicio, haz clic en la pestaña Ejecutar y vuelve a ejecutar el análisis utilizando los nuevos valores.

**2 Cierra todos los modelos.**

Haz clic en Ventana, Cerrar todo en la barra de menús. Has terminado con esta sección.

Vista de variable	Vista de resultados	
	Initial	Optimal
D1Sketch1	3mm	1.81009mm
Factor de seguridad	54.149259	11.677001
Masa	3.53429e-007 kg	1.28665e-007 kg

Visualización de los resultados de optimización, así como el modelo original.

¿Qué valor de cota quiere utilizar para el modelo?

Valor inicial 3mm) , Factor de seguridad( 54.1493)

Valor óptimo 1.81009mm) , Factor de seguridad( 11.677)

→ Edite la cota

→ Edite la restricción

→ Ejecute la optimización

→ Siguiente

← Atrás      ↻ Volver a empezar

**SolidWorks SimulationXpress**

- 1 Sujeciones ✓
- 2 Cargas ✓
- 3 Material ✓
- 4 Ejecutar ✓
- 5 Resultados ✓
- 6 **Optimizar** ✓

**Resultados de optimización**

Visualización de los resultados de optimización, así como el modelo original.

¿Qué valor de cota quiere utilizar para el modelo?

Valor inicial 3mm) , Factor de seguridad( 54.1493)

Valor óptimo 1.81009mm) , Factor de seguridad( 11.677)

→ Edite la cota

→ Edite la restricción

→ Ejecute la optimización

→ Siguiente

← Atrás      ↻ Volver a empezar

**SolidWorks SimulationXpress**

- 1 Sujeciones ✓
- 2 Cargas ✓
- 3 Material ✓
- 4 Ejecutar ✓
- 5 Resultados ✓
- 6 **Optimizar** ✓

Los resultados están desfasados porque los parámetros de estudio han variado.

Debe volver a ejecutar el estudio para actualizar los resultados.

← Atrás      ↻ Volver a empezar

## **SolidWorks Flow Simulation**

Durante esta lección, utilizarás SolidWorks Flow Simulation para analizar la aerodinámica del ensamblaje Race Car Block inicial y el ensamblaje Race Car final. Imagina que SolidWorks Flow Simulation es un túnel aerodinámico virtual en esta sección.

**Nota:** La configuración del ensamblaje Race Car Block inicial fue creada para que puedas ahorrar tiempo y se encuentra en la carpeta Flow Simulation que descargaste.

### **¿Qué es SolidWorks Flow Simulation?**

SolidWorks Flow Simulation es la única herramienta de análisis de flujo de fluidos para diseñadores que se encuentra completamente integrada en SolidWorks. Con este software puede analizar el modelo sólido directamente. También puede configurar unidades, tipo de fluido, sustancias de fluidos, etc. con facilidad utilizando el asistente.

Hay diversos pasos para el análisis:

1. Crea un diseño en SolidWorks.  
SolidWorks Flow Simulation puede analizar piezas, ensamblajes, subensamblajes y sólidos multicuerpo.
2. Crea un archivo de proyecto en SolidWorks Flow Simulation.  
Los proyectos de SolidWorks Flow Simulation contendrán todos los parámetros y los resultados de un problema y cada proyecto que esté asociado con la configuración de SolidWorks.
3. Ejecuta el análisis. Esto a veces se denomina solución.
4. Visualiza los resultados de SolidWorks Flow Simulation que incluyen:  
Trazados de resultados:
  - Vectores, Contornos e Isolíneas
  - Trazados de corte, Superficie, Trayectorias de flujo y Superficies IsoResultados procesados:
  - Trazados XY (Microsoft Excel)
  - Objetivos (Microsoft Excel)
  - Parámetros de superficies
  - Parámetros de puntos
  - Informes (Microsoft Word)
  - Temperaturas de fluidos de referencia

### **Análisis de flujo de fluidos**

El análisis de flujo de fluidos se utiliza para estudiar de manera dinámica la acción de los líquidos como el agua y el aceite, o los gases, como el hidrógeno, el oxígeno, el aire, etc. La simulación de un informe del tiempo, de información sobre tsunamis o del tráfico automovilístico son fenómenos del análisis de flujo de fluidos.

Los beneficios del análisis de flujo de fluidos son la conservación de la energía y la transferencia de calor.

**Conservación de la energía:** La carga de tensión general de un motor puede disminuir mediante el análisis de su estructura y peso, mientras que un puede recopilar datos sobre la eficacia de la combustión para mejorar la salida de energía.

**Transferencia de calor:** Se refiere a la física del intercambio de energía en forma de temperatura. Por ejemplo, en un reactor nuclear, la degradación radioactiva no produce energía eléctrica de forma directa. Es la energía térmica que se transmite al agua para producir vapor lo que impulsa las turbinas para producir electricidad.

El análisis de flujo de fluidos se utiliza en muchos sectores de la industria manufacturera:

- **Diseño y máquinas aerodinámicas**  
Ventiladores y aerogeneradores de energía
- **Refrigeración y calefacción**  
Predicción de la potencia de una transferencia de temperatura
- **Máquinas centradas en fluidos**  
Bombas, compresores y válvulas
- **Dispositivos eléctricos**  
Computadoras personales y mediciones exotérmicas de dispositivos eléctricos precisos
- **Maquinaria de transporte**  
Automóviles, barcos y aviones (los motores constituyen otro sector)

## ¿Por qué realizar análisis de diseño?

Después de crear tu diseño en SolidWorks, quizás necesites responder preguntas como:

- ¿Funcionará la pieza rápidamente?
- ¿Cómo manejará la resistencia del aire?
- ¿Puedo utilizar menos material sin perjudicar el rendimiento?

En la ausencia de las herramientas de análisis, se utilizan ciclos de diseño con pruebas de prototipos costosos para garantizar que el rendimiento del producto cumpla con las expectativas del cliente. El análisis del diseño, en cambio, permite llevar a cabo ciclos de diseño de manera rápida y económica en modelos realizados en computadora. Incluso cuando los costos de fabricación no son relevantes, el análisis del diseño brinda beneficios significativos en la calidad del producto al permitir a los ingenieros detectar problemas de diseño mucho antes de lo que lleva crear un prototipo. El análisis de diseño también facilita el estudio de muchas opciones de diseño y ayuda a desarrollar diseños optimizados. El análisis rápido y económico con frecuencia revela soluciones no intuitivas y beneficia a los ingenieros permitiéndoles comprender mejor el comportamiento del producto.

## Verificación previa al uso de SolidWorks Simulation Flow

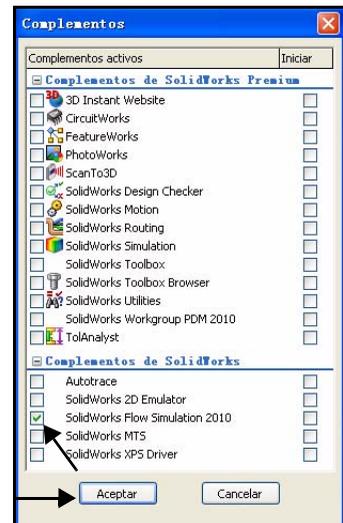
Asegúrate de que SolidWorks Flow Simulation esté instalado.

Haz clic en **Herramientas, Complementos...** en la barra de menús.

Marca la casilla **SolidWorks Flow Simulation 2010**.

Haz clic en **Aceptar** en el cuadro de diálogo Complementos.

**Nota:** Aparece la pestaña Flow Simulation en el Administrador de comandos con un documento activo.



**Sugerencia:** Selecciona herramientas en el Administrador de comandos de Flow Simulation.



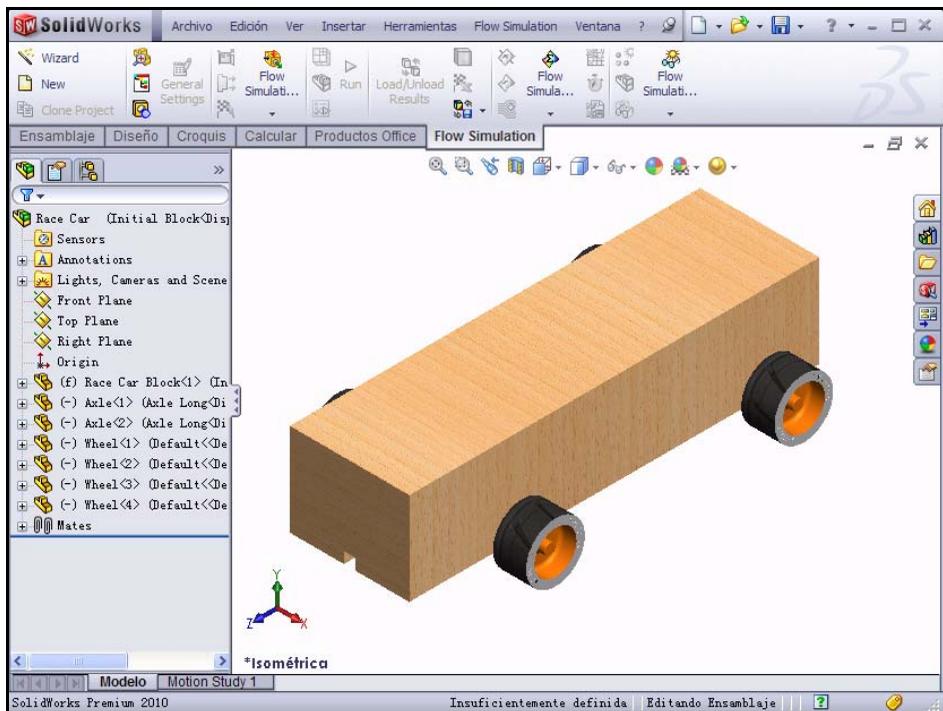
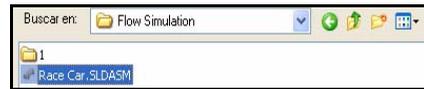
## Analicemos el Race Car Block inicial

- 1 Abre el ensamblaje Race Car en la carpeta Flow Simulation.

Haz clic en **Abrir**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

Haz clic en **Examinar** para ir a la carpeta Flow Simulation.

- 2 Haz doble clic en **Race Car**. Aparece la configuración del ensamblaje **Race Car** (Bloque inicial) en la zona de gráficos. La configuración del ensamblaje **Race Car** (Bloque inicial) fue creada para que puedas ahorrar tiempo.



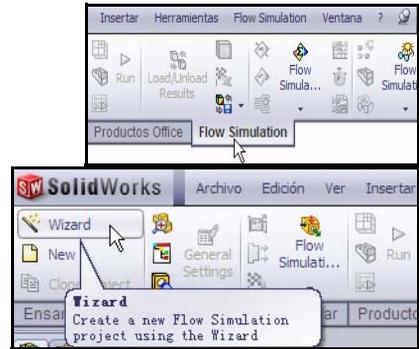
## Creación de un proyecto de Simulation Flow

- 3 Haz clic en la pestaña **Flow Simulation** en el Administrador de comandos.

Haz clic en **Wizard**  (Asistente) en el Administrador de comandos de Flow Simulation. Aparece el cuadro de diálogo Wizard. Observa tus opciones.

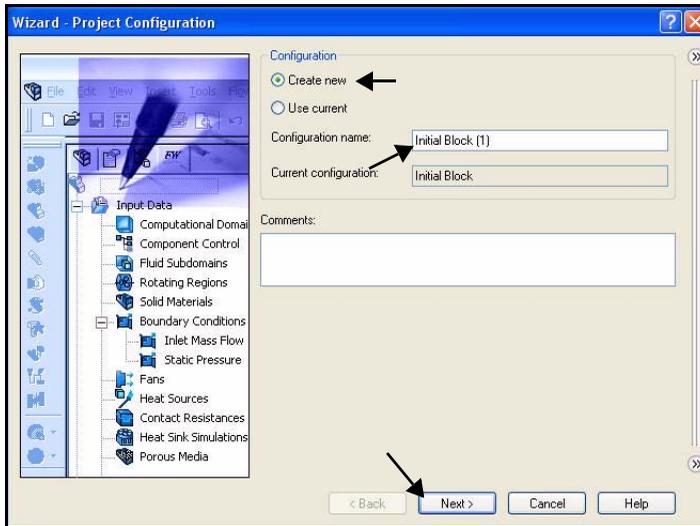
- 4 **Configura un nombre de proyecto.**

Haz clic en la casilla **Create new** (Crear nueva).



Acepta el valor de Configuration name (Nombre de configuración): **Bloque inicial (1)**.

Haz clic en **Next>** (Siguiente).



**Nota:** Todos los datos del análisis necesarios para este proyecto se guardan en esta configuración del modelo de SolidWorks.

**5 Establece el Sistema de unidades.**

Haz clic en **SI (m-kg-s)** en el cuadro Unit system (Sistema de unidades).

Haz clic dentro del cuadro **Velocity/Units** (Velocidad/ Unidades).

Selecciona **Mile/hour** (Milla/ hora).

Desplázate hacia abajo para ver la opción **Loads&Motion** (Cargas y movimiento).

Expande la carpeta **Loads&Motion**.

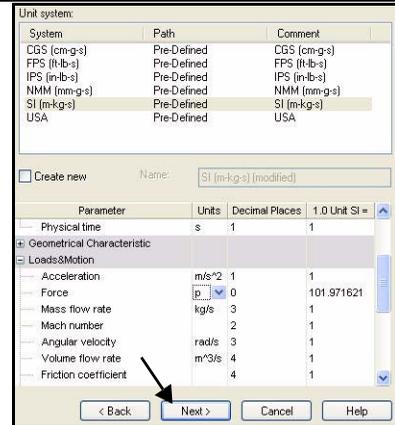
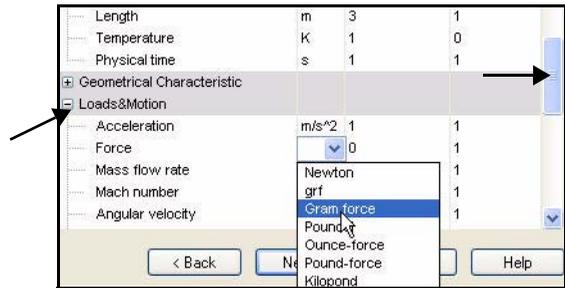
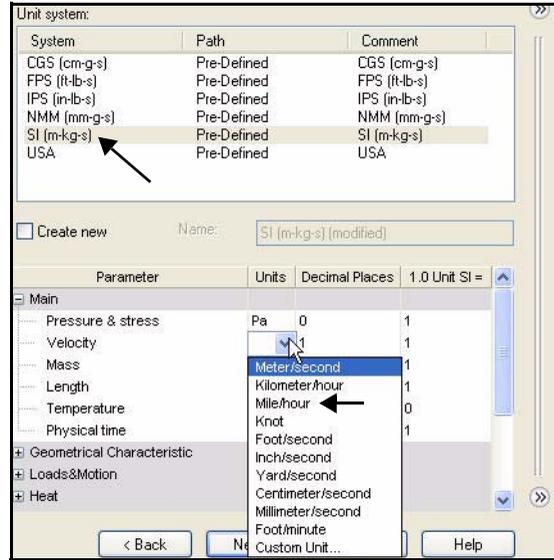
Haz clic dentro del cuadro **Force/Units** (Fuerza/Unidades).

Selecciona **Grams force** (Gramos fuerza).

Haz clic en **Next>** (Siguiete).

**Gramo-fuerza**

Gramo-fuerza es una unidad de fuerza, que equivale aproximadamente al peso de una masa de 1 gramo sobre la tierra. Sin embargo, la aceleración gravitacional local *g* varía con la latitud, la altitud y la ubicación en el planeta. Así que, para ser precisos, un gramo-fuerza es la fuerza que ejerce una masa de 1 gramo en un lugar donde la aceleración provocada por la gravedad es de 9,80665 metros por segundo por segundo (9,80665 metros por segundo al cuadrado).



## 6 Establece el tipo de análisis y las operaciones físicas.

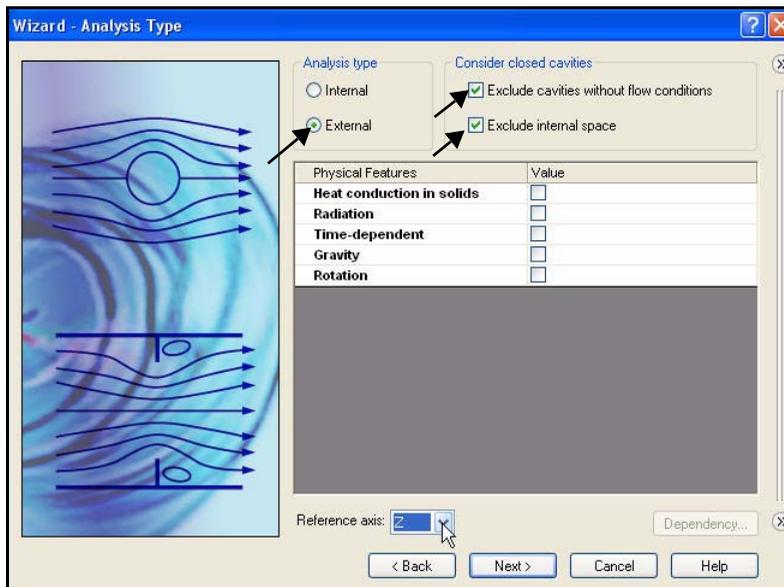
Haz clic en **External** (Externo) como el **Analysis type** (Tipo de análisis).

Marca la casilla **Exclude cavities without flow conditions** (Excluir cavidades sin condiciones de flujo).

Marca la casilla **Exclude internal space** (Excluir espacio interno).

Selecciona **Z** en **Reference axis** (Eje de referencia).

**Nota:** El eje de referencia se elige de modo que pueda alinearse con un vector de velocidad angular.



**Nota:** Un análisis interno examina los trayectos de flujo cerrados mientras que un análisis externo examina los trayectos de flujo abiertos. En un elemento como un múltiple de escape para un motor de automóvil, se utilizaría un análisis interno.

Haz clic en **Next>** (Siguiente).

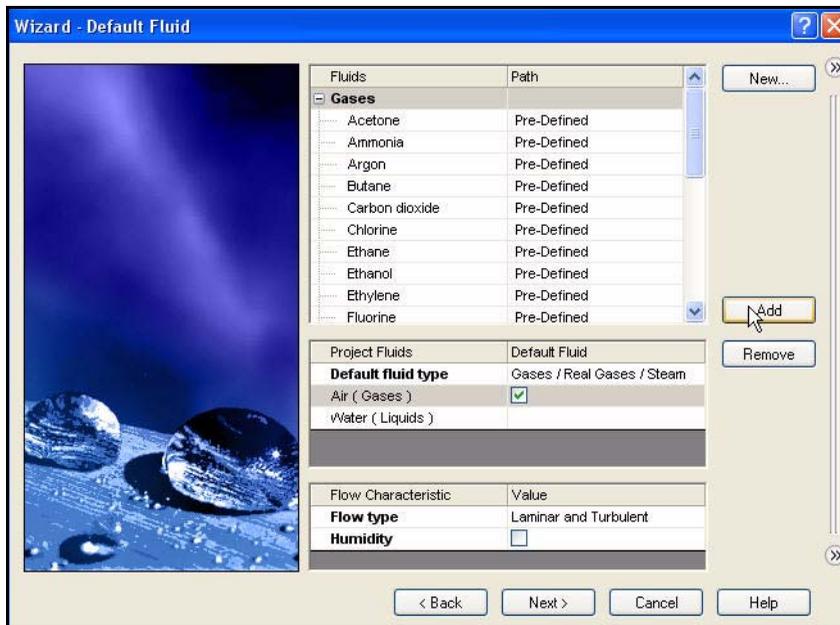
**7 Establece el fluido predeterminado.**

Expande la carpeta **Gases**.

Haz clic en **Air** (Aire).

Haz clic en el botón **Add** (Agregar).

**Sugerencia:** También puedes hacer doble clic en **Air**, o arrastrarlo de una lista y colocarlo en la otra.



**Nota:** SolidWorks Flow Simulation tiene una biblioteca de base de datos de diversos líquidos y gases que se denomina Engineering Database (Base de datos de ingeniería). Con esta base de datos, puedes crear sus propios materiales.

SolidWorks Flow Simulation puede analizar líquidos incompresibles o gases compresibles, pero no ambos durante la misma ejecución. También puedes especificar otras operaciones físicas avanzadas que el programa debe tener en cuenta.

Haz clic en **Next>** (Siguiente).

### 8 Configure las condiciones de la pared.

Acepta los valores predeterminados. **Adiabatic wall** (Pared adiabática) y **Roughness = 0 micrometer** (Rugosidad = 0 micra).

Haz clic en **Next>** (Siguiete).

### 9 Establece las condiciones iniciales y ambientales.

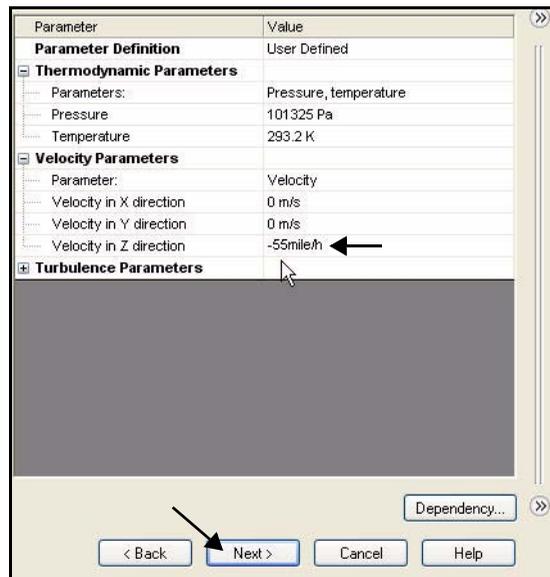
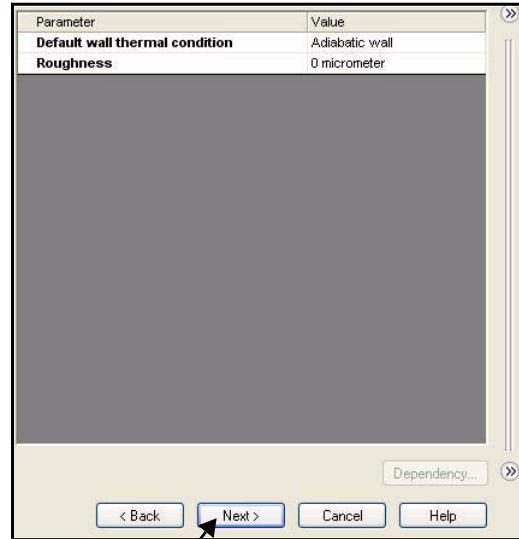
Haz doble clic dentro del cuadro Value (Valor) de **Velocity in Z direction** (Velocidad en dirección).

Introduce **-55 mile/h** (55 millas/h). Aproximadamente -24,58 m/s.

**Nota:** El signo menos es importante. Indica que el aire fluye hacia el automóvil.

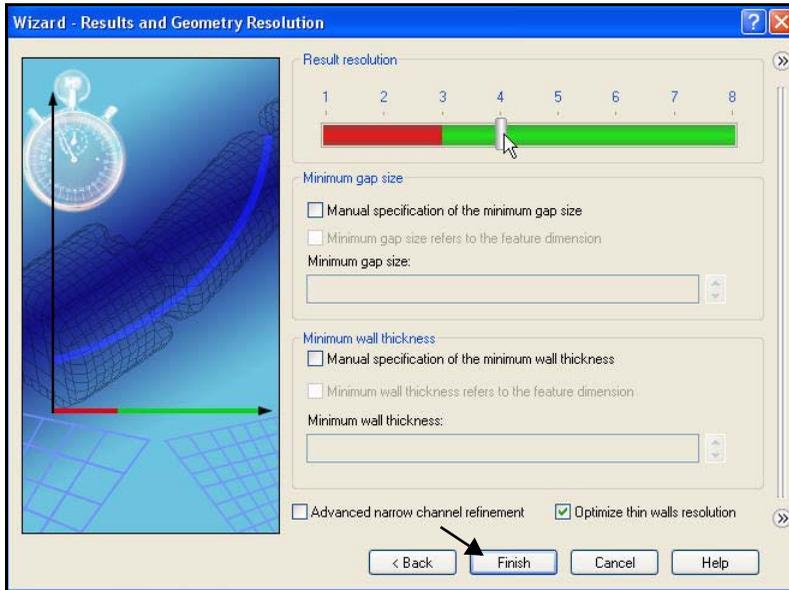
En el mundo real, el automóvil se movería a través de aire estacionario. En un túnel aerodinámico, el automóvil es estacionario y el aire está en movimiento. Puede considerar a este ejemplo de Flow Simulation un túnel aerodinámico virtual. El automóvil es estacionario y el aire está en movimiento.

Haz clic en **Next>** (Siguiete).



**10 Establece la resolución de geometría y resultados.**

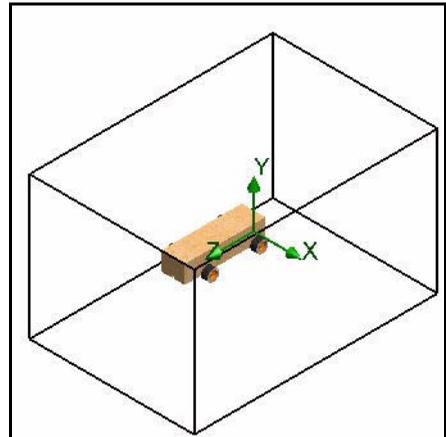
Establece Result resolution (Resolución de resultados) en **4**. Esto brindará resultados con una precisión aceptable en un tiempo razonable.



Haz clic en el botón **Finish** (Finalizar).

**11 Observa el modelo en la zona de gráficos.**

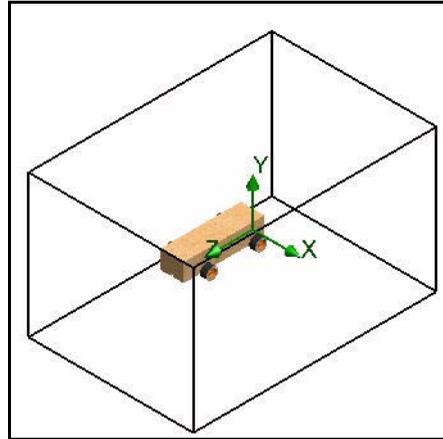
**Aleja la imagen con el zoom** para ver el Computational Domain (Dominio computacional) en la zona de gráficos.



## Dominio computacional

Los cálculos de SolidWorks Flow Simulation se realizan dentro de un volumen denominado Computational Domain. Los límites de este volumen son paralelos a los planos del sistema de coordenadas global. En los flujos externos, el tamaño del Dominio computacional se calcula automáticamente basándose en el tamaño del modelo.

En la ilustración de la derecha, la caja negra representa el Dominio computacional.



## Modificación del Dominio computacional

Por qué modificar el Dominio computacional:

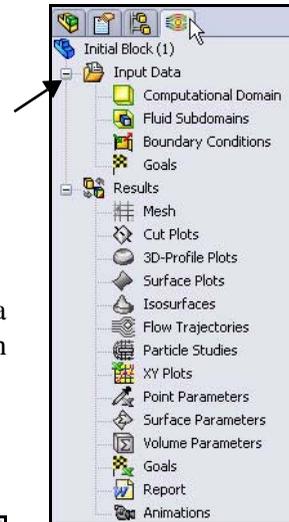
### ■ Tamaño

Vamos a reducir el tamaño del Dominio computacional para reducir el tiempo de solución, a expensas de la precisión. Un dominio más pequeño significa que hay menos celdas de fluido para calcular. La utilización de los tamaños predeterminados para el dominio podría provocar una demora de 1 hora en el tiempo de solución, incluso en una computadora moderadamente rápida. Estos tiempos de solución no son prácticos en un ámbito escolar.

### 1 Visualiza el gestor de análisis de Flow Simulation.

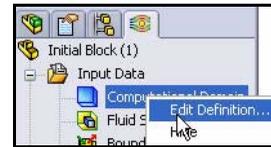
Haz clic en la pestaña **Flow Simulation analysis tree**  (Gestor de análisis de Flow Simulation).

Expande la carpeta **Input Data** (Datos de entrada).



**2 Establece el tamaño del Dominio computacional.**

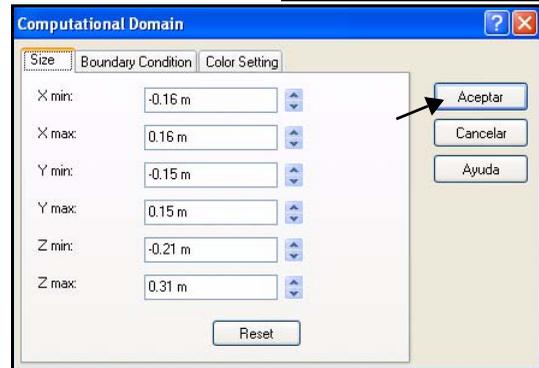
Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Computational Domain**.



Haz clic en **Edit Definition** (Editar definición).

Introduce los siguientes **valores** en la pestaña **Size** (Tamaño):

- **X min = - 0,16 m**
- **X max = 0,16 m**
- **Y min = - 0,15 m**
- **Y max = 0,15 m**
- **Z min = - 0,21 m**
- **Z max = 0,31 m**



Haz clic en **OK** (Aceptar).

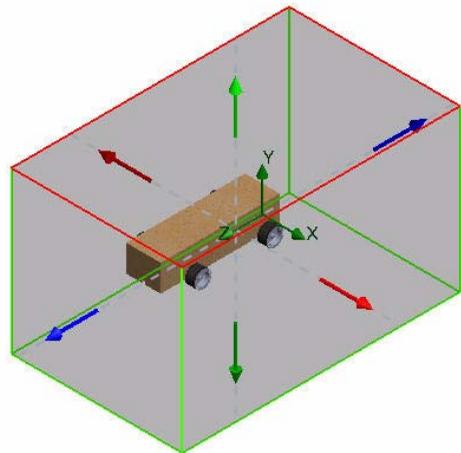
**3 Resultados.**

El Dominio computacional resultante se visualiza en la zona de gráficos.

**Fijación de objetivos**

Puedes especificar los siguientes cuatro objetivos de ingeniería:

- **Objetivo global**  
Parámetro físico calculado dentro del Dominio computacional completo.
- **Objetivo de Superficie**  
Parámetro físico calculado en una cara del modelo especificada por el usuario.
- **Objetivo de Volumen**  
Parámetro físico calculado dentro de un espacio especificado por el usuario y dentro del Dominio computacional, tanto en fluidos como en sólidos.
- **Objetivo de Ecuación**  
Objetivo definido por una ecuación con los objetivos o parámetros especificados de las operaciones de datos de entrada del proyecto especificadas como variables.



#### 4 Inserta objetivos globales.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Goals**.

Haz clic en **Insert Global Goals** (Insertar objetivos globales). Aparece el PropertyManager Global Goals (Objetivos globales).



**Sugerencia:** Arrastra el límite de la ventana del

PropertyManager a la derecha para ensancharla. De

este modo te resultará más fácil leer los nombres de los parámetros.

#### 5 Establece el objetivo para la resistencia al avance.

Desplácese hacia abajo para ver

**Z - Component of Force** (Z - Componente de fuerza) en la columna **Parameters** (Parámetros).

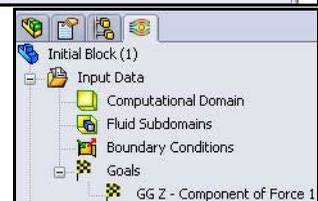
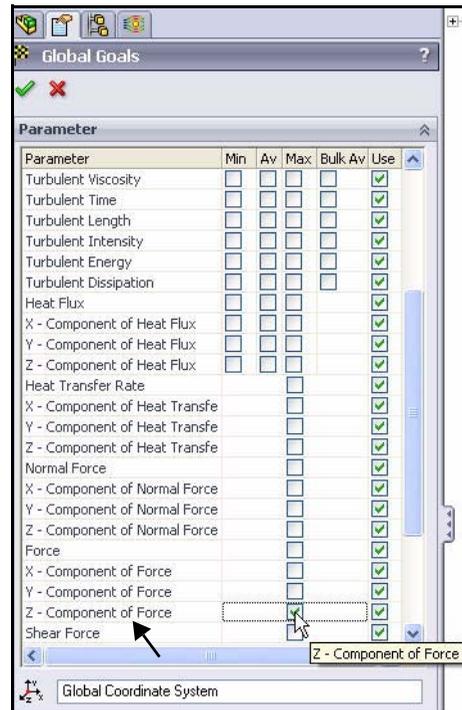
Marca la casilla **Max** (Máximo).

Haz clic en **OK**  en el PropertyManager Global Goals. Observa la actualización en el FeatureManager.

#### 6 Inserta un segundo Objetivo global.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Goals**.

Haz clic en **Insert Global Goals** en el gestor de análisis de Flow Simulation.

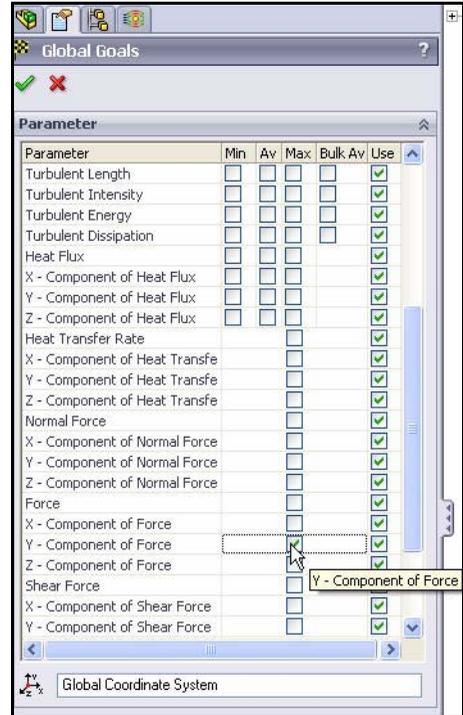


**7 Establece el Objetivo para la sustentación.**

Desplácese hacia abajo para ver **Y - Component of Force** (Y - Componente de fuerza) en la columna **Parameters**.

Marca la casilla **Max** (Máximo).

Haz clic en **OK**  en el PropertyManager Global Goals. Observa la actualización en el FeatureManager.

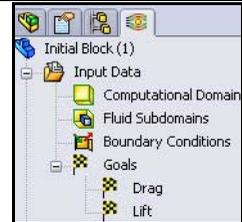
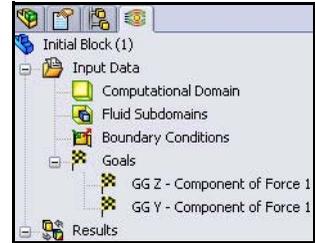


**8 Cambia el nombre de los objetivos.**

Aparecen dos iconos de objetivos en el gestor de análisis de Flow Simulation.

Cambia el nombre de **GGZ - Component of Force 1** (GGZ - Componente de fuerza 1) por **Drag** (Resistencia al avance).

Cambia el nombre de **GGY - Component of Force 1** (GGY - Componente de fuerza 1) por **Lift** (Sustentación).



## Ejecución del análisis

### 1 Ejecuta el análisis.

Haz clic en **Run**  (Ejecutar) en el Administrador de comandos de Flow Simulation. Aparece el cuadro de diálogo Run. Observa las opciones.

Haz clic en el botón **Run**.

### 2 Información sobre el solver.

Aparece el cuadro de diálogo Solver. A la izquierda de la ventana se encuentra un registro de cada paso del proceso de la solución. A la derecha se encuentra una ventana de información de malla y advertencias relacionadas con el análisis.

**Nota:** El análisis puede demorar hasta 25 minutos.

### 3 Interrumpe el cálculo.

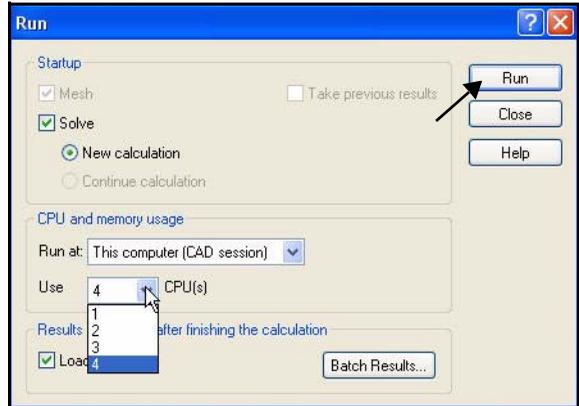
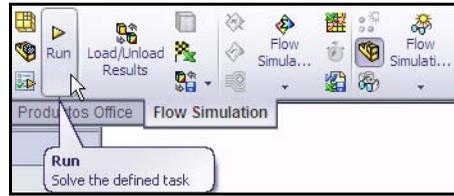
Luego de 60 interrelaciones, haz clic en el botón **Suspend**  (Suspend) en la barra de herramientas Solver. Esto suspende los cálculos para que puedas explorar algunos de los diferentes tipos de vistas preliminares.

### 4 Obtenga una vista preliminar de la velocidad.

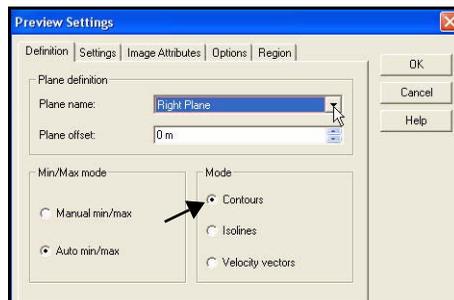
Haz clic en la herramienta **Insert Preview**  (Insertar vista preliminar) en la barra de herramientas Solver. Aparece el cuadro de diálogo Preview Settings (Vista preliminar de la configuración).

Selecciona **Right Plane** (Vista lateral) en Plane name (Nombre de plano).

Selecciona **Contours** (Contornos) en Mode (Modo).



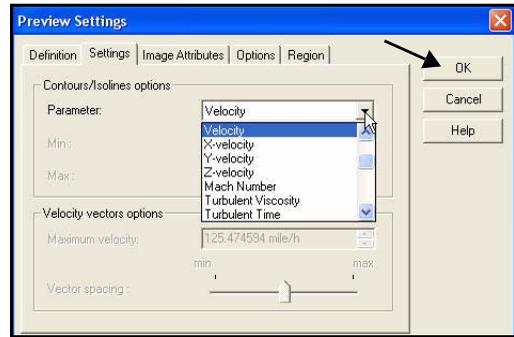
Parameter	Value
Fluid cells	71050
Partial cells	3563
Iterations	60
Last iteration fini...	09:16:39
CPU time per last...	00:00:04
Travels	0.706197
Iterations per 1 t...	84
Cpu time	0 : 3 : 10
Calculation time left	0 : 17 : 47
Status	Calculation



Haz clic en la pestaña **Settings** (Configuración) del cuadro de diálogo Preview Settings (Vista preliminar de la configuración).

Selecciona **Velocity** (Velocidad) en Parameter (Parámetro). Observa tus opciones.

Haz clic en **OK** (Aceptar).



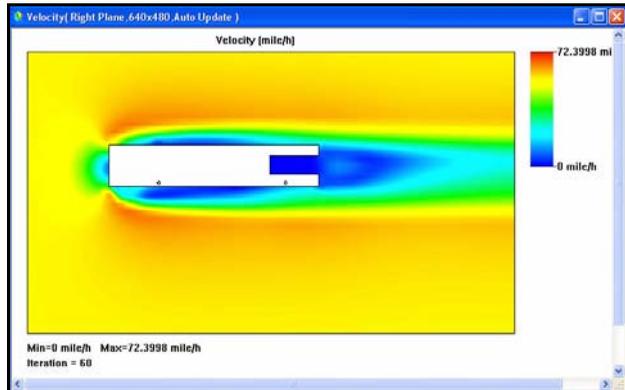
**5 Observa el cuadro de vista preliminar.**

La vista preliminar del trazado aparece en una ventana individual.

Observa los resultados.

**Nota:** La escala puede variar ligeramente.

**Cierra** la ventana Preview.



**6 Obtenga una vista preliminar de la presión.**

Haz clic en la herramienta **Insert Preview** (Insertar vista preliminar) en la barra de herramientas **Solver**. Aparece el cuadro de diálogo Preview Settings.

Selecciona **Right Plane** (Vista lateral) en Plane name (Nombre de plano).

Selecciona **Contours** (Contornos) en Mode (Modo).

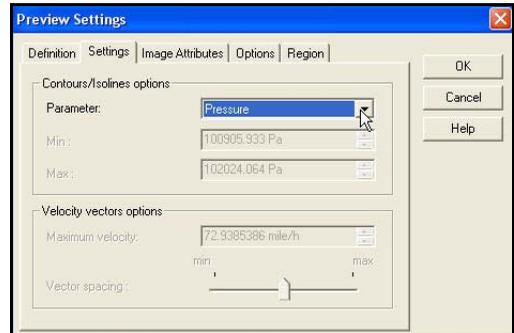
Haz clic en la pestaña **Settings**.

Selecciona **Pressure** (Presión) en Parameter (Parámetro).

Haz clic en **OK**.

Observa los resultados.

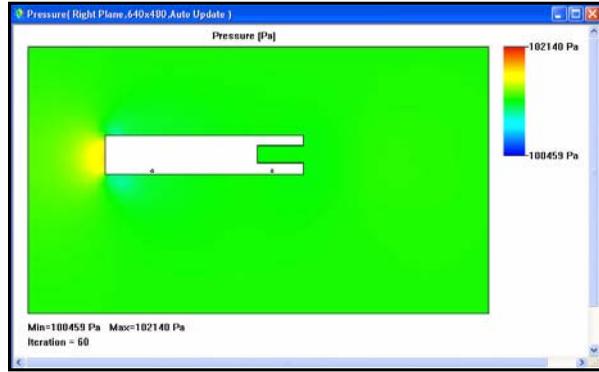
**Cierra** la ventana Preview.



- 7 **Reanuda el cálculo.**  
**Cierra** la ventana Preview.

Haz clic en el botón **Suspend**  en la barra de herramientas Solver.

- 8 **Finalización.**  
 La barra de estado en la parte inferior de la ventana indica cuándo termina el Solver.



Solver: Initial Block (1)(Race Car.SLDASM)

File Calculation View Insert Window Help

Log

Message	Iterations	Date
Mesh generation started		13:37:39 , Dec 10
Mesh generation normally finished		13:38:01 , Dec 10
Preparing data for calculation		13:38:07 , Dec 10
Calculation started	0	13:38:16 , Dec 10
Calculation has converged since t...	119	13:51:35 , Dec 10
Goals are converged	119	13:51:35 , Dec 10
Calculation finished	120	13:51:42 , Dec 10

Info

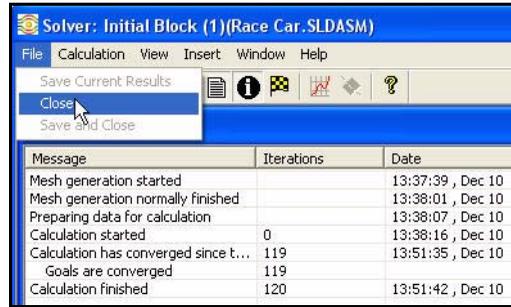
Parameter	Value
Fluid cells	71085
Partial cells	3575
Iterations	120
Last iteration fini...	13:51:35
CPU time per last...	00:00:03
Travels	1,41201
Iterations per 1 t...	85
Cpu time	0 : 6 : 10
Calculation time left	0 : 0 : 0
Status	Solver is finished.

Warning

No warnings

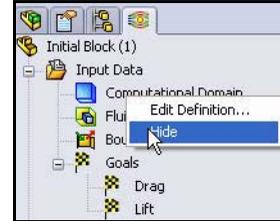
Ready Solver is finished. Iterations : 120

- 9 **Cierra la ventana Solver.**  
Haz clic en **File** (Archivo), **Close** (Cerrar) en el cuadro de diálogo Solver.



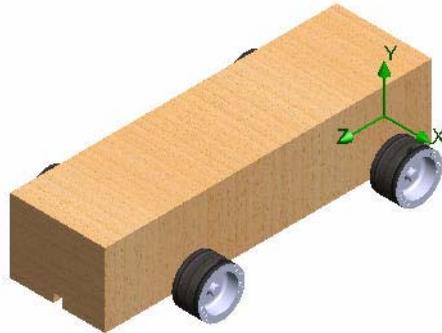
- 10 **Oculto el Dominio computacional.**  
Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Computational Domain**.

Haz clic en **Ocultar**.



- 11 **Guarda el documento.**

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

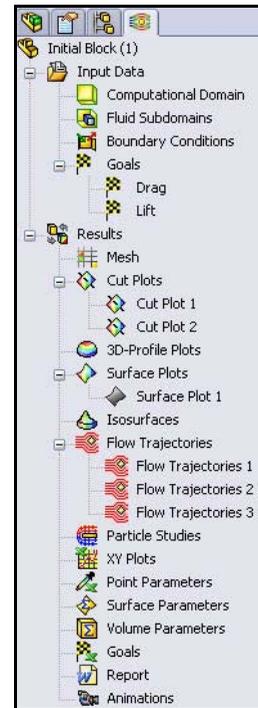


## Visualización de los resultados

Una vez que termine el cálculo, puedes ver los resultados del cálculo guardados a través de numerosas opciones de Flow Simulation de manera directa y personalizada dentro de la zona de gráficos. Las opciones de resultados son:

- Cut Plots (vista de sección de la distribución de parámetros)
- Section Plots (genera contornos de los resultados en las secciones especificadas)
- Flow Trajectories (líneas de trayectoria de flujo y trayectorias de partículas)
- Goal Plot (comportamiento de los objetivos especificados durante el cálculo)
- XY Plots (cambio de parámetros a lo largo de una curva, croquis)
- Surface Parameters (obtención de parámetros en superficies especificadas)
- Parámetros de Puntos (obtención de parámetros en puntos especificados)
- Informe (salida de informe del proyecto a Microsoft Word)
- Animación de resultados

A continuación, observaremos Section plots, Surface plots y Flow trajectories.



## Acceso a los resultados

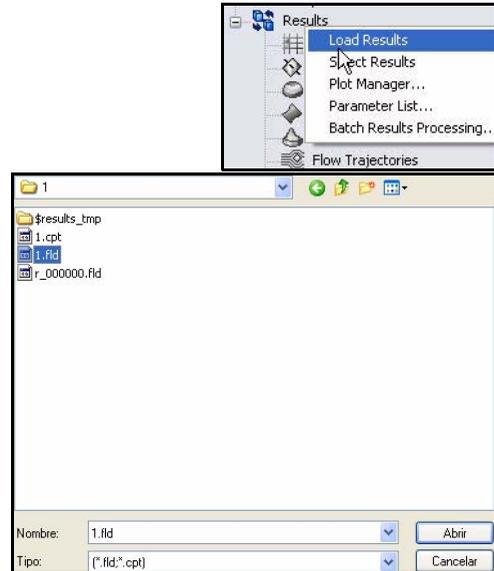
### 1 Si fuera necesario, carga los resultados.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Results** en el gestor de análisis de Flow Simulation.

Haz clic en **Load Results** (Cargar resultados). Aparece el cuadro de diálogo Cargar resultados.

**Nota:** Si aparece la leyenda Unload Results, los resultados ya se han cargado.

Haz doble clic en 1 . fld.



### 2 Cambia la configuración de la vista.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Results**.

Haz clic en **View Settings** (Configuración de vista).

Haz clic en la pestaña **Contours**.

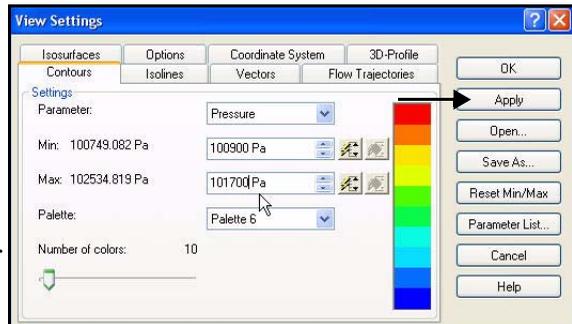
Selecciona **Pressure** (Presión) en el menú desplegable Parameter Settings (Parámetro de Configuración).

Introduce **100.900** en Min .

Introduce **101.700** en Max .

Haz clic en el botón **Aplicar**.

Haz clic en **OK** en el cuadro de diálogo View Settings.



**Nota:** No utilizamos los valores predeterminados porque si realizamos un cambio de diseño en el automóvil y volvemos a ejecutar el análisis, los valores mínimos y máximos serán diferentes. Esto significa que el color rojo representaría una presión en un trazado y una presión distinta en otro trazado. La utilización de los mismos valores mínimos y máximos para cada análisis permite realizar comparaciones significativas entre diferentes iteraciones del diseño.

### 3 Crea un trazado de sección.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Cut Plots**.

Haz clic en **Insert** (Insertar). Aparece el PropertyManager Cut Plot (Trazado de corte). Front Plane (Alzado) se encuentra seleccionado de forma predeterminada.

Expande Race Car en el FeatureManager desplegable. Observa las operaciones.

Haz clic en Right Plane en el FeatureManager desplegable. Right Plane (Vista lateral) aparece en el cuadro Selection Plane (Plano de selección) o Planar Face (Cara plana).

Haz clic en el botón **View Settings** en el PropertyManager Cut Plot. Aparece el cuadro de diálogo View Settings.

Haz clic en la pestaña **Contours**.

Selecciona **Velocity** (Velocidad) en el menú desplegable Parameter Settings (Parámetro de Configuración).

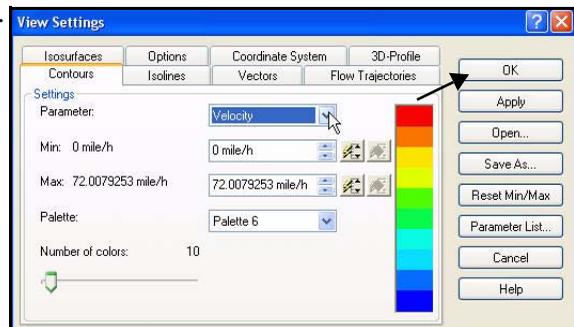
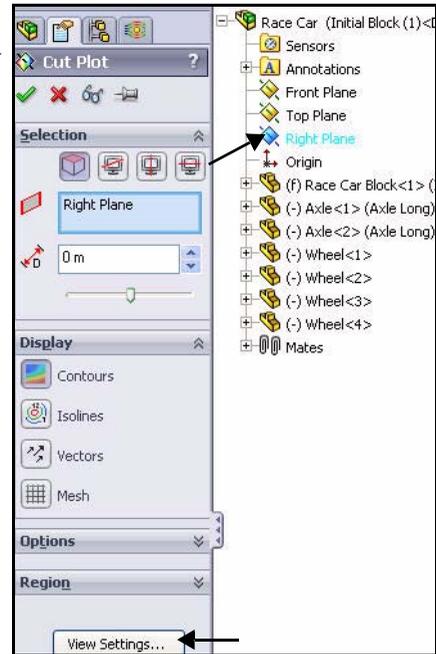
Haz clic en el botón **Apply** (Aplicar).

Haz clic en **OK** en el cuadro de diálogo View Settings.

### 4 Visualiza el trazado de sección.

Haz clic en **OK**  en el PropertyManager Cut Plot. Observa el trazado en la zona de gráficos.

**Nota:** Quizás necesites hacer clic en la pestaña **Hide FeatureManager Tree Area** (Ocultar el área del gestor de diseño del FeatureManager) para ver el trazado total.

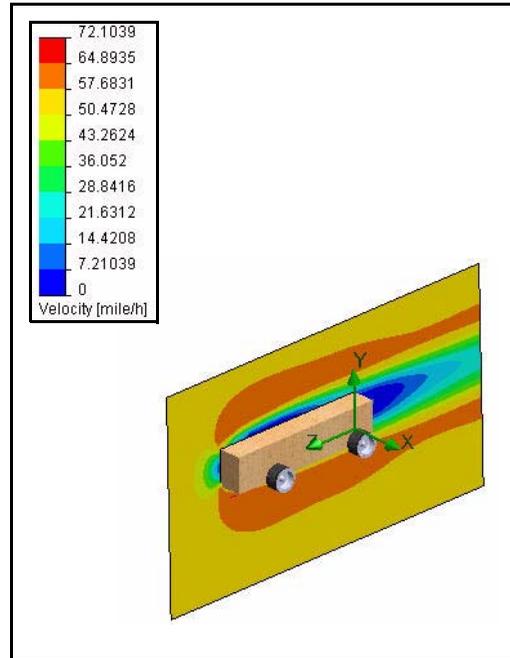


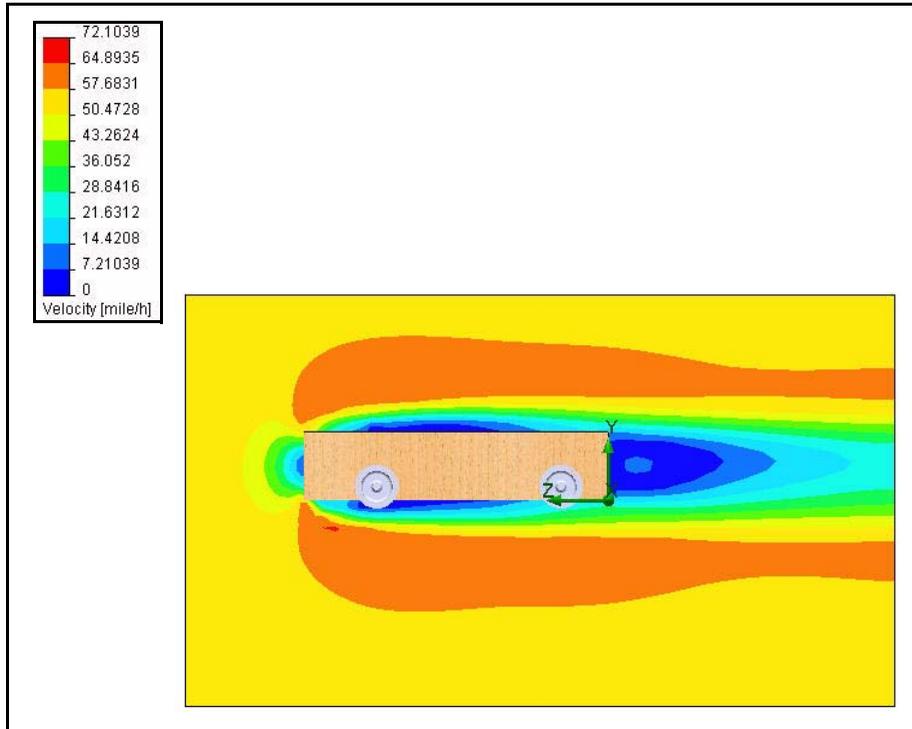
**5 Observa los resultados.**

Haz clic en la vista **Derecha**  en la barra de herramientas transparente Ver. Observa los resultados.

**Nota:** Haz clic en la pestaña **Gestor del FeatureManager** si fuera necesario para ver la escala de Velocidad en la zona de gráficos.

**Nota:** Observa las áreas de alta velocidad alrededor del modelo en rojo y naranja.

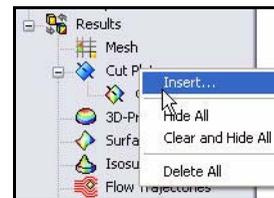




**6 Crea un segundo trazado de corte.**

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Cut Plots**.

Haz clic en **Insert** (Insertar). Front Plane (Alzado) se encuentra seleccionado de forma predeterminada.

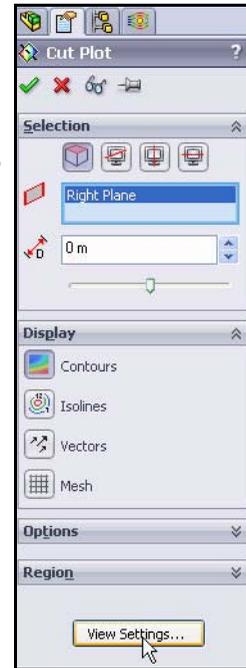


**7 Cambia el plano seleccionado.**

Expande el ensamblaje Race Car en el FeatureManager desplegable.

Haz clic en Right Plane en el FeatureManager desplegable. Right Plane (Vista lateral )aparece en el cuadro Selection Plane or Planer Face.

Haz clic en el botón **View Settings**.



Haz clic en la pestaña **Contours**.

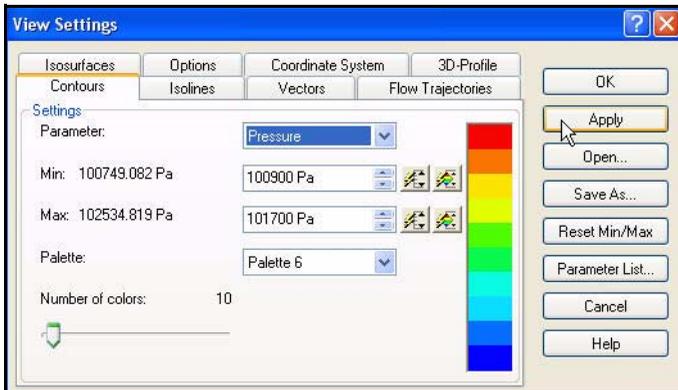
**8 Observa la configuración.**

Selecciona **Pressure** (Presión) en el menú desplegable Parameter Settings.

Observa el valor **100.900** de Min.

Observa el valor **101.700** de Max.

Haz clic en el botón **Apply** (Aplicar).



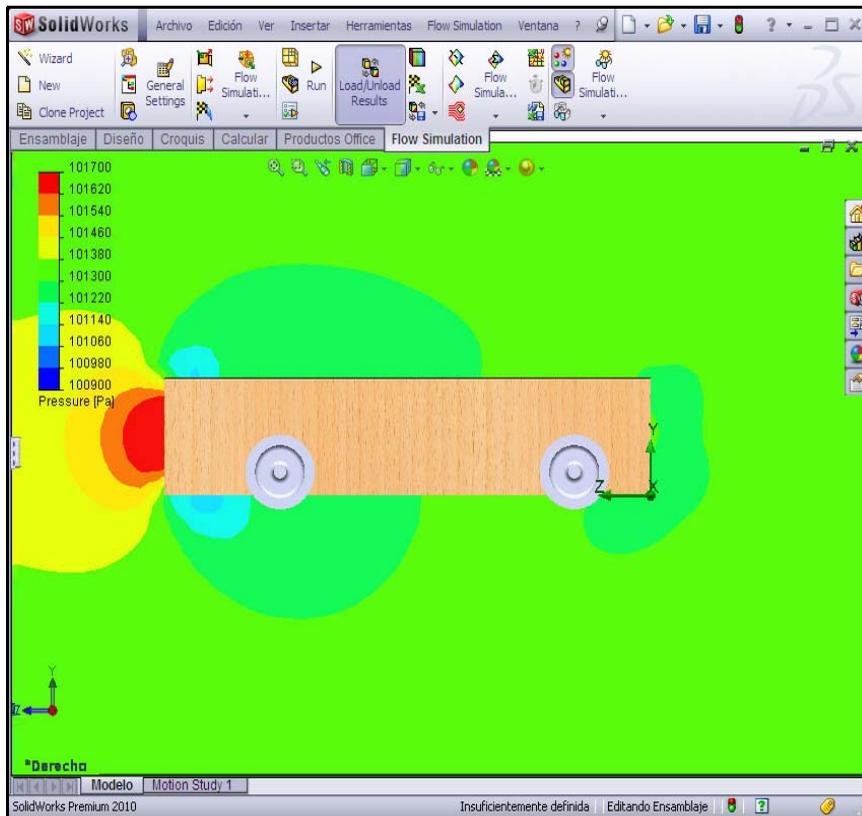
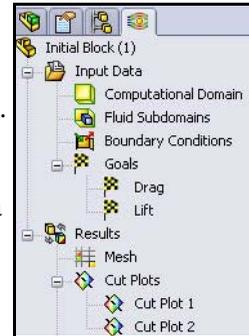
Haz clic en **OK** en el cuadro de diálogo View Settings.

Haz clic en **OK**  en el PropertyManager Cut Plot. Cut Plot 2 aparece en el gestor de análisis de Flow Simulation.

**Nota:** Si fuera necesario, haz clic en la pestaña **FeatureManager tree** (Gestor del FeatureManager) como se ilustra para ver la zona de gráficos completa.

## 9 Observa el segundo trazado.

Haz clic en la vista **Right**  en la barra de herramientas transparente View. Observa el trazado.



**10 Oculta los trazados de sección.**

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta Cut Plots.

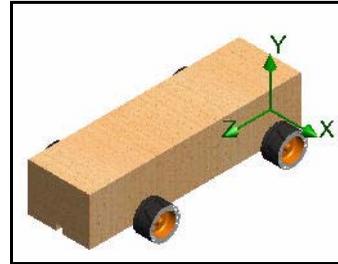
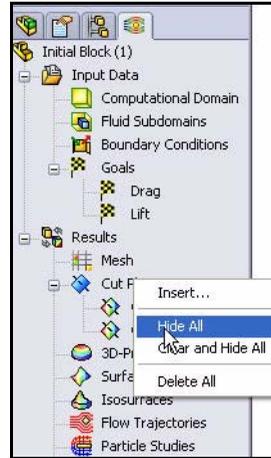
Haz clic en **Hide All** (Ocultar todo). Observa el modelo en la zona de gráficos.

**11 Visualiza una vista Isométrica.**

Haz clic en **Isometric**  (Isométrica) en la barra de herramientas transparente Ver.

**12 Guarda el documento.**

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



## Trayectorias de flujo

Las trayectorias de flujo se muestran como líneas de trayectoria de flujo. Las líneas de trayectoria de flujo son curvas en las que el vector de velocidad de flujo es tangente a una curva en cualquier punto de esta.

**Sugerencia:** Son análogos a los señalizadores de humo en un túnel aerodinámico.

### 1 Inserción de una trayectoria de flujo.

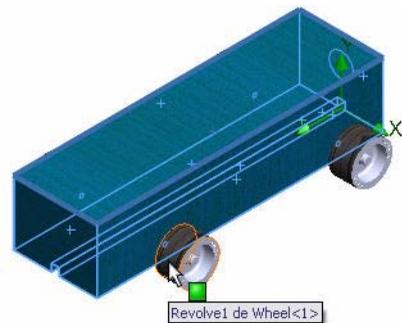
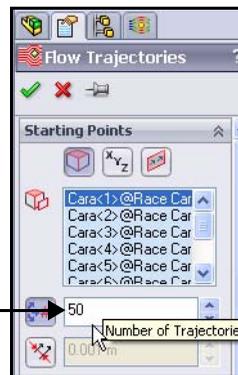
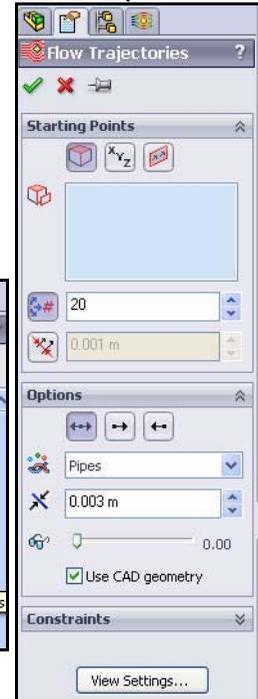
Haz clic en la herramienta **Flow Trajectories** (Trayectorias de flujo) en el Administrador de comandos de Flow Simulation. La opción Referencia se encuentra activa.

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Borrar selecciones** en el cuadro de selección.

Haz clic en las diez superficies planas de **Race Car Block**.

Haz clic en la cara de las cuatro **Ruedas**.

Introduce **50** en Number of trajectories.



Selecciona **Line with Arrow** (Línea con flecha) en el menú desplegable Draw trajectories (Dibujar trayectorias).

Haz clic en **Aceptar**  en el PropertyManager Flow Trajectories.

**2 Observa la trayectoria de flujo.**

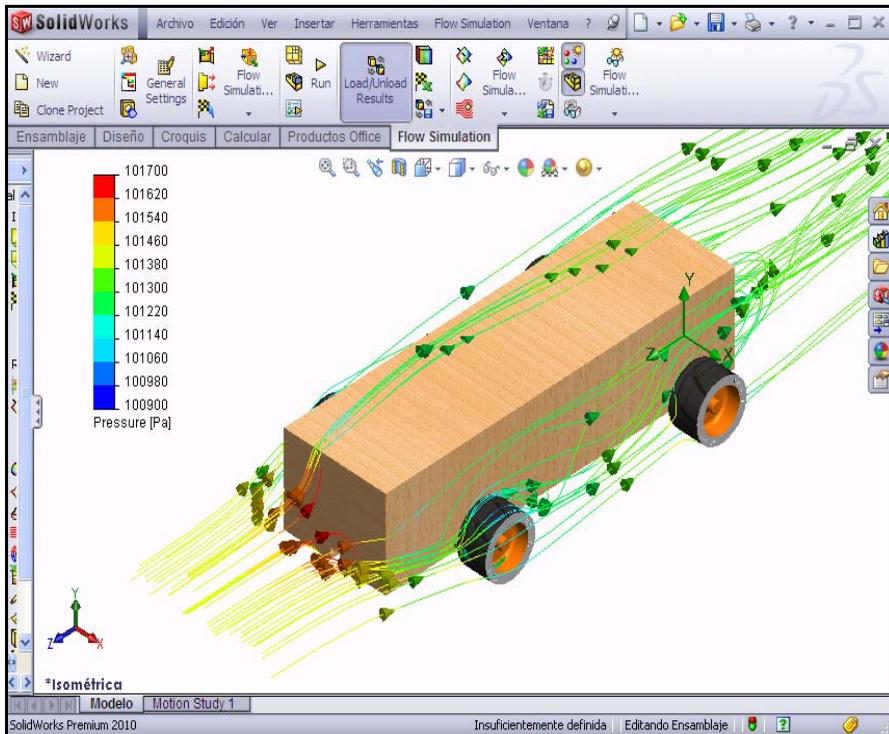
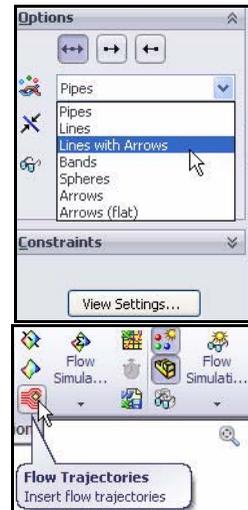
Este tipo de visualización te ayuda a ver cómo fluye el aire alrededor del automóvil.

Gira el modelo en la zona de gráficos para ver la turbulencia alrededor de la ruedas delanteras y detrás del bloque.

**Nota:** Haz clic en la herramienta **Flow Trajectories**  en la barra de herramientas Simulation para insertar una nueva trayectoria

**3 Guarda el documento.**

Haz clic en **Save**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



## Experimenta con otras trayectorias de flujo

Hay dos maneras de experimentar con trayectorias de flujo:

- Editar la definición del trazado existente.
- Insertar un nuevo trazado.

Si creas varias trayectorias de flujo, puedes visualizar una a la vez o puedes ver varias en forma simultánea.

Crearemos algunas otras trayectorias de flujo.

### 4 Oculta la trayectoria de flujo.

Haz clic con el botón derecho del ratón en Flow Trajectories 1.

Haz clic en **Ocultar**.

### 5 Inserta un nuevo trazado de Trayectoria de flujo.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta Flow Trajectories.

Haz clic en **Insert** (Insertar).

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Clear Selections** (Borrar selecciones).

Haz clic en **Right Plane** en el FeatureManager desplegable.

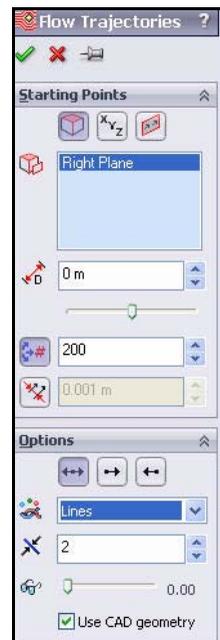
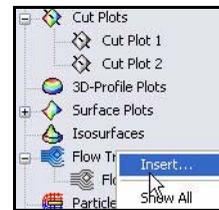
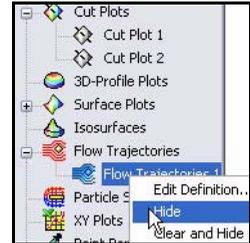
Introduce **200** en Number of trajectories.

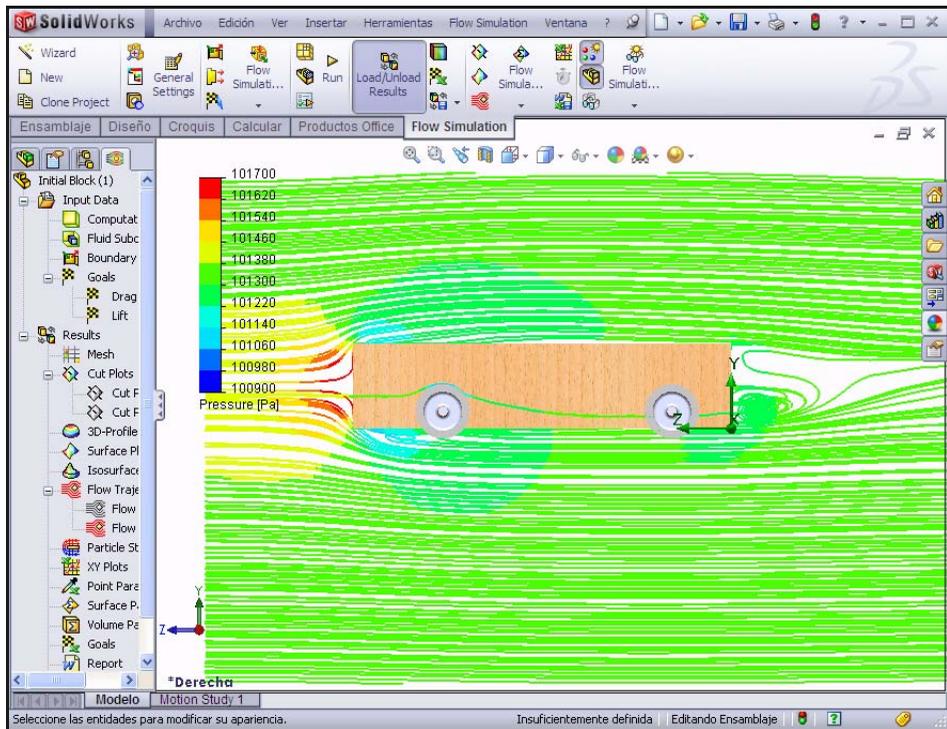
Selecciona **Lines** (Líneas) en el menú desplegable Draw trajectories.

Haz clic en **OK**  en el PropertyManager Flow Trajectories.

### 6 Visualiza la vista Right.

Haz clic en la vista **Right**  en la barra de herramientas transparente View.





**Nota:** Observa la turbulencia adelante y detrás del cuerpo del bloque.

**1 Inserta otro trazado de Trayectoria de flujo nuevo.**

Haz clic con el botón derecho del ratón en Flow Trajectories 2.

Haz clic en **Hide** (Ocultar).

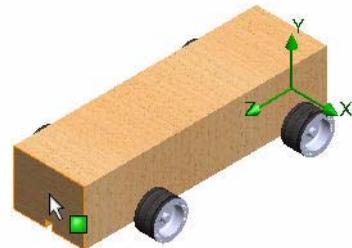
Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta Flow Trajectories.

Haz clic en **Insert** (Insertar).

Haz clic con el botón derecho del ratón en **Clear Selections** (Borrar selecciones).

Haz clic en la vista **Isometric**  (Isométrica) en la barra de herramientas transparente View.

Haz clic en la **cara frontal** de Race Car.

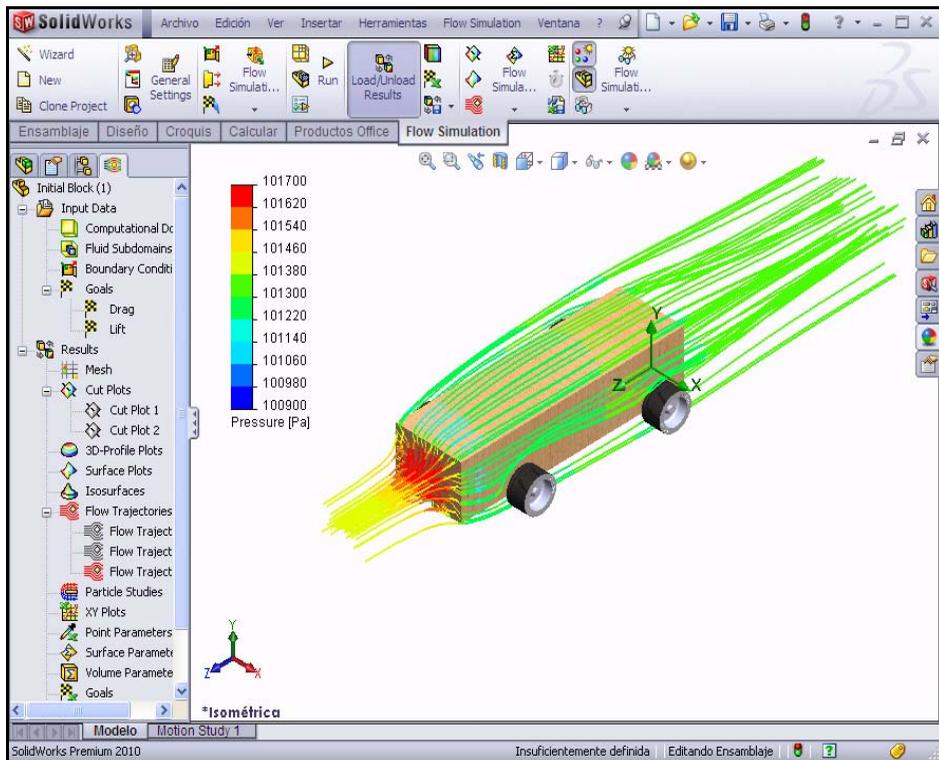


Introduce **50** en Number of trajectories.

Selecciona **Lines** (Líneas) en el menú desplegable Draw trajectories.

Haz clic en **OK**  en el PropertyManager Flow Trajectories.

**Sugerencia:** Al haber menos líneas de trayectoria, es más fácil ver si hay una turbulencia significativa alrededor del modelo.



Las trayectorias de flujo revelan diversas condiciones:

- El color rojo de las trayectorias en el cuerpo delantero del ensamblaje Race Car indica un área de alta presión. Esta presión afectará la velocidad de Race Car.
- Las trayectorias de flujo detrás de las ruedas son bastante suaves, lo que indica la ausencia de turbulencia.

**2 Oculta todas las trayectorias de flujo.**

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta Flow Trajectories.

Haz clic en **Hide All** (Ocultar todo).



**3 Guarda el documento.**

Haz clic en **Save**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

**Resultados cuantitativos**

Los ejemplos anteriores de los trazados de superficie y las trayectorias de flujo son excelentes herramientas para visualizar el flujo de aire alrededor de un cuerpo. Sin embargo, son más cualitativos que cuantitativos. Avancemos a una interpretación más cuantitativa de los resultados.

**Nota:** Se necesita Microsoft® Excel para la siguiente sección.

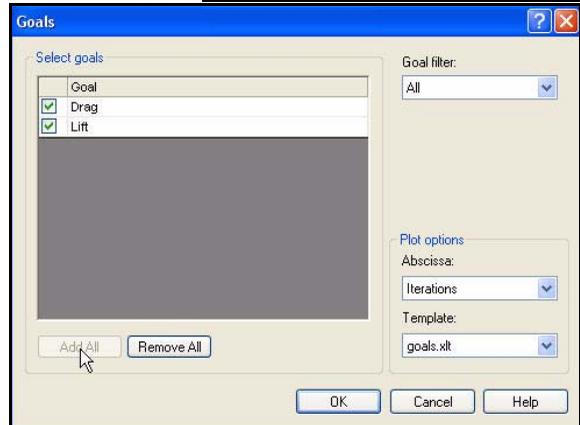
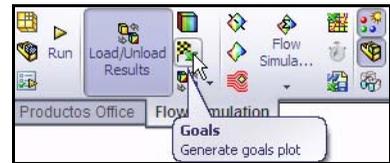
**1 Crea un trazado de objetivos.**

Haz clic en la herramienta

**Goals**  (Objetivos) en la pestaña Flow Simulation. Aparece el cuadro de diálogo Goals.

Haz clic en el botón **Add All** (Agregar todo).

Haz clic en **OK** (Aceptar).

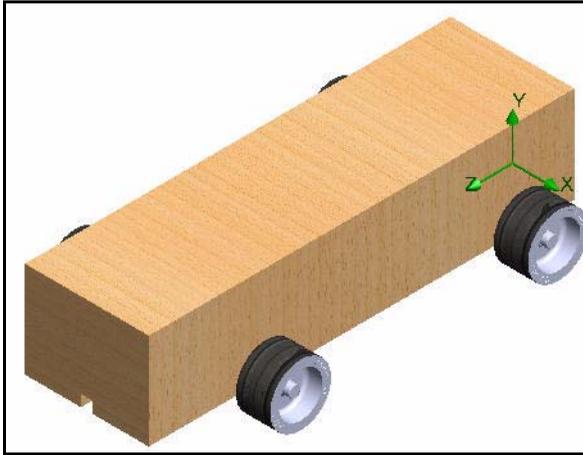


## 2 Hoja de cálculo de Excel.

Se inicia Microsoft® Excel y se abre una hoja de cálculo. Presta particular atención a las primeras tres columnas. Muestran el nombre del objetivo, las unidades (gramo-fuerza, en este caso) y el valor.

<b>Race Car.SLDASM [Initial Block (1)]</b>				
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value
Drag	[p]	-150.1185448	-150.1506867	-150.4329523
Lift	[p]	9.023015116	8.630707817	8.051034856

Iterations: 120  
Analysis interval: 43



**Nota:** Los números pueden variar levemente.

## 3 Guarda y cierra el ensamblaje.

Haz clic en **Archivo, Guardar**. Acepta el nombre predeterminado.

Haz clic en **Guardar**.

Cierra la hoja de cálculo de **Excel**.

## Unidades, valores e interpretación de los resultados

Como hemos analizado, gramo-fuerza es una unidad de fuerza que equivale aproximadamente al peso de una masa de 1 gramo sobre la Tierra. La resistencia al avance en un automóvil es una fuerza. Los gramos constituyen una unidad de masa, por lo que no es exacto decir que la resistencia al avance es de aproximadamente -150,11 gramos.

La manera correcta de expresar los resultados es decir que tenemos una fuerza de resistencia al avance de aproximadamente 150,11 gramos-fuerza y una fuerza de sustentación descendente de aproximadamente 9,08 gramos-fuerza.

## Cambio del diseño

Según el análisis de la configuración del ensamblaje Race Car (Bloque inicial) mediante SolidWorks Flow Simulation, concluimos que la forma del cuerpo puede mejorarse significativamente.

La manera más fácil de rehacer un análisis es clonar el proyecto de SolidWorks Flow Simulation creado para el diseño de Bloque inicial. De esta manera, no tenemos que repetir el trabajo de agregar los objetivos y definir el Dominio computacional, pero no podemos reutilizar trazados donde se crearon nuevas operaciones en la configuración Predeterminada de Race Car.

Para ahorrar tiempo, se brinda la configuración Predeterminada final. Las configuraciones te permiten representar más de una versión de la pieza dentro de un archivo de SolidWorks individual. Por ejemplo, al suprimir las operaciones y cambiar los valores de las cotas del modelo, el diseño puede alterarse fácilmente sin crear un nuevo modelo.

**Sugerencia:** Una configuración puede cambiarse por una cota de otro valor. Tanto las piezas como los ensamblajes pueden admitir ajustes de configuración.

**Nota:** Algunas de las caras referidas del cuerpo del automóvil no existen en la configuración Predeterminada final. Fueron eliminadas cuando se aplicaron los redondeos y las operaciones de corte al cuerpo. Por lo tanto, debemos redefinir la referencia antes de que podamos visualizar cualquier trazado. La pieza Axle también se modificó en la configuración del Bloque inicial para corregir el ensamblaje.

### 4 Clona el proyecto.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la configuración Initial Block (1) en el gestor de análisis de Flow Simulation.

Haz clic en **Clone Project** (Clonar proyecto).

Haz clic en **Add to existing** (Agregar a existente).

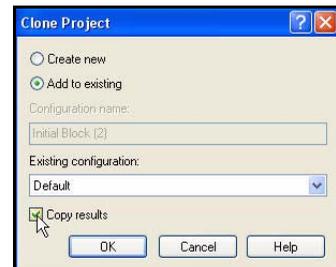
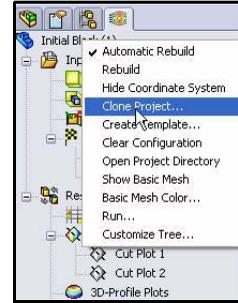
Selecciona **Default** (Predeterminada) en Existing configuration (Configuración existente).

Marca la casilla **Copy results** (Copiar resultados).

Haz clic en **OK** (Aceptar). El sistema le preguntará si desea reiniciar el Dominio computacional.

Haz clic en **No**.

**Nota:** Para que sea más fácil realizar comparaciones significativas entre los dos conjuntos de resultados, deseamos utilizar un Dominio computacional del mismo tamaño. Además, para restablecer el dominio sería necesario redefinir las condiciones de simetría. Eso sería trabajo adicional.



### 5 Restablece la configuración de la malla.

¿Por qué deseamos restablecer la configuración de la malla? Haz clic en **Yes (Sí)**.

### 6 Ejecuta el solver.

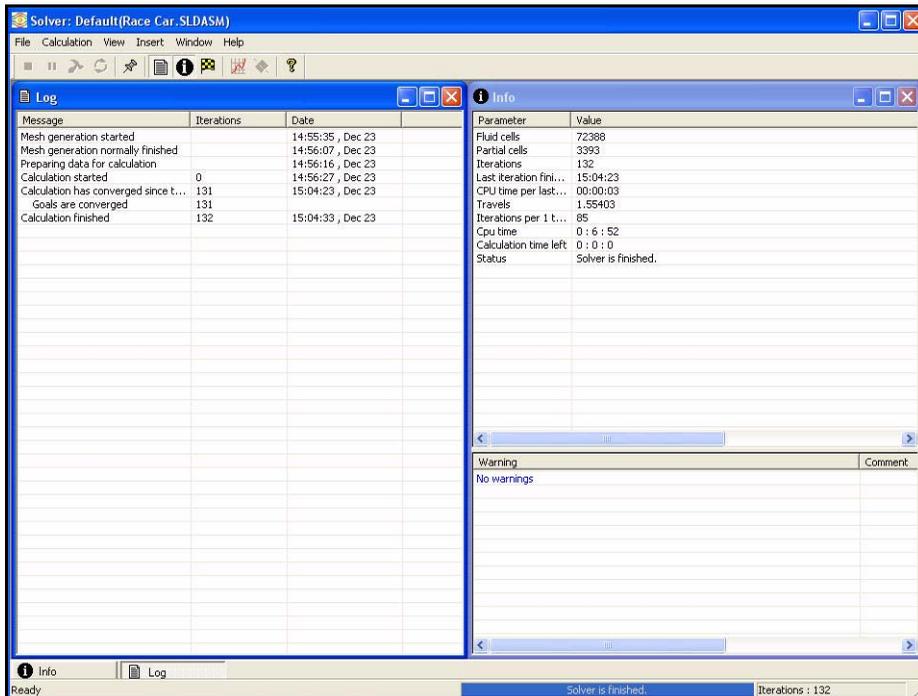
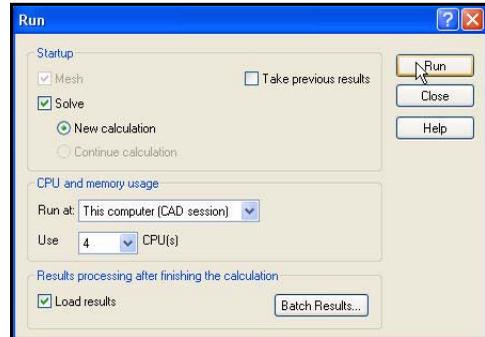
Haz clic en **Run**  en la barra de herramientas del Administrador de comandos de Flow Simulation.

Haz clic en **Run** en el cuadro de diálogo Run. Esto puede demorar de 10 a 15 minutos.

### 7 Finalización.

La barra de estado en la parte inferior de la ventana indica cuándo termina el Solver.

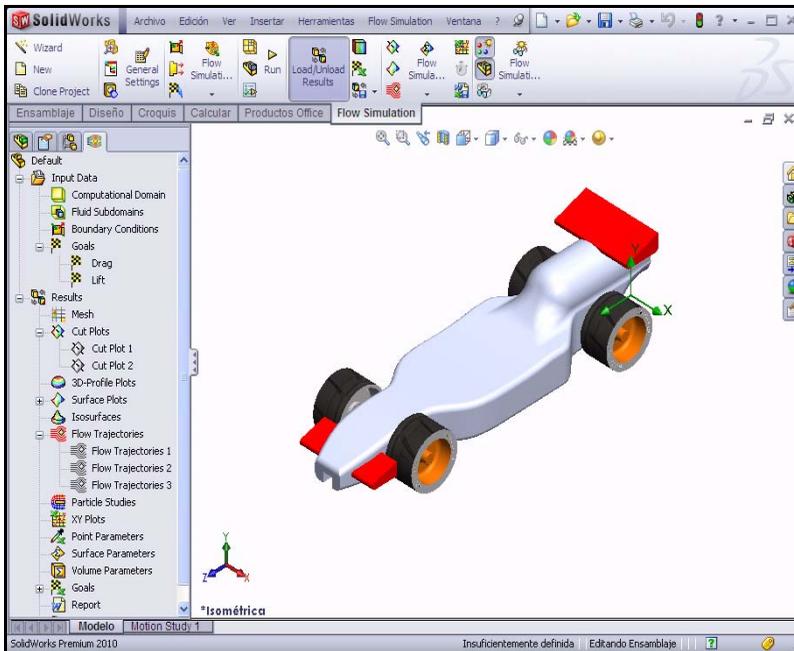
Cierra el cuadro de diálogo Solver.



## Examina los resultados

### 1 Carga los resultados.

Haz clic en la pestaña **Flow Simulation analysis tree**  (Gestor de análisis de Flow Simulation). Examina los resultados de la configuración Default (Predeterminada). La configuración Default es la configuración final del ensamblaje Race Car.



### 1 Crea un trazado de Trayectoria de flujo.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Flow Trajectories**.

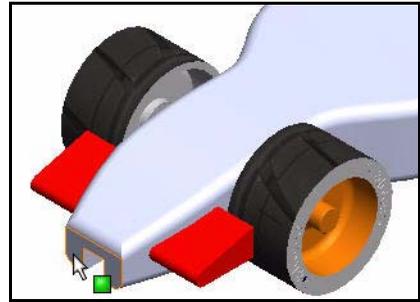
Haz clic en **Insert** (Insertar).

Haz clic en la vista **Isometric**  (Isométrica) en la barra de herramientas transparente **View**.

Si fuera necesario, haz clic con el botón derecho del ratón en **Clear Selections**.



Haz clic en la **cara frontal** de Race Car.

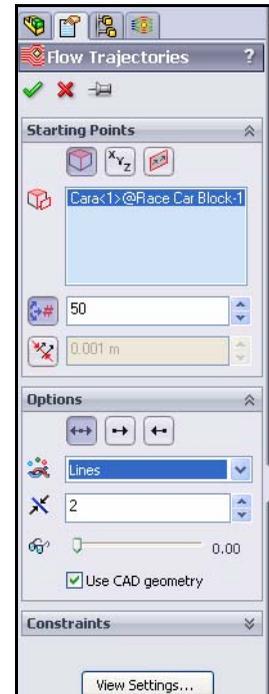


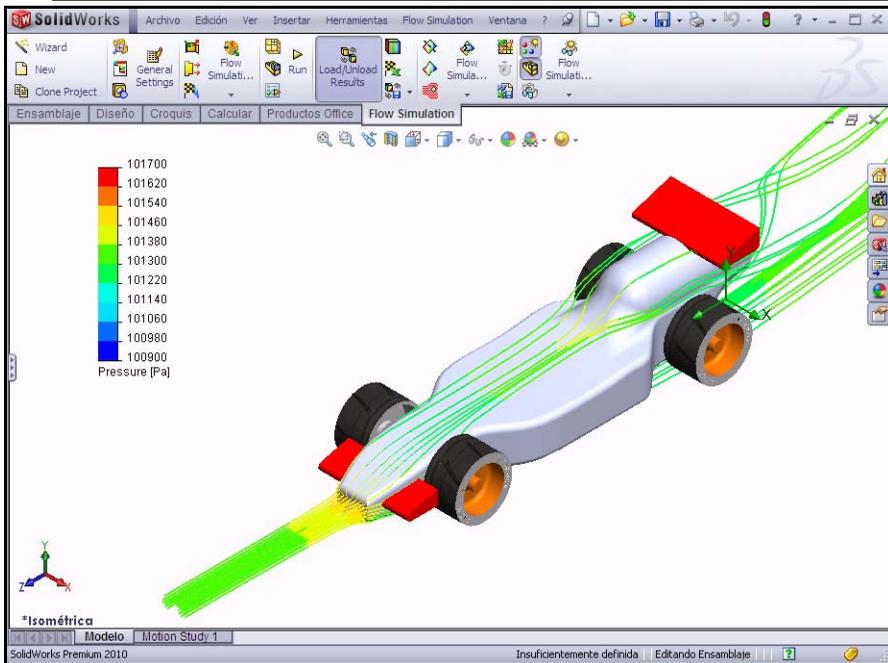
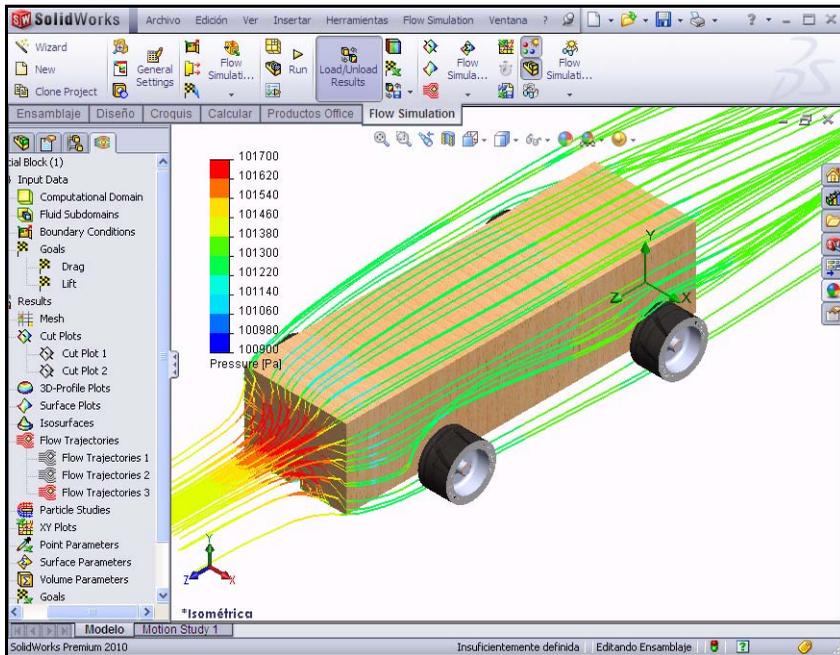
Introduce **50** en Number of trajectories.

Selecciona **Lines** (Líneas) en el menú desplegable Draw trajectories.

Haz clic en **OK**  en el PropertyManager Flow Trajectories.

A continuación se incluyen los dos trazados de Trayectoria de flujo Race Car (Bloque inicial) comparados con la configuración Default final de Race Car. Observa las áreas de presión.





## 2 Modifica el trazado de Trayectoria de flujo.

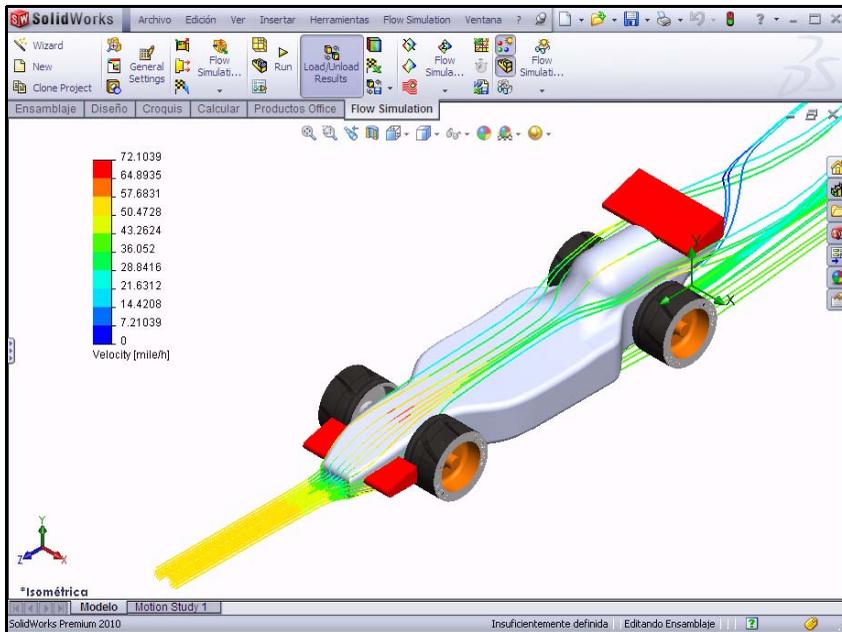
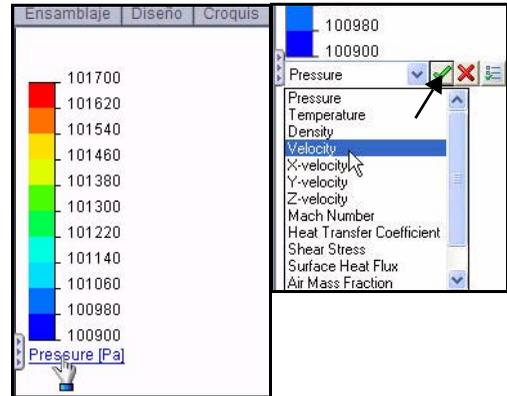
Coloca el cursor de tu ratón sobre **Pressure (Pa)** [Presión (Pa)] en la zona de gráficos como se ilustra.

Haz clic en **Pressure (Pa)**.  
Observa el menú desplegable.

Haz clic en **Velocity**.

Haz clic en la **marca de verificación verde**.

Observa el nuevo trazado de Trayectoria de flujo.



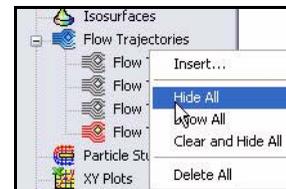
## 3 Oculta todas las trayectorias de flujo.

Haz clic con el botón derecho del ratón en la carpeta **Flow Trajectories**.

Haz clic en **Hide All** (Ocultar todo).

## 4 Guarda el documento.

Haz clic en **Save**  en la barra de herramientas de la barra de menús.



## Resultados cuantitativos

**Nota:** Se necesita Microsoft® Excel para la siguiente sección.

### 1 Crea un trazado de objetivos.

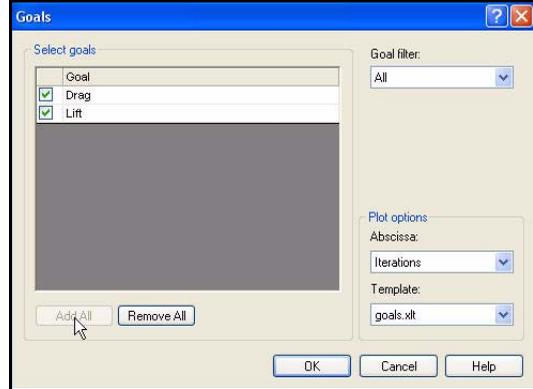
Haz clic en la herramienta **Goals**  (Objetivos) en la pestaña Flow Simulation. Aparece el cuadro de diálogo Goals.

Haz clic en el botón **Add All** (Agregar todo).

Haz clic en **OK** (Aceptar).

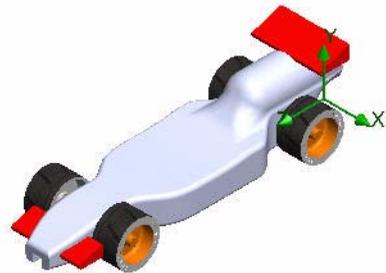
### 2 Hoja de cálculo de Excel.

Se inicia Microsoft® Excel y se abre una hoja de cálculo. Presta particular atención a las primeras tres columnas. Muestran el nombre del objetivo, las unidades (gramo-fuerza, en este caso) y el valor.



Race Car.SLDASM [Default]				
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value
Drag	[p]	-64.03263036	-63.94424163	-64.11390354
Lift	[p]	-26.29219783	-26.28678051	-26.44672946

Iterations: 132  
Analysis interval: 43



<b>Race Car.SLDASM [Initial Block (1)]</b>				
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value
Drag	[p]	-150.1185448	-150.1506867	-150.4329523
Lift	[p]	9.023015116	8.630707817	8.051034856

Iterations: 120  
Analysis interval: 43

<b>Race Car.SLDASM [Default]</b>				
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value
Drag	[p]	-64.03263036	-63.94424163	-64.11390354
Lift	[p]	-26.29219783	-26.28678051	-26.44672946

Iterations: 132  
Analysis interval: 43

**Nota:** Los números pueden variar levemente.

El valor de la resistencia al avance del nuevo diseño es de 64,03 gramos-fuerza.  
El valor de la resistencia al avance del bloque original era de 150,11 gramos-fuerza.

### Porcentaje de optimización

Para conocer el porcentaje de optimización, utilice esta fórmula:

$$\left( \frac{\text{Initial Value} - \text{Final Value}}{\text{Initial Value}} \right) \times 100 = \text{Percentage Change}$$

Para hacerlo simple, redondearemos a 2 decimales. Al sustituir, obtenemos el siguiente resultado:

¡Los cambios permitieron obtener una optimización del 57,34% en la resistencia al avance!

### ¿Qué sucede con la sustentación?

Es interesante tener en cuenta que el diseño del Bloque inicial tenía una fuerza de *sustentación ascendente* de aproximadamente 9,02 gramos-fuerza. El diseño modificado tiene una fuerza de *sustentación descendente* de unos 26,29 gramos-fuerza. Esto se produce por los efectos del Alerón frontal para mantener el extremo frontal del automóvil bajo a altas velocidades.

### 3 Guarda y cierra Excel.

Haz clic en **Guardar**.

**Cierra** la hoja de cálculo de Excel.

**4 Guarda el documento.**

Haz clic en **Guardar**  en la barra de herramientas de la barra de menús.

**5 Cierra todos los modelos y los cuadros de diálogo.**

Haz clic en **Archivo, Cerrar**.

**Más para explorar**

Con lo que has aprendido, explora algunas modificaciones de diseño adicionales. O, mejor aún, comienza a desarrollar tu propio diseño de carrocería de automóvil. Al utilizar SolidWorks Flow Simulation como un túnel aerodinámico virtual, puedes experimentar con muchas ideas y muchos métodos diferentes antes de ponerte a cortar madera.

Busca ideas en Internet para el diseño de tu automóvil. Una fuente excelente es:

<http://www.science-of-speed.com>

Haz clic en **Showroom**.

Con SolidWorks y SolidWorks Flow Simulation puedes explorar fácilmente muchas variaciones de diseño. ¡Diviértete!

## SolidWorks Flow Simulation

Durante esta breve sesión sobre la utilización de SolidWorks Flow Simulation, has tenido una breve exposición de los conceptos principales de la simulación del flujo de fluidos. SolidWorks Flow Simulation te permite conocer las piezas y los ensamblajes relacionados con el flujo de fluidos, la transferencia de calor y las fuerzas en sólidos sumergidos o cercados.

El único producto de simulación del flujo de fluidos completamente integrado con SolidWorks, SolidWorks Flow Simulation, es increíblemente fácil de utilizar; simplemente le indicas al software qué es lo que te interesa en lugar de convertir objetivos de diseño de análisis en criterios numéricos y números de iteración.

**Accede a los modelos de fluidos físicos para aplicaciones de ingeniería.** SolidWorks Flow Simulation puede analizar una amplia gama de fluidos reales como aire, agua, jugo, helado, miel, plástico fundido, dentífrico y sangre, que lo hace ideal para los ingenieros en prácticamente todos los sectores.

**Simula condiciones de funcionamiento reales.** SolidWorks Flow Simulation incluye diversos tipos de condiciones de contorno para representar situaciones reales.

**Automatiza tareas de flujo de fluidos.** SolidWorks Flow Simulation utiliza diversas herramientas de automatización para simplificar el proceso de análisis y te ayuda a trabajar con más eficiencia.

**Interpreta los resultados con herramientas de visualización potentes e intuitivas.** Una vez que hayas completado tu análisis, SolidWorks Flow Simulation ofrece diversas herramientas de visualización de resultados que te permite obtener valiosa información sobre el desempeño de tu modelo.

**Colabora y comparte resultados de análisis.** SolidWorks Flow Simulation te permite colaborar y compartir con facilidad y eficacia los resultados de análisis con todas las personas involucradas en el proceso de desarrollo del producto.

