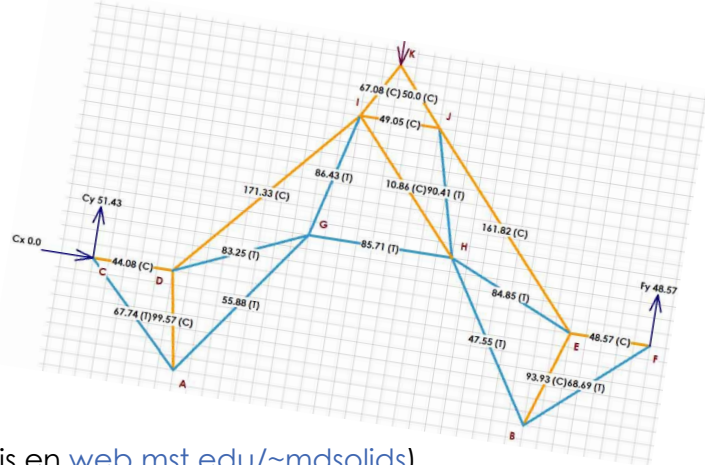


Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**¡Haz tu puente más fuerte usando software para encontrar los miembros más débiles!**



**Esta actividad requiere:**

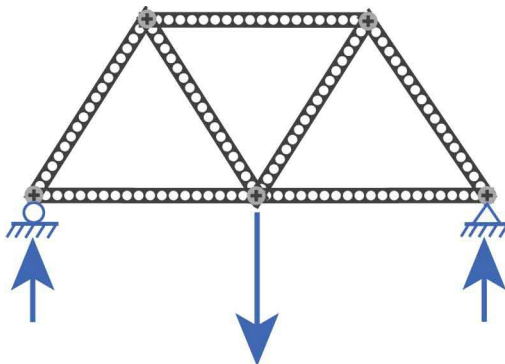
- Kit de Puentes Rompibles
- PC con "MD Solids" instalado (gratis en [web.mst.edu/~midsolids](http://web.mst.edu/~midsolids))
- Cuadrícula de Diseño de Puentes Rompibles (gratis en [teachergeek.com/bridges](http://teachergeek.com/bridges))

## FUERZAS EN LA CERCHA

**¿Qué indica el software MD Solids sobre tu cercha?**

El software MD Solids puede calcular las fuerzas de reacción de tu cercha y los miembros. Los puentes fallan cuando sus miembros son demasiado largos.

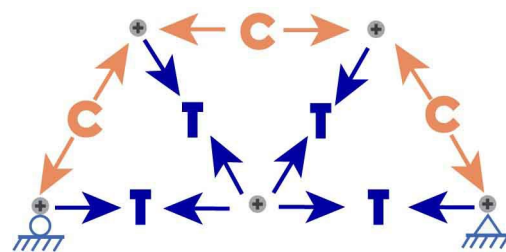
### Fuerzas de Reacción



<b>Fuerza de reacción</b>	<b>Carga</b>	<b>Fuerza de reacción</b>
(Soporte empujando al puente)	(Peso jalando al puente)	(Soporte empujando al puente)

Cuando tu puente soporta una carga, transfiere la fuerza de la carga a los soportes. Mientras el puente empuja hacia abajo los soportes, estos empujan hacia arriba, esto es la fuerza de reacción.

### Fuerzas en Miembros



Las fuerzas en los miembros de la cercha transfieren carga a través del puente a los soportes. Cada unión recibe fuerzas de miembros que están en **Tensión** o **Compresión**.

## DETERMINA LA CERCHA

### ¿Puede MD Solids modelar tu cercha?

El software MD Solids solo funciona si tu cercha es estáticamente determinada (se puede resolver con las "leyes" básicas de física). Para que una cercha sea estáticamente determinada, se debe cumplir la siguiente ecuación:

**#de uniones**

**#de miembros**

**#de fuerzas de reacción posibles**

**$2j = m + r$**

**2 Fuerzas**

Apoyo Fijo

Los apoyos fijos tienen fuerzas de reacción horizontales y verticales.

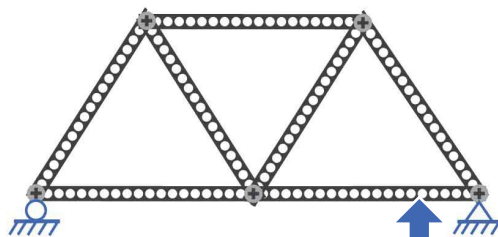
**1 Fuerza**

Apoyo de Rodillo

Los apoyos de rodillo solo tienen una fuerza de reacción vertical.

MD Solids requerirá que añadas apoyos. Lo que le permite a tu puente moverse ligeramente en los soportes. Los puentes se deben de poder mover por la dilatación por temperatura y carga.

### Ejemplo 1:



$$2j = m + r \quad ?$$

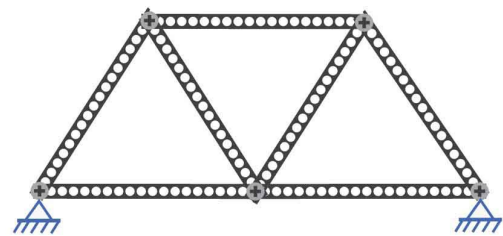
$$2(5) = 7 + 3 \quad ?$$

$$10 = 10 \quad \checkmark$$

Esta cercha **PUED**E ser modelada en MD Solids. Es estáticamente determinada.

La viga inferior tiene una unión en medio, entonces cuenta como dos miembros.

### Ejemplo 2:



$$2j = m + r \quad ?$$

$$2(5) = 7 + 4 \quad ?$$

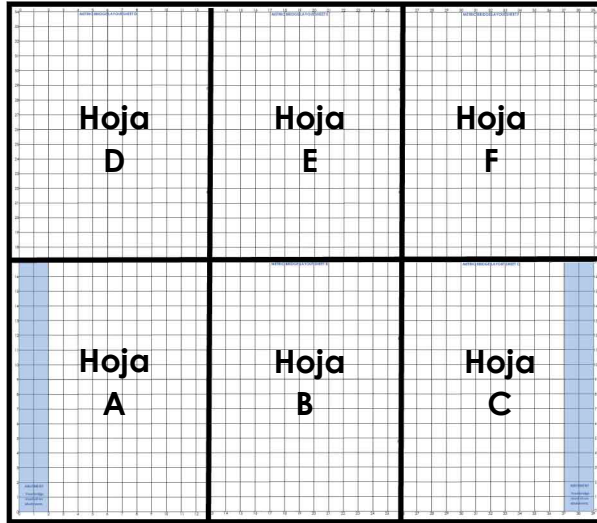
$$10 \neq 11 \quad \times$$

Esta cercha **NO PUEDE** ser modelada en MD Solids. No es estáticamente determinada.

## DISEÑA TU CERCHA

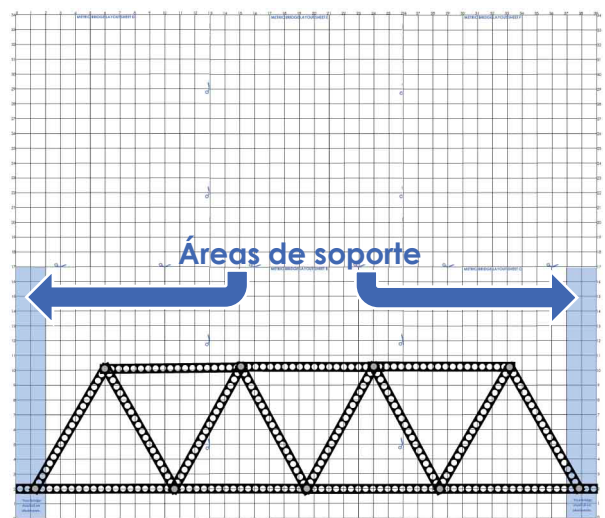
¡Construye un modelo de cercha!

**1** Recorta y **acomoda tu Cuadrícula de Diseño** como se muestra.



Necesitarás tu **Cuadrícula de Diseño** para modelar tu cercha en MD Solids.  
Documentos disponibles en [teachergeek.com/bridges](http://teachergeek.com/bridges)

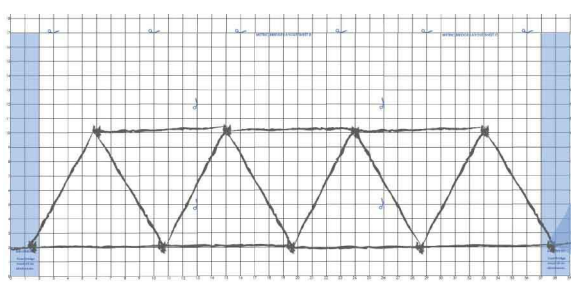
**2** **Acomoda tus partes en la cuadrícula para diseñar tu cercha.** Asegúrate de que tu puente sea suficientemente largo, debe de llegar a las áreas sombreadas de los soportes.



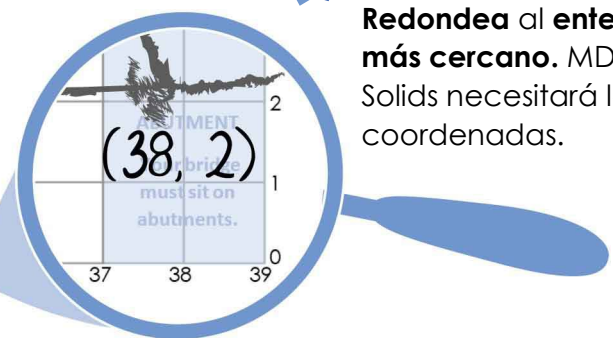
**3** **Asegúrate** de que tu diseño se pueda modelar, tiene que ser:

- Hecho de triángulos**
- Estáticamente determinado** (use  $r=3$  para un soporte fijo y uno de rodillo)

**4** **Dibuja tu cercha en la cuadrícula y quita tus partes.**



**5** **Añade coordenadas junto a cada unión.** **Redondea al entero más cercano.** MD Solids necesitará las coordenadas.

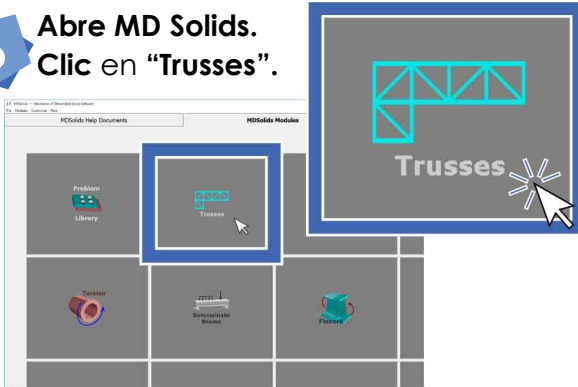




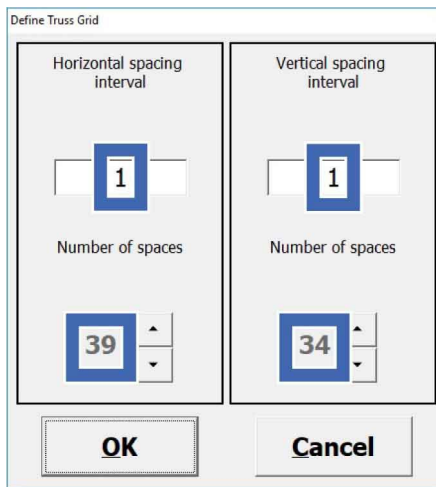
## MODELA TU CERCHA

¡Haz tu cercha en MD Solids!

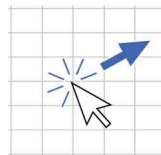
**6** Abre MD Solids. Clic en "Trusses".



**8** Define los intervalos y espacios como se muestra.



**10** Para crear tu cercha, selecciona y arrastra de unión a unión. Usa las coordenadas de la cuadrícula.

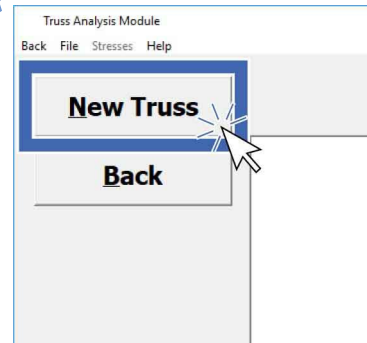


### Tip

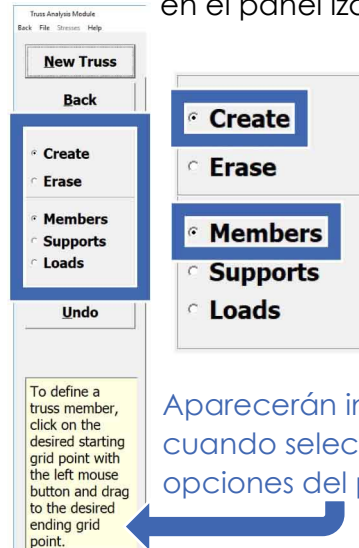
¿Necesitas borrar un miembro? Selecciona "Erase", luego selecciona y arrastra de una esquina a otra.



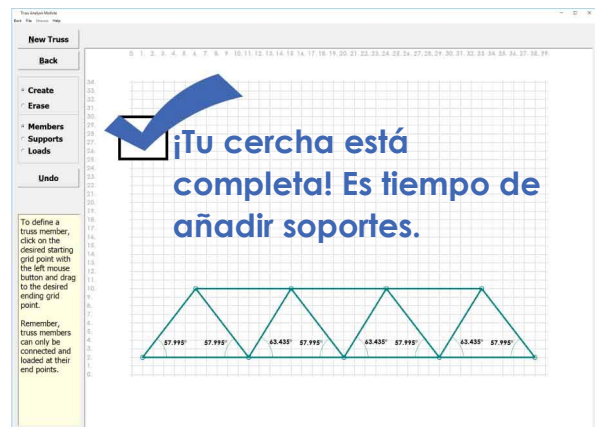
**7** Da clic en "New Truss"



**9** Prepárate para añadir miembros, da clic en "Crear" y "Miembros" en el panel izquierdo.



Aparecerán instrucciones cuando selecciones diferentes opciones del panel.

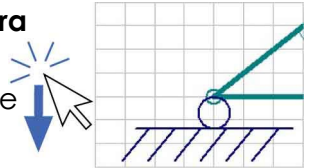


## AÑADE SOPORTES

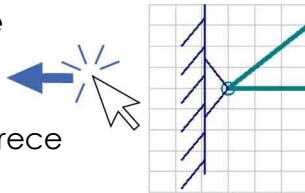
**11** Puedes añadir los apoyos **seleccionando** "Create" y "Supports"



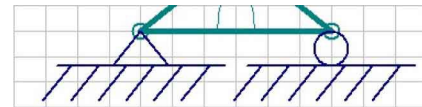
**12** Para **agregar un apoyo de rodillo, selecciona y arrastra verticalmente** una unión que descansa en un soporte.



**13** Crea un apoyo fijo **seleccionando y arrastrando horizontalmente sobre el rodillo.** Está bien si el soporte fijo aparece de lado.



**14** Crea un apoyo de rodillo en la **otra unión** en la cual tu puente hará contacto con el soporte. Está bien si aparece boca abajo.



## PRUEBA TU PUENTE

**15** Para añadir una carga:

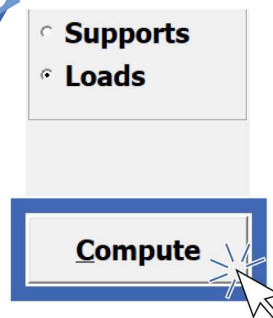
- **Selecciona "Create" y "Loads."**
- **Selecciona y arrastra** hacia la unión más cercana de la mitad.
- Usa una **"Load Magnitude" de 100.**

Define Truss Load

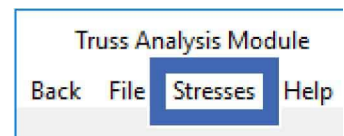
Load Magnitude

(downward direction)

**16** Clic en "Compute."



**17** **Selecciona "Stresses"** en la parte superior para ver las fuerzas en una tabla.



**18** **Selecciona "Print"** para imprimir la tabla y el diagrama.

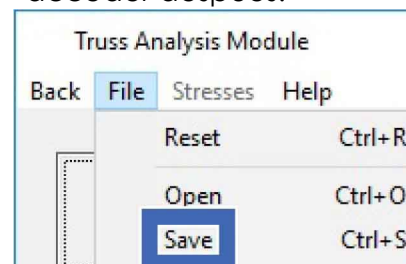
Normal Stresses in Truss Members

Back Edit **Print**

Member	Force (lb)
AC	67.735
AD	-99.572

Ignora las unidades. Piensa en las fuerzas como porcentaje de tu carga total (100).  
 Fuerzas positivas = tensión.  
 Fuerzas negativas = compresión.

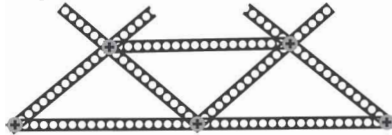
**19** **Guarda tu cercha** como un archivo .dat para que puedas acceder después.



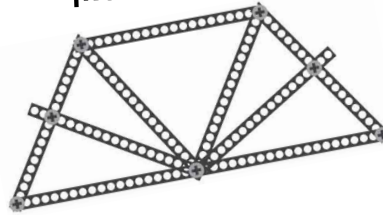
## ¡HAZLO MEJOR!

Continúa refinando tu diseño en MD Solids, ¡juego constrúyelo de verdad!

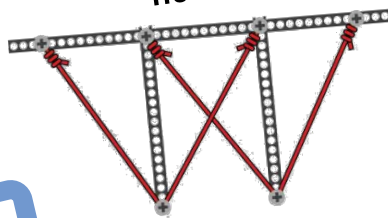
¡Mueve las uniones!



¡Refuézalo!



¡Explora diseños nuevos!



(empieza aquí)

Diseñar

Probar

Evaluar

Proceso de diseño

Rediseñar

Descubre cómo funciona el software con la **¡Actividad de Análisis de Física!** Documentos disponibles en [teachergeek.com/bridges](http://teachergeek.com/bridges)

OPCIONAL

## ¡SE PANDEA!

### ¡No dejes que se doble tu puente!

Los miembros fallan con más frecuencia en compresión que en tensión, esto se debe a que en compresión se pueden pandear, especialmente si son largos y delgados.

Para encontrar los miembros más susceptibles a pandearse, multiplica la fuerza de compresión de cada miembro por el cuadrado de su longitud (lo tendrás que medir). Esta cantidad no tiene nombre, pero puede llamarse índice de pandeo.

Entre más grande sea la magnitud del índice de pandeo, más susceptible será a pandearse. ¡Encuentra el índice de pandeo para los miembros de tu puente para reforzarlo!

$B = FL^2$ , en donde

$B$  es el **índice de pandeo**.

$F$  es la **fuerza del miembro**.

$L$  es la **longitud del miembro**.

**Ejemplo:**

Miembro	Fuerza (lb)	Longitud	Índice de Pandeo
AC	+60.000	SALTAR	(está en tensión)
AD	-60.000	10cm	-6000
AG	-20.000	30cm	<b>-18000</b> Este fallará primero



Dos miembros en este puente se pandearon en compresión. Causarán que el puente falle.

Pandeo