



## CONCURSO NACIONAL DE PUENTES DE ACERO MÉXICO



REGLAS 2020



# imca

*Instituto Mexicano de la Construcción en Acero*



**SMIE®**

Sociedad Mexicana de  
Ingeniería Estructural, A.C.



# BIENVENIDOS

Este documento es una adaptación para el CNPAM (Concurso Nacional de Puentes de Acero México) de las “SSBC Rules 2020” y lo puede encontrar en [www.cnpamexico.com](http://www.cnpamexico.com) su versión original se puede encontrar en [www.aisc.org/ssbc](http://www.aisc.org/ssbc). A continuación, se describe detalladamente el concurso. Las aclaraciones, que incluyen cualquier revisión de las reglas, se publican en la página de FB (CNPAM Concurso Nacional de Puentes de Acero México) y en el sitio [www.cnpamexico.com](http://www.cnpamexico.com) y no aparecen en este documento, aunque sean adiciones formales a las reglas.

El sitio web incluye el formato para solicitar cualquier aclaración u otra información. La información en el sitio web tiene prioridad sobre cualquier otra fuente, excepto en el presente documento.

## CONTENIDO

### Glosario

1. Misión y resumen
2. Introducción
3. Planteamiento del problema
4. Elegibilidad
5. Medidas de seguridad
6. Puntaje
7. Programa de competencia
8. Especificaciones del material y sus componentes
9. Especificaciones estructurales
10. Regulaciones de la prueba de construcción
11. Instrucciones de la prueba de carga
12. Equipo suministrado por el anfitrión
13. Interpretación de las reglas
14. Jueces
15. Apelaciones

### ANEXO – DIAGRAMAS

Sitio de construcción

Elevación: envolvente del puente

Planta: envolvente del puente

Diagrama de carga lateral

Diagrama de carga vertical

## GLOSARIO

**Accidente:** Falta cometida durante el tiempo de armado (cronometrado) y posteriormente penalizado.

**Apoyo temporal:** Dispositivo opcional utilizado para soportar parcialmente una porción construida del puente o herramientas. Los equipos son responsables de proveerlo.

**Armador:** Miembro de un equipo competidor con la tarea de construir el puente.

**Básculas:** Equipo calibrado que provee la institución anfitriona, utilizado para obtener el peso medido del puente.

**Caja:** Prisma rectangular hecho de un material no deformable el cual se utiliza para medir el tamaño máximo permitido de herramientas y miembros del puente.

**Capitán:** Armador designado para representar el equipo durante toda la competencia y quien señala cuando los armadores están listos para comenzar la prueba de construcción, declara el fin de esta y firma los formularios.

**Costo de construcción:** Cantidad en dólares utilizada para determinar la economía de construcción del puente, basado en el número de armadores, tiempo de construcción, tiempo total y penalizaciones durante la prueba de carga.

**Costo estructural:** Cantidad en dólares utilizada para determinar la eficiencia estructural del puente basada en su peso total, peso medido, deflexión agregada y penalizaciones durante la prueba de carga.

**D1, D2:** Puntos ubicados sobre los largueros del puente donde se miden las deflexiones verticales durante la prueba de carga vertical. (Revisar sección 7).

**Decking:** Rejilla colocada transversalmente entre los largueros y se utiliza para sostener las cargas durante la prueba lateral y vertical.

**Deflexión:** Desplazamiento vertical del puente o sus partes bajo la condición de carga.

**Deflexión agregada:** Suma de valores absolutos de las deflexiones medidas en D1 y D2 redondeada a la 0.01 pulgada más cercana.

**Desempeño general:** Categoría global de premiación basada en la suma del costo de construcción y el costo estructural.

**Desplazamiento horizontal:** Desplazamiento del puente en dirección paralela a su sección transversal provocado por la aplicación de la carga lateral.

**Economía de construcción:** Categoría de premiación, basada en el costo de construcción.

**Eficiencia estructural:** Categoría de premiación basada en el costo estructural.

**Equipo de protección personal:** Equipo utilizado por los constructores durante las pruebas de construcción y carga, que tiene la finalidad de prevenir lesiones personales.



**Estética:** Categoría de premiación, basada en la presentación del puente tal como será ensamblado durante la prueba de construcción incluyendo el póster que describe el diseño.

**Extremo Este:** Extremo del puente designado por un proceso aleatorio después de la construcción (por ejemplo, lanzar una moneda al aire) a partir del cual se miden L1, L2 y S.

**Extremo Oeste:** Extremo del puente opuesto al extremo Este del puente.

**Extremo Norte:** Extremo del puente relativo al extremo Este que corresponda a la ubicación donde se tomará la medida D2 y se observa el desplazamiento horizontal durante la carga vertical.

**Extremo Sur:** Extremo del puente relativo al extremo Este que corresponde a la ubicación donde se aplica la carga lateral, se observa el desplazamiento horizontal y donde se toma la medida D1 durante la prueba de carga vertical.

**Footing:** Área marcada dentro de la zona de construcción donde el puente puede hacer contacto con el suelo.

**Formularios:** Hojas impresas utilizadas por los jueces para registrar los datos de cada equipo a lo largo de la competencia.

**Herramienta:** Dispositivo utilizado durante la prueba de construcción. No se considera parte del puente. Cada equipo es responsable de contar con herramienta necesaria y suficiente para ensamblar su puente.

**Herramienta ensamblada:** Una herramienta que se crea combinando dos o más herramientas o elementos durante la prueba de construcción.

**Hoja de puntuación:** Hoja de cálculo donde el puntaje de un equipo es ingresado para obtener los valores finales.

**Juez:** Persona que asiste al juez principal con las actividades de la competencia, seguridad e interpretación de las reglas.

**Juez principal:** Persona con total autoridad sobre todas las actividades de la competencia, seguridad e interpretación de las reglas.

**L1, L2:** Distancias a las cuales se colocan deckings para la prueba de carga vertical.

**Largueros:** Soportes para el decking alineados longitudinalmente a lo largo de todo el puente que forman parte de este.

**Ligereza:** Categoría de premiación basada en el peso total del puente.

**Límites del sitio:** Frontera del sitio de construcción.

**Miembro:** Componente rígido del puente.

**Porción construida:** Dos o más miembros que se encuentran en contacto con o sin tuercas y/o tornillos sueltos, ensamblados una vez iniciada la prueba de construcción.

**Peso medido:** Peso del puente registrado por las básculas, sin incluir el decking, herramientas, dispositivos de restricción lateral y el póster.

**Peso total:** Suma del peso medido y penalizaciones del peso.

**Piso:** Área dentro de los límites, incluyendo footings, zonas de construcción, zonas de transporte y zona de arranque, pero, excluyendo el río.

**Portaherramienta:** Artículo opcional que se usa para portar tornillos, tuercas, y herramienta durante la prueba de construcción, puede incluir imanes, cordones, cinturones, etc.

**Poster:** Hoja de presentación de dimensiones definidas que debe presentarse durante la evaluación estética (Revisar 6.2.1.2).

**Restricciones laterales:** Medio utilizado para evitar el deslizamiento de las superficies de apoyo durante la prueba de carga lateral.

**Rigidez:** Categoría de premiación basada en la deflexión agregada.

**Río:** Zona natural restringida en el sitio de armado en la cual los armadores no pueden entrar.

**S:** Distancia a la cual se colocará el decking para la prueba de carga lateral, define donde se aplica y donde se mide el desplazamiento horizontal

**Sitio de construcción:** Zona donde ocurren todas las actividades de construcción, comprende el río, zona de armado, zonas de transporte y zona de arranque.

**Soportes de seguridad:** Equipo que provee la institución anfitriona, utilizado para prevenir accidentes si el puente colapsa.

**Template:** Equipo provisto por la institución anfitriona utilizado para medir el ancho permitido entre largueros.

**Tiempo de construcción:** Tiempo en que se efectúa la construcción del puente sin considerar penalizaciones.

**Tiempo de uso del apoyo temporal:** Tiempo medido desde que el apoyo temporal es retirado de la zona de arranque hasta que es devuelto a ella.

**Tiempo total:** Tiempo de construcción modificado por las penalizaciones durante la prueba de construcción.

**Tornillo:** Conector rígido inalterado y comercialmente disponible que se caracteriza por tener una cabeza hexagonal y cuerda exterior que se extienda alrededor de toda su circunferencia en toda su longitud o parte de ella.

**Tornillo suelto:** Tornillo no instalado a un miembro o porción construida del puente.

**Tuerca:** Pieza comercialmente disponible, mecánicamente inalterada, con forma de un prisma hexagonal y roscada interiormente a lo largo de su circunferencia.

**Tuerca suelta:** Tuerca no instalada a un miembro, porción construida del puente o a un tornillo.

**Velocidad de construcción:** Categoría de premiación basada en el tiempo total requerido para la construcción, modificado por las penalizaciones cometidas durante su realización.



**Zona de armado:** Zona ubicada dentro del sitio de construcción donde los armadores unen los miembros para ensamblar el puente.

**Zona de arranque:** Ubicación dentro del sitio de construcción ocupada por los armadores, herramientas y material al inicio y final de la prueba de construcción.

**Zona de transporte:** Parte del sitio de construcción a través de la cual los armadores llevan los miembros, herramientas, tuercas y tornillos desde la zona de arranque a la zona de armado.

# SECCIÓN 1

## MISIÓN Y RESUMEN

### VISIÓN

Impulsar a los estudiantes para adquirir, demostrar y valorar el conocimiento y habilidades que utilizarán como la futura generación de profesionales dentro de la comunidad del diseño estructural en acero y en general, en la industria de la construcción en México y el mundo.

### MISIÓN

Desafiar a los estudiantes al reto de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación en un proyecto de diseño que aumentará sus habilidades tanto interpersonales como profesionales, alentando a innovar y fomentar relaciones entre estudiantes y profesionales en la industria de la ingeniería.

### RESUMEN

El Concurso Nacional de Puentes de Acero México es una competencia que impulsa el aprendizaje de los estudiantes de carreras afines a la construcción en México y en todo el mundo. Esto se convierte en una oportunidad para que pongan en práctica los conocimientos teóricos adquiridos durante su formación en una competencia emocionante e innovadora.

Los participantes son futuros ingenieros, arquitectos, diseñadores, quienes se enfrentan a la tarea de innovar, trabajar en su profesionalismo, mejorar su desempeño al trabajar en equipo, nutrir las habilidades de comunicación y aprender a trabajar el acero de una manera eficiente.

Los estudiantes dirigen un proyecto desde la concepción y el diseño hasta la fabricación, montaje y pruebas a las que es sometido. Esta experiencia culmina en una estructura de acero que cumple con las especificaciones del cliente y optimiza el rendimiento y economía. La competencia aumenta la conciencia de los problemas reales en el mundo de la ingeniería tales como restricciones espaciales, propiedades de materiales, resistencia, fabricación, procesos de montaje, seguridad, estética, gestión de proyectos y costos.

El objetivo principal de la competencia es que cada equipo diseñe un puente de acero a escala el cual respete este reglamento aplicable al concurso. Los estudiantes obtienen un mayor beneficio si ellos mismos llevan a cabo la manufactura, sin embargo, no todas las escuelas cuentan con las instalaciones adecuadas para la segura fabricación del puente, razón por la cual pueden utilizar los servicios de un fabricante comercial.

Esta estructura es probada verticalmente con una carga de aproximadamente 2500 lb para 1 de 6 posibles casos de carga. Durante el proceso de diseño, se debe hacer la consideración de cada uno de los 6 casos posibles. El caso aplicable para la competencia será definido previo a la prueba del primer puente.



## SECCIÓN 2

### INTRODUCCIÓN

Las reglas simulan una licitación que requiere un modelo a escala para demostrar la eficacia de los diseños. La sección 3, “Planteamiento del problema”, relaciona las reglas con desafíos realistas encontrados en el diseño y construcción de puentes.

Las secciones “Especificaciones sobre el material y sus componentes”, “Especificaciones estructurales” y “Regulaciones de construcción”, establecen estándares de resistencia, durabilidad y capacidad de construcción, usabilidad, funcionalidad y seguridad que reflejan los volúmenes de requisitos que rigen el diseño y construcción de puentes a gran escala. Los criterios de excelencia en las categorías premiadas como rigidez, ligereza, velocidad de construcción, estética, presentación oral, eficiencia estructural y economía de construcción se encuentran enlistados en “puntuación”. Los jueces de la competencia y el comité de las reglas asumen el rol del propietario o agente del propietario y tiene autoridad para aceptar y rechazar propuestas.

Los diseñadores deben valorar varias alternativas, haciendo las consideraciones de peso, manufactura, velocidad de construcción y rigidez que cada una de ellas pudiera tener, con la finalidad de eficientar el puntaje final.

Este documento debe leerse por competidores y jueces de principio a fin.

## SECCIÓN 3

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El parque estatal Katy Trail, ubicado en Missouri, posee un sendero ferroviario recreativo que corre a lo largo del antiguo corredor del ferrocarril Missouri-Kansas-Texas. El parque estatal y el sendero ofrecen oportunidades para caminatas, carreras, ciclismo, etc. para disfrutar de las 240 millas que se extienden entre Clinton, Missouri y Machens, muchas de las cuales siguen el río de Missouri. A lo largo del camino hay una serie de puentes de acero históricos como Lamine River Bridge, un puente de armadura construido en 1910 y el puente Rivaux Creek, con una armadura Parker construido en 1896, el cual atendió el ferrocarril del establecimiento del parque estatal Katy Trail.

Debido a las inundaciones históricas a lo largo del río Missouri durante la primavera y el verano de 2019 asociadas con fuertes nevadas durante el invierno en la región medio Oeste superior y a las precipitaciones superiores a la media, ha habido un desgaste a lo largo del Katy Trail. Para mantener la funcionalidad del sendero para todos los usuarios, se propone el construir un puente de acero para cruzar una nueva vía fluvial creada por la inundación. Se pide sea diseñado en acero debido a su versatilidad, facilidad de prefabricación, superior peso/resistencia, durabilidad y alto nivel de contenido reciclado, pero, sobre todo, la velocidad de montaje para no interferir con las actividades en Katy Trail. Debido a la configuración del sendero existente y la ubicación de la nueva vía fluvial, el puente debe estar sesgado para dar continuidad al camino. Debido al alto valor histórico del parque, se analizarán distintas propuestas. Su empresa está invitada a competir enviando un modelo a escala 1:10 para demostrar su concepto. El puente debe tener la capacidad de soportar peatones, ciclistas, jinetes, vehículos de parque y vehículos de emergencia. Vehículos privados están prohibidos. Los modelos a escala se verán en condiciones simuladas de campo y se probará su estabilidad, resistencia y servicio esto realizando pruebas de carga laterales y verticales. El costo estructural, costo de construcción, duración de ésta y la estética son las consideraciones más importantes. Los costos virtuales se asignan a características críticas, incluyendo un deslizamiento a escala. Los ingenieros asociados con el parque juzgarán la competencia y premiarán el diseño/construcción a la empresa con el modelo que satisfaga los requisitos especificados y alcance los objetivos del proyecto.

Debido a las condiciones del nuevo río, no se podrá colocar maquinaria o cualquier equipo dentro él. Actualmente existe un puente muy estrecho creado por los pobladores, pero sus condiciones permiten utilizarlo únicamente para cruzar y no para colocar personal o maquinaria sobre él por motivos de seguridad. Los espacios designados para desplantarse no pueden ser modificados para evitar dañar el sendero.

Cualquier intento de obtener ventaja al eludir la intención de la competencia como está expresado por las reglas, incluyendo el planteamiento del problema, será motivo para rechazar un modelo y finalizar la elegibilidad de esa empresa.



## SECCIÓN 4

# ELEGIBILIDAD

### 4.1 EQUIPOS ELEGIBLES

Uno de los objetivos principales del CNPAM es ser una competencia inclusiva y abierta a todo estudiante interesado en ella sin discriminación por raza, edad, género, orientación sexual, nacionalidad, estatus socioeconómico o de cualquier tipo, así como acercar a estudiantes de todo el mundo para compartir sus conocimientos en ingeniería.

Cualquier universidad de todo el mundo puede formar un equipo y participar dentro de la competencia de acuerdo con lo siguiente:

- Se permitirá un único equipo por universidad.
- Se permitirá más de un equipo por universidad para aquellas que cuenten con campus, facultades o institutos dependientes debidamente identificados.
- Todos los participantes deberán actuar con profesionalismo y respeto hacia los demás competidores.
- El número máximo de equipos competidores dependerá de la institución sede de acuerdo con sus restricciones espaciales.
- Los integrantes pueden ser estudiantes graduados en un periodo no mayor a 12 meses del término de sus estudios.
- Completar el proceso de inscripción de la universidad y sus integrantes.

### 4.2 CONDUCTA REQUERIDA

Todos los participantes en la competencia deberán actuar con profesionalismo y respeto en todo momento. Toda aquella agresión física o verbal hacia los demás participantes, organizadores, jurado, staff, comunidad de la institución anfitriona e invitados en general será motivo suficiente para la descalificación del equipo involucrado y será considerado como no elegible para todas las categorías de premiación, además de poder comprometer su participación en ediciones futuras de la competencia.

## SECCIÓN 5

### MEDIDAS DE SEGURIDAD

La seguridad tiene la máxima prioridad; no se tolerarán actividades que impliquen el riesgo de lesiones. Los jueces tienen la facultad para detener y prohibir cualquier actividad que consideren peligrosa. Si un puente no puede competir de manera segura, no podrá ser probado y no será elegible para todas las categorías de premiación.

Las subsecciones 9.4, 9.5, 10.2, 10.3, 11.1, 11.2 y 11.5.2 de estas reglas, identifican condiciones peligrosas y acciones que harán que el puente se retire de la competencia si no se corrigen. Los jueces registrarán estas violaciones de seguridad marcando las casillas en los formularios. Si el problema no se encuentra en la lista, el juez deberá escribir una breve descripción.

Se pide a los estudiantes que lleven a cabo de forma segura los procedimientos de fabricación y busquen una apropiada instrucción y supervisión. La subsección 8.2 advierte sobre el peligro de la soldadura y las precauciones listadas en las subsecciones 11.1, 11.2, 11.5.1.2 y 11.5.2 guían las pruebas de carga para llevarse a cabo de una manera segura.

Todo procedimiento arriesgado queda estrictamente prohibido. La prueba de carga se detendrá si el desplazamiento horizontal o deflexión exceden los límites permitidos o si el colapso es inminente. Los puentes que colapsen, no se puedan armar y/o cargar de manera segura, serán retirados de la competencia y no serán elegibles para las categorías de ligereza, eficiencia estructural, velocidad de construcción, costo de construcción y desempeño general.



## SECCIÓN 6

## PUNTUACIÓN

### 6.1 REGISTRO DE DATOS, PUNTUACIONES Y RESULTADOS.

La puntuación de cada equipo se registra en los formularios y se ingresa la hoja de puntuación. Estos documentos estarán disponibles en [www.cnpamexico.com](http://www.cnpamexico.com) a partir del 31 de Noviembre de 2019. Después de que toda la información del puntaje de un equipo es registrada, el encargado oficial revisará cada entrada de datos con el capitán de ese equipo. El capitán tendrá el tiempo adecuado para verificar los datos antes de firmar el formulario. Luego, una copia en papel o electrónica de la hoja de cálculo se le entrega al capitán lo antes posible.

Las fórmulas y los enlaces en la hoja de cálculo de puntuación no se modificarán a menos que se detecte un error que arroje falsa información.

La hoja de cálculo arrojará los "rankings" que resumen el desempeño de todos los equipos. Durante la cena de premiación se distribuirá una copia en papel o electrónica por equipo.

Cualquier duda sobre la hoja de cálculo de puntuación podrá ser enviada de la misma manera que la solicitud de aclaraciones sobre este reglamento.

La institución anfitriona conservará los formularios de datos originales hasta que se envíen los archivos escaneados y se reciba un correo electrónico de confirmación que indica que ya no se necesitan copias o por un periodo no mayor a 15 días naturales, lo que ocurra primero.

### 6.2 CATEGORÍAS DE PREMIACIÓN

Las categorías de la competencia son estética, velocidad de construcción, ligereza, rigidez, economía de construcción, eficiencia estructural, presentación oral, categorías extra dependientes de la institución anfitriona, además del desempeño general que engloba algunas de las anteriores.

#### 6.2.1 Estética (100 puntos)

Todos los puentes presentados para la evaluación estética y para la prueba de construcción serán elegibles para esta categoría. Los aspectos que influyen en el puntaje para esta categoría se describen a continuación:

##### 6.2.1.1 Aspecto Del Puente

6.2.1.1.1 Se calificará su equilibrio, proporción, elegancia y acabado. La calidad de fabricación, incluida la soldadura, no se considerará debido a que algunos puentes son fabricados por estudiantes y otros por profesionales. **(20 puntos)**

6.2.1.1.2 El puente deberá presentarse exactamente como se armará durante la prueba de construcción. Si se detecta la falta de una o más

piezas o que éstas hayan sido alteradas, se restarán **3 puntos** por cada una.

**6.2.1.1.3** El puente deberá contar con identificación permanente consistente en el nombre de la universidad que representa. El nombre puede estar colocado en cualquier parte del puente a excepción de la cara superior de los largueros. Se puede fabricar en acero, calcomanías o pintado y debe ser completamente legible con letras de al menos 1" de altura.

**(20 puntos)**

#### **6.2.1.2 Poster**

**6.2.1.2.1** El póster deberá presentar lo siguiente:

Identificación de la escuela, utilizando el mismo nombre que aparece en el puente. **(10 puntos)**

Breve explicación de por qué se seleccionó la configuración general del puente. **(10 puntos)**

Vista lateral escalada y dimensionada del puente. **(10 puntos)**

Diagrama de cuerpo libre que represente uno de los largueros del puente, que muestre las reacciones para uno de los 6 casos de carga. **(10 puntos)**

Diagramas de cortante y momento del larguero correspondiente al diagrama de cuerpo libre que muestren los valores máximos. **(10 puntos)**

Breve explicación del proceso de construcción, herramienta utilizada, características del diseño, secuencia, procedimientos utilizados para minimizar el tiempo, cantidad de armadores, etc. una mejor descripción tendrá como resultado un puntaje mayor. **(10 puntos)**

**6.2.1.2.2** El póster deberá:

- Ser plano con dimensiones máximas de 2'-0" x 3'-0"
- Presentar toda la información en una sola cara.
- No tener páginas adjuntas que deben levantarse o girarse, luz, pantallas con vídeo o sonido.
- Estar preferentemente en español o bien, en inglés si el español no es el idioma predominante. El idioma no influirá en la calificación.

Si se viola alguna de estas especificaciones se restarán **15 puntos** por cada una.



**6.2.1.2.3** Se puede incluir información adicional en el póster como nombres de los patrocinadores financieros, logotipos etc. Dicha información también puede ser incluida en un segundo póster de dimensiones máximas de 3'-6" x 5'-0". Este póster no será juzgado para la calificación de estética y no podrá obstruir el póster principal ni colocarse sobre el puente o impedir su inspección.

**6.2.1.2.4** El póster no es parte del puente, pero debe mostrarse durante la prueba de estética. Los soportes utilizados para el póster no serán considerados en la calificación.

## 6.2.2 Velocidad de construcción

El puente con el tiempo total más bajo ganará en la categoría de velocidad de construcción. El tiempo total es el tiempo requerido para la construcción modificado por las sanciones de construcción descritas en 9.4, 10.4.2, 10.4.3, 10.8.1 y 10.9.3. Hay un límite superior en el tiempo de construcción (ver 10.8.2).

## 6.2.3 Ligereza

El puente con el menor peso total ganará en la categoría de ligereza. El peso total es el peso medido más penalizaciones de peso descritas en 8.2, 9.3 y 10.4.2. El peso del decking, apoyo temporal, herramientas, dispositivos de restricción y los carteles no se considerará.

## 6.2.4 Rígidez

El puente con la deflexión agregada más baja ganará en la categoría de rigidez.

## 6.2.5 Economía de construcción

El puente con el menor costo de construcción (Cc) ganará en la categoría de economía de construcción. El costo de construcción se calcula como:

$$\begin{aligned} Cc = & \text{Tiempo de construcción (minutos)} \times \text{número de armadores} \times 70,000 (\$/armador/minuto) \\ & + \\ & \text{Tiempo de uso del apoyo temporal (minutos)} \times 40,000 (\$/apoyo/minuto) \text{ (si se hace uso de apoyo temporal)} \\ & + \\ & (\text{Tiempo total} - \text{Tiempo de construcción}) \times 240,000 (\$/minuto) \\ & + \\ & \text{penalizaciones en la prueba de carga (\$)}. \end{aligned}$$

Las penalizaciones de prueba de carga se describen en 11.5.2.

La cantidad de armadores puede incrementar según lo especificado en 10.4.1.

## 6.2.6 Eficiencia estructural

El puente con el menor costo estructural (Cs) ganará en la categoría de eficiencia estructural.

El costo estructural se calcula con las siguientes fórmulas:

- Si el peso medido no es superior a las 175 libras:

$$\begin{aligned} Cs = & (Peso total - Peso medido) (libras) \times 5,000 (\$/libra) \\ & + \\ & \text{Deflexión agregada (pulgadas)} \times 3,150,000 (\$/pulgada) \\ & + \\ & \text{Penalizaciones en la prueba de carga (\$).} \end{aligned}$$

- Si el peso medido es superior a las 175 libras, pero no supera 300 libras:

$$\begin{aligned} Cs = & (Peso medido - 175) (libras) \times 8,000 (\$/libras) \\ & + \\ & (Peso total - Peso medido) (libras) \times 5,000 (\$/libras) \\ & + \\ & \text{Deflexión agregada (pulgadas)} \times 3,150,000 (\$/pulgada) \\ & + \\ & \text{Penalizaciones en la prueba de carga (\$).} \end{aligned}$$

- Si el peso medido es superior a 300 libras:

$$\begin{aligned} Cs = & (Peso medido - 237.5) (libras) \times 16,000 (\$/libra) \\ & + \\ & (Peso total - peso medido) (libras) \times 5,000 (\$/libra) \\ & + \\ & \text{Deflexión agregada (pulgadas)} \times 3,150,000 (\$/pulgada) \\ & + \\ & \text{Penalizaciones en la prueba de carga (\$).} \end{aligned}$$

La Sección 11.5.2 describe las penalizaciones de prueba de carga.

## 6.2.7 Presentación oral

Cada equipo debe realizar una presentación oral de manera profesional con un máximo de 5 minutos (con una tolerancia de  $\pm 10$  segundos). Los estudiantes deberán presentar los temas listados en “criterios a evaluar” en el orden que ellos consideren conveniente y/o más atractivo.

- La presentación deberá ser en español o inglés.
- La información de las diapositivas (o material de apoyo) debe estar en el mismo idioma que el equipo haya decidido usar.
- La cantidad de presentadores no será mayor a 2 personas. (La cantidad de presentadores no influye en la calificación).
- Se permite el uso de imagen, video, pero no el sonido.
- El resto del equipo no podrá responder las preguntas hechas por los jueces, agregar información o estar en comunicación con los presentadores.
- La presentación puede ser escuchada por los miembros de otros equipos.



- Los jueces harán una sesión de 4 minutos como máximo con 3 preguntas una vez terminada la presentación.
- El orden de los equipos será determinado con un proceso aleatorio.
- Los equipos tendrán 3 minutos para ensamblar y preparar su material y 3 minutos para retirarlo.
- Los equipos tendrán acceso a electricidad, micrófonos, proyectores, pantalla de proyección y computadora.
- Se recomienda el uso de Power Point® o archivos compatibles, sin embargo, los equipos podrán enviar sus requerimientos de software a [2cnpam.reglas@gmail.com](mailto:2cnpam.reglas@gmail.com) como máximo el día 20 de Marzo de 2020, una vez recibido el correo, el staff reportará a los equipos cualquier problema con el software requerido. Si los equipos no envían información sobre el software requerido, es su responsabilidad contar con una computadora que contenga dicho software y proporcionar el cableado al equipo de proyección.
- Las universidades que deseen utilizar presentaciones como material de apoyo deberán entregar el archivo durante su registro (primer día de competencia) con la finalidad de crear una carpeta y agilizar su participación.

#### **6.2.7.1 Criterios a evaluar**

Con la finalidad de comprender los proyectos y que el resto de los equipos puedan aprender de éstos, se pide que pongan en práctica su capacidad de síntesis y selección de ideas relevantes para hablar sobre:

- Diseño conceptual (¿por qué hacer una viga?, ¿por qué optar por un arco?, ¿el proceso de diseño está influido por algún elemento del entorno descrito en el planteamiento del problema o está influido por algún elemento que da identidad al equipo?)
- Modelo representativo (¿qué software se usó?, ¿qué consideraciones de carga se hicieron?, ¿el software tiene limitaciones?, ¿cómo las solucionó?)
- Dimensionamiento
- Conexiones (¿qué tipo de conexiones se eligieron?, ¿se les hizo alguna prueba?, ¿cómo se espera que trabajen?)

#### **6.2.7.2 Sesión de preguntas**

Tras concluir la presentación de cada equipo, los jueces (aleatorios) iniciarán la sesión de preguntas, relacionada con dudas sobre lo expuesto. Las preguntas podrán ser contestadas por cualquiera de los presentadores (en caso de ser dos expositores).

#### **6.2.7.3 Puntuación**

La puntuación obtenida por los equipos será de 100 puntos como máximo y estará compuesta de la siguiente manera:

- Diseño conceptual **(20 puntos)**
- Modelo analítico representativo **(20 puntos)**
- Dimensionamiento **(10 puntos)**
- Conexiones **(20 puntos)**
- Pregunta 1 **(10 puntos)**
- Pregunta 2 **(10 puntos)**
- Pregunta 3 **(10 puntos)**

#### **6.2.8 Desempeño general**

La calificación de desempeño general de un puente es la suma del costo de construcción Cc y el costo estructural Cs. El puente con el valor más bajo de este total, gana la competencia general.

### **6.3 HOJA DE CÁLCULO PARA PUNTUACIÓN**

La hoja de puntuación es útil para comparar alternativas al diseñar un puente. Se recomienda que los equipos descarguen, comprendan y verifiquen la hoja de cálculo antes de la competencia.

### **6.4 PREMIOS ESPECIALES**

Además de las categorías antes mencionadas, se podrán otorgar premios especiales a los equipos participantes. Estos premios dependerán de la institución anfitriona y empresas patrocinadoras y serán adicionales e independientes del resto de las categorías.



## Sección 7

# PROGRAMA DE COMPETENCIA

En los meses previos a la competencia, los equipos fabrican sus puentes, los prueban y designan un equipo para la construcción mientras que la institución anfitriona reúne jueces, acondiciona los espacios y reúne el equipamiento. A continuación, se describe el orden recomendado para la competencia y algunas alternativas.

### 7.1 PROGRAMA RECOMENDADO

- Utilizando un proceso aleatorio, el juez principal o la institución anfitriona determina el orden en que los equipos competirán.
- El juez principal lleva a cabo una reunión con los jueces para aclarar cualquier duda, preocupaciones e inspeccionar las instalaciones de construcción y carga.
- Los puentes se ensamblan y se colocan en las zonas designadas para la evaluación estética. Después del inicio de la evaluación estética, los puentes no deben ser alterados, modificados o mejorados en cualquier forma.
- Se llevan a cabo las presentaciones orales.
- Una vez finalizada la evaluación estética, los puentes deberán ser desmontados.
- En una reunión en la que todos los capitanes están presentes, el juez principal responde a cualquier cuestionamiento sobre las reglas y condiciones de la competencia.
- Antes de la prueba de construcción, el juez principal lanzará un dado para determinar las ubicaciones de los decking y la ubicación donde se aplicará la carga lateral.
- La tabla 7.1 proporciona cada uno de los casos posibles. Estas designaciones guiarán las pruebas de carga como se describe en 11.4.1, 11.5.1 y en los diagramas carga lateral y carga vertical.

**Tabla 7.1: Casos de carga**

<b><i>N</i></b>	<b><i>L1</i></b>	<b><i>L2</i></b>	<b><i>S</i></b>
<b>1</b>	<b>8'-0"</b>	<b>3'-0"</b>	<b>9'-0"</b>
<b>2</b>	<b>10'-0"</b>	<b>4'-0"</b>	<b>9'-0"</b>
<b>3</b>	<b>11'-0"</b>	<b>7'-0"</b>	<b>9'-0"</b>
<b>4</b>	<b>12'-0"</b>	<b>3'-6"</b>	<b>9'-0"</b>
<b>5</b>	<b>12'-6"</b>	<b>6'-0"</b>	<b>9'-0"</b>
<b>6</b>	<b>13'-0"</b>	<b>8'-5"</b>	<b>9'-0"</b>

Los mismos valores de L1, L2 y S se utilizarán para todos los puentes sin excepciones.

- Los miembros del puente, las herramientas, las tuercas y los tornillos se preparan para la prueba de construcción y los jueces proceden a inspeccionarlas. Consulte la Sección 8, "Especificaciones de materiales y componentes" y las subsecciones 10.2.3, 10.2.4, 10.2.5 y 10.6 para más detalles.
- El puente pasa a la prueba de construcción. Consultar la sección 10, "Regulaciones de construcción", para más detalles.
- Los jueces inspeccionan los puentes ensamblados. Para más detalles, consulte la Sección 9, "Especificaciones Estructurales". Entre las correcciones descritas en la Sección 9.4 y el comienzo de prueba de carga, no se aplicará fuerza al puente, excepto cuando sea necesario moverlo. Por ejemplo, inclinarse, sentarse en el puente o tocarlo no está permitido, el realizar alguna de estas actividades podría provocar la repetición de la prueba de armado a discreción del juez principal.
- Se procede a pesar el puente. Se deben pesar todos los puentes sin excepciones.
- Los puentes pasan a la prueba de carga. Consulte la Sección 11 "Instrucciones de prueba de carga" para más detalles.
- Se lleva a cabo el registro de datos. Después de que un equipo ha completado todas las fases de la competencia, los datos se transcriben de los formularios oficiales a la hoja de puntuación, el capitán la revisa y recibe una copia.

## 7.2 ALTERNATIVAS

El orden recomendado anteriormente puede modificarse. Sin embargo, es esencial que:

- Los puentes no se modifiquen después de que el caso de carga ha sido seleccionado.
- Los puentes no se modifiquen entre la evaluación estética y la prueba de construcción.
- No se deben agregar o retirar miembros o herramientas de la zona de arranque una vez que haya sido inspeccionada.



## SECCIÓN 8

# ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL Y SUS COMPONENTES

Todos los puentes deben ser fabricados en acero, las características y limitaciones de este se describen a continuación.

### 8.1 MATERIAL

Todos los miembros deben ser fabricados en acero altamente magnético, considere que algunos grados de acero no poseen esta cualidad. Si algún miembro y sus partes, tuercas, tornillos no son de acero altamente magnético, el puente no será elegible para las categorías enlistadas en la sección 5 párrafo 4.

### 8.2 COMPONENTES

Las violaciones a esta sección serán penalizadas con peso agregado al puente.

- Se sumarán 35 libras por cada violación a 8.2.2.
- Se sumarán 25 libras por cada violación a 8.2.3 y 8.2.4.

#### 8.2.1 Puente

Un puente debe ser construido sólo por miembros, tornillos y tuercas, éstos dos últimos pueden estar soldados al puente. El uso de soldadura y adhesivos durante la prueba de construcción está prohibido. Los elementos pueden estar marcados para su identificación ya sea con calcomanías o pintura.

#### 8.2.2 Miembros

**8.2.2.1** Todas las partes de un miembro deben estar soldadas. Las tuercas y tornillos soldados a un miembro se consideran parte de ese miembro. Un miembro no deberá tener movimiento ni partes flexibles a excepción de las deformaciones provocadas por la aplicación de carga.

**Precaución:** Los tornillos y tuercas revestidos en color plata o colores brillantes contienen zinc y cadmio. A la temperatura alcanzada durante los procesos de soldadura, estos elementos liberan humos altamente tóxicos. La inhalación de los humos producto del zinc provoca síntomas similares a la gripe, mientras que los del cadmio pueden dañar los pulmones y riñones y son cancerígenos potenciales. Se recomienda soldar únicamente los elementos sin recubrimiento.

**8.2.2.2** Todos los miembros deberán encajar perfectamente en un prisma rectangular (caja) de dimensiones de 3'-6" x 6" x 4".

**8.2.2.3** Las cuerdas deben extenderse alrededor de toda la circunferencia y sobre toda la longitud o parte de ella de un elemento externamente roscado de un miembro si esa parte tiene que cumplir con 9.4.1

### **8.2.3 Tornillos sueltos**

**8.2.3.1** Los tornillos sueltos no deben ser flexibles ni tener partes móviles, deben ser comercialmente disponibles, tener cabeza hexagonal y no se deben alterar mecánicamente o modificar de ninguna manera, solo para ser pintados.

**8.2.3.2** La longitud nominal de los tornillos sueltos no debe exceder las 3" medido desde la parte inferior de la cabeza hasta el final del tornillo. Los tornillos sueltos deben tener cuerda exterior que se extienda alrededor de toda su circunferencia en toda su longitud o parte de ella.

### **8.2.4 Tuercas**

**8.2.4.1** Las tuercas sueltas o soldadas no deben ser flexibles ni tener partes móviles, deben ser comercialmente disponibles, deben tener forma de prisma hexagonal y no se deben alterar mecánicamente o modificar de ninguna manera, solo para ser pintadas.

**8.2.4.2** Las tuercas deben tener cuerda interna que se extienda alrededor de su circunferencia sobre toda su longitud.

### **8.2.5 Barrenos en los miembros**

Los barrenos para tornillos sueltos o partes externamente roscadas no deberán tener cuerda a excepción de tuercas soldadas a un miembro que se ajustan a las especificaciones de la subsección 8.2.4.



## SECCIÓN 9

# ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES

### 9.1 DIMENSIONAMIENTO

El cumplimiento de estas especificaciones será evaluado con el puente en sus condiciones después de terminar la prueba de construcción y antes de pasar a la prueba de carga. Los jueces pueden tocar el puente, pero no pueden aflojar tuercas ni tornillos o alterar su condición de ninguna manera.

### 9.2 FUNCIONALIDAD

Si alguna especificación en esta sección es violada, el puente podrá ser cargado a discreción del juez principal si se garantiza la seguridad durante la prueba, pero no será elegible para premio en las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo cuatro.

**9.2.1** El puente debe tener dos largueros continuos que se extiendan desde el apoyo del extremo Oeste al apoyo del extremo Este, uno para el extremo Norte y otro para el extremo Sur. Las secciones de los largueros se forman con la unión de los miembros. **Ver el diagrama de Elevación: envolvente del puente.**

**9.2.2** El puente debe proporcionar acceso para colocar de forma segura el decking de 3'-6" sobre los largueros en cualquier punto a lo largo del mismo.

**9.2.3** El decking no se fijará ni se anclará al puente, esta prohibición incluye, entre otras, las protuberancias, irregularidades y texturas que impidan su movimiento.

**9.2.4** El decking no debe distorsionar el puente de su condición como quedó construido cuando éste se coloca para la prueba de carga lateral y la prueba de carga vertical.

**9.2.5** El puente no debe estar fijado al suelo de ninguna manera.

**9.2.6** Los equipos deben aceptar que los puentes se deben ajustar a las condiciones del sitio de la competencia.

### 9.3 ENVOLVENTE

Las especificaciones en esta subsección son ilustradas por los diagramas de Elevación: envolvente del puente y Planta: envolvente del puente.

Cada violación a las especificaciones de esta subsección se traducirá en una penalización consistente en peso adicionado al puente:

- 20 libras por una dimensión que no exceda  $\frac{1}{4}$ ".
- 100 libras por una dimensión más grande de  $\frac{1}{4}$ " pero no excediendo 1".
- 200 libras por una violación más grande de 1" pero no excediendo 2".

- 400 libras por una violación más grande de 2" pero no excediendo 3".

Si una violación excede 3" el puente no será elegible para premio en las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo 4.

**9.3.1** El puente no debe tocar el río o el suelo fuera del footing excepto cuando 10.4.2 sea aplicable.

**9.3.2** El puente no debe extenderse más de 5'-0" por encima del suelo o río.

**9.3.3** El puente no debe tener un ancho de más de 5'-0" en ningún punto en toda su longitud.

**9.3.4** La distancia medida desde la superficie del suelo o el río hasta la parte más baja del puente no deberá ser menor a 7.5". Otras partes del puente, incluyendo pernos y tuercas, no deberán extenderse por debajo de este límite.

**9.3.5** La parte superior de los largueros no deberá estar a más de 1'-11" ni a menos de 1'-7" medidos verticalmente desde la superficie del suelo o río en ningún punto a lo largo de puente.

**9.3.6** Cada larguero debe tener por lo menos 20'-0" de largo, medido de extremo Oeste a extremo Este.

**9.3.7** Los largueros no deberán extenderse más allá de lo que marca el diagrama "Planta: envolvente del puente"

**9.3.8** Los largueros del puente deben ser rectos de manera que permitan el deslizamiento del template a lo largo del puente de manera perpendicular a ellos (**ver diagrama de Elevación: envolvente del puente**). La parte superior de ambos largueros debe estar en contacto con el template desde el extremo Oeste al extremo Este en todo momento.

**9.3.8.1** Los tornillos, tuercas o partes de algún miembro no deberán obstruir el deslizamiento del template.

**9.3.9** La parte superior de los largueros debe estar libre de agujeros, divisiones, protuberancias y cambios significativos en elevación o pendiente. Excepción: en miembros adyacentes que componen al larguero puede haber una separación horizontal no mayor a 1/4" y un cambio en elevación no mayor a 1/8".

## 9.4 SEGURIDAD DE LAS CONEXIONES

Después de terminar la prueba de construcción y la inspección, los armadores deberán corregir las violaciones especificadas en 9.4.1, 9.4.2, 9.4.3 y 9.4.4. Los armadores tendrán permitido cinco minutos para corregir sólo las conexiones identificadas por los jueces que fueron motivo de violación de las reglas. Si alguna conexión sigue violando especificaciones 9.4.1, 9.4.2, 9.4.3 y 9.4.4 cuando el tiempo límite es alcanzado, el puente no será elegible para premio en ninguna de las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo 4 y no se



aplicará la prueba de carga. Los jueces pueden tocar el puente, tornillos y tuercas, pero no deben aflojarlos o alterar su condición de ninguna otra manera.

**9.4.1** Cada miembro individual debe estar conectado a otro miembro que este tocado por lo menos por un tornillo suelto o una parte externamente roscada asegurado por una tuerca suelta o soldada, de manera que no pueda ser separado sin primero desenroscar y remover el tornillo suelto o miembro externamente roscado o sin primero desenroscar y remover la tuerca suelta de ese tornillo suelto o miembro externamente roscado. El tornillo suelto o miembro externamente roscado debe pasar a través de los barrenos de todo miembro que conecte, un tornillo suelto o miembro externamente roscado puede conectar más de dos miembros. **La penalización será de 5 minutos añadidos al tiempo de construcción por cada violación individual.**

**9.4.2** Cada tuerca suelta o soldada debe estar enroscada al tornillo en su totalidad, es decir, la cuerda terminal del tornillo o miembro externamente roscado deberá sobresalir de la tuerca o estar al ras de ella. Las cuerdas de la tuerca deberán coincidir con las del tornillo de manera que al instalarse o retirarse requieran una rotación relativa. **La penalización será de 5 minutos añadidos al tiempo de construcción por cada infracción individual.**

**9.4.3** Cada barreno individual en un miembro para un tornillo o miembro externamente roscado, debe estar completamente rodeado por ese miembro. Además, tales barrenos de la conexión deberán ser lo suficientemente pequeños como para que la cabeza del perno no pueda atravesar la conexión. **La penalización será de 5 minutos añadidos al tiempo de construcción por cada infracción individual.**

**9.4.4** Cada tornillo o tuerca sueltos deben estar lo suficientemente apretados para que al ser tocados no se muevan. **La penalización será de 1 minuto añadido al tiempo de construcción por cada infracción individual independientemente de si se corrige**, sin embargo, si un tornillo y tuerca conectados están flojos (ambos) sólo se aplicará una penalización por los dos.

## 9.5 INSPECCIÓN

Cada tuerca individual, cabeza de un perno suelto y el final roscado de un perno o miembro externamente roscado debe ser visible en el puente para que pueda ser verificado el cumplimiento de las especificaciones en 9.4. Si alguno de los elementos antes mencionados no puede ser inspeccionado, el puente no será elegible para premios en las categorías indicadas en la sección 5 párrafo 4 y no podrá ser cargado.

## SECCIÓN 10

# REGULACIONES DE CONSTRUCCIÓN

### 10.1 REGULACIONES DE LA PRUEBA DE CONSTRUCCIÓN

**10.1.1** El equipo debe designar un armador que tomará el rol de capitán durante la competencia.

**10.1.2** Todas las actividades de construcción se llevarán a cabo dentro de los límites del sitio de construcción. La institución anfitriona marcará antes de la competencia los límites del sitio y sus características en el piso, como se ilustra en el diagrama: Sitio de construcción.

**10.1.3** Los armadores deben unir los miembros para ensamblar el puente en las zonas de construcción.

**10.1.4** Los armadores deben llevar los miembros, tornillos, tuercas y herramientas a través de la zona de transporte

**10.1.5** Los armadores deberán usar:

- Cascos de seguridad que cumplan con la norma ANSI Z89.1
- Lentes de seguridad que cumplan con la norma ANSI Z87.1

No se realizará la prueba de armado sin equipo de seguridad.

**10.1.6** Puede haber múltiples porciones construidas en el sitio de construcción más no en la zona de arranque y zonas de transporte. Si un miembro pierde el contacto con la porción construida, se convierte en un miembro individual nuevamente.

**10.1.7** El apoyo temporal es un dispositivo opcional y se usa para soportar parcialmente el puente y herramientas durante la construcción. No tiene otro propósito, no es una herramienta y no es considerado parte del puente. Cada equipo debe proveer su apoyo temporal en caso de que lo ocupe. Puede estar hecho de cualquier material siempre que cumpla con las dimensiones establecidas en la subsección 10.2.6. El apoyo puede ser colocado en cualquier parte dentro del área de construcción a excepción del río. El costo de construcción aumentará conforme lo señalado en la sección 6.2.5. Los equipos deberán aceptar el cumplimiento de 10.2.9. Las penalizaciones por violaciones del apoyo temporal se describen en 10.2.6, 10.2.7, 10.2.8 y 10.4.4.

### 10.2 CONDICIONES PRE-CONSTRUCCIÓN

La prueba de construcción no comenzará si se viola alguna subsección de este inciso.

**10.2.1** Solo armadores y jueces podrán estar dentro de los límites del sitio durante la prueba de construcción. Otros miembros del equipo, entrenadores, asesores y espectadores deberán permanecer en las áreas designadas.



**10.2.2** Se permitirán 6 armadores como máximo sin considerar el apoyo temporal.

**10.2.3** Durante la prueba de construcción no se permitirá:

- Máquinas o herramientas que requieran fuentes de energía externa.
- Máquinas o herramientas con baterías u otras fuentes de energía interna.
- Soldadura
- Pegamentos o adhesivos

**10.2.4** Una herramienta individual no debe pesar más de veinte libras y deberá ajustarse dentro de un prisma rectangular recto (caja) de dimensiones de 3'-6" x 6" x 4".

Durante la prueba de construcción, múltiples herramientas pueden combinarse para formar una herramienta ensamblada que no tiene que cumplir con los requisitos de la subsección 10.2.4.

**10.2.5** No deberá haber contenedores de lubricante en el sitio de construcción.

**10.2.6** Solo se permitirá un apoyo temporal. El cual debe entrar en su totalidad en un prisma rectangular con las siguientes dimensiones 1' x 1' x 2', incluso si llega a tener piezas móviles, debe de entrar en el prisma con las piezas móviles desplegadas. Un apoyo temporal que exceda las dimensiones antes mencionadas no podrá ser utilizado.

**10.2.7** El apoyo temporal no podrá tener un peso mayor a 15 lb. Un apoyo que exceda el peso permitido no podrá ser utilizado.

**10.2.8** Los apoyos temporales que incluyan contenedores para tuercas y/o tornillos no podrán ser utilizados, únicamente se podrán colocar ganchos como soporte para herramienta siempre y cuando no sobresalgan puntas filosas que pudieran dañar a los armadores.

**10.2.9** En caso de que los equipos utilicen apoyo temporal, deberán notificar a los jueces para que se asigne una persona encargada de llevar el tiempo de uso de apoyo temporal.

### 10.3 PRÁCTICAS DE CONSTRUCCIÓN SEGURAS

Si alguna regla en esta subsección es violada durante la prueba de construcción, el juez parará el reloj y explicará la violación. Antes de que el reloj se reinicie, los constructores, apoyo temporal, herramientas, miembros, jueces y tornillos volverán a las posiciones que ocupaban inmediatamente antes de la violación. Los armadores deberán usar procedimientos seguros para reanudar la construcción, sin embargo, si no son capaces de construir el puente de manera segura, la construcción se detendrá y el puente no será elegible para las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo 4.

**10.3.1** Los constructores, jueces, staff, espectadores y participantes o público en general no deben exponerse al riesgo de sufrir lesiones personales.

**10.3.2** En todo momento durante la prueba construcción cada constructor deberá llevar equipo de protección personal de la manera apropiada.

**10.3.3** Los armadores no podrán retirar, transferir a otro armador o sostener en sus manos bolsas, portaherramientas o cualquier otra prenda, incluido el equipo de seguridad.

**10.3.4** Las tuercas, tornillos o herramientas no podrán colocarse en la boca de los constructores.

**10.3.5** Lanzar tornillos, tuercas, herramienta o cualquier otro objeto queda estrictamente prohibido.

**10.3.6** Los constructores podrán pasar de un lado a otro del río usando el pasillo. Los armadores no podrán pasar por encima de las esquinas formadas entre el río y el pasillo.

**10.3.7** Fueras de la zona de arranque, los constructores no podrán sostener o mantener contacto directo (o con herramienta) con más de un miembro individual.

**10.3.8** Los constructores no podrán apoyarse parcial o totalmente sobre el puente, porciones construidas, miembros o herramientas, sin embargo, podrán apoyarse parcialmente sobre una porción construida si una o ambas rodillas o uno o ambos pies están completamente en el suelo.

**10.3.9** Un constructor no podrá depender de uno o más constructores para equilibrarse o apoyarse.

**10.3.10** La construcción del puente se iniciará mediante la creación de una porción construida. Cada porción construida se iniciará dentro de un footing.

**10.3.11** Un constructor fuera de una zona de construcción no deberá tener contacto con una porción construida, ya sea directamente o con herramientas y no podrá instalar miembros, tornillos o tuercas.

**10.3.12** Un constructor o constructores no deberán soportar el peso completo de una porción construida, sin embargo, pueden retirar un miembro individual de un footing o porción construida.

**10.3.13** Una porción construida no deberá extenderse fuera de los límites del sitio.

**10.3.14** Los equipos deberán construir su puente de manera segura utilizando las superficies proporcionadas por los anfitriones. Los puentes y equipos deberán aceptar y adaptarse a las condiciones locales.

**10.3.15** El apoyo temporal sólo podrá estar de un lado del río y puede cambiar de posición únicamente dentro de la zona de construcción seleccionada.

## **10.4 ACCIDENTES**

Los accidentes se describen en las secciones 10.4.1, 10.4.2, 10.4.3 y 10.4.4. El reloj no se detiene cuando estos son cometidos.



Se aplicará una penalización por cada accidente individual. Si un accidente ocurre en repetidas ocasiones (por ejemplo, un constructor se encuentra en el río o un elemento caído no se recupera rápidamente) se contará como múltiples ocurrencias hasta que se corrijan. Los constructores involucrados en accidentes podrán continuar armando y los elementos podrán seguirse usando.

La construcción no puede depender de cometer deliberadamente un accidente, por lo tanto, el reloj se detendrá si cualquier trabajo se lleva a cabo por la comisión de un accidente. Antes de que la prueba se reanude, los constructores, herramientas, miembros, tuercas y tornillos serán devueltos a las posiciones que ocupaban inmediatamente antes del accidente.

**10.4.1** Si un constructor, calzado, bolsa, portaherramienta o prenda de vestir toca el río o el suelo fuera del límite del sitio, **el número de constructores se incrementa en 1** al momento de registrar los datos, pero la cantidad de constructores durante la prueba no cambia. Excepción: No hay penalización por entrar al río o salir de los límites del sitio para recuperar un objeto, miembro, herramienta, tuerca, tornillo o equipo de protección personal.

**10.4.2** Si un miembro, porción construida, herramienta, tuerca, tornillo o equipo de protección personal toca el río, el suelo afuera de la zona de arranque, el suelo fuera del footing o el suelo fuera del límite del sitio, la penalización será de **1/4 minuto (15 segundos) añadido al tiempo de construcción** para cada artículo. Excepción: No hay penalización para un miembro o porción construida que toque el suelo dentro de un footing. La construcción puede proceder si no es posible mantener las superficies de apoyo de una porción construida dentro del footing; en esta situación el capitán podrá solicitar que se detenga el reloj para demostrar la dificultad al juez. Si el juez está de acuerdo, se reanudará el reloj y se continuará la prueba sin considerar penalizaciones por mantener los apoyos fuera de los footings y se agregara una penalización de 200 lb incluso si las superficies de apoyo quedan dentro del footing una vez finalizada la prueba. Las penalizaciones cometidas antes de esta excepción serán consideradas.

**10.4.3** Si un miembro que no es parte de una porción construida toca otro miembro que tampoco forma parte de una porción construida, la penalización será de **1/4 minuto (15 segundos) añadido al tiempo de construcción** Excepción: no hay penalización si dos o más miembros se tocan dentro de un footing.

**10.4.4** El apoyo temporal es el único artefacto que podrá estar en contacto con el suelo en la zona de construcción, mas no en la zona de transporte. Si se presenta una violación a 10.3.15, la penalización será de **3 minutos añadidos al tiempo de construcción** para cada violación individual.

**10.4.5** No se podrán colocar tuercas y/o tornillos sobre el apoyo temporal, la penalización será de **1/4 minuto (15 segundos) añadido al tiempo de construcción** para cada violación individual.

## 10.5 SITIO DE CONSTRUCCIÓN

Ver el diagrama del sitio de construcción. La institución anfitriona deberá mostrar el sitio de construcción antes de la competencia. Los sitios de construcción estarán dispuestos de manera que la cinta que designa las líneas no esté mojada y fuera de los límites del sitio, es decir, que los bordes de la cinta y no las líneas centrales, designen los límites mostrados en el dibujo.

## 10.6 COMIENZO

**10.6.1** Antes de que comience la construcción, dentro de las zonas de arranque solo podrán estar: constructores, miembros, tuercas, tornillos, herramientas y apoyo temporal. Cada miembro, tuerca floja, tornillo, herramienta y apoyo temporal deben estar en contacto con el suelo y deben caber completamente dentro del área asignada dentro de la zona de arranque. Únicamente se permitirá usar los elementos que se encuentren dentro de la zona de arranque. Las tuercas y tornillos no pueden estar conectados. Las herramientas o sus partes no pueden tocarse entre sí. Los constructores pueden iniciar con el equipo de protección instalado, con bolsas o portaherramienta vacíos. Los constructores no podrán tocar miembros, tuercas, tornillos y herramientas ni pasarlo de un constructor a otro hasta que la prueba comience.

**10.6.2** Los jueces inspeccionan los miembros, tuercas, tornillos y herramientas para verificar el cumplimiento de 10.2.3 y 10.2.4, aquellos elementos que presenten violaciones a lo antes mencionado serán retirados de la zona de arranque y no podrán utilizarse. Una vez concluida la inspección no se podrán retirar o agregar elementos ni constructores.

**10.6.3** El capitán indica al juez que el equipo está listo para la prueba, este declara el inicio y comienza el conteo.

## 10.7 TIEMPO

**10.7.1** El cronómetro se mantiene de principio a fin y se detendrá solo bajo las siguientes condiciones:

- Si un constructor o juez identifica una condición que podría causar lesiones.
- Cuando se viola una regulación de seguridad de acuerdo con 10.3.
- Cuando un trabajo ha sido realizado cometiendo un accidente. El reloj no se detiene si el accidente no contribuye al proceso de construcción (ver 10.4).
- Si un constructor o juez presenta una lesión o es incapacitado.

**10.7.2** La construcción se detiene si el reloj es detenido. Después de que la situación ha sido corregida, los constructores, herramientas y elementos del puente deberán ocupar las posiciones que ocupaban inmediatamente antes de la interrupción, el reloj se reinicia y se reanuda la construcción.



## 10.8 LÍMITE DE TIEMPO

**10.8.1** Si el tiempo de construcción sin incluir penalizaciones supera los 25 minutos, la hoja de puntuación contará el tiempo de construcción como 180 minutos. Los accidentes mencionados en 10.4 no serán penalizados una vez rebasados los 25 minutos, pero se seguirán cumpliendo las regulaciones de seguridad indicadas en 10.3. Los jueces pueden indicar cuando se está llegando a este tiempo y notificarán cuando se alcance.

**10.8.2** Si el tiempo de construcción sin incluir penalizaciones supera los 40 minutos, los jueces detendrán la construcción. Si las condiciones locales lo permiten y el juez principal aprueba, el equipo podrá concluir el armado fuera del sitio de construcción sin límite de tiempo y de manera segura pero no será elegible para premio en las categorías indicadas en la sección 5 párrafo cuatro y puede ser cargado a discreción del juez principal si se puede efectuar de forma segura y se cuenta tiempo disponible.

## 10.9 FINAL DE LA PRUEBA

**10.9.1** La construcción se completa cuando:

- El puente se ha completado mediante la conexión de todos los miembros ubicados en la zona de arranque al inicio de la prueba.
- Todos constructores están en la zona de arranque.
- Todas las herramientas están en contacto con el suelo en la zona de arranque.
- Las tuercas y tornillos extra están en las manos de constructores, en ropa, bolsas, portaherramientas o en el suelo de la zona de arranque.

**10.9.2** El reloj se detiene cuando el capitán informa al juez que la construcción se ha completado. Si los requisitos de la subsección 10.9.1 no se cumplen cuando el reloj es detenido, los constructores, herramientas, miembros, tuercas y tornillos serán devueltos a las posiciones que ocupaban inmediatamente antes de que se detuviera el cronómetro. El reloj se reanuda y los constructores deberán completar la construcción o corregir las infracciones y el capitán deberá indicar nuevamente que la prueba se ha completado.

**10.9.3** Después de que la construcción se ha completado, las herramientas ensambladas deben estar desmontadas de manera que satisfagan los requisitos enlistados en 10.2.4 y estén en contacto con el suelo en la sección correspondiente dentro de la zona de arranque. **La penalización será de 5 minutos añadidos al tiempo de construcción por cada infracción individual.**

**10.9.4** La instalación del decking no se realiza durante la prueba de armado.

**10.9.5** Los puentes no podrán ser modificados después de la construcción, a excepción de la corrección de las conexiones según lo prescrito en la subsección 9.4.

# SECCIÓN 11

## INSTRUCCIONES DE LA PRUEBA DE CARGA

### 11.1 DAÑOS

Un puente con daños que reduzcan su fuerza o estabilidad (por ejemplo, una soldadura fracturada, miembro faltante o roto, tornillo roto o tuerca faltante) no será aprobado para la prueba de carga y no será elegible para premio en las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo 4. Reparaciones y modificaciones no están permitidos después de la prueba de construcción con excepción de lo establecido en la subsección 9.4.

### 11.2 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Es responsabilidad de los jueces y competidores el respetar todas las precauciones que se resumen en esta subsección. Los competidores deben seguir las mismas precauciones cuando se pone a prueba el puente.

#### 11.2.1 Precauciones generales

**11.2.1.1** La prueba de carga deberá ser detenida si un juez considera que es peligroso continuar. Si un equipo no puede cargar su puente con seguridad, se detendrá la carga y el puente no será elegible para premio en las categorías mencionadas en la sección párrafo cuatro.

**11.2.1.2** Los competidores que no están participando en la carga, profesores, asesores y demás espectadores observarán desde una zona segura designada por los jueces y la institución anfitriona.

**11.2.1.3** Durante su participación en la prueba de carga, los competidores deberán usar equipo de protección personal:

- Cascos que cumplan la norma ANSI Z89.1 estándar.
- Lentes de seguridad que cumplen la norma ANSI Z87.1.
- Guantes de trabajo y botas de seguridad.

Es responsabilidad de cada integrante portar el equipo de seguridad que requiera. Los jueces no permitirán la prueba de carga si los competidores que la realizan no están usando el equipo de protección personal o si lo portan de manera inadecuada.

#### 11.2.2 Precauciones prueba de carga lateral

**11.2.2.1** No debe haber más de cuatro integrantes realizando la prueba de carga lateral.

**11.2.2.2** Si un puente se desplaza de más de una pulgada durante la prueba de carga lateral, el puente no será cargado verticalmente y no será elegible para premio en las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo 4.



### **11.2.3 Precauciones para la prueba de carga vertical.**

El puente puede colapsar repentinamente y sin previo aviso durante la prueba de carga vertical, por ejemplo, puede fallar solo un lado del puente lo que implica que la carga se deslice solo hacia un lado provocando daño a los participantes. El propósito de lo establecido en la presente subsección es evitar daños personales si un puente colapsa.

**11.2.3.1** El número de personas cerca del puente debe reducirse al mínimo durante la prueba de carga. El equipo designado para la carga está limitado a cuatro personas, pero se pueden hacer sustituciones durante el proceso.

**11.2.3.2** Los soportes de seguridad los proporcionará la institución anfitriona y tendrán la resistencia y altura adecuadas y serán suficientes para detener la carga si el puente colapsa.

**11.2.3.3** Los soportes de seguridad se colocarán antes de la prueba de carga debajo de los decking.

**11.2.3.4** El número y la ubicación de los soportes de seguridad serán suficientes para detener la carga, incluso si cae de un sólo lado o un extremo del puente, por lo tanto, los soportes de seguridad son obligatorios y se colocarán en las cuatro esquinas de cada decking, no sólo en medio.

**11.2.3.5** Los soportes de seguridad deberán ajustarse individualmente para cada puente. La parte superior de cada soporte no deberá estar a más de 4 pulgadas del decking. Si la altura de los soportes de seguridad no es ajustable en incrementos apropiados, podrán utilizarse piezas de madera u otro material adecuado proporcionados por la escuela anfitriona.

**11.2.3.6** Nadie puede atravesar, gatear o caminar debajo del puente o estar de pie dentro del puente mientras se realiza cualquier prueba de carga. Los soportes de seguridad pueden ser ajustados durante la prueba de carga a discreción de los jueces si esto se realiza de manera segura y con el equipo adecuado, esto para evitar daños a los participantes. Una vez completada la prueba de carga (incluso si se interrumpió) se deberá retirar la carga sin perturbar el puente.

**11.2.3.7** Los puentes que incumplan con la colocación segura de la carga vertical no se probarán y no serán elegibles para premio en las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo 4.

**11.2.3.8** Los jueces observarán continuamente el desplazamiento horizontal del puente durante la prueba de carga vertical. Si el desplazamiento excede una pulgada, la carga se detendrá y se deberá retirar cuidadosamente.

**11.2.3.9** Los jueces observarán cuidadosamente las deflexiones de manera continua. Si alguna deflexión excede tres pulgadas hacia abajo, la prueba se detendrá y la carga deberá ser retirada cuidadosamente.

**11.2.3.10** Los jueces observarán continuamente el comportamiento del puente. La prueba se detendrá y la carga se retirará si, en opinión del juez, el colapso es inminente.

### 11.3 PREPARACIÓN

El capitán deberá observar las pruebas y puede manejar la carga. Un capitán que no maneja carga deberá cumplir con 11.2.1.3 y no cuenta para el límite de cuatro personas.

Los equipos aceptarán las condiciones del sitio tales como un decking deformado, suelos inclinados y las superficies desfavorables. **El comienzo de la carga lateral o la prueba de carga vertical indica la aceptación de todas las condiciones espaciales.**

Para cada puente, el juez determinará el extremo Este a través de un proceso aleatorio.

Las distancias L1, L2 y S para la colocación del decking se determinan al comienzo de la competencia tal como se indica en **7.1** y según lo ilustrado en los diagramas de pruebas de carga.

A su discreción, los jueces pueden imponer una sanción a un puente que incorpore partes que interfieran con la colocación del decking, carga o dispositivos de medición. Si el puente no se puede cargar de forma segura o la deflexión y desplazamiento horizontal no pueden ser medidos de acuerdo con las disposiciones de esta sección, el puente no podrá ser cargado y no será elegible para premio en las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo cuatro.

Normalmente, el desplazamiento horizontal se determina mediante el uso de una plomada unida al puente o al decking en el punto especificado. Los límites de desplazamiento horizontal se aplican incluso si la plomada se desplaza por el contacto con otra parte del puente.

### 11.4 PRUEBA DE CARGA LATERAL

Las disposiciones de esta subsección se ilustran por el diagrama de carga lateral.

#### 11.4.1 Preparativos.

La prueba de carga lateral se llevará a cabo en sólo un lado del puente a una distancia S medida desde el extremo Este del larguero Sur y colocando aproximadamente 75 libras de peso. En esta prueba de carga solo se restringirán los apoyos del puente. No se utilizará algún tipo de restricción adicional para la elevación, incluso si se llegan a levantar las superficies de apoyo.

Los miembros del equipo de carga evitarán que las superficies de apoyo se deslicen. Esta restricción lateral no deberá restringir la rotación o elevación. El sistema de restricción se aplica lo más cerca del suelo como sea posible, en los lugares mostrados en el diagrama de carga lateral. La institución anfitriona puede proporcionar equipos o dispositivos opcionales como restricciones laterales que eviten el deslizamiento. No se permitirán dispositivos diseñados para evitar el movimiento vertical. La carga debe detenerse si no se obedecen estas indicaciones o si la restricción no es eficaz.



#### 11.4.2 Prueba de carga lateral

Se aplicará una carga lateral de 50 lb y el desplazamiento horizontal provocado se medirá en el larguero Sur del puente a la mitad del decking. La carga debe aplicarse a la altura del decking o a la altura de la parte superior del larguero. La medición del desplazamiento horizontal se realiza lo más cerca posible de la aplicación de la prueba de carga. Los dispositivos de medición podrán unirse al decking a discreción de los jueces.

Si el desplazamiento horizontal excede una pulgada la prueba no será aprobada.

Si el puente no pasa la prueba, no será elegible para los premios mencionados en la sección 5 párrafo 4 y no podrá realizarse la prueba de carga vertical.

Si el puente pasa la prueba de carga lateral, se puede proceder con la prueba de carga vertical.

### 11.5 PRUEBA DE CARGA VERTICAL

Las disposiciones de esta sección se ilustran en el diagrama de carga vertical.

#### 11.5.1 Preparación

**11.5.1.1** Los decking tienen 3'-0" de largo en la dirección longitudinal (tramo) del puente, de modo que las barras principales del decking se extiendan lateralmente. Se utilizan dos decking. Dichas unidades se colocan de forma cuadrada y centrada en los largueros. Los decking no deben estar unidos al puente y no deben distorsionarlo (ver 9.2.3 y 9.2.4).

Se colocan dos decking a distancias L1 y L2 desde el extremo este de la parte superior del larguero del lado sur.

Un decking que no hace contacto con la parte superior de un larguero en el lugar donde se medirá la deflexión se sujetará al larguero en esa ubicación o cerca de ella. La abrazadera se quitará cuando haya suficiente carga en su lugar para mantener el decking en contacto con la parte superior del larguero.

**11.5.1.2** Los soportes de seguridad se colocan debajo de los decking, de esta manera ninguna parte de la carga caerá más de 4 pulgadas si el puente colapsa.

**11.5.1.3** Las deflexiones se miden lo más cerca posible de la parte superior de los largueros, los cuales están al mismo nivel que la parte inferior del decking. Los dispositivos de medición de deflexiones podrán ser conectados a las rejillas. Las mediciones se realizan en los siguientes lugares:

D1 centrado en el extremo Sur del decking posicionado en L1.

D2 centrado en el extremo Norte del decking posicionado en L2.

El desplazamiento lateral es observado en el extremo Norte del puente, al centro del decking posicionado en L1.

#### **11.5.2 Procedimiento general de carga**

La carga se centra lateralmente en el decking y se distribuye a lo largo de este de la manera más uniforme posible. La carga se distribuye y alinea de la manera más idéntica posible para cada puente. Los ángulos se colocarán perpendicularmente al largo del puente para mantener la seguridad en caso de falla o colapso. La carga se colocará a un ritmo constante, sin titubeos. Los equipos deberán observar el puente a una distancia segura.

Mientras cada carga está siendo colocada, se debe observar continuamente la deflexión y el desplazamiento lateral, la prueba se detendrá si:

- El desplazamiento lateral excede una pulgada.
- Cualquier deflexión medida excede las 3 pulgadas hacia abajo
- Las rejillas o cualquier parte del puente se apoyan en un soporte de seguridad o en el piso.
- Una rejilla o una parte de la carga cae del puente.
- El puente colapsa o un colapso peligroso es inminente a la opinión del juez.

Si la carga se detiene por cualquiera de las situaciones mencionadas el puente no será elegible para premio en las categorías mencionadas en la sección 5 párrafo 4.

La hoja de puntuación utilizará las deflexiones medidas mientras la carga vertical está en su lugar para calcular la deflexión agregada, añadiendo los valores absolutos de las deflexiones en D1 y D2, y luego redondeando la suma a la 0.01 pulgada más cercana. Si alguna deflexión medida excede las 2 pulgadas, la hoja de cálculo de puntaje agregará multas de \$ 4,000,000 al puntaje de Economía de Construcción y \$ 10,000,000 al puntaje de Eficiencia Estructural.

#### **11.5.3 Prueba de Carga Vertical**

El equipo distribuye 100 libras de precarga en la rejilla de posición L1 y 100 libras de precarga en la rejilla de posición L2. La precarga se distribuye de manera uniforme, centrada lateralmente sobre la rejilla y posicionándola de forma idéntica para cada puente, posteriormente:

- Iniciar el dispositivo para medir el desplazamiento lateral.
- Iniciar los dos dispositivos de medición de deflexión en D1 y D2 o registrar las lecturas iniciales.
- El equipo coloca 1400 libras de carga adicional en el decking en L1.
- El equipo coloca 900 libras de carga adicional en el decking en L2.
- Registrar las lecturas finales para D1 y D2.

#### **11.5.4 Pérdida de datos**

Si los datos de deflexión se pierden o se ven comprometidos, el juez pedirá al equipo que desmonte el puente, repita la construcción cronometrada comenzando con las condiciones iniciales prescritas en 10.6 y rehaga las pruebas de carga lateral y vertical. Se verificará el cumplimiento de todas las reglas, excepto las de la sección



8 y la subsección 9.3. La puntuación se basará en la ejecución que resulta en un mayor costo de construcción, Cc, sin exceder el 110% del Cc inicial y sin incluir penalizaciones de la prueba de carga.

## **11.6 DESCARGA**

La carga en el decking en L2 debe ser removida antes de la carga en el decking en L1. Si el puente se colapsa durante la descarga o se presenta una situación mencionada en 11.5.2 no es elegible para premio en las categorías listadas en la sección 5 párrafo 4.

## SECCIÓN 12

# EQUIPO SUMINISTRADO POR EL ANFITRIÓN

### 12.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Aunque la universidad anfitriona será la responsable de proveer el equipo descrito en esta sección, se sugiere que los competidores prueben su puente previo a la competencia con equipos iguales o similares.

Todos los equipos están obligados a adaptarse a las condiciones que ofrezca la sede, incluyendo en éstas el equipo, piso, decking, soportes de seguridad, carga, plantillas, caja, dispositivos para medir la deflexión y las básculas.

Los participantes podrán enviar dudas respecto al equipo a la siguiente dirección de correo electrónico: [2cnpam.reglas@gmail.com](mailto:2cnpam.reglas@gmail.com)

### 12.2. DECKING

El decking sugerido es de acero y se identifica como W-19-4 (1" x 1/8"). Sus dimensiones son aproximadamente 3'-6" x 3' x 1" y pesa alrededor de 50 libras. El Decking tiene una resistencia importante a flexión solo en la dirección de las barras principales (de 3'-6"). El decking se instalará con las barras principales perpendiculares al largo del puente, creando un ancho de calzada de 3'-6". Por lo tanto, el decking requiere soporte en los bordes paralelos al largo del puente.

### 12.3. SOPORTES DE SEGURIDAD

Los soportes de seguridad deberán usarse durante las pruebas de carga y su propósito es minimizar los riesgos derivados del colapso de un puente. Los soportes de seguridad deberán ser suficientes en cuanto a cantidad, altura y resistencia, de tal manera que la carga no caiga más de 4 pulgadas si el puente colapsa. Para estos soportes podrá usarse acero, pilas de cubetas de plástico, costales de arena, elementos de madera o de mampostería o gatos hidráulicos. Se recomienda el uso de gatos hidráulicos por su estabilidad y fácil colocación.

### 12.4. CARGA

El anfitrión suministrará un total de 2500 libras en piezas de tamaño y peso uniforme que sean manejables. Se recomienda que la carga sea con ángulos de acero de 25 libras con dimensiones de 4" x 4" x 3/8" o de 5" x 5" x 5/16", colocados perpendicularmente respecto al largo del puente. Como alternativas, podrán usarse costales con algún material, contenedores con líquidos, bloques de concreto o gatos hidráulicos. El decking no está considerado dentro de la carga de 2500 libras. Si se usa un sistema de gatos hidráulicos, las fuerzas deberán concentrarse 9 pulgadas dentro de cada lado del perímetro del decking.

### 12.5. TEMPLATE

El template debe tener las dimensiones mostradas en el detalle "Template" que se encuentra dentro del diagrama: "Elevación: envolvente del puente" y deberá usarse para



revisar que se respete el claro. Se recomienda el uso de triplay. Colocar perforaciones puede ser útil para que el agarre de la plantilla sea más sencillo.

#### **12.6. CAJA**

Se contará con una caja de dimensiones interiores de 3' -6" x 6" x 4" que permitirá asegurar que todas las piezas y herramientas cumplan con los requerimientos de dimensiones especificados en 8.2.2.2. y en 10.2.4. Se recomienda el uso de madera u otros materiales no deformables.

#### **12.7. BÁSCULAS**

Cuatro básculas calibradas se usarán bajo los cuatro apoyos del puente para medir el peso de este. La precisión de las básculas deberá comprobarse previo a la competencia. Si resulta impráctico pesar el puente de la manera mencionada, entonces cada una de sus piezas será pesada por separado en una báscula y se hará la suma total para determinar el peso del puente.

## SECCIÓN 13

### INTERPRETACIÓN DE LAS REGLAS

El sitio web [www.cnepamexico.com](http://www.cnepamexico.com) cuenta con un formulario para solicitar aclaraciones de estas reglas. Al llenar el formulario, los equipos deben aceptar el hacer pública la información referente a la aclaración (pregunta y respuesta) a manera de crear una lista de aclaraciones de las reglas. Los estudiantes, jueces y el staff pueden enviar preguntas a través del formulario, sin embargo, se recomienda leer cuidadosamente las aclaraciones publicadas previamente y hacer una lectura cuidadosa de este documento para brindar una mejor atención. Las preguntas deben limitarse a la interpretación de las reglas; preguntas sobre diseños específicos y procedimientos no serán válidas. La respuesta a estas preguntas puede tomar de una a dos semanas, por lo que la **fecha límite para recepción de aclaraciones será el día 15 de marzo de 2020.**

## SECCIÓN 14

### JUECES

La institución anfitriona será la encargada de reclutar a los jueces, quienes tendrán la facultad de detener toda actividad que consideren peligrosa. El juez principal, también reclutado por la sede, tiene el dominio total sobre el curso de la competencia y la interpretación de las reglas. Las decisiones, el cálculo de puntajes y los rankings son responsabilidades exclusivas del jurado y serán definitivas.

La institución anfitriona debe garantizar que los jueces conozcan las reglas y procedimientos y que cuenten con todo el equipo necesario para realizar sus tareas.

La hoja de puntaje estará **disponible a partir del 31 de Noviembre de 2020.**



## SECCIÓN 15

### APELACIONES

**15.1** Al comienzo de la competencia, cada equipo identificará a su capitán y la institución anfitriona identificará su juez principal

**15.2** Cualquier penalización, decisión, medición, puntuación, condición de la competencia o la interpretación de las reglas se puede apelar sólo por el capitán con el juez principal. El juez no escuchará la apelación si es abordado por alguien que no sea el capitán. El juez principal se negará a escuchar las protestas con respecto a otros puentes que no sean el del capitán. Las apelaciones deben hacerse tan pronto como sea posible después de que la situación se hace evidente. El juez principal escuchará la apelación tan pronto como sea posible y puede interrumpir la competencia. Si el capitán no da su consentimiento a la decisión del juez principal, escribirá una explicación sobre el formulario de datos antes de firmarlo. Se recuerda a los participantes que deberán actuar con cortesía y mostrar un comportamiento ético durante la competencia y en particular, en las apelaciones. (Ver sección 4)

**15.3** Despues de que concluya la competencia, el comité de reglas tendrá en cuenta únicamente las apelaciones en que se presentan errores en la interpretación de las reglas y sólo si se registraron durante la competencia.

**15.4** Las apelaciones serán recibidas antes de las 9:00 P.M. hora local, del día 17 de abril 2020, llenando el formato disponible en [www.cnpamexico.com](http://www.cnpamexico.com). Este formulario estará **disponible a partir del 1 de abril 2020**.

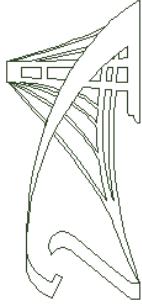
**15.5** Despues de escuchar la decisión del juez principal, el capitán puede solicitar un receso de cinco minutos para discutir el problema con el equipo. Durante el receso, no se cambiarán las condiciones en cuestión.

**15.6** El juez principal podrá consultar con el comité de reglas.

**15.7** Si el equipo tiene justificación para impugnar la decisión del juez principal, el capitán tiene la opción de apelar dicha decisión directamente al comité de reglas.

**15.8** La decisión del comité de las reglas es definitiva; no hay más apelaciones.

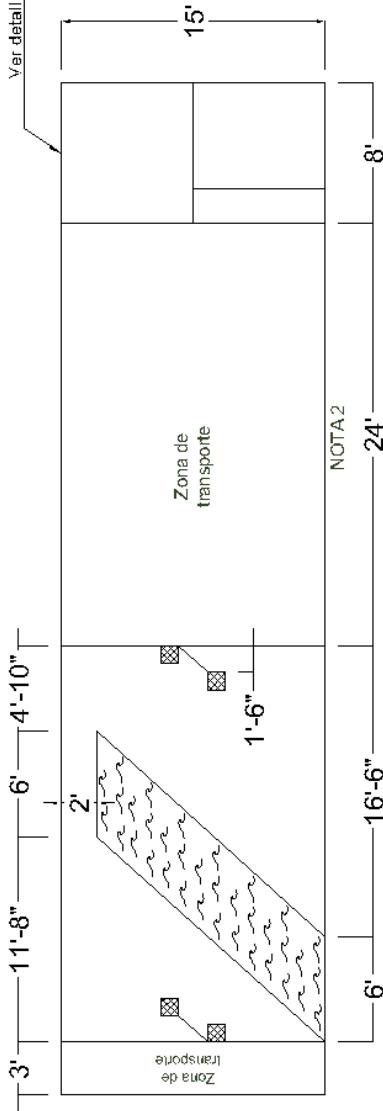




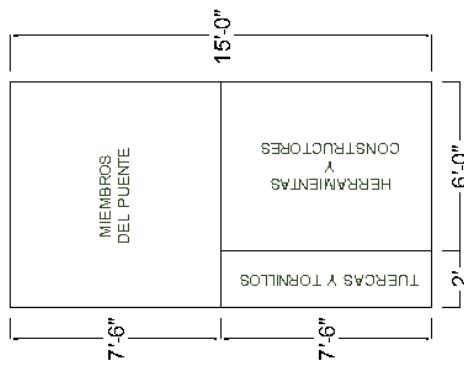
CONCURSO NACIONAL DE  
PUENTES DE ACERO MÉXICO

z

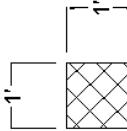
Ver detalle: Zona de arranque



SITIO DE CONSTRUCCIÓN



## DETALLE: ZONA DE ARRANQUE



## DETALLE: RÍO Y ZONA DE CONSTRUCCIÓN

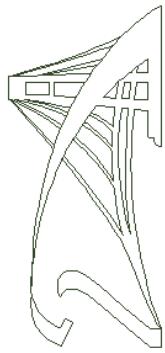
Proyecto No.:	2020	Dpto. o gr. nro.:	A/SC
Nombre:	COMITÉ SECUNDO CONCURSO NACIONAL		
Mod. Icaciones:	SITIO DE CONSTRUCCIÓN		
Nombre:	FECHA:		
	24/05/2019		
	Sede:		
	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA ESTADO DE MÉXICO		

NOTAS

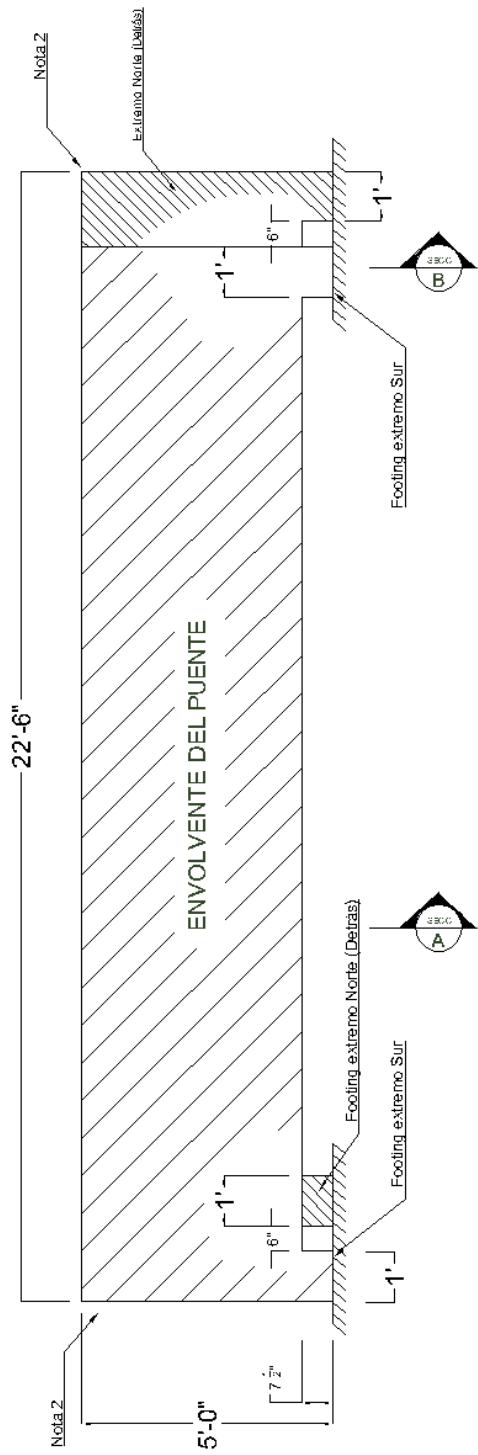
- 1.- Los dibujos no están a escala.
- 2.- Las dimensiones podrían reducir de acuerdo con las condiciones locales.
- 3.- Todos los "footings" poseen las mismas dimensiones.
- 4.- La línea representa una carretera en la envolvente del norte (ver 9.3.7).

## DETAIL: FOOTING

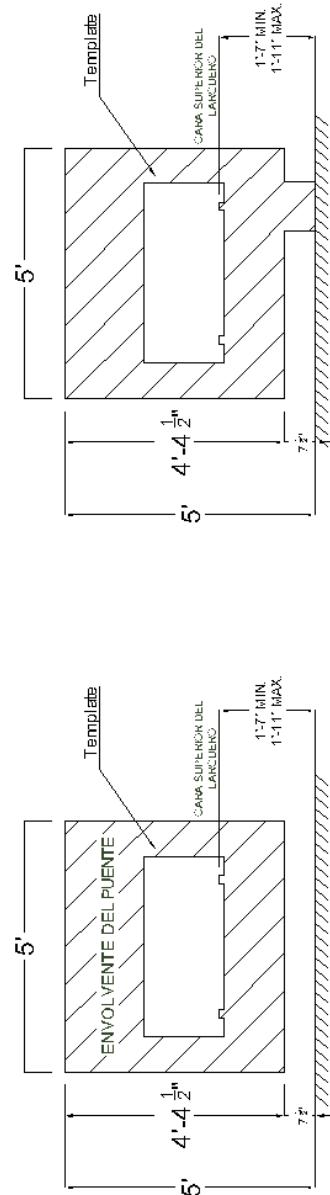




CONCURSO NACIONAL DE  
PUENTES DE ACERO MÉXICO

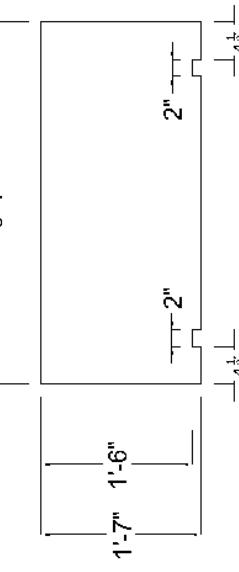


## ELEVACIÓN: EXTREMO SUR



## SECCIÓN A

## SECCIÓN B



TEMPLATE

## NOTAS

Los dibujos no están a escala.

1.- Ninguna parte del puente deberá extenderse más de 5 ft sobre el río o mas allá de la envolvente. (ver 9.3.7).

2.- La parte superior de los largueros debe tener al menos 20 ft de longitud. (ver 9.3.6).

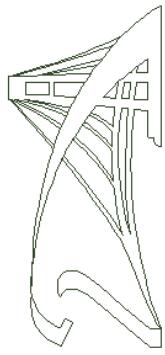
3.-

COMITÉ SEGUNDO CONCURSO NACIONAL

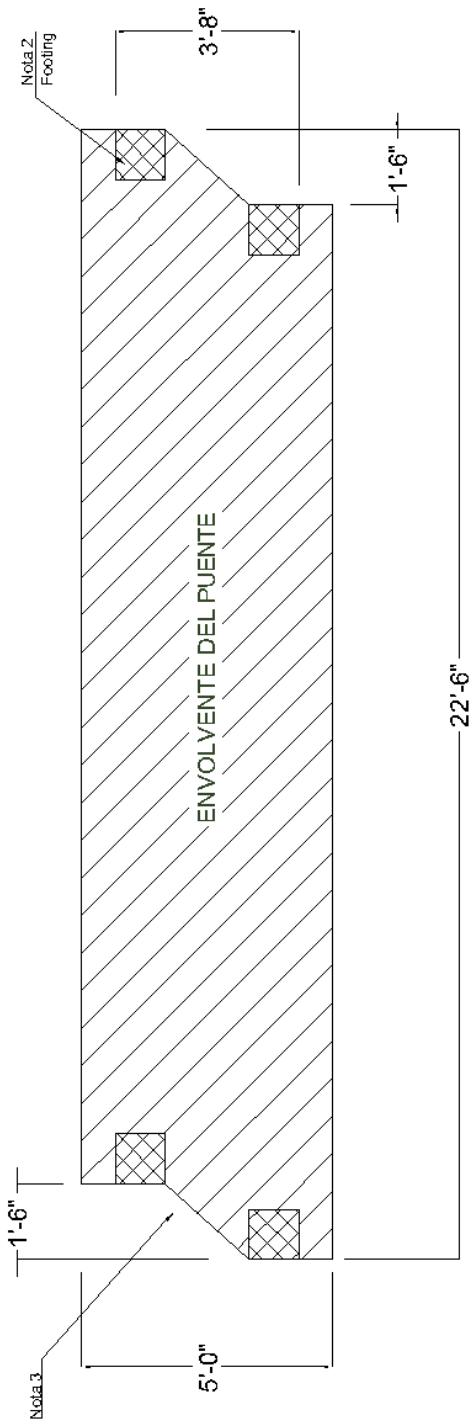
## ELEVACIÓN: ENVOLVENTE DEL PUENTE

FECHA: 24/03/2013 SODC: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO





## CONCURSO NACIONAL DE PUENTES DE ACERO MÉXICO



## VISTA EN PLANTA

## NOTAS

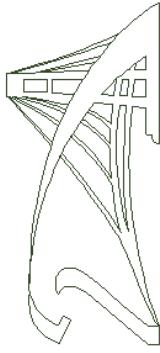
- 1.- Los dibujos no están a escala.
- 2.- Los 4 footings cuentan con las mismas dimensiones (1ft x 1 ft).
- 3.- Ninguna parte del puente deberá extenderse más de 5 ft sobre el río o mas allá de la envolvente. (ver 9.3.7).

Modificaciones:

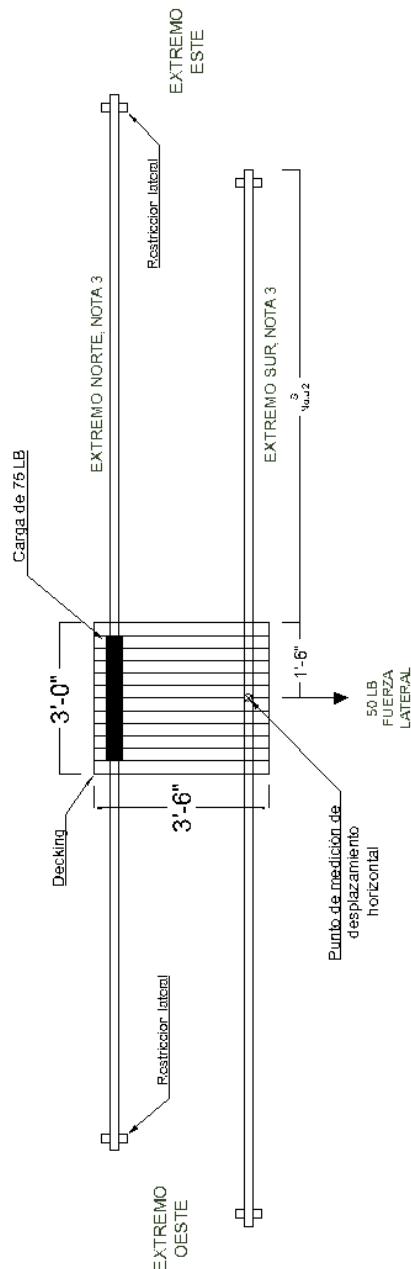
111

PLANTILLA ENVOLVENTE DEL FUEVIC  
Formato: Word 2007  
Versión: 2014/2019  
Socde: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL





CONCURSO NACIONAL DE  
PUENTES DE ACERO MÉXICO



## PLANO DE CARGA DE LATERAL

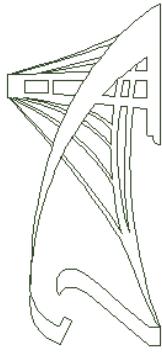
## NOTAS

- 1.- Los cibujos no están a escala.
- 2.- La localización del decking es 9'-0" para todos los puentes.
- 3.- Los extremos norte y sur están basados en la selección aleatoria del lado Este para cada puente.
- 4.- La localización para el jalón lateral, restricción laterales y medición del desplazamiento horizontal se especifican de acuerdo al extremo Este del larguero del extremo Sur. (Ver 11.4).

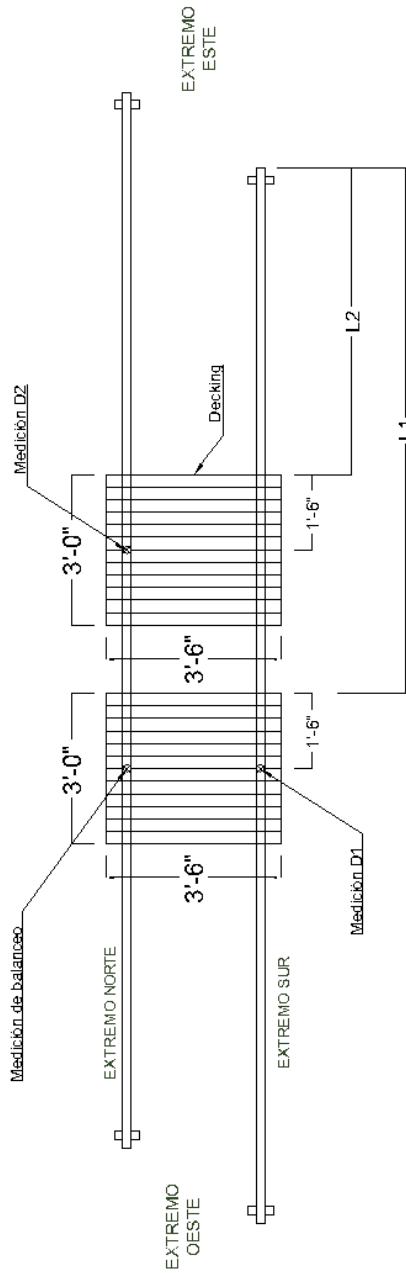
COMITÉ SEGUNDO CONCURSO NACIONAL

Fecha: 24/06/2018 Sede: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

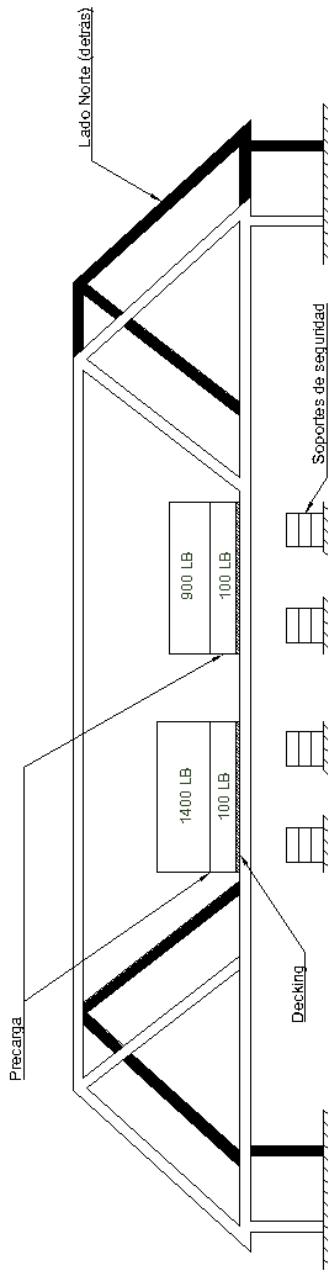




CONCURSO NACIONAL DE  
PUENTES DE ACERO MÉXICO



**PLANO DE CARGA DE  
VERTICAL**



**ELEVACIÓN: PLANO DE  
CARGA DE VERTICAL**

**NOTAS**

- 1.- Los dibujos no están a escala.
- 2.- La distancias L1 y L2 son seleccionadas aleatoriamente y serán las mismas para todos los puentes.
- 3.- Las distancias L1 y L2 se miden a partir del extremo Este del larguero del lado Sur.
- 4.- Los soportes de seguridad se colocarán debajo de los decking en todo momento.
- 5.- Para iniciar las mediciones en D1, D2 y el balanceo lateral, primero se colocará la precarga de 100 LB.
- 6.- Las precargas se mantienen en su lugar y la carga de 1400 LB se coloca en el decking correspondiente a L1, una vez concluida, se procede a colocar la carga de 900 LB correspondiente al decking L2.
- 7.- Las posiciones de D1, D2 y balanceo lateral son son medidas en el extremo norte y extremo sur (ver 11.5.1.3).
- 8.- Durante la carga, D1, D2 y el balanceo lateral deben ser monitoreados constantemente.
- 9.- La prueba de carga se debe detener si alguna deflexión excede 3" o si el balanceo lateral excede 1".
- 10.- Las deflexiones se registran una vez que todas las cargas son colocadas.

REVISIÓNES		
No.	FECHA	DESCRIPCIÓN
		Dibujo original:
		2020
		AIISC
		Modificación:
		COMITÉ SEGUNDO CONCURSO NACIONAL
		Nota(s):

Diagrama de Carga Vertical	Scdc:	Universidad Autónoma del Estado de México
Fecha: 24/08/2018	Modificación:	Universidad Autónoma del Estado de México