

El presente documento contiene las bases en las que se articula el desarrollo del **Tercer Concurso de Puentes “Caminos Santander”** para el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de Cantabria que se celebrará en la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

## 1 OBJETO DEL CONCURSO

El objeto principal del concurso es la construcción de un puente a escala reducida de la forma más eficiente posible, empleando para ello distintos materiales.

Los objetivos secundarios que se pretenden alcanzar con el desarrollo y participación en este concurso son:

- Descubrir al alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato el mundo de la Ingeniería Civil, y en concreto, el campo del diseño de estructuras.
- Introducir a los participantes en los fundamentos de las estructuras y de los puentes en particular.
- Descubrir las ventajas del trabajo en equipo.
- Realizar la comunicación del trabajo realizado.

## 2 PARTICIPANTES

El concurso está abierto al alumnado de 2º y 3º de ESO y de 1º y 2º de Bachillerato de los centros educativos de Cantabria. Existirán tres categorías distintas:

- Puente RESISTENTE SECUNDARIA: 2º y 3º de ESO.
- Puente RESISTENTE BACHILLERATO: 1º y 2º de Bachillerato.
- Puente MÓVIL ÚNICA: 2º y 3º de ESO y de 1º y 2º de Bachillerato.

Cada centro podrá presentar un máximo de un equipo por categoría. El equipo estará conformado por un mínimo de 2 alumnos/as y un máximo de 5. Además, cada equipo deberá contar con un tutor, que será o bien un profesor del centro, o un padre/madre/familiar/tutor de alguno de los integrantes del equipo.

La organización no quiere limitar las participaciones en las categorías “Puente Resistente” y “Puente Móvil”, pero se hace notar que pueden surgir incompatibilidades horarias en caso de resultar finalista en la primera y querer participar en la segunda.

## 3 PREMIOS

Para cada una de las categorías, todos los miembros del equipo ganador recibirán como premio una Tablet de 10 pulgadas (o regalo similar).

Todos los participantes recibirán un diploma que acredite su participación en el concurso.

# CATEGORÍA PUENTE RESISTENTE

---

## 4 DESARROLLO DEL CONCURSO

La categoría de PUENTE RESISTENTE (tanto para SECUNDARIA como para BACHILLERATO) se divide en dos fases. Una primera, clasificatoria, que establecerá un ranking de todos los equipos participantes, y una segunda, final, que determinará al equipo ganador de entre los cuatro mejores clasificados en la primera fase.

### 4.1 PRIMERA FASE

Los equipos participantes deberán construir un puente a escala 1:50 que supere una distancia entre estribos de 40 metros (80 centímetros en el modelo reducido). El tablero del puente deberá tener una longitud mínima de 50 metros (100 cm en el modelo) y una máxima de 55 metros (110 cm en el modelo). La anchura del puente deberá ser de un mínimo de 5 metros (10 centímetros en el modelo) y un máximo de 7,5 metros (15 centímetros en el modelo). El puente deberá tener al menos un gálibo libre anchura-altura de 10 x 10 metros (20 x 20 centímetros en el modelo). El puente no podrá tener una altura (medida sobre el tablero) mayor a 20 metros (40 centímetros en el modelo). En el ANEXO 1 se adjunta la representación gráfica de estas condiciones.

El diseño presentado apoyará libremente sobre dos estribos que OBLIGATORIAMENTE serán dos cajas de folios (tapa y cuerpo). Los estribos formarán parte del diseño presentado y por tanto tendrán que presentarse.

El tablero del puente deberá permitir el paso libre de un vehículo de carga de un estribo a otro. Las dimensiones del vehículo de carga serán de 3 metros de anchura, 2 metros de altura, y 7,5 metros de longitud (6 cm de anchura, 4 cm de altura, y 15 cm de longitud en el modelo).

En esta primera fase los participantes podrán utilizar los elementos y materiales constructivos que consideren adecuados, siempre que se encuentren recogidos en el apartado 5. La valoración que se realice de cada uno de los elementos utilizados se describe en el apartado 6.

Además de estos requerimientos geométricos y constructivos, se valorará:

- que el puente presente un vano principal (distancia entre dos apoyos consecutivos) lo más largo posible,
- que se realice con el menor coste posible,
- que aguante el mayor número de kilos posibles,
- y que presente una cuidada estética.

Para valorar estas características se aplicarán los criterios que se describen en el apartado 6. El resultado de aplicar estos criterios será una valoración cuantitativa que variará entre los 0 y los 100 puntos.

La evaluación del diseño aportado se realizará en las instalaciones de la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria (o excepcionalmente en otro lugar a convenir).

## 4.2 SEGUNDA FASE

Los cuatro equipos con una mayor puntuación en cada categoría en la primera fase serán invitados a participar en la fase final del concurso. Si alguno de los equipos renunciase a participar, se invitaría al siguiente clasificado.

Los materiales a utilizar en esta fase final serán proporcionados por la organización, y consistirán en un juego de piezas de construcción K'Nex, así como otros posibles elementos auxiliares.

En esta fase final, los equipos participantes deberán construir un nuevo puente a escala 1:50 que supere un perfil del terreno, con una anchura y un gálibo mínimos. Todos estos condicionantes serán dados a conocer en el momento de inicio de la fase final.

Además de estos requerimientos geométricos, se valorará:

- que el puente presente un vano principal (distancia entre dos apoyos consecutivos) lo más largo posible,
- que cuente con el menor número de piezas posibles,
- que aguante el mayor número de kilos posibles,
- y que presente una cuidada estética.

Para valorar estas características se aplicarán los criterios que se describen en el apartado 6. El resultado de aplicar estos criterios será una valoración cuantitativa que variará entre los 0 y los 100 puntos.

Esta fase se realizará en la semana del 6 al 10 de mayo de 2019, coincidiendo con la festividad de Santo Domingo de la Calzada y los actos conmemorativos que se realizarán durante dichos días. El día exacto se concretará en el momento de inicio de la fase. Los equipos participantes deberán construir su diseño en las instalaciones de la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria en un tiempo máximo de 3 horas.

## 5 MATERIALES A UTILIZAR

Para la participación en el concurso y la realización del puente, únicamente se podrán utilizar los siguientes materiales y elementos:

- Papel, cartulinas, cartón.
- Palillos de madera (diferentes tipos y tamaños).
- Pegamento (diferentes tipos).
- Hilo de menos de 2mm de grosor.
- Alambre de menos de 2mm de grosor.
- Sistemas de enganche puente-apoyos.

## 6 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Cada diseño presentado al concurso se evaluará en función de los siguientes criterios por parte de un tribunal calificador designado por la organización. La puntuación final del diseño será la suma de cada uno de ellos, y variará entre 0 y 100 puntos, expresada con dos decimales y redondeada a la centésima más cercana.

### 6.1 CONDICIÓN NECESARIA

Cada diseño debe cumplir obligatoriamente con los requisitos marcados en las bases anteriores en relación a distancia entre estribos, anchura del tablero y gálibo libre. Todo diseño que no cumpla con estos requisitos obligatorios no será evaluado y por tanto obtendrá una puntuación de 0 puntos.

### 6.2 LONGITUD DEL VANO PRINCIPAL (HASTA 30 PUNTOS)

Para cada diseño se evaluará la longitud del vano principal, entendida en cada caso según se recoge en el ANEXO 2. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_l = 30 \times \frac{L_v}{L_d}$$

Donde  $L_v$  es la longitud del vano principal expresada en centímetros, y  $L_d$  es la longitud de diseño (80 para la primera fase y un parámetro a determinar para la segunda fase).

### 6.3 NÚMERO Y TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS (HASTA 20 PUNTOS)

Cada equipo deberá rellenar la tabla de elementos que se utilizará para la evaluación de este criterio y que se proveerá en el momento de la evaluación. El tribunal evaluador verificará la veracidad de los datos que en ella se recojan. Dicha tabla asignará a cada elemento utilizado un coste, de tal forma que se podrá calcular el coste total del diseño presentado. Los costes de cada elemento pueden verse en el ANEXO 3 (Primera Fase) y ANEXO 4 (Segunda Fase).

La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_c = 20 \times \left[ 1 - \frac{C - 3000}{10000} \right]$$

Donde C es el coste total del diseño. La puntuación en este apartado no podrá ser negativa, por lo que para costes mayores a 13.000 se tomará como puntuación 0.

### 6.4 PESO SOPORTADO (HASTA 30 PUNTOS)

Cada diseño será sometido a una carga ubicada en el punto pésimo del tablero según criterio del tribunal calificador que irá incrementándose hasta que se produzca la rotura de uno de los elementos del puente, o se alcance una carga total de 100 kilogramos. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_p = 30 \times \frac{Q}{100}$$

Donde Q es el peso máximo que aguante el diseño hasta un máximo de 100 kilogramos.

### 6.5 ESTÉTICA (HASTA 20 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará cada diseño entre 0 y 10 puntos, valorando la estética y funcionalidad del mismo. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 20 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

# CATEGORÍA PUENTE MÓVIL

---

## 7 DESARROLLO DEL CONCURSO

La categoría de PUENTE MÓVIL se desarrolla en una única fase.

Los equipos participantes deberán construir un puente a escala 1:50 que supere una distancia entre estribos de 40 metros (80 centímetros en el modelo reducido). El tablero del puente deberá tener una longitud mínima de 50 metros (100 cm en el modelo) y una máxima de 55 metros (110 cm en el modelo). La anchura del puente deberá ser de un mínimo de 5 metros (10 centímetros en el modelo) y un máximo de 7,5 metros (15 centímetros en el modelo). El puente no podrá tener una altura (medida sobre el tablero) mayor a 30 metros (60 centímetros en el modelo). En el ANEXO 5 se adjunta la representación gráfica de estas condiciones.

El diseño presentado apoyará libremente sobre dos estribos que OBLIGATORIAMENTE serán dos tapas de sendas cajas de folios (solamente la tapa). Los estribos formarán parte del diseño presentado y por tanto tendrán que presentarse.

El tablero del puente deberá permitir el paso libre de un vehículo de carga de un estribo a otro. Las dimensiones del vehículo de carga serán de 3 metros de anchura, 2 metros de altura, y 7,5 metros de longitud (6 cm de anchura, 4 cm de altura, y 15 cm de longitud en el modelo).

El puente presentará dos estados:

- CERRADO, en el cual el vehículo de carga pueda circular libremente de un estribo al otro.
- ABIERTO, en el cual la circulación estará interrumpida pero se liberará un gálibo libre de 10 metros de anchura (20 cm en el modelo) y 10 metros de altura (20 cm en el modelo) situado en el centro de los estribos.

Los participantes podrán utilizar los elementos y materiales constructivos que consideren adecuados, siempre que se encuentren recogidos en el apartado 8. La valoración que se realice de cada uno de los elementos utilizados se describe en el apartado 9.

Además de estos requerimientos geométricos y constructivos, se valorará:

- que se realice con el menor coste posible,
- que el tránsito de la posición “cerrada” a la posición “abierta” se realice de la forma más original, ingeniosa y automatizada posible,
- que presente una cuidada estética tanto funcional como visual,
- y que se acompañe de un panel expositivo, tamaño máximo A1 (594×841 mm) en el que se explique el diseño realizado y su funcionamiento.

Para valorar estas características se aplicarán los criterios que se describen en el apartado 9. El resultado de aplicar estos criterios será una valoración cuantitativa que variará entre los 0 y los 100 puntos.

La evaluación del diseño participante en esta categoría se realizará en la semana del 6 al 10 de mayo de 2019, coincidiendo con la festividad de Santo Domingo de la Calzada y los actos conmemorativos que se realizarán durante dichos días. El día exacto se concretará en el momento de inicio de la fase. Los equipos participantes deberán presentar, exponer y defender su diseño en las instalaciones de la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

## 8 MATERIALES A UTILIZAR

Para la participación en el concurso y la realización del puente, se podrán utilizar (aunque no exclusivamente) los siguientes materiales y elementos:

- Papel, cartulinas, cartón.
- Palillos de madera (diferentes tipos y tamaños).
- Pegamento (diferentes tipos).
- Hilo de menos de 2mm de grosor.
- Alambre de menos de 2mm de grosor.
- Sistemas de enganche puente-apoyos.
- Motores y sistemas de alimentación eléctrica.
- Sistemas electrónicos de control.
- Otro tipo de materiales o piezas que permitan la interacción entre los elementos anteriores.

## 9 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Cada diseño presentado al concurso se evaluará en función de los siguientes criterios por parte de un tribunal calificador designado por la organización. La puntuación final del diseño será la suma de cada uno de ellos, y variará entre 0 y 100 puntos, expresada con dos decimales y redondeada a la centésima más cercana.

### 9.1 CONDICIÓN NECESARIA

Cada diseño debe cumplir obligatoriamente con los requisitos marcados en las bases anteriores en relación a distancia entre estribos, anchura del tablero y gálibo libre. Todo diseño que no cumpla con estos requisitos obligatorios no será evaluado y por tanto obtendrá una puntuación de 0 puntos.

### 9.2 LONGITUD DEL VANO PRINCIPAL (HASTA 25 PUNTOS)

Para cada diseño se evaluará la longitud del vano principal, entendida en cada caso según se recoge en el ANEXO 2. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_l = 25 \times \frac{L_v}{L_d}$$

Donde  $L_v$  es la longitud del vano principal expresada en centímetros, y  $L_d$  es la longitud de diseño (80 para la primera fase y un parámetro a determinar para la segunda fase).

### 9.3 TRÁNSITO ENTRE POSICIONES (HASTA 25 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará el sistema diseñado para el tránsito entre las posiciones “cerrada” y “abierta” de cada diseño entre 0 y 10 puntos, valorando la originalidad, ingenio, funcionalidad, y grado de automatización del mismo. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 25 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

#### 9.4 ESTÉTICA (HASTA 20 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará cada diseño entre 0 y 10 puntos, valorando la estética y funcionalidad general del mismo. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 20 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

#### 9.5 EXPOSICIÓN (HASTA 30 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará cada exposición realizada por parte de los participantes entre 0 y 10 puntos, valorando el panel expositivo presentado así como las respuestas proporcionadas a las preguntas que el jurado considere necesarias plantear a los participantes. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 30 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

## 10 INSCRIPCIÓN

La inscripción de los equipos se realizará a través de la página web habilitada para ello en la siguiente dirección:

<http://web.unican.es/centros/caminos/>

Esta misma página web se utilizará como medio de comunicación de la organización con los equipos participantes, y será donde se publicarán los resultados de las distintas fases.

## 11 VISITAS A LOS CENTROS

Los centros que lo deseen podrán solicitar la visita de profesorado y/o alumnado de la Escuela con motivo de realizar charlas en las que explicar a los equipos participantes las bases, los fundamentos del diseño y construcción de estructuras, y la profesión del ingeniero civil. Estas visitas estarán condicionadas al orden de solicitud y disponibilidad de profesorado y/o alumnado.

## 12 EXPOSICIÓN DE LOS DISEÑOS

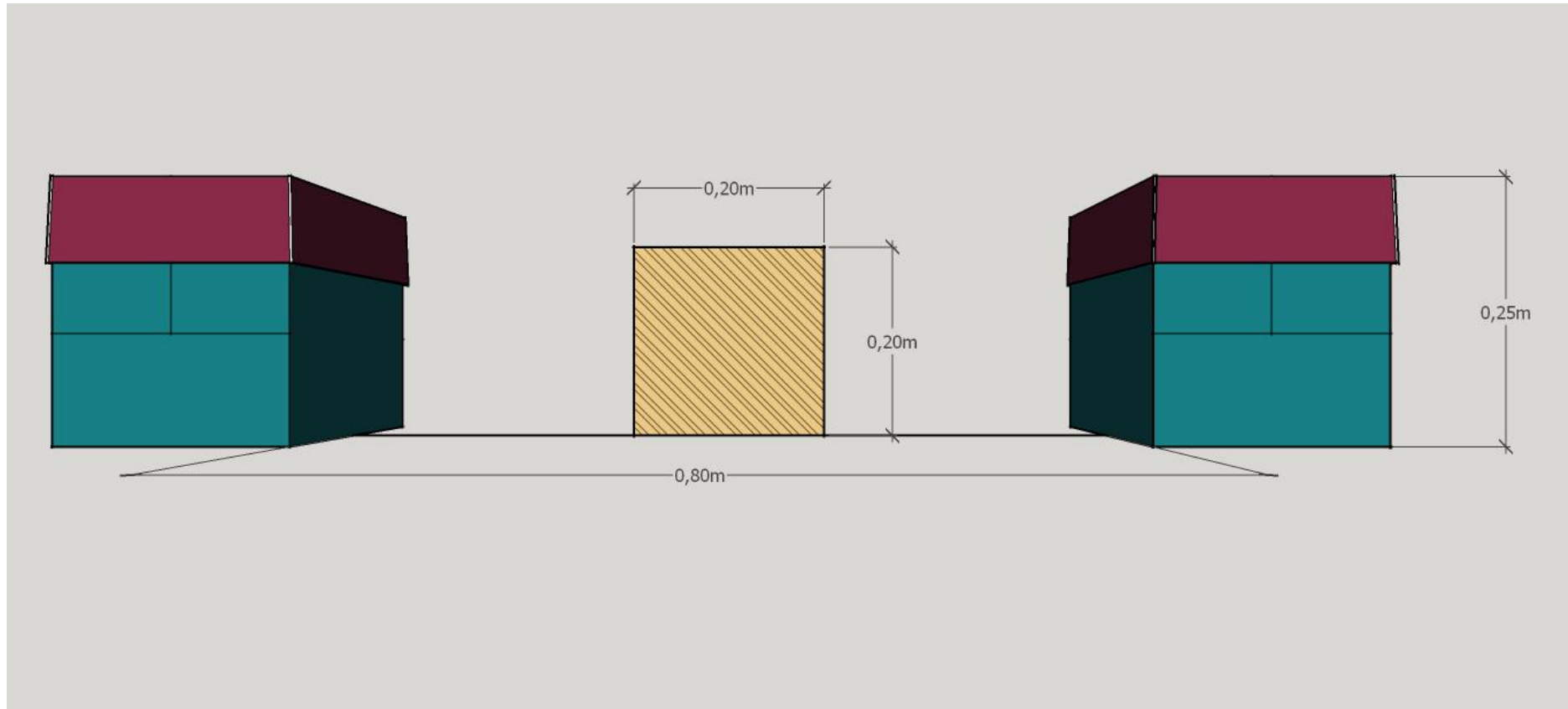
Los diseños participantes tanto en la primera como en la segunda fase podrán quedar expuestos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria hasta final del mes de junio, pudiendo ser visitados por el público en general.

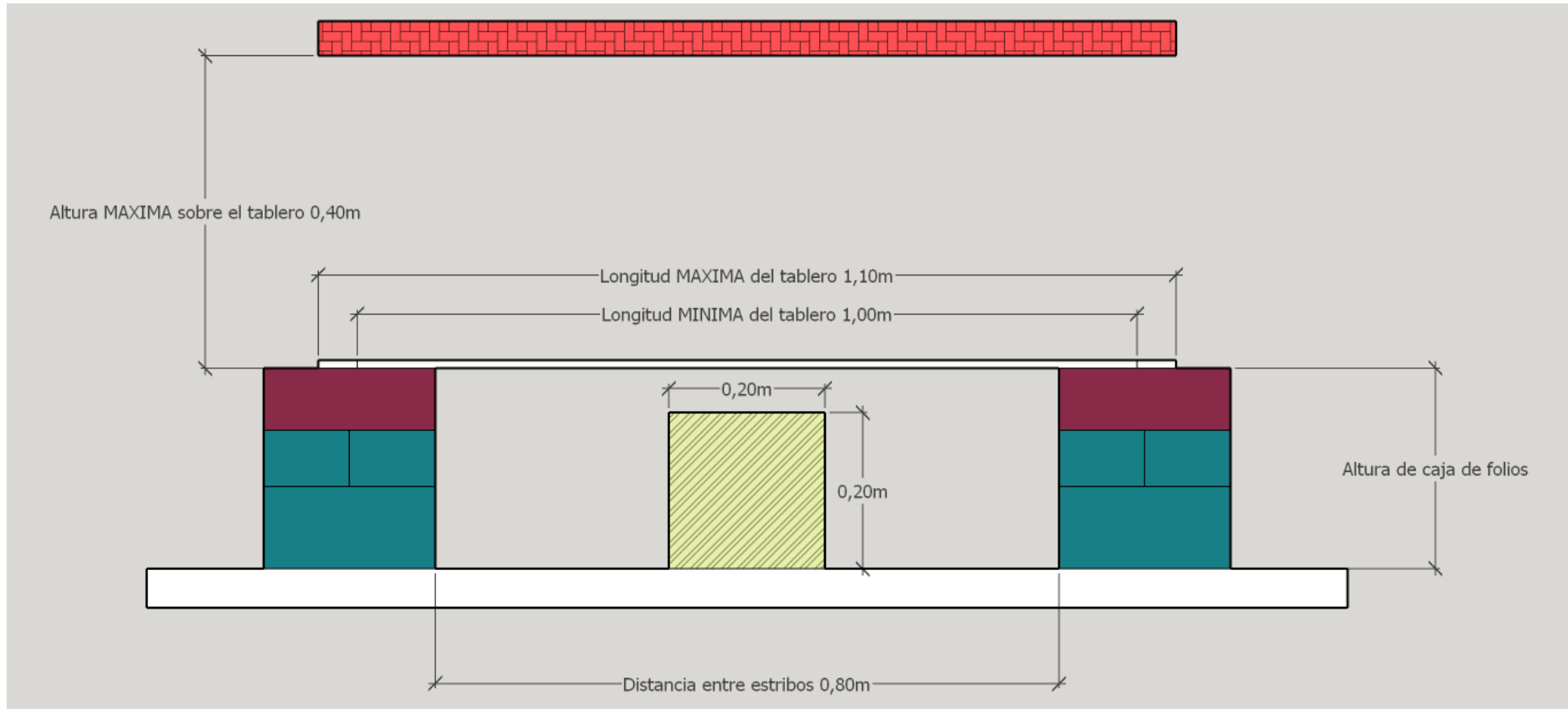
## 13 ACEPTACIÓN DE LAS BASES

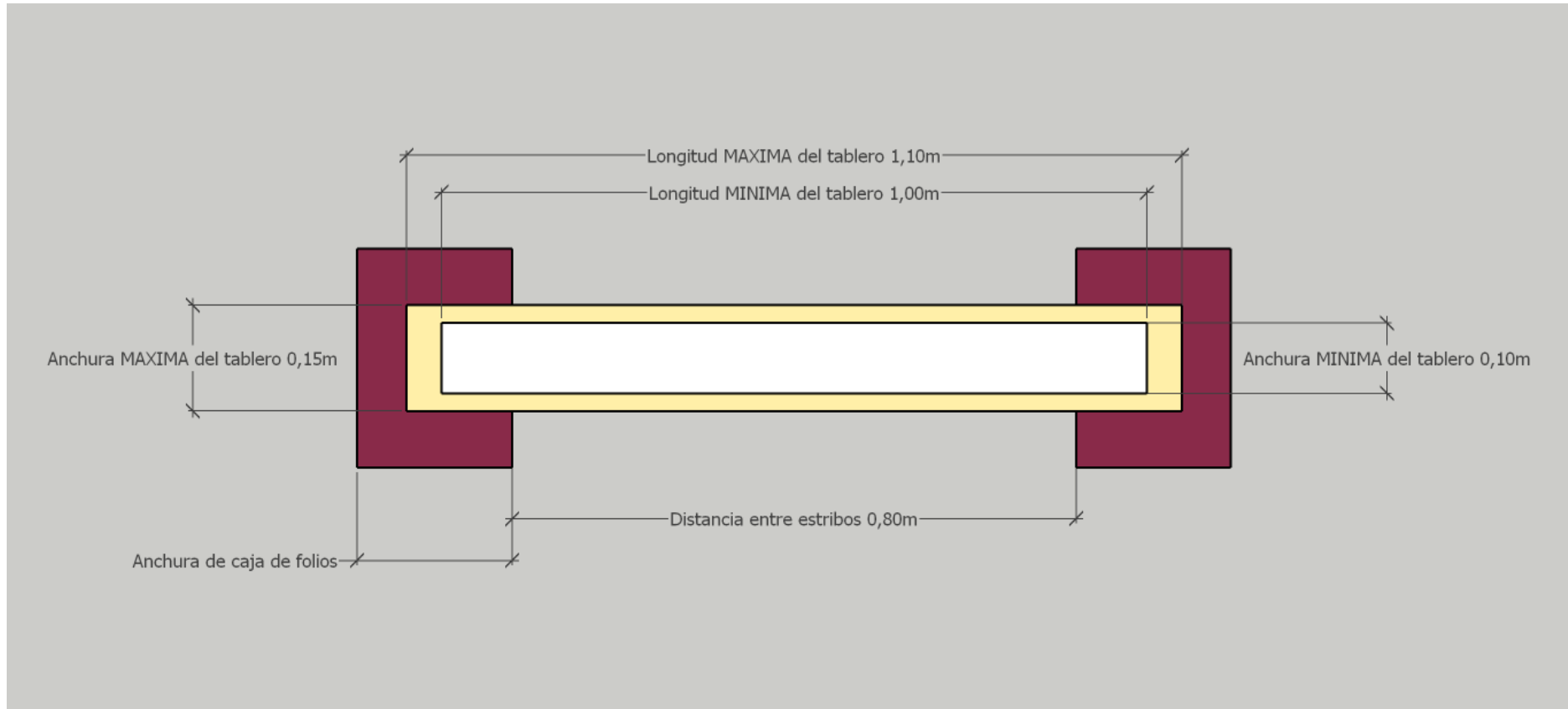
La participación en el concurso implica la completa aceptación de estas bases.



ANEXO 1. REQUERIMIENTOS GEOMÉTRICOS DE LOS DISEÑOS – CATEGORÍAS RESISTENTES







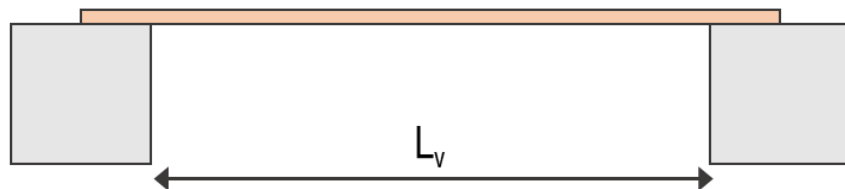
## ANEXO 2. DEFINICIÓN DE VANO PRINCIPAL – AMBAS CATEGORÍAS

- Para el caso de un diseño de puente sin apoyos intermedios, se define la longitud del vano principal como la distancia entre estribos.
- Para el caso de un diseño de puente con apoyos intermedios, se define la longitud del vano principal como la luz del vano más grande-
- Para el caso de un diseño de puente atirantado:
  - Se define la longitud del vano principal como la luz del vano más grande si el tablero tiene conexión directa con el apoyo atirantado.
  - En el caso de que el tablero no tenga conexión directa con el apoyo atirantado, se define la longitud del vano principal como la distancia entre estribos multiplicada por un factor de corrección, que vendrá dado por la siguiente fórmula:

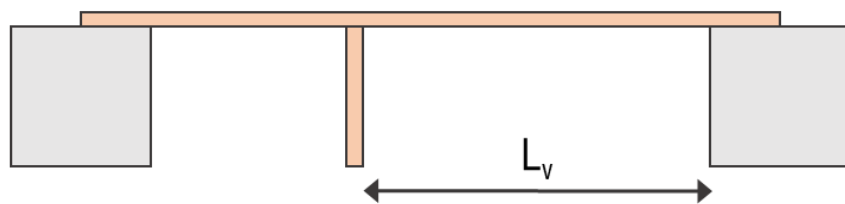
$$F_c = \frac{0.95}{t}$$

Donde t es el número de tirantes.

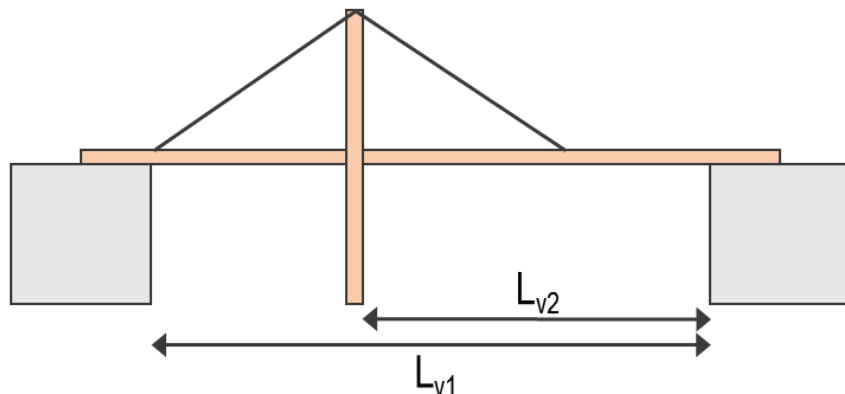
Puentes sin  
apoyos  
intermedios



Puentes con  
apoyos  
intermedios



Puentes  
atirantados



**ANEXO 3. TABLA DE COSTES – CATEGORÍAS RESISTENTES (PRIMERA FASE)**

<b>MATERIAL UTILIZADO</b>	<b>COSTE</b>
<b>Categoría 1- Estructura</b>	
Papel	3.000 puntos
Cartulina	3.500 puntos
Cartón	4.000 puntos
Madera	5.000 puntos
<b>Categoría 2 – Auxiliar</b>	
Hilo	2.500 puntos
Alambre	3.500 puntos
Sistemas unión tablero-apoyos	3.500 puntos
<b>Categoría 3 – Unión</b>	
Pegamento de barra	4.000 puntos
Cola blanca	5.000 puntos
Otros pegamentos	7.000 puntos

Para cada una de las categorías de material, se contabilizará el material de mayor puntuación utilizado, independientemente de la cantidad utilizada.

Ejemplos:

- Un puente de cartulina y palillos de madera, con tirantes de hilo y que utiliza como elemento de unión la cola blanca, obtendría en este apartado una puntuación de 12.500 puntos: madera (5.000) + hilo (2.500) + cola blanca (5.000).
- Un puente de palillos de madera, sin elementos externos de unión, obtendría en este apartado una puntuación de 5.000 puntos: madera (5.000).

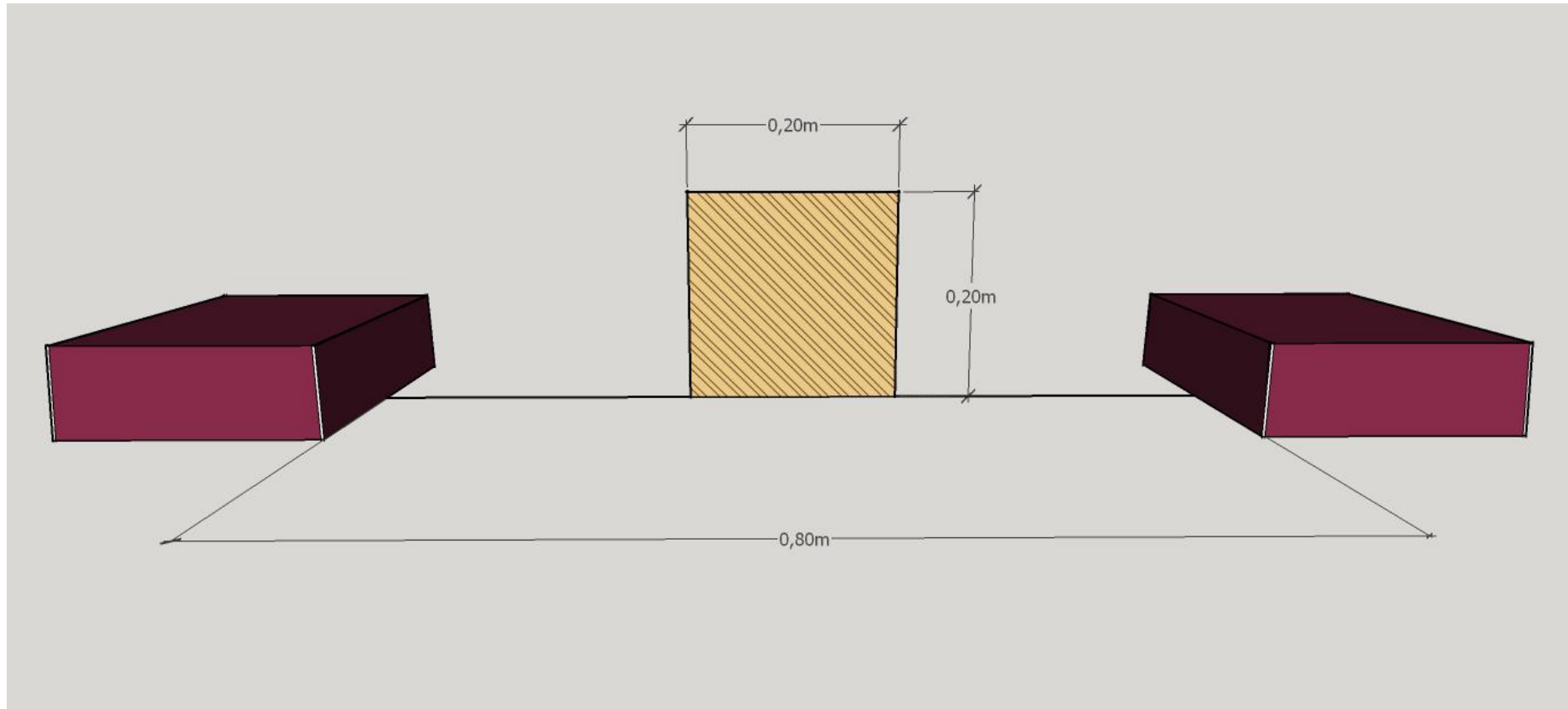
Aclaraciones:

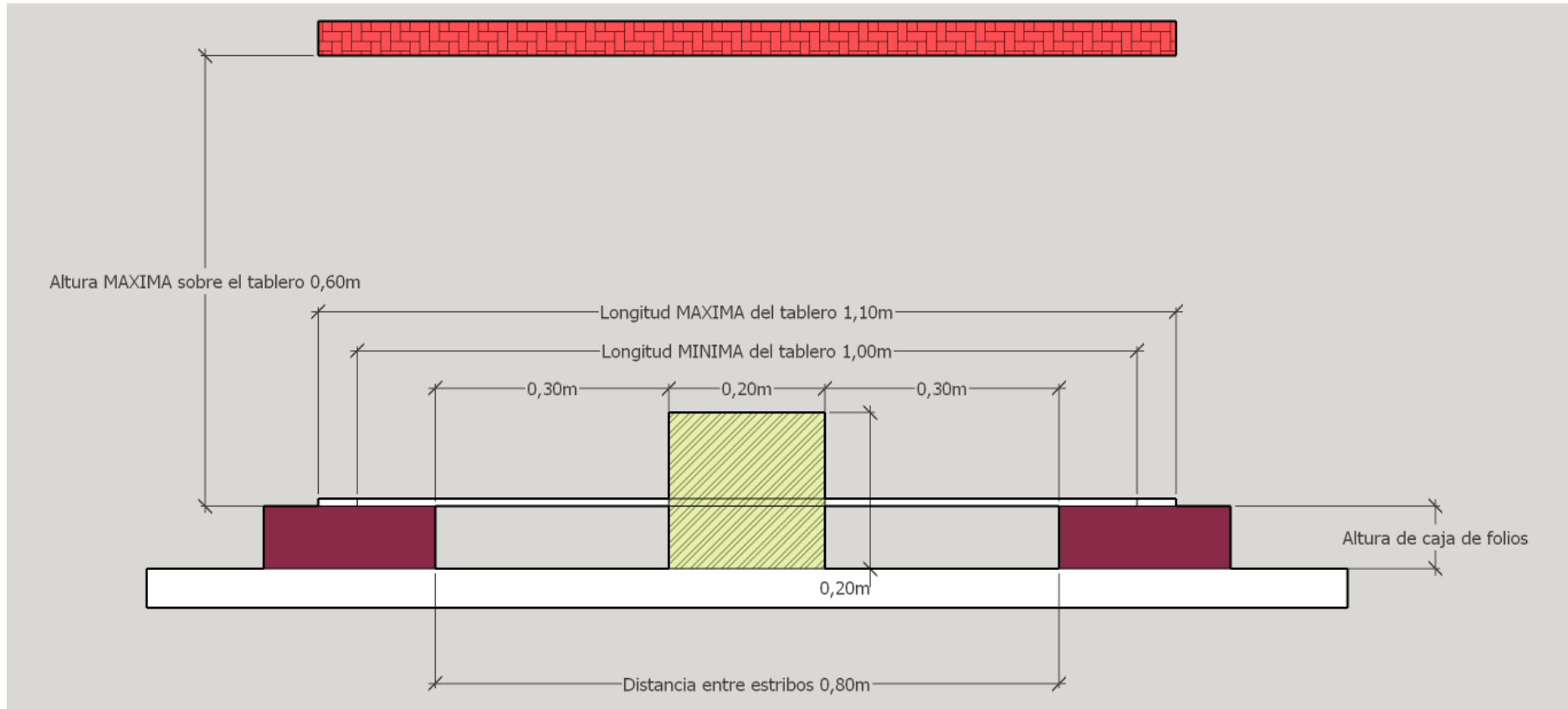
- El cartón pluma es admisible y computará como cartón (4.000 puntos).
- Las varillas de madera, de hasta 1 cm de diámetro, son admisibles.
- Chapas de ocume o de cualquier otro tipo de madera (balsa, DM, etc...) no son admisibles.
- Canutos de cartonaje (diferente grosor) son admisibles, aunque computarán como cartón (4.000 puntos) y otros pegamentos (7.000 puntos).
- Son válidos los pegamentos termofusibles, aunque computarán como otros pegamentos (7.000 puntos).
- Uniones con grapas, celofan, cinta aislante o similares no son admisibles.

**ANEXO 4. TABLA DE COSTES – CATEGORÍAS RESISTENTES (SEGUNDA FASE)**

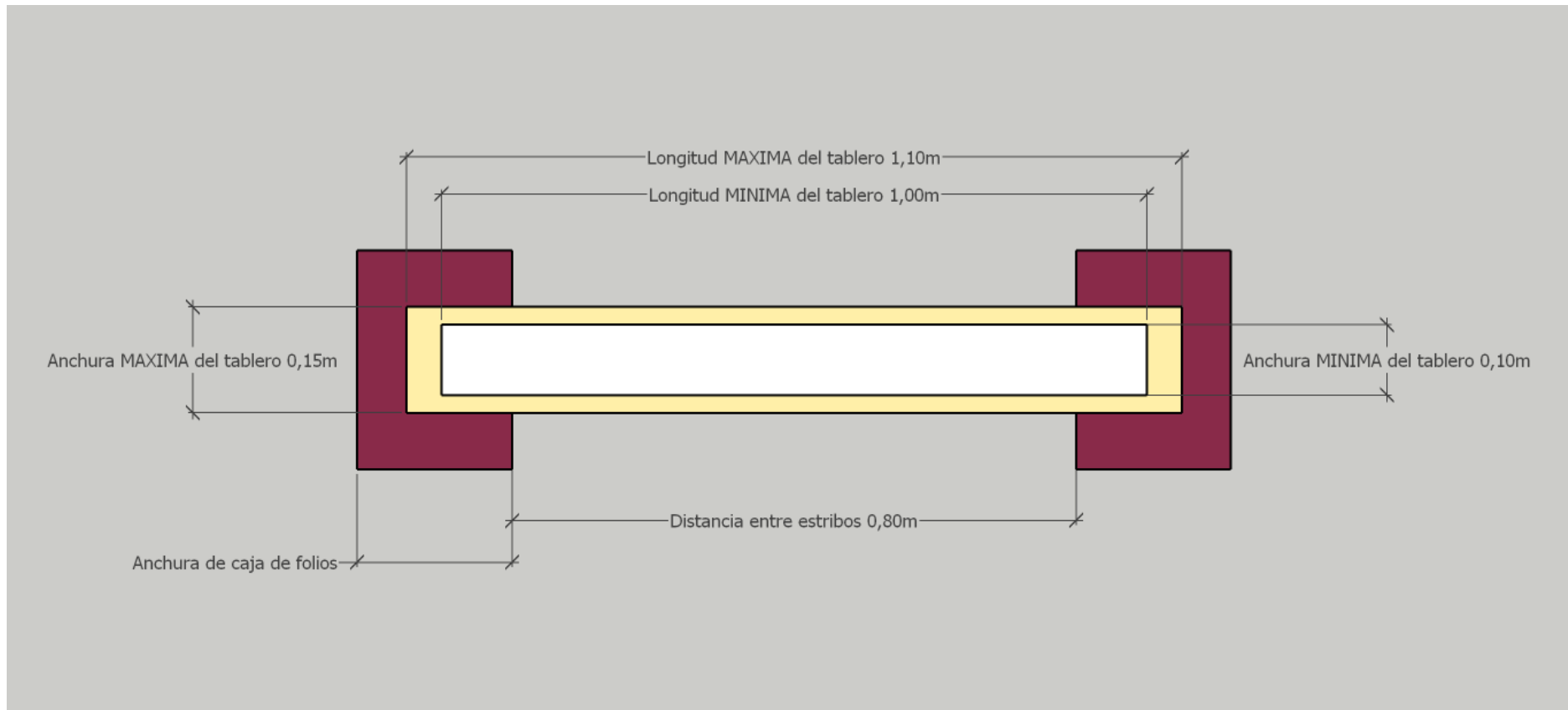
TIPO DE PIEZA	COLOR	COSTE
Barra estructural	Verde	2 puntos
	Blanca	3 puntos
	Azul	6 puntos
	Amarilla	9 puntos
	Roja	13 puntos
	Gris	19 puntos
Conector	Naranja	3 puntos
	Gris claro	2 puntos
	Gris oscuro	4 puntos
	Verde	4 puntos
	Amarillo	5 puntos
	Azul	5 puntos
	Blanco	7 puntos
Resto de piezas		1 punto
Hilo		1.5 puntos/cm
Tornillos de anclaje		2 puntos

### ANEXO 5. REQUERIMIENTOS GEOMÉTRICOS DE LOS DISEÑOS – CATEGORÍA MÓVIL









### ANEXO 6. CALENDARIO

	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>
<b>Inscripción</b>	1 de diciembre de 2018	22 de marzo de 2018
<b>Primera fase</b>		17 de abril de 2019
<b>Resolución Primera Fase</b>	3 de mayo de 2019	
<b>Segunda Fase</b>	13 de mayo de 2019	17 de mayo de 2019
<b>Exposición de diseños</b>	17 de mayo de 2019	30 de junio de 2019