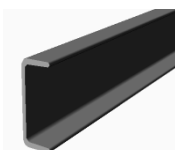


BANDEJA PORTACABLES TIPO ESCALERILLA

El sistema de bandejas portables en PRFV es el más utilizado en todo el mundo en conducción de cables de control y fuerza en ambientes agresivos. Se trata de un ensamblaje de secciones rectas, curvas, reducciones, tees, cruces y accesorios que conforman un sistema estructural rígido que tiene la capacidad para soportar cables. Las bandejas portables tipo escalera son una estructura prefabricada que consiste en dos perfiles laterales longitudinales unidos por miembros transversales individuales.

FABRICACION

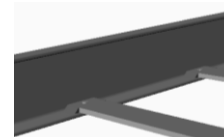
Las bandejas portables tipo escalerilla en PRFV (Plástico Reforzado en Fibra de Vidrio) PERFIGLASS son fabricadas mediante el ensamble del perfil en U de 84 mm y platina de 38 mm de ancho, distanciadas entre sí según su aplicación. Para asegurar la máxima resistencia de la unión, se emplea un adhesivo estructural con base en resina poliéster, complementado con remaches pop.



PERFIL U DE 84 mm.



PLATINA 38 mm de ancho.



UNION CON ADHESIVO EN RESINA POLIESTER
REMACHE POP

Los perfiles en fibra de vidrio son fabricados por el proceso de pultrusión, mediante el cual se obtienen productos con matriz en resina poliéster isoftálica NPG o Resina Viniléster y refuerzo en fibra de vidrio en forma de roving y tejido mat. Estos materiales compuestos ofrecen rigidez y alta resistencia mecánica dado el refuerzo utilizado, alta resistencia a la corrosión y a los efectos ambientales y garantiza una alta capacidad dieléctrica, gracias a la matriz utilizada.



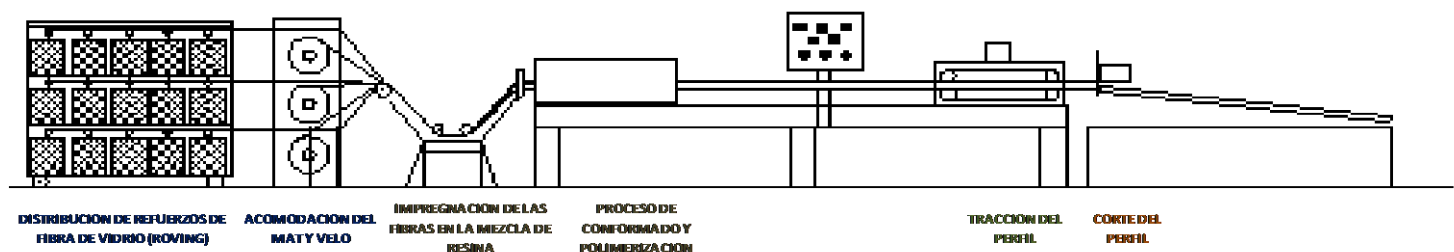
PERFIL PULTRUIDO

REFUERZO EN FIBRA DE VIDRIO EN FORMA DE
ROVING Y DE MAT (POR CAPAS)

Pultrusion es un proceso de fabricación primario para elaborar perfilería de plástico reforzado con hilos de fibra de vidrio. Este proceso permite obtener perfiles de sección constante. Estas secciones pueden ser en forma de barras, tubo, angular, viga cajón, placa, o en formas más complejas siempre respetando ciertas restricciones del proceso.

El proceso comienza cuando se tira de las fibras de refuerzo, en forma de roving, tejido, mat, etc., que están colocados en forma de bobinas en unos estantes al comienzo de la línea. El refuerzo se impregna de mezcla resinosa líquida al pasar a través de un baño. Las bandas de refuerzo impregnadas pasan a través de una zona de conformado donde son preformadas con la forma de la sección del molde. Una vez preformadas entran al molde, que tiene la forma precisa de la sección que se pretende obtener, en donde a través de un proceso térmico y de presión se hace polimerizar la mezcla resinosa termoestable a través de una reacción altamente exotérmica, obteniéndose la forma final de la pieza. Una vez que el perfil sale del molde se deja enfriar a temperatura ambiente, mientras es continuamente tirado mediante el sistema de tracción. El perfil sale del mecanismo de tirado y es cortado automáticamente a la longitud requerida mediante una sierra.

PROCESO DE PULTRUSION (ESQUEMA)



PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PULTRUIDOS

PROPIEDADES	ENSAYO	DIRECCION	UNIDAD	POLIESTER ISOFTALICA NPG	VINILESTER
PROPIEDADES MECANICAS					
Resistencia a la tracción	ASTM D-638	Longitudinal	kg/mm ²	23,2	26,3
		Transversal	kg/mm ²	5,27	5,62
Módulo a la tracción	ASTM D-638	Longitudinal	kg/mm ²	1750	2108
		Transversal	kg/mm ²	562	703
Resistencia a la compresión	ASTM D-695	Longitudinal	kg/mm ²	23,2	26,3
		Transversal	kg/mm ²	11,6	14,06
Módulo a la compresión	ASTM D-695	Longitudinal	kg/mm ²	2108	2108
		Transversal	kg/mm ²	703	843
Resistencia a la flexión	ASTM D-790	Longitudinal	kg/mm ²	23,2	26,3
		Transversal	kg/mm ²	7,73	8,7
Módulo a la flexión	ASTM D-790	Longitudinal	kg/mm ²	1124	1406
		Transversal	kg/mm ²	562	703
Dureza Barcol	ASTM D-258			45	45
PROPIEDADES ELECTRICAS					
Constante dieléctrica a 60 Hz	ASTM D-150	Perpendicular		5	5
Rigidez dieléctrica	ASTM D-149		kV/in	36	36
PROPIEDADES FISICAS					
Peso específico	ASTM D-792		gr/cm ³	1,8-2,0	1,8-2,0
Contenido de fibra de vidrio			%	50 - 70	50 - 70
Absorción de agua	ASTM D-570		% en peso	1	1
PROPIEDADES TERMICAS					
Conductividad térmica			kcal/mh°C	0,3	0,3
Resistencia térmica			°C	-40 / +150	-50/+160
Las propiedades indicadas en esta tabla, es resultado de los ensayos de laboratorio realizados a muestras de perfiles pultruidos. Esta información es general y su utilización es únicamente como guía de diseño.					

Las propiedades de resistencia de los plásticos reforzados se ven reducidas cuando están expuestos a altas temperaturas de forma continua, de acuerdo a la siguiente tabla:

TEMPERATURA EN °C	RESINAS POLIESTER % DE RESISTENCIA	RESINAS VINILESTER % DE RESISTENCIA
24	100	100
38	90	100
52	78	100
66	68	90
79	60	90
93	52	75

**Estos porcentajes son aproximados.
Las temperaturas bajas no afectan negativamente a la capacidad de carga de las bandejas portacables. Se debe efectuar un seguimiento y control a las bandejas portacables cuando la temperatura de servicio es mayor a 93 °C.**

Uso de los plásticos reforzados según los ambientes químicos:

RESISTENCIA QUIMICA	
Acidos	++
Bases	+
Disolventes Orgánicos	-
Disolventes Clorados	-
Agua de Mar	+++
Intemperie	+++

(-) No recomendado (+) Resistente
(++) Muy resistente (+++) Excelente resistencia

SISTEMAS DE RESINAS

PERFIGLASS ofrece las bandejas portacables en dos sistemas de resinas:

- Resina Poliéster Isoftálica NPG. Empleada en ambientes químicamente agresivos. la resina de poliéster insaturada se obtiene por poli condensación del anhídrido maleico, anhídrido ftálico y polipropilenglicol.
- Resina viniléster. Empleada en ambientes altamente corrosivos. Esta resina es más resistente químicamente que la resina poliéster en general. Estas resinas son el resultado de una poli adición de resina epoxi sobre el acido insaturado acrílico o metacrílico.

Ambos sistemas de resina se ofrecen con retardancia a la llama, conforme a ASTM E-84 CLASE 1. Adicionalmente, tiene aditivo protector a rayos U.V.

La tabla de resistencia química contiene algunos de los ambientes químicos/corrosivos más comunes, relevando la temperatura crítica para cada tipo de resina.

El contenido de esta tabla se basa en la información suministrada por los fabricantes de las resinas. Es importante tener en cuenta que algunos de los ambientes indicados en esta tabla frente a salpicaduras y derrames podrían dar lugar a una condición más corrosiva a la indicada, por evaporación de agua.

Los datos de esta tabla son sólo una recomendación del comportamiento del material frente a distintos ambientes corrosivos. Los datos aquí presentados no deben ser interpretados como una garantía del comportamiento del material, para ello es recomendable someter una muestra del material al ambiente donde se desempeñarán los productos.

TABLA DE RESISTENCIA QUIMICA

Temperaturas máximas operativas en grados centígrados para laminados resistentes químicamente, fabricados en resina poliéster y resina vinilester. de acuerdo al porcentaje de concentración presentado.

En esta tabla se presentan algunas agentes químicos a los cuales puede estar sometidos los perfiles pultruidos. Para otros agentes, por favor consultar.

AGENTE QUIMICO	CONCENTRACION %	RESINA POLIESTER	RESINA VINILESTER	AGENTE QUIMICO	CONCENTRACION %	RESINA POLIESTER	RESINA VINILESTER
Acidos (Minerales)				Agentes químicos inorgánicos varios			
Acido Bórico (1) / Acuosa	SAT	70	95	Acido Clorhídrico Gaseoso	100%	70	100
Acido Clorhídrico (1) (HCl)	25%	45	55	Cloro	GAS	70	100
Acido Crómico (1) / Acuosa	10%	55	45	Dióxido de Carbono	SAT	70	95
Acido Fluorhídrico (1) (HF)	20%	30	35	Dióxido Cloro	GAS	45	50
Acido Fosfórico (1)	85%	70	95	Mercurio	100	60	100
Acido Hipocloroso	SAT	45	55	Monóxido de Carbono	GAS	75	110
Acido Nítrico (1)	20%	40	50	Peróxido de Hidrogeno	20 Vol.	60	65
Acido Sulfúrico (1)	65%	65	70	Sulfuro de Hidrogeno Gaseoso (H2S)	100	55	65
Agua Clorada	SAT	45	55	Acidos (Orgánicos)			
Álcalis (Sales)				Acido Acético (1)	70%	50	65
Amoniaco / Acuosa	20%	25	50	Acido Cítrico / Acuosa	SAT	70	95
Hidróxido de Calcio / Acuosa	*****	45	60	Acido Esteárico (comercial)	*****	65	90
Hidróxido de Potasio (2) / Acuosa	30%	35	50	Acido Maleico (1) / Acuosa	SAT	65	90
Hidróxido de Sodio (2) / Acuosa	25%	35	60	Acido Tartárico / Acuosa	SAT	70	95
Oxido de Calcio (CAL)	*****	45	60	Alcoholes y Glicoles			
Soda Cáustica (2) (NaOH)	10%	45	70	Alcohol Butílico	100%	25	30
Hipocloritos				Alcohol Etilico	95%	25	30
Hipoclorito de Calcio/ Acuosa	*****	40	50	Alcohol Etilico / Acuosa	20%	25	40
Hipoclorito de Sodio (2) / Acuosa	*****	55	55	Ciclohexanol	100%	30	45
Soluciones Galvanizadas				Dipropileno Glicol	100%	70	80
Cromo	*****	25	25	Líquido de Frenos	*****	25	35
Níquel	*****	65	80	Propileno Glicol	100%	70	80
Oro	*****	65	40	Productos alimenticios y aceites comestibles			
Plata	*****	45	80	Aceite de Castor	100%	55	70
Platino	*****	NA	75	Aceite de Coco	100%	NA	70
Soluciones Salinas				Aceite de Oliva	100%	40	100
Acetato de Sodio / Acuosa	SAT	70	95	Glicerina	100%	70	90
Alumbre	SAT	60	95	Combustibles y Aceites Lubricantes			
Bicarbonato de Sodio / Acuosa	SAT	70	75	Aceite de Linaza	100%	70	110
Carbonato de Potasio / Acuosa	10%	25	60	Aceite Diesel	100%	25	50
Carbonato de Sodio / Acuosa	25%	25	80	Aceite Lubricante	100%	40	70
Fosfato de Potasio / Acuosa	SAT	60	65	Aceite Mineral	100%	40	100
Fosfato de Sodio / Acuosa	SAT	65	95	Aceite para Transformadores	100%	40	100
Nitrato de Aluminio	10%	65	70	Aceite Siliconados	100%	70	110
Nitrato de Amonio / Acuosa	SAT	65	90	Kerosene (Doméstico)	100%	25	60
Nitrato de Calcio / Acuosa	SAT	70	95	Nafta	100%	25	40
Permanganato de Potasio / Acuosa	SAT	25	40	Parafina	100%	25	60
Sales de Mercurio	100%	55	95	Agentes químicos misceláneos			
Sulfato de Aluminio	SAT	70	95	Cebo	100%	70	110
Sulfato de Calcio	SAT	70	95	Cera parafina	100%	70	110
Sulfato de Cobre	SAT	70	95	Lanolina	100%	70	95
Sulfato de Zinc	SAT	70	95	Naftaleno	100%	35	65
Sulfato Ferroso	SAT	70	95	Solución acuosa de almidón	SAT	70	95
Agua de Mar	*****	70	95	Sulfato anilina / Acuosa	SAT	65	90
Agua Deionizada	100%	65	90	Urea / Acuosa	2%	55	90

(1) Se recomienda utilizar velo de superficie resistente especial. (Bajo disponibilidad)

(2) Se recomienda utilizar velo de superficie de vidrio.

NA. No se tiene información disponible.

NORMAS

Las bandejas portables PERFIGLASS se fabrican bajo los parámetros estipulados en las normas:

- NEC. The National Electric Code Art. 318. Escalerillas portables.
- NEMA National Electric Manufactures Association. Standard Publication No. FG 1. Sistemas de escalerillas portables.
- NEMA National Electric Manufactures Association. VE2 Cable Tray Installation Guidelines. Guia para la instalación de las bandejas portables.
- NORMAS ASTM (American Society for Testing and Materials). Los ensayos de las propiedades físicas, mecánicas, térmicas e inflamabilidad de los perfiles pultruidos, están definidos por estas normas.

CAPACIDAD DE CARGA DE TRABAJO (PERMITIDA)

Para las cargas se usa comúnmente la sección 3 y 4 de la Norma NEMA FG 1. La capacidad de carga de trabajo aceptable representa la habilidad de la bandeja portable de soportar el peso estático de cables. Es equivalente a la capacidad de carga destructiva dividida por un factor de seguridad de 1.5.

Existen tres categorías de carga de trabajo para las bandejas portables:

- 50 lb/pie lineal (74.4 kg/m). Símbolo A.
- 75 lb/pie lineal (111.6 kg/m). Símbolo B.
- 100 lb/pie lineal (148.8 kg/m). Símbolo C.

Y cuatro categorías para distancia entre apoyos:

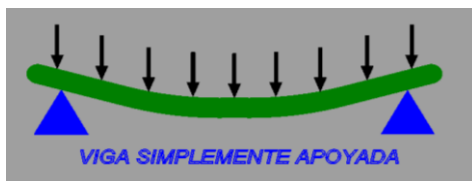
- 8 pies (2.44 m)
- 12 pies (3.66 m)
- 16 pies (4.87 m)
- 20 pies (6.09 m).

Basándonos en esto, las designaciones de clase carga/tramo de nuestras bandejas son:

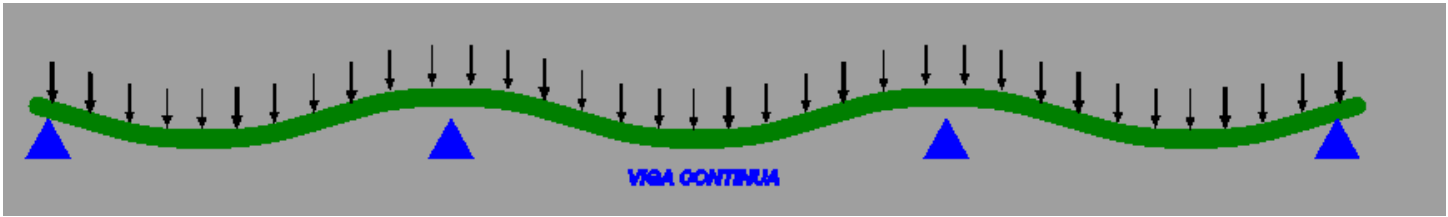
DESIGNACION DE CLASE CARGA/TRAMO				
CARGA DE TRABAJO		DISTANCIA ENTRE SOPORTES		CLASE DESIGNACION
lb/pie	kg/m	pies	metros	
50	74,4	8	2,44	8A
75	111,6	8	2,44	8B
50	74,4	12	3,66	12A
75	111,6	12	3,66	12B
50	74,4	16	4,87	16A
75	111,6	16	4,87	16B
50	74,4	20	6,09	20A
75	111,6	20	6,09	20B

CONSIDERACIONES DE DEFLEXION

Se determina realizar la prueba de carga en un tramo de bandeja portable de 6 m., apoyada como una viga simple. Esto nos permite realizar cálculos simples, facilitar la prueba y es el caso más desfavorable de carga.



Con la misma carga de trabajo y con una misma distancia entre apoyos, en una viga continua la deformación será claramente inferior.



CAPACIDAD DE CARGA DE LAS BANDEJAS PORTACABLES PERFIGLASS

CAPACIDAD DE CARGA DE BANDEJAS PORTACABLES		
DISTANCIA ENTRE APOYOS (m)	PERFIL U DE 84 mm (kg/m)	ALTURA UTIL (mm)
6,00	15	74
5,00	23	74
4,00	40	74
3,00	100	74
2,40	145	74
FACTOR DE SEGURIDAD 1.5		

La carga de cables es el peso total de los cables que estarán soportados en la bandeja portacable. Esta carga se expresa en kg/m.

Cuando se requiera convertir cualquier tipo de carga concentrada (cables, cajas eléctricas, etc.), a un equivalente de carga uniforme en kg/m, se debe usar la siguiente fórmula:

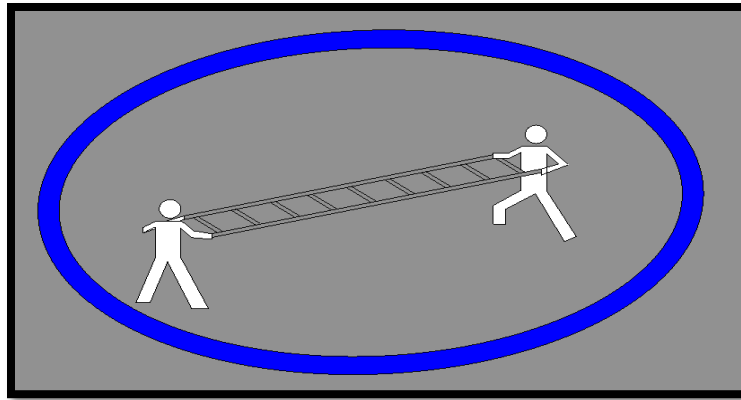
$$\text{CARGA UNIFORME} = \frac{2 \times (\text{Carga Estática Concentrada})}{\text{Separación entre apoyos (m)}}$$

ADVERTENCIA

POR FAVOR **NO USAR** LA ESCALERILLA PORTACABLES COMO ESCALERA, PASARELA O SOPORTE PARA EL PERSONAL. SOLO DEBE SER USADA COMO SOPORTE MECANICO PARA CABLES.



PARA **TRANSPORTE E INSTALACION**, POR FAVOR TOMAR LA ESCALERILLA DE LOS LARGUEROS, **NUNCA** DE LOS PELDAÑOS.



INSTALACION

Para el ajuste de las medidas de las bandejas portables es necesario cortar y taladrar, siendo una tarea muy fácil en los productos pultruidos se recomienda utilizar brocas diamantadas y disco de corte de diamantado o sierras para metales.

Importante el uso de implementos de seguridad como casco, gafas, mascarilla con filtro para polvo, guantes y ropa de manga larga.

Para la instalación se debe seguir las recomendaciones presentadas en la norma NEMA –VE2 (Cable Tray Installation Guidelines).

SELLADO DE LOS EXTREMOS

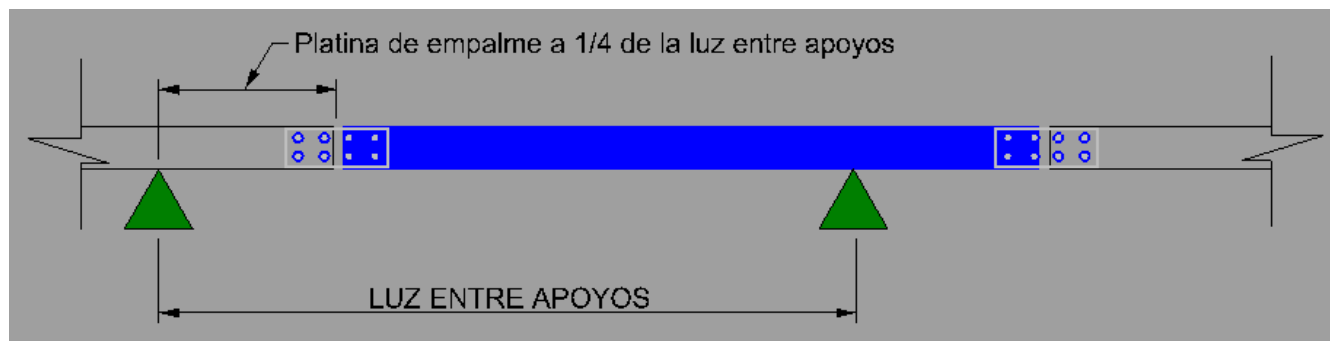
Todos los cortes a las bandejas portables realizados en la obra deben sellarse con la misma resina con la que fue solicitado el producto, previendo dejar superficies que permitan ser atacadas por las condiciones ambientales a las cuales van a estar sometidos.

INSTALACION DE LAS PLATINAS DE EMPALME

Las platinas de empalme se entregan perforadas. Para perforar las bandejas portables se debe hacer coincidir con la platina de empalme, fijadas mediante un prensa manual tipo C y luego perforar. La separación típica entre las bandejas es de 3 mm, previendo las dilataciones del material que se presentan por cambios de temperatura.

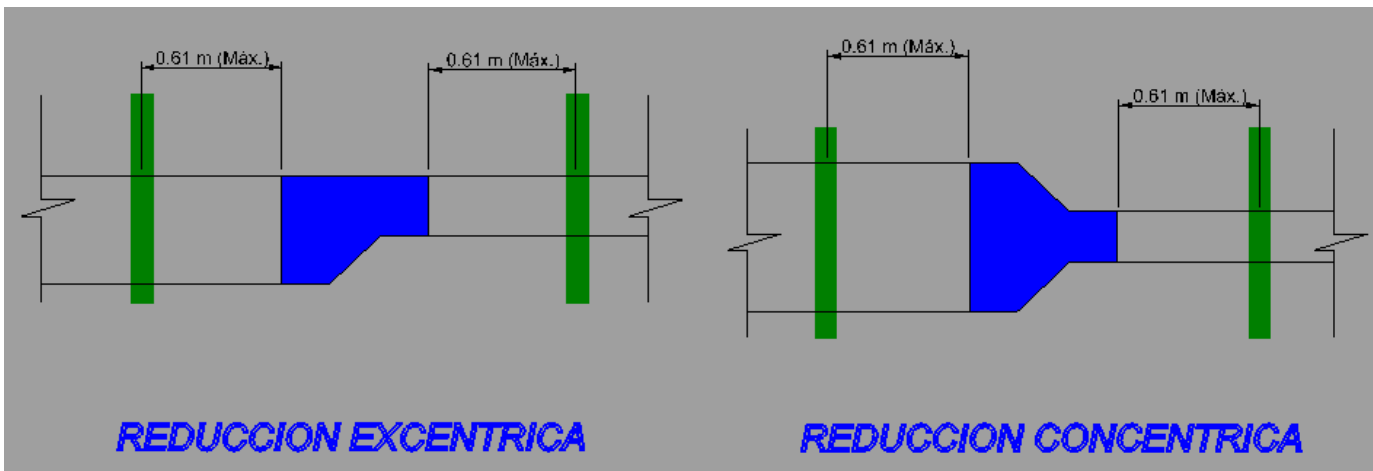
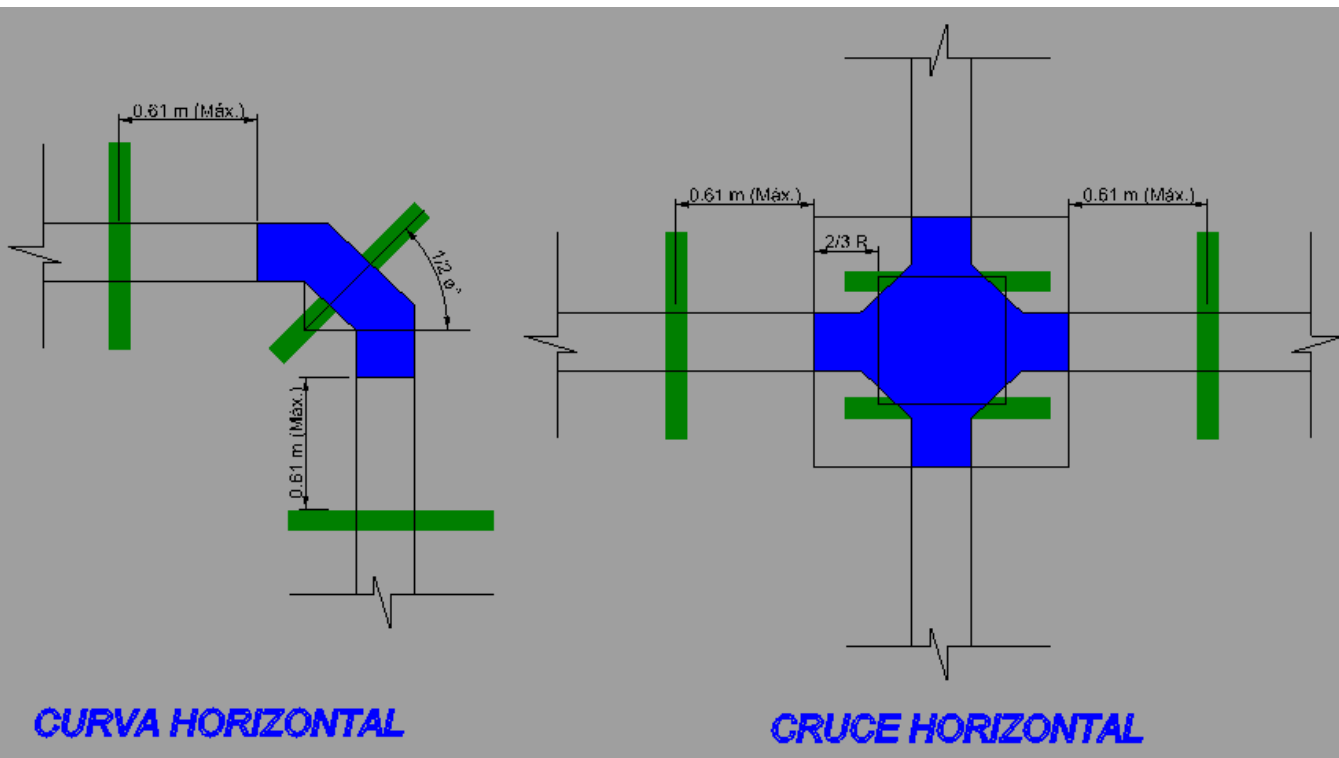
UBICACIÓN DE LAS PLATINAS DE EMPALME

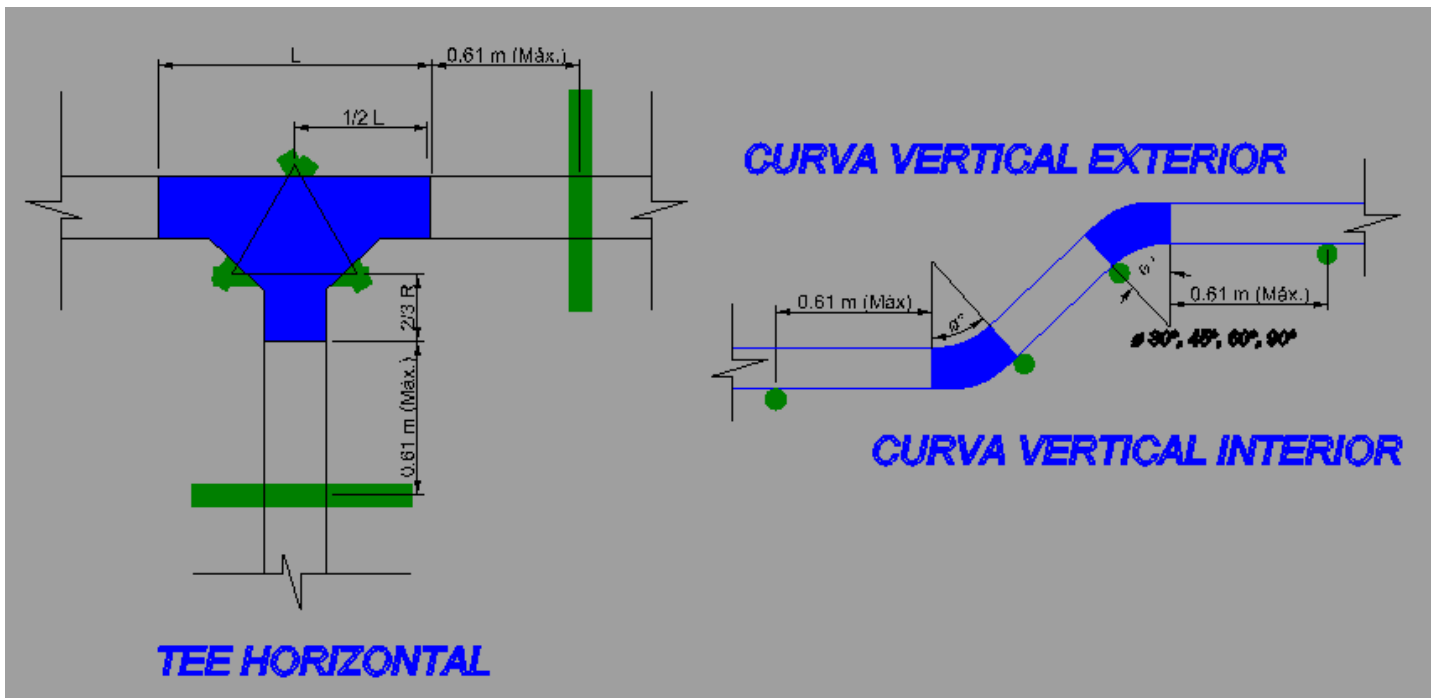
En la instalación de las bandejas portables se debe tener en cuenta que en una configuración de viga continua el menor momento flector se presenta, cuando la carga es distribuida, a una distancia de $\frac{1}{4}$ de la luz entre apoyos, por lo cual se recomienda colocar las platinas de empalme a esa distancia.



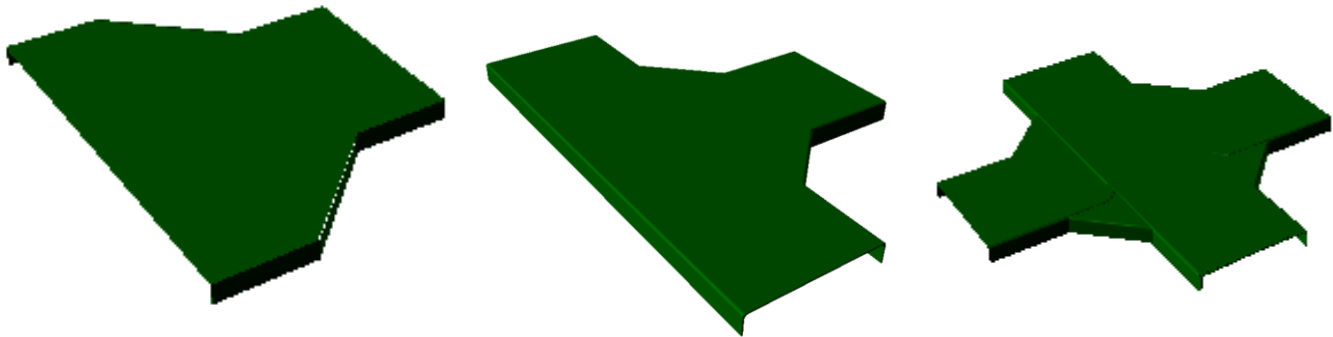
UBICACIÓN DE LOS SOPORTES

En los siguientes dibujos se muestran los soportes de color verde.





TAPAS



Las tapas para las bandejas portables están fabricadas con el mismo sistema de resina que se solicita. Su espesor es de 2 mm y tiene una pestaña de 3 cm. Se aseguran a la bandeja portable mediante tornillo.

DESCRIPCION DE LAS BANDEJAS PORTACABLES PERFIGLASS

LARGO

Los largos estándar de las bandejas portables son de 2.44 m, 3 m o 6 m. con tolerancia de 5 mm.

ANCHO

Los anchos disponibles son: 15 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm y 60 cm. Si el usuario requiere otro ancho, por favor consultarnos.

RADIO

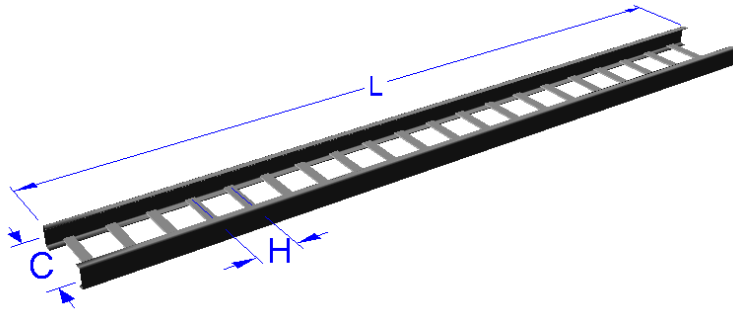
Los radios empleados en las curvas, tee y cruces son de 300 mm ó 600 mm.

SEPARACION ENTRE BARRAS

La separación entre barras es de 150 mm, 200 mm y 300 mm.

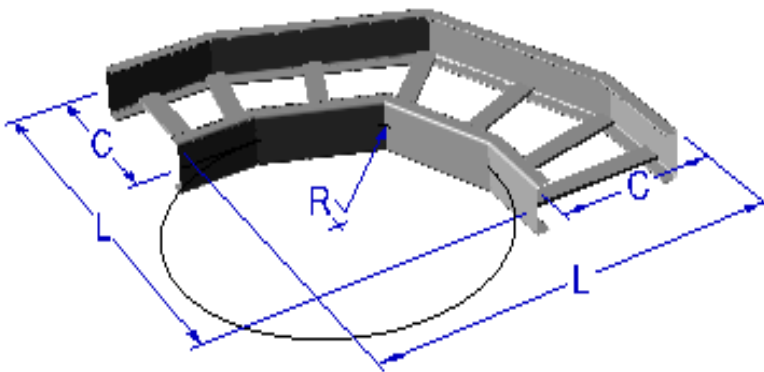
DISEÑO DE LAS BANDEJAS PORTACABLES

TRAMOS RECTOS



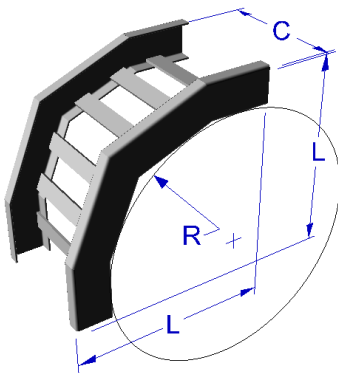
TRAMO RECTO		
C (mm)	H (mm)	L (mm)
150	150, 200, 300	2440, 3000, 6000
200		
300		
400		
600		

CURVA HORIZONTAL



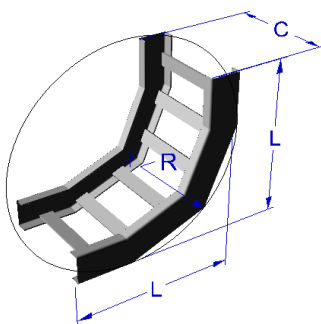
CURVA HORIZONTAL			
CURVA	C (mm)	R (mm)	L (mm)
30°	150,200,300,400,600	300	435 + A
45°			470 + A
60°			486 + A
90°			450 + C
30°	150,200,300,400,600	600	585 + A
45°			685 + A
60°			745 + A
90°			750 + A

CURVA VERTICAL EXTERIOR



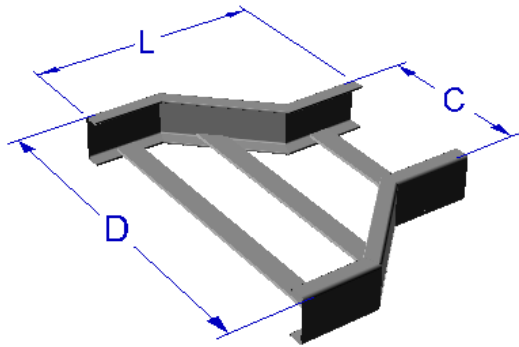
CURVA VERTICAL EXTERIOR			
CURVA	C (mm)	R (mm)	L (mm)
30°	150,200,300,400,600	300	435
45°			470
60°			486
90°			450
30°	150,200,300,400,600	600	585
45°			685
60°			745
90°			750

CURVA VERTICAL INTERIOR



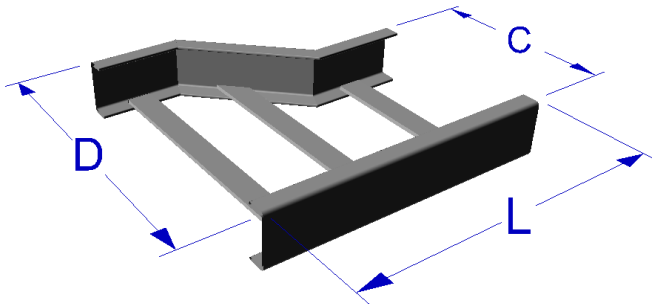
CURVA VERTICAL INTERIOR			
CURVA	C (mm)	R (mm)	L (mm)
30°	150,200,300,400,600	300	400
45°			425
60°			427
90°			450
30°	150,200,300,400,600	600	550
45°			635
60°			683
90°			680

REDUCCION CONCENTRICA



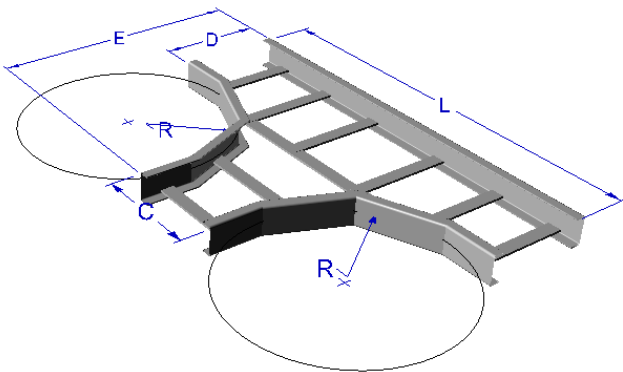
REDUCCION CONCENTRICA		
C (mm)	D (mm)	L (mm)
150, 200, 300, 400	200, 300, 400, 600	700

REDUCCION EXCENTRICA



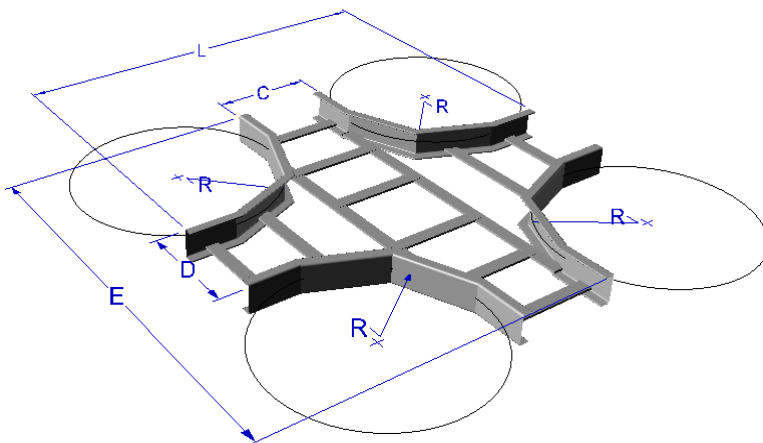
REDUCCION EXCENTRICA		
C (mm)	D (mm)	L (mm)
150, 200, 300, 400	200, 300, 400, 600	700

TEE HORIZONTAL



TEE HORIZONTAL			
C - D (mm)	R (mm)	L (mm)	E (mm)
150, 200, 300, 400, 600	300	900 + C	450 + D
	600	1500 + C	750 + D

CRUCE HORIZONTAL



CRUCE HORIZONTAL			
C - D (mm)	R (mm)	L (mm)	E (mm)
150, 200, 300, 400, 600	300	900 + C	900 + D
	600	1500 + C	1500 + D

BENEFICIOS Y APLICACIONES



BENEFICIOS

Alta resistencia a la intemperie
Retardante al fuego
Autoextinguible
Alta resistencia a la corrosión
Alta resistencia a químicos severos
Tiene una larga vida útil
Es un material dieléctrico
No ejerce interferencia electrónica
Es resistente a impactos
Su peso es ligero
Requiere de mínimo mantenimiento
Fácil instalación
Resistente a rayos UV
Ventilación total
Se puede pigmentar del color deseado

APLICACIONES

Industrias Químicas
Industrias Pesqueras
Plantas de producción de agua
potable
Minería
Refinerías
Petróleo
Puertos
Galpones Industriales

