

**Lista de Anexos:**

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1</b>	
Elementos traspasables.....	2
Elementos traspasables pequeños.....	2
Bases de postes de iluminación o alumbrado público.....	3
Bases de postes de servicio público de madera.....	4
<b>Anexo 2 :Sistemas de contención vehicular</b>	
Barreras flexibles.....	05
Cables de alta tensión y tres hebras.....	05
Barrera estética de acero y madera.....	06
Barreras semi-rígidas.....	06
Barreras rígidas.....	08
Transiciones.....	09
Terminales.....	10
Atenuadores de impacto.....	12
Lechos de frenado.....	15
<b>Anexo 3:</b>	
Ensayo de poste madera de servicio público .....	20
<b>Anexo 4:</b>	
Barrera Metálica Doble modelo VGH-900 de la empresa HIASA .....	21
<b>Anexo 5:</b>	
Características y Forma de colocación de un guardavías típico en el Perú .....	22

**Anexo 1: Elementos traspasables**

**Elementos traspasables largos:**



Fig. 2.1: Base traspasable multidireccional  
*Fuente: (Brockenbrough, 2009)*

**Elementos traspasables pequeños:**



Fig. 2.2: Base traspasable unidireccional  
*Fuente: Brockenbrough, 2009*



Fig. 2.3: Base traspasable multidireccional  
*Fuente: Nikolic, 2007*

Bases de postes de iluminación o alumbrado público

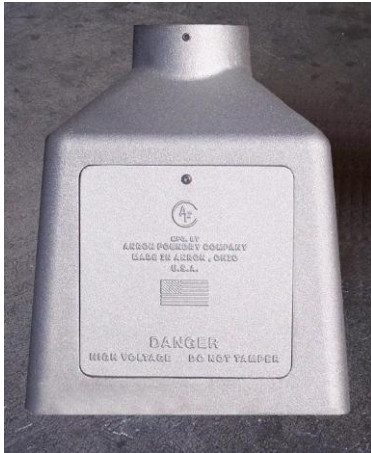


Fig. 2.4: Base de aluminio frágil  
Fuente: *Nikolic, 2007*



Fig. 2.5: Base deslizable  
Fuente: *Roadside Design Guide, 2011*



Fig. 2.6: Base frágil acoplada  
Fuente: *Nikolic, 2007*

Bases de postes de servicio público de madera



Fig. 2.7: Base articulable deslizable

*Fuente: Adaptado del FHWA, 1989*



Fig. 2.8: Mecanismo articulable superior

*Fuente: Adaptado del FHWA, 1989*



## Anexo 2 :Sistemas de contención vehicular

### Barreras flexibles

#### Cables de alta tensión y tres hebras:



Fig. 3.1: NU-Cable TL-4  
Fuente: Nucon Steel Marion



Fig. 3.2: CASS TL-3  
Fuente: Trinity Highway Products



Fig. 3.3: Brife Wire Rope Safety Fence  
Fuente: Trinity Highway Products



### Barrera estética de acero y madera



Fig. 3.4: Barrera estética de acero y madera  
*Fuente: American Galvanizers Association*

### Barreras semi-rígidas:



Fig. 3.5: Viga W con poste fuerte  
*Fuente: FHWA*



Fig. 3.6: Viga tipo caja  
*Fuente: Elderlee*



Fig. 3.7: NU Guard  
*Fuente: Nucon Steel Marion*



Fig. 3.8: Trinity T-31  
*Fuente: Trinity Highway Products*



Fig. 3.9: Gregory Mini Spacer  
Fuente: Gregory Industries



Fig. 3.10: Sistema de barrera del medio oeste  
Fuente: University of Nebraska



Fig. 3.11: Modified Block-out thrie beam  
Fuente: FHWA



Fig. 3.12: Trinity T-39  
Fuente: Trinity Highway Products



Fig. 3.13: Merrit Parkway Aesthetic Guardrail  
Fuente: Highway Safety Corporation  
Department of Transportation



Fig. 3.14: Blacked Timber Guardrail  
Fuente: Washington State



**Barreras rígidas:**

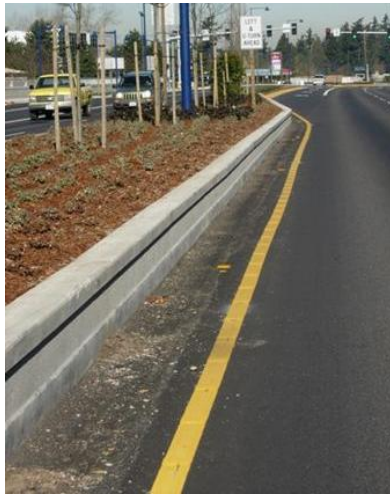


Fig. 3.15: Barrera de bajo perfil  
Fuente: FHWA

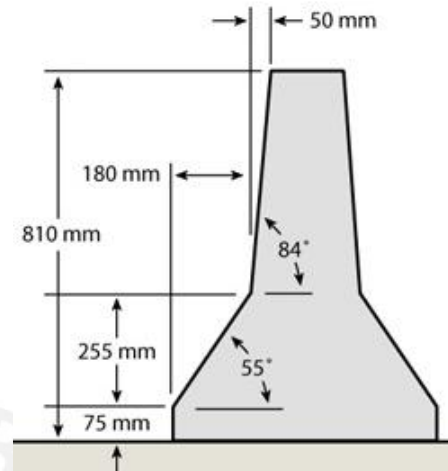


Fig. 3.16: Barrera Tipo New Jersey  
Fuente: J-J Hooks

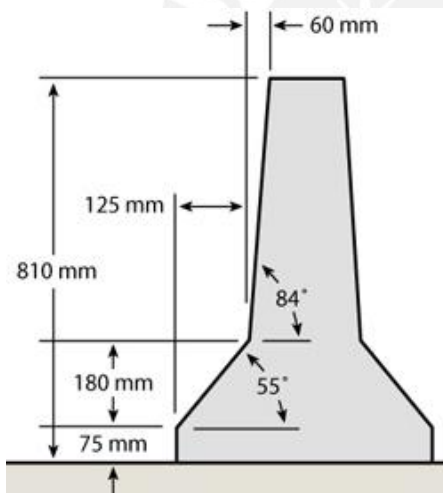


Fig. 3.17: Barrera forma "F"  
Fuente: J-J Hooks

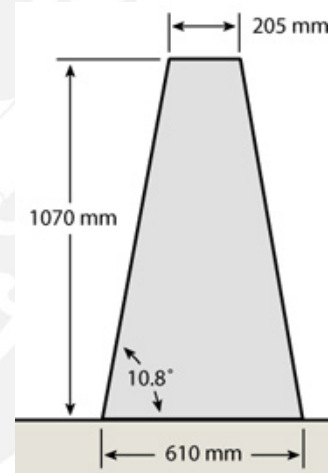


Fig. 3.18: Barrera de pendiente única  
Fuente: J-J Hooks



Fig. 3.19: Barrera de mampostería de piedra  
Fuente: FHWA



Fig. 3.20: Barrera móvil Quickchange  
Fuente: PCi Roads





Fig. 3.21: Curb type glu-lam timber railing  
*Fuente: FHWA*



Fig. 3.22: Texas T-6  
*Fuente: FHWA*



Fig. 3.23: Wyoming Two-Tube  
*Fuente: FHWA*



Fig. 3.24: Texas T-T  
*Fuente: FHWA*

## Transiciones



Figura 3.25: Transición de barrera tipo W con postes fuertes  
*Fuente: FHWA*

Terminales



Fig. 3.26: Cable terminal de 3 hebras

Fuente: HelloTrade



Fig. 3.27: Terminal enterrado en pendiente de subida

Fuente: FHWA



Fig. 3.28: Terminal de carga excéntrica modificado

Fuente: FHWA



Fig. 3.29: Terminal FLEAT

Fuente: HelloTrade



Fig. 3.30: Terminal ranurado (SRT-350)

Fuente: HelloTrade



Fig. 3.31: Terminal X-Tension

Fuente: Pci Roads





Fig. 3.32: Terminal Extruder (ET-Plus)  
Fuente: HelloTrade



Fig. 3.33: Terminal SKT-350  
Fuente: GSI



Fig. 3.34: Brakemaster 350  
Fuente: Traffic Technologies



Fig. 3.35: Terminal CAT-350  
Fuente: Powell Contracting Ltd.



Fig. 3.36: Terminal FLEAT-MT  
Fuente: Road System Inc.



Fig. 3.37: Atenuador de mediana X-Tension  
Fuente: Barrier System Inc.



Fig. 3.38: Terminal Wyoming (WY-BET)  
Fuente: Trinity Highway Products



Fig. 3.39: Terminal BEAT  
Fuente: Highway Safety Corp.



Atenuadores de impacto



Fig. 3.40: Absorb 350  
Fuente: Interstate Steel of Texas



Fig. 3.41: ADIEM  
Fuente: Trinity Highway Products



Fig. 3.42: BEAT-SSCC  
Fuente: AAHSTO



Fig. 3.43: BEAT-BP  
Fuente: Road System, Inc.



Fig. 3.44: QuadTrend 350  
Fuente: Energy Absorption Systems, Inc.



Fig. 3.45: NCIAS  
Fuente: Department of Transportation of Connecticut



Fig. 3.46: QuadGuard  
Fuente: ITS International



Fig. 3.47: Universal TAU-II  
Fuente: CSP Pacific



Fig. 3.48: TRACC  
Fuente: Trinity Highway Products



Fig. 3.49: QUEST  
Fuente: Energy Absorption Systems, Inc.



Fig. 3.50 Compressor Attenuator  
Fuente: HR International



Fig. 3.51: EASI-CELL  
Fuente: Transpo Industries, Inc.



Fig. 3.52: HEART  
Fuente: Site Safe Product, LLC



Fig. 3.53: QuadGuard Elite  
Fuente: Energy Absorption Systems, Inc.



Fig. 3.54: QuadGuard LMC  
Fuente: Energy Absorption Systems, Inc.



Fig. 3.55: REACT 350  
Fuente: Transpo Industries, Inc.





Fig. 3.56: Smart Cushion Innovations  
*Fuente: Work Area Protection*



Fig. 3.57: Fitch Universal Barrel  
*Fuente: Energy Absorption Systems, Inc.*



Fig. 3.58: ENERGITE III  
*Fuente: Energy Absorption Systems, Inc*



Fig. 3.59 : Big Sandy  
*Fuente: HelloTrade*



Fig. 3.60: CrashGard  
*Fuente: Plastic Safety Systems, Inc*



**Lechos de frenado**



Fig. 3.61: Lecho de frenado en curva  
Fuente: Aucalsa



Fig. 3.62: Lecho de frenado de arena  
Fuente: Wikimedia Commons

**Referencias de figuras:**

Fig. 2.1, 2.2

<http://es.scribd.com/doc/58983283/55/SLIP-BASE-DESIGNS>

Fig. 2.3, 2.1 y 2.6:

<http://guides.roadsafellc.com/componentGuide/index.php?action=browse&all=1&sort=suudir&by=desc>

Fig. 2.5:

Roadside Design Guide, 2011

Fig. 2.7 y 2.8:

[<http://www.youtube.com/watch?v=00rHgGRrNAU>]

Fig. 3.1:

[<http://www.gsihighway.com/documents/NU-CABLEbrochure.pdf>]

Fig. 3.2:

[<http://www.highwayguardrail.com/TRNHighwayProducts.pdf>]

Fig. 3.3:

[<http://www.highwayguardrail.com/TRNHighwayProducts.pdf>]

Fig. 3.4:

[<http://www.galvanizeit.org/aga/hdg-case-studies/project-profile/ironwood-highway-guardrail-system>]

Fig. 3.5:

[[http://safety.fhwa.dot.gov/roadway\\_dept/policy\\_guide/road\\_hardware/ctrmeasures/wbeam/](http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/policy_guide/road_hardware/ctrmeasures/wbeam/)]

Fig. 3.6:

[<http://www.elderlee.com/boxbeam.asp>]

Fig. 3.7:

[<http://nucorhighway.com/nu-guard.html>]

Fig. 3.8:

[<http://www.highwayguardrail.com/products/grT31.html>]

Fig. 3.9:

[[http://www.gregorycorp.com/highway\\_gms.cfm](http://www.gregorycorp.com/highway_gms.cfm)]

Fig. 3.10:

[<http://engineering.unl.edu/specialty-units/mwrsf/Newsletters/MwRSFNewsletter-Issue1.pdf>]

Fig. 3.11:

[<http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/99065/99065.pdf>]

Fig. 3.12:

[<http://www.highwayguardrail.com/products/grT39.html>]

Fig. 3.13:

[<http://www.highwaysafety.net/images/pdfs/steelbackrail.pdf>]

Fig. 3.14:

[<http://www.wsdot.wa.gov/Design/Standards/PlanSheet/TB-25.htm>]

Fig. 3.15:

[[http://safety.fhwa.dot.gov/geometric/pubs/mitigationstrategies/chapter7/7\\_lowbarrier.htm](http://safety.fhwa.dot.gov/geometric/pubs/mitigationstrategies/chapter7/7_lowbarrier.htm)]

Fig. 3.16, 3.17 y 3.18:

[<http://www.jjhooks.com/profiles.shtml>] x3

Fig. 3.19:

[<http://www.efl.fhwa.dot.gov/images/technology/abs/Stone-Masonry-Guardwall%28TL-3%29.JPG>]

Fig. 3.20:

[[http://www.pciroads.com/\\_webapp\\_2667124/Safe-T-Curve%E2%84%A2\\_Barrier\\_System](http://www.pciroads.com/_webapp_2667124/Safe-T-Curve%E2%84%A2_Barrier_System)]

Fig. 3.21:

[<http://www.fhwa.dot.gov/bridge/bridgerail/br056003.cfm>]

Fig. 3.22:

[<http://www.fhwa.dot.gov/bridge/bridgerail/br051004.cfm>]

Fig. 3.23:

[<http://www.fhwa.dot.gov/bridge/bridgerail/br053703.cfm>]

Fig. 3.24:

[<http://www.fhwa.dot.gov/bridge/bridgerail/br054124.cfm>]

Fig. 3.25:

[[http://safety.fhwa.dot.gov/local\\_rural/training/fhwasa08002/](http://safety.fhwa.dot.gov/local_rural/training/fhwasa08002/)]

Fig. 3.26:

[<http://www.hellotrade.com/csp-pacific/wire-rope-barrier-and-terminal-end.html>]

Fig. 3.27:

[[http://safety.fhwa.dot.gov/local\\_rural/training/fhwasa08002/](http://safety.fhwa.dot.gov/local_rural/training/fhwasa08002/)]

Fig. 3.28:

[[http://safety.fhwa.dot.gov/local\\_rural/training/fhwasa08002/](http://safety.fhwa.dot.gov/local_rural/training/fhwasa08002/)]

Fig. 3.29:

[<http://www.hellotrade.com/gregory/product.html>]

Fig. 3.30:

[<http://www.hellotrade.com/trinity-highway-products/slotted-rail-terminal.html>]

Fig. 3.31:

[[http://www.pciroads.com/\\_webapp\\_2667125/X-Tension%E2%84%A2\\_Guardrail\\_End\\_Terminal](http://www.pciroads.com/_webapp_2667125/X-Tension%E2%84%A2_Guardrail_End_Terminal)]

Fig. 3.32:

[<http://www.hellotrade.com/trinity-highway-products/end-terminals.html>]

Fig. 3.33:

[<http://www.gsihighway.com/images/SKT-350.jpg>]

Fig. 3.34:

[<http://www.traffic-technologies.com/brakemaster350.htm>]

Fig. 3.35:

[[http://powellcontracting.com/et\\_energy\\_attenuators.php](http://powellcontracting.com/et_energy_attenuators.php)]

Fig. 3.36:

[<http://www.roadsystems.com/fleat-mt.html>]

Fig. 3.37:

[<http://www.barriersystemsinc.com/f8web/?uf=../xMAS-PI%20for%20WEB%20050110.pdf>]

Fig. 3.38:

[<http://www.highwayguardrail.com/products/et-wybet.html>]

Fig. 3.39:

[<http://www.highwaysafety.net/endTreatments.htm>]



- Fig. 3.40:  
[<http://interstatesteeltexas.com/index.php?p=barrier>]
- Fig. 3.41:  
[<http://www.highwayguardrail.com/products/adiem.html>]
- Fig. 3.42:  
[<http://aashtotf13.tamu.edu/Guide/newindex.html>]
- Fig. 3.43:  
[<http://www.roadsystems.com/beat-bp.html>]
- Fig. 3.44:  
[[http://www.energyabsorption.com/products/products\\_quadtrend350\\_end.asp](http://www.energyabsorption.com/products/products_quadtrend350_end.asp)]
- Fig. 3.45:  
[<http://www.ct.gov/dot/cwp/view.asp?a=1387&q=259626>]
- Fig. 3.46:  
[<http://www.itsinternational.com/news/article.cfm?recordID=4074>]
- Fig. 3.47:  
[[http://www.csppacific.co.nz/Broadcast/August\\_2010.htm](http://www.csppacific.co.nz/Broadcast/August_2010.htm)]
- Fig. 3.48:  
[<http://www.highwayguardrail.com/products/tracc.html>]
- Fig. 3.49:  
[[http://www.energyabsorption.com/products/products\\_questimpact.asp](http://www.energyabsorption.com/products/products_questimpact.asp)]
- Fig. 3.50:  
[<http://www.reflective-safety.com/traffix-devices-compressor-attenuator.html>]
- Fig. 3.51:  
[<http://www.transpo.com/CrashCushions.html>]
- Fig. 3.52:  
[[http://www.sitesafeonline.com/sitesafe\\_fl/products.html](http://www.sitesafeonline.com/sitesafe_fl/products.html)]
- Fig. 3.53:  
[[http://www.energyabsorption.com/products/products\\_quadguard\\_elite.asp](http://www.energyabsorption.com/products/products_quadguard_elite.asp)]
- Fig. 3.54:  
[[http://www.energyabsorption.com/products/products\\_quadguard\\_lmc.asp](http://www.energyabsorption.com/products/products_quadguard_lmc.asp)]
- Fig. 3.55:  
[<http://www.transpo.com/CrashCushions.html>]
- Fig. 3.56:  
[<http://www.workareaprotection.com/SCI100GM/Attenuator.pdf>]
- Fig. 3.57:  
[[http://www.energyabsorption.com/products/products\\_universal\\_barrels.asp](http://www.energyabsorption.com/products/products_universal_barrels.asp)]
- Fig. 3.58:

[[http://www.energyabsorption.com/products/products\\_energite\\_iii.asp](http://www.energyabsorption.com/products/products_energite_iii.asp)]

Fig. 3.59:

[<http://www.hellotrade.com/signel-services/product2.html>]

Fig. 3.60:

[<http://www.plasticsafety.com/crashgard-traffic-control-sand-barrels>]

Fig. 3.61:

[[http://www.aucalsa.com/autopista/servicios/vias\\_frenado.htm](http://www.aucalsa.com/autopista/servicios/vias_frenado.htm)]

Fig. 3.62:

[[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Great\\_Eastern\\_Highway\\_Truck\\_Arrester\\_Bed\\_Number2.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Great_Eastern_Highway_Truck_Arrester_Bed_Number2.JPG)]



Anexo 3: Ensayo de poste madera de servicio público



A.- Antes del impacto

B.- Durante el impacto



C.- Después del impacto

*Fuente: FHWA*



Anexo 4: Barrera Metálica Doble modelo VGH-900 de la empresa HIASA

**Barrera Metálica Doble Desmontable Móvil VGH-900**



**1. DESCRIPCIÓN Y MONTAJE:**

VGH-900 es una barrera de seguridad metálica doble y desmontable, capaz de experimentar un leve desplazamiento transversal con el vehículo que impacta contra ella.

La barrera está fabricada en chapa de acero S235JR según UNE-EN 10025 y galvanizada en caliente por inmersión según UNE-EN ISO 1461.

El sistema VGH-900 puede incorporar marcas viales y dispositivos reflectores.

La barrera está aprobada por la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento) como sistema de contención de clase M y, consecuentemente, incluida en el "Catálogo de sistemas de contención de vehículos" (Ficha B.2.12), anejo a la O.C. 321/95



**Hiasa**  
Grupo Gonvarri

**Barrera Metálica Doble Desmontable Móvil VGH-900**

**2. INSTALACIÓN:**

La unión desmontable permite una instalación rápida y sencilla del sistema, gracias al encaje machi-hembra entre elementos y fijación del mismo mediante poste insertable.

La barrera va anclada al terreno en sus extremos, por medio de un poste-bridá insertado en un tubo de empotramiento, solidario con la pieza terminal VGH-900 en abatimiento.



**3. APLICACIÓN**

- Pasos de mediana
- Mediana
- Zonas de obra
- Separación de carriles
- Diversificación de uso de carriles

**4. OPCIÓN SOBRE RUEDAS:**

La barrera VGH-900 puede incorporar un mecanismo de ruedas.

Mediante el accionamiento manual o mecánico de un husillo al efecto, se levanta ligeramente la barrera quedando apoyada sobre las ruedas. Esto permite el desplazamiento transversal del sistema.

**5. COMPORTAMIENTO ANTE IMPACTO:**

Cuando un vehículo descontrolado impacta contra el sistema móvil VGH-900, se produce un leve desplazamiento transversal del mismo, pudiendo ser posteriormente reposicionado. Durante el contacto, la barrera es pisada por el vehículo con lo cual el peso del mismo actúa como factor estabilizador del conjunto.

Gracias al comportamiento deformable del sistema VGH-900, se consigue la reconducción óptima del vehículo. El sistema ha superado satisfactoriamente los ensayos de choque a escala real, según UNE-EN 1317-2, para el nivel de alta contención H2 (ensayo TB11: turismo 900 kg, 100 km/h, 20° + ensayo TB51: autocar 13.000 kg, 70 km/h, 20°).




**Ensayo TB 51**  
Autocar de 13.000 kg, a 70 km/h y 20°

**Ensayo TB 11**  
Turismo de 900 kg, a 100 km/h y 20°

**Hierros y Aplanaciones, S.A.**  
Polígono Industrial de Candlenas s/n.  
33470 CORVERA, ASTURIAS - ESPAÑA  
Tel: (+34) 985 12 82 00 - Fax: (+34) 985 50 53 61  
www.hiasa.com - E-mail: seguridadvial.hiasa@gonvarri.com

**Hiasa**  
Grupo Gonvarri

Fuente: HIASA, 2010

## Anexo 5: Características y Forma de colocación de un guardavías típico en el Perú

Según revisiones de Especificaciones Técnicas de Proyectos en carreteras en nuestro país, podemos observar que hay una serie de requerimientos que son repetitivos en cada uno de ellos. Mostraremos a continuación las especificaciones de un guardavías metálico:

### ➤ Materiales:

Las barreras metálicas deben ser de láminas de acero y deben cumplir los parámetros de calidad de la Norma M-180 de la *AAHSTO*, pero haciendo hincapié en los siguientes requisitos:

- La tensión mínima de rotura a tracción será 345 MPa en vigas y 227 MPa en terminales o amortiguadores de impacto.
- El límite de fluencia mínimo será 483 MPa en vigas y 310 MPa en terminales o amortiguadores de impacto.
- En una muestra de 50 mm x 12.5 mm y espesor de lámina, el alargamiento mínimo será de 12% tanto para vigas como para terminales o amortiguadores de impacto.

Asimismo, las láminas deben ser galvanizadas en Zinc (Zn), de acuerdo a las especificaciones del ASTM A-123, con una cantidad mínima de 550 gr/m<sup>2</sup> en ambos lados de las barreras y 2.5 mm de espesor. El zinc a utilizar deberá cumplir con las especificaciones *AASTHO M-120* o por lo menos igual al grado denominado "Prime Western". En los planos del proyecto se especificarán las dimensiones del guardavías (en el Perú es muy usado las barreras W).

En lo referente a los postes de fijación, también deben ser galvanizados en Zinc con una cantidad mínima de 550 gr/m<sup>2</sup>, de acuerdo a las especificaciones del ASTM A-123.

En los proyectos viales de nuestro país es común el uso de postes en forma de "U" conformados por un alma de 150 mm., lados iguales de 60 mm. y 6 mm. de espesor, de tal forma que puedan sujetar la baranda con tornillos sin dejar secciones más débiles debido a las perforaciones. Su longitud total es en el caso mostrado es de 1.80 m.

Tanto los tornillos, como tuercas y arandelas deberán ser galvanizados bajo la especificación *AASTHO M-232*. En cuanto a su resistencia, este debe tener una resistencia mínima a rotura de 345 MPa. Los tornillos pueden ser:

- Para empalme sucesivo, de  $\phi$  16 mm., longitud de 32 mm.
- Para unión de lámina al poste, de  $\phi$  16 mm. y longitud suficiente para el poste empleado, además se colocarán arandelas de espesor no menor de 4.8 mm.

### Colocación del guardavía

Los guardavías deberán colocarse como mínimo a 0.90 m. de la berma, en el caso mostrado su separación de centro a centro de las vigas no deberá exceder a 3.81 m. y en caso se requiera mayor rigidez se colocará un poste en el medio de la luz. La línea

central de la barrera deberá estar entre 0.45 m. y 0.55 m. respecto al nivel de la calzada. Asimismo deberán enterrarse a 1.10 m. bajo la superficie. Su colocación será de la siguiente manera:

- Se excavarán las secciones transversales donde se enterrarán los postes un poco mayor a la dimensión de los mismos hasta la profundidad especificada.
- Los postes se colocarán verticalmente en las perforaciones realizadas y luego se procederá a rellenar en capas delgadas con el material, de modo que quede empotrado en el suelo. A partir de 30 cm. desde el nivel del suelo se vaciará concreto de  $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup>. Con ello se procederá a alinear los postes sobresalientes de tal forma que no queden desniveles respetando siempre lo especificado en los planos.
- Los empalmes deben asegurar siempre la rigidez estructural, asimismo los traslapes deben estar en dirección al movimiento del tránsito del carril adyacente. Mientras que la unión de las láminas deben realizarse con los tornillos especificados teniendo cuidado que la cabeza redonda se encuentre en la cara del flujo.
- En los extremos de las barreras deben colocarse los terminales de amortiguamiento indicados en los planos.
- Para proceder al pintado del guardavía, antes se deberá limpiar adecuadamente sobretodo las rebabas de concreto procedentes de la cimentación de los postes. Los postes se deberán pintar en todos sus lados, mientras que las vigas del sistema solo deberán pintarse en su cara exterior considerando siempre lo siguiente:
  - Se aplicará en las superficies señaladas una mano de pintura imprimante wash-primer.
  - Se aplicarán en las superficies señaladas dos manos de pintura esmalte de color blanco.
  - Se pintarán las franjas diagonales de ancho de 20 cm. cuya punta extrema inferior se encontrará en el flujo del tránsito y se ubicarán por franjas agrupadas de 5 en los centros del poste. Las franjas extremas y centrales de cada grupo deberán pintarse con esmalte de color negro y las intermedias con una pintura de color amarillo.