

Conferencia **en vivo**

25 de abril de 2024

# ¿CÓMO FUNCIONA UNA PLACA HUELLA?

HECHOS EN  
**concreto**

Juan Fernando Arango L.

Jefe de innovación y soporte técnico ALIÓN

# ¿Cómo funciona un pavimento?



Es un **sistema** que tiene características de desempeño para resistencia y uso (funcionales), con varios componentes.

**Funcionales:** seguridad, baja rugosidad, drenaje, limpieza, resistir el desgaste, entre otras.

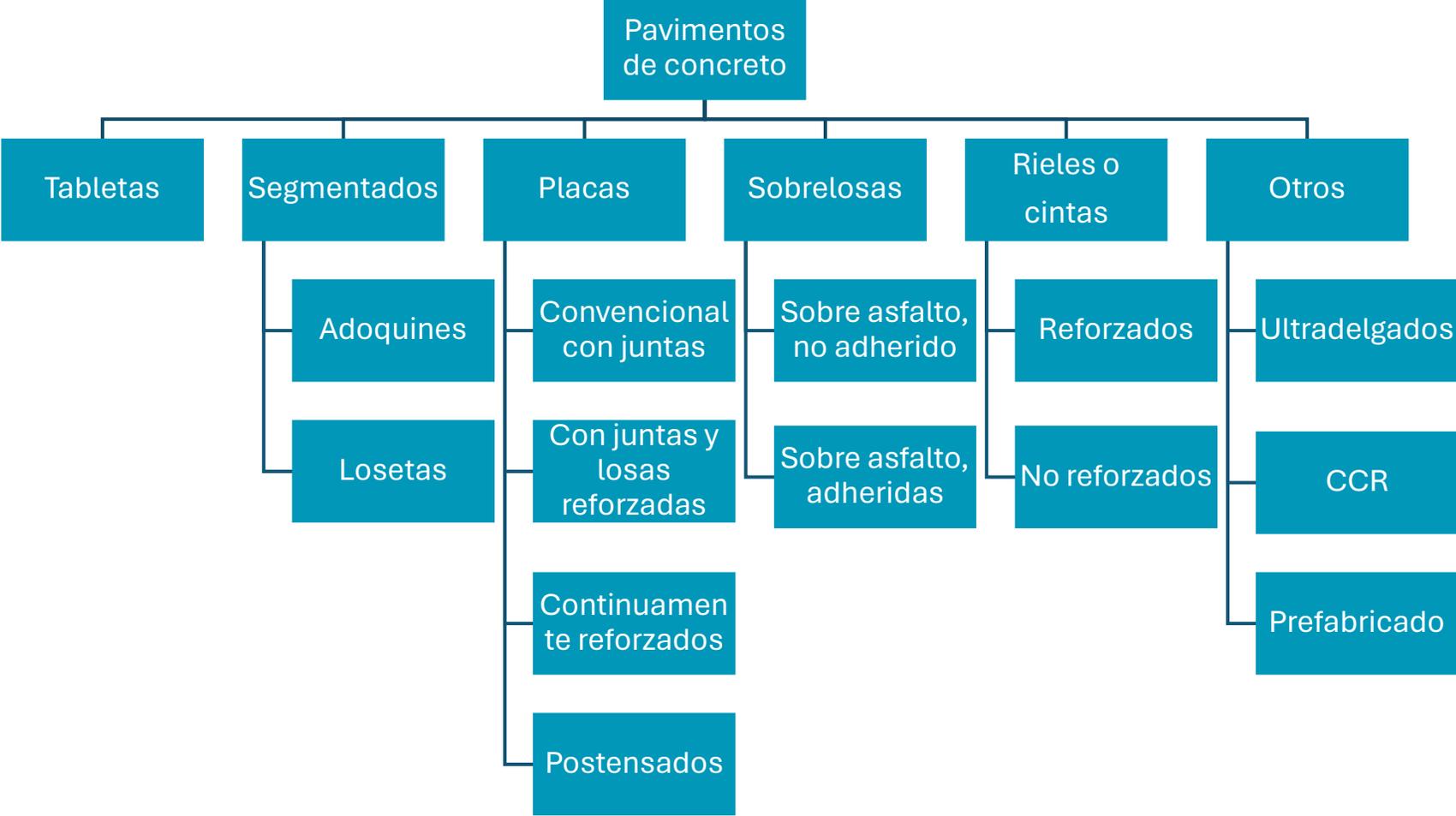
**Estructurales:** transferir las cargas del tránsito a un soporte.



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Tipos de pavimento de concreto



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



Tabletas



Juntas reforzadas



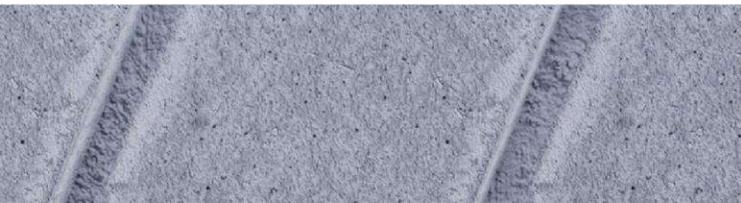
Continuamente reforzado



Prefabricado, postensado



Prefabricado: tomado de [https://www.concrete.org/portals/0/files/pdf/webinars/ws\\_2021\\_Snyder\\_Precast.pdf](https://www.concrete.org/portals/0/files/pdf/webinars/ws_2021_Snyder_Precast.pdf)

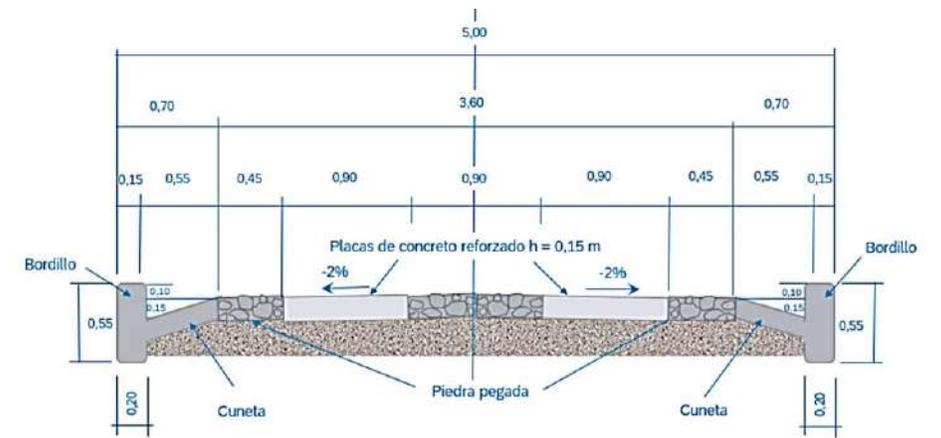


CÁMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA SECCIONAL ANTIOQUIA



# ¿Qué es una placa huella?

- Es un tipo de **pavimento continuamente reforzado** que incorpora otros componentes de la vía en sus elementos estructurales, como la berma, la cuneta, el bordillo, junto con vigas transversales que los unen.
- La superficie de rodadura está compuesta por losas de concreto reforzado que se apoyan sobre el suelo y las vigas transversales. Y típicamente, entre las losas de concreto reforzado se coloca un concreto de piedra pegada (ciclópeo).
- Su uso está recomendado para **vías de bajo volumen** vehicular (terciarias): automóviles, motos, camperos; y muy pocos buses, camiones, volquetas por día.
- Baja velocidad de circulación, menor que 30 km/h.
- Longitud de un tramo continuo (recomendada, menor que 500m). Ausencia de juntas (Cartilla INVIAS).



Sección transversal



Perspectiva



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# ¿Qué es una placa huella?

Placa huella es diferente a rieles (cintas).



**Rieles o cintas**



**Placa huella  
(no se muestra bordillo)**

Fotos: cortesía Luis Ernesto Botero G.



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Funciones de los componentes

- **Subbase y rasante:** reciben los esfuerzos del tránsito
- **Placa de concreto reforzado:** sitio al cual se espera el tráfico. Recibe la carga y la traslada al suelo y otros componentes
- **Ciclópeo con piedra pegada:** direcciona el tráfico a la placa de concreto. Disminuye costos constructivos y evita infiltración del agua a la subbase y subrasante
- **Riostra transversal:** une los dos bordillos opuestos y es el apoyo para la placa de concreto reforzado.
- **Módulo:** distancia entre las riostras.
- **Berma:** permite la circulación de vehículos en dirección contraria. Cuneta: permite la evacuación del agua. Su tamaño se modifica con los requisitos climáticos
- **Bordillo:** confina lateralmente la vía.
- **Otros:** alcantarillas, muros de contención, entre otros, no se vinculan estructuralmente al sistema, y son necesarios para su durabilidad y buen funcionamiento.



Perspectiva



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Principios de la placa huella

- Es un diseño “estándar” (realmente hay variedades), tanto para el concreto reforzado, como para la subbase granular
- CBR mayor que 3% en la subrasante.
- Usa los elementos constitutivos de las vías y garantiza que se ejecute su construcción.
- Se adapta al trazado existente de la vía.
- Reutiliza capas de afirmados presentes en la vía -> sostenibilidad.



Prueba de cono dinámico en campo



Ensayo de CBR en laboratorio



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Principios de la placa huella

- Especialmente recomendada para los **puntos críticos: alta pendiente, suelos blandos e inundables, muchas curvas seguidas.**
- **En zonas no críticas de la vía:** usar afirmados; estabilizaciones con cemento; cemento, polímeros y aditivos; entre otros.



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

ALION  
CEMENTOS MOLINS corona

# Principios de la placa huella



**Detalle de concreto ciclópeo entre las placas de concreto reforzado**

- Se hace en concreto reforzado, sistema de amplia divulgación y del que hay mayor conocimiento general: mano de obra local.
- No requiere maquinaria especializada.
- Es un sistema de alta integridad estructural (robusto).
- Entrega bajas presiones de contacto (muy bajas).
- Baja demanda de mantenimiento.
- Buena apariencia y seguridad para la vía.

Foto: cortesía Luis Ernesto Botero G.

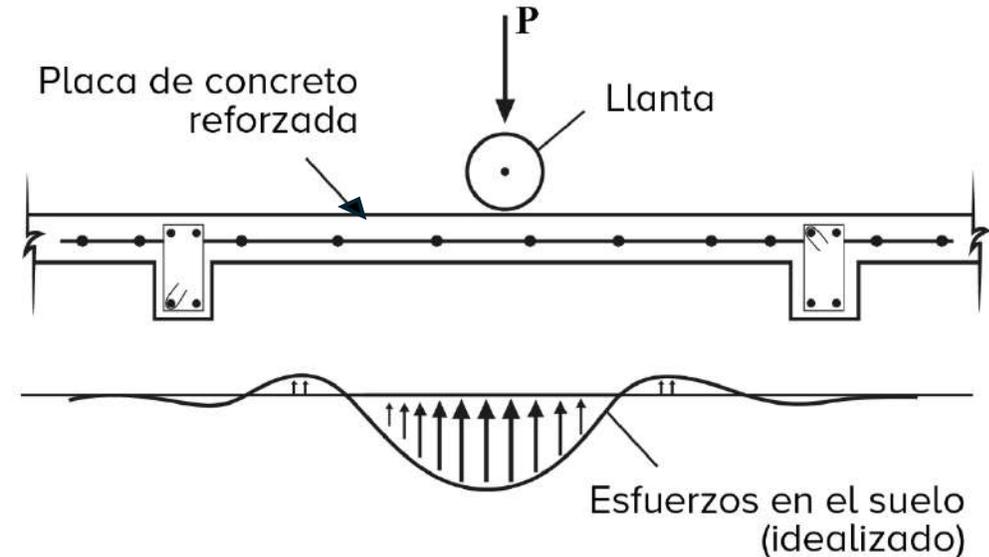


CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# ¿Y cómo funciona una placa huella?

- Por el ciclópeo, el tránsito es dirigido a la placa de concreto reforzado. Por ello el ciclópeo, con textura diferente.
- La placa de concreto reforzado transfiere parte de la carga al suelo. La otra parte la reciben las riostras transversales.

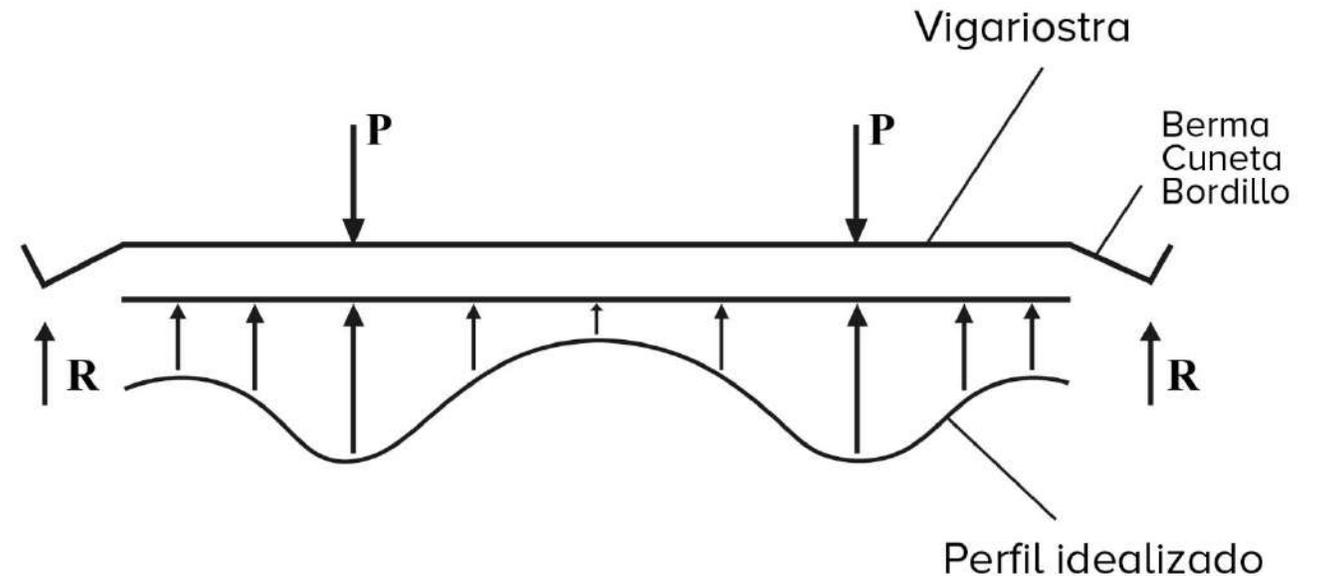


CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

ALION  
CEMENTOS MOLINS corona

# ¿Y cómo funciona una placa huella?

- A su vez, parte de los esfuerzos transferidos a la riostra transversal son transferidos de manera parcial al suelo.
- Y la otra parte se transfiere a la berma-cuneta-bordillo.

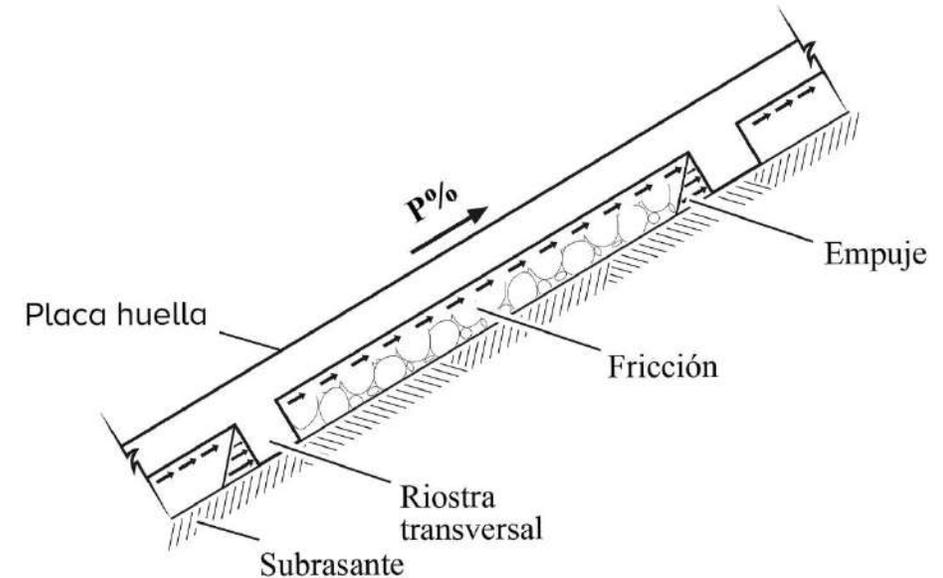


CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

ALION  
CEMENTOS MOLINS corona

# ¿Y cómo funciona una placa huella?

- En zonas de alta pendiente, las vigas riostras funcionan como “llaves” de cortante (empuje), y con la fricción evitan su desplazamiento
- Los bordillos, en alguna medida, también contribuyen a que conserve su posición.



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

ALION  
CEMENTOS MOLINS corona

# ¿Y cómo funciona una placa huella?

- Y la berma-cuneta-bordillo, los transfieren a segmentos de placa huella que están adelante y atrás del sitio de aplicación de carga.
- Se aprovecha la estructura para que la carga sea transmitida a una zona de trabajo más amplia que algunos pavimientos tradicionales.

Es como una “fundación compuesta” de varios elementos



Foto: tomada de [www.invias.gov.co](http://www.invias.gov.co), en 20240422



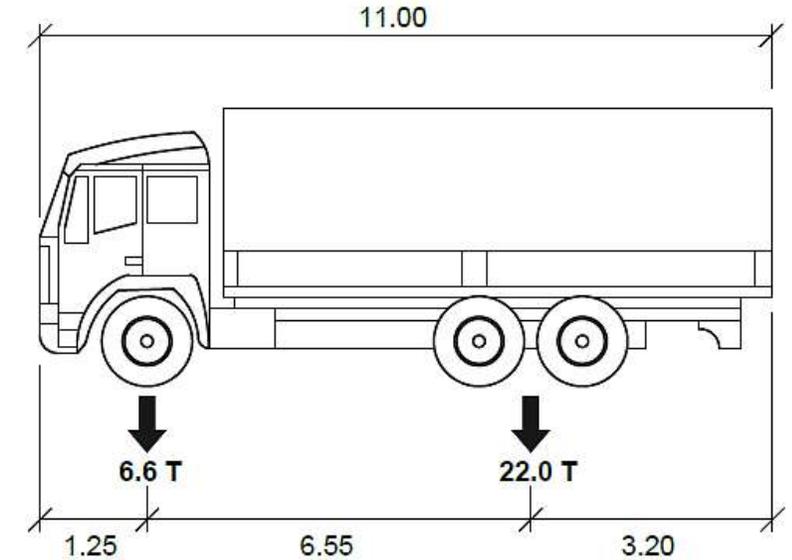
CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# ¿Y cómo se diseña una placa huella?

Realmente, se usa el diseño estándar (hay varios). Pero, si se quisiera diseñar:

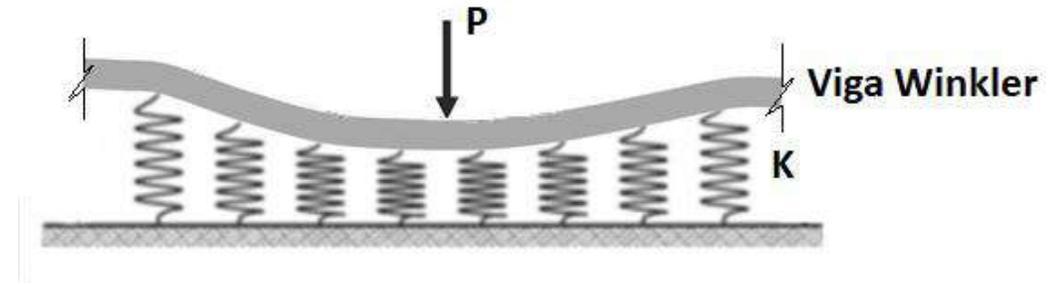
- Diseñar por esfuerzos últimos de secciones reforzadas.
- **Ecuación básica:** *Esfuerzo solicitado*  $\leq$  *esfuerzo último resistente*, en cualquier elemento de la placa huella.
- Definir el eje máximo de diseño (C2, C3, entre otros), y factores de mayoración y subresistencia apropiados (por ejemplo, correr pruebas de Montecarlo).
- El tamaño y carga del vehículo estará limitado por los radios de las curvas.
- El vehículo de diseño se coloca en diferentes posiciones críticas para el sistema: usualmente, centro de la luz entre apoyos de riostras, y en la riostra.



**Camión C-3**  
Ancho = 2.50  
Medidas en metros

# ¿Y cómo se diseña una placa huella?

- Se modela la estructura como fundación Winkler ( $k$  subrasante) infinita, o bien, por elementos finitos.
- Modelo: falla en sobrecarga estructural: un solo vehículo que pase con mayor carga que la de diseño produce fallas por flexión y corte.
- Durabilidad: definir tiempo de diseño de servicio. Usualmente  $> 20$  años, y es controlado por espesor de recubrimiento al acero (corrosión) y otros tipos de ataques (ver nueva NTC 5551)
- Se espera (y es normal) que se presenten fisuras por el trabajo conjunto del acero y el concreto.



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

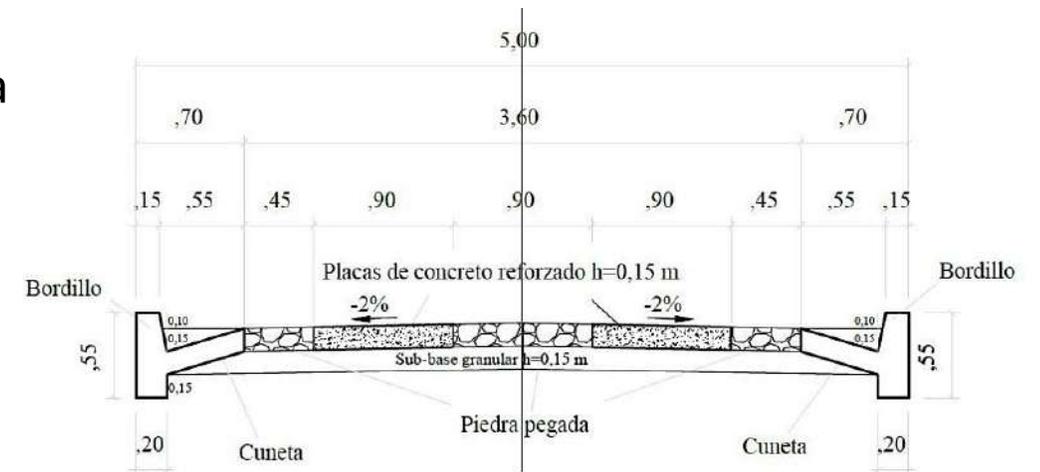
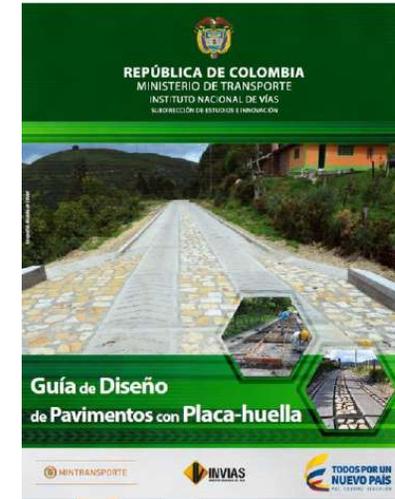


# Diseños estándar de placa huella

## Placa huella de la guía de diseño del Ministerio Transporte e INVIAS

(documento derogado)

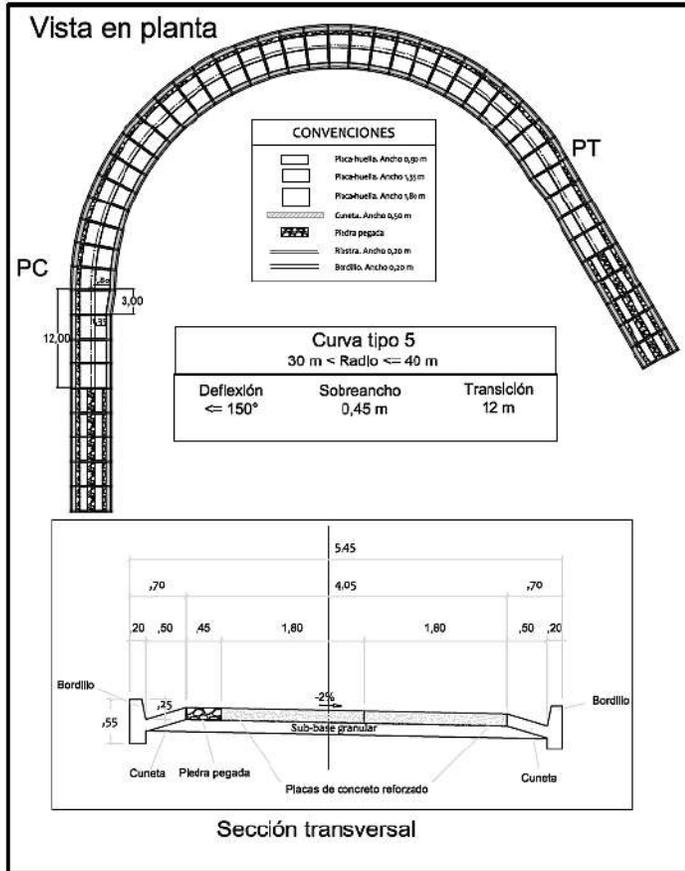
- Una guía no es especificación. Pero podría ser especificada para un proyecto.
- Es una placa huella de 5,0 m de ancho de vía
- El refuerzo de la placa de concreto está en el centro de la sección y el bordillo es robusto de 0,55 m de altura
- La viga riostra tiene 0,3 m de altura.
- Ver recomendaciones de sobreanchos y transiciones.



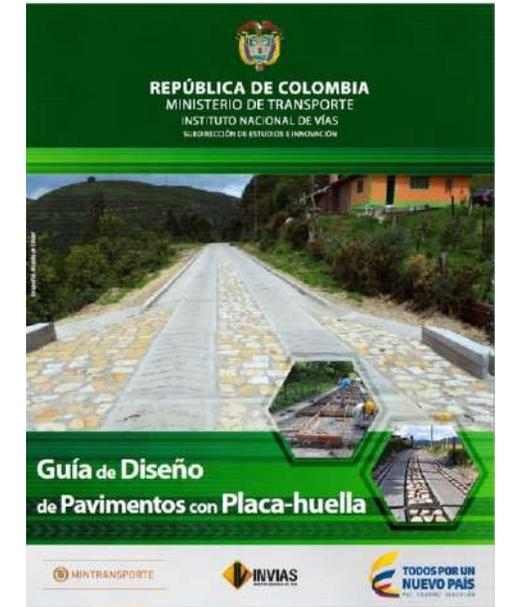
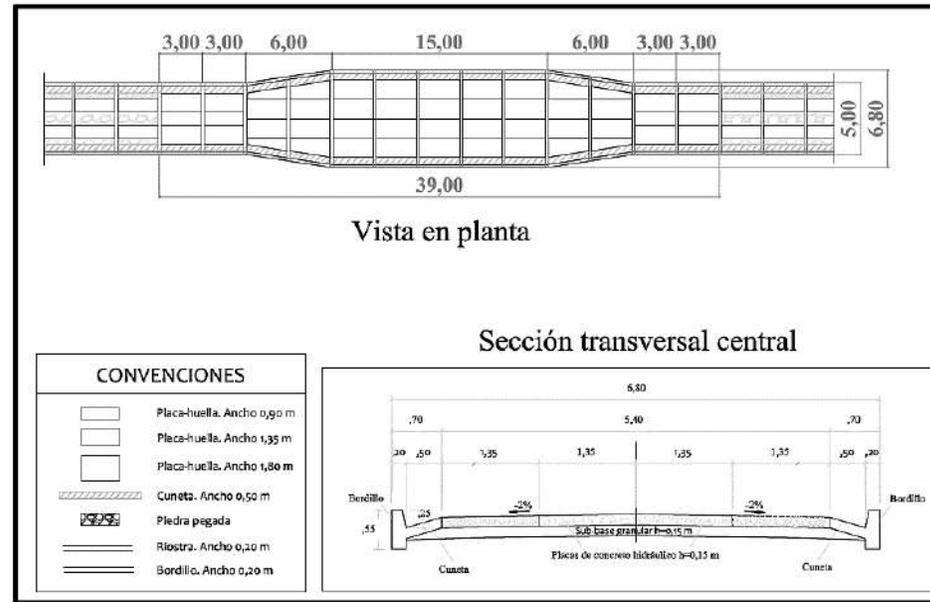
CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Diseños estándar de placa huella



Ver detalles para diferentes radios en la guía, para los sobranchos, transiciones y zonas de adelantamiento.



# Diseños estándar de placa huella

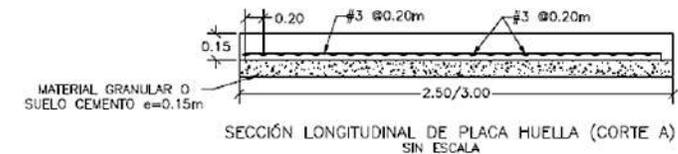
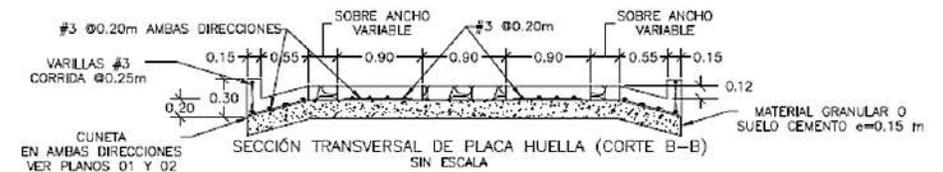
## Cartilla de obras menores y estructuras viales

### Documento vigente (al momento de esta conferencia)

- Tres diseños diferentes
  - Vehículos livianos
  - Vehículos C2 y C3
  - Caminos ancestrales

### Vehículos livianos

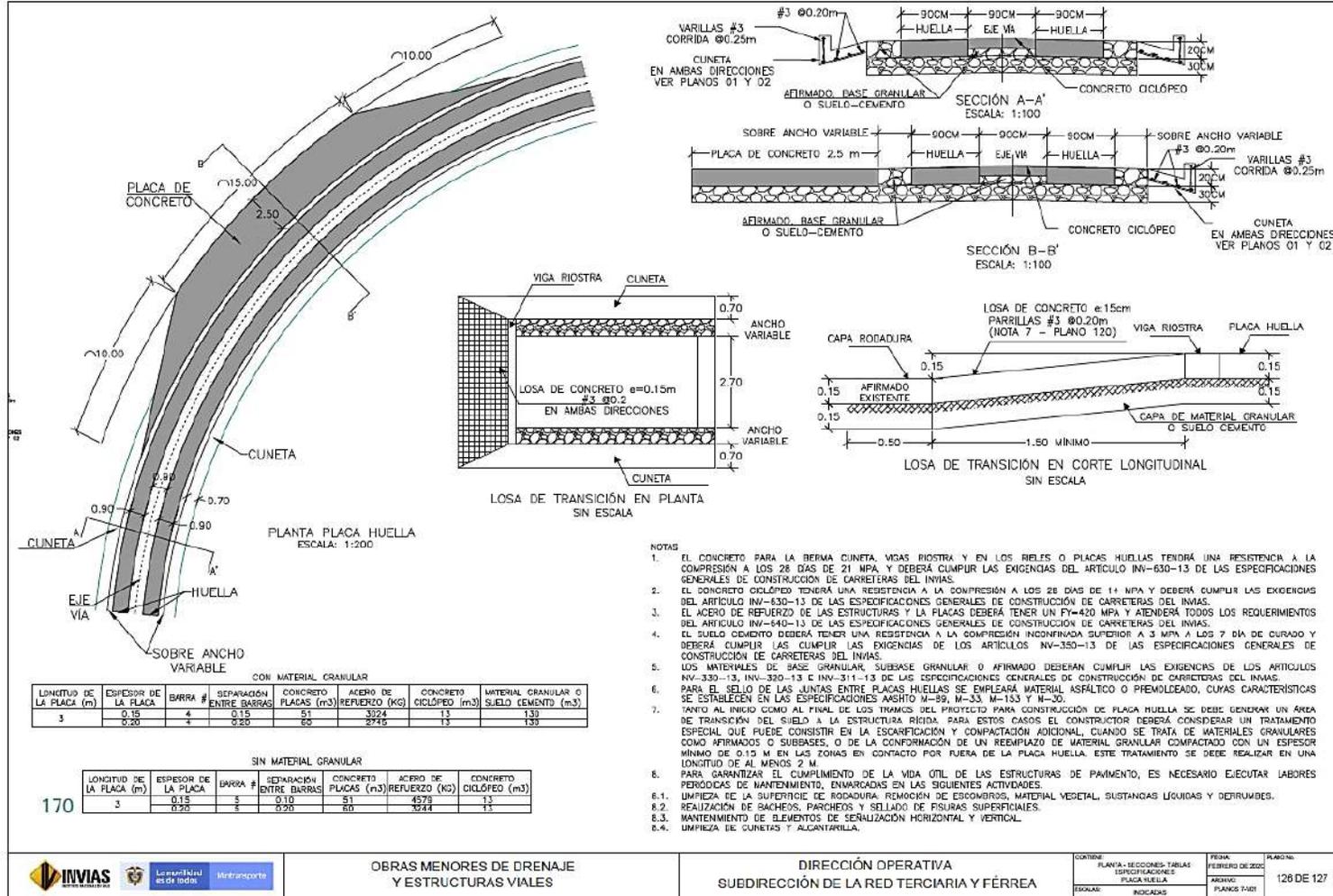
- Placa huella entre 2,5 m a 3 m de ancho.
- El refuerzo de la placa de concreto reforzado se coloca en la parte inferior.
- El detallado del acero de la riostra es más simple y la viga riostra es de 0,25 m de espesor.
- Bordillo con menor rigidez de 0,3 m de altura.



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Diseños estándar de placa huella



## Vehículos C2 y C3

170



OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES

DIRECCIÓN OPERATIVA  
SUBDIRECCIÓN DE LA RED TERCARIA Y FÉRREA

|  |                           |                         |
|--|---------------------------|-------------------------|
| CONTIENE:<br>PLANTA - SECCIONES - TABLAS<br>ESPECIFICACIONES<br>PLACA HUELLA | FECHA:<br>FEBRERO DE 2020 | PLANO No:<br>126 DE 127 |
| ESCALAS:<br>INDICADAS  | ARCHIVO:<br>PLANOS F-001  |                         |



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Diseños estándar de placa huella



CARTILLA DE OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES

## Caminos ancestrales

| CANTIDADES DE OBRA CAMINOS ANCESTRALES   |                   |                              |  |
|--|-------------------|------------------------------|--|
| MATERIAL                                 | UNIDAD            | TENOR (1.5 m-2.0 m DE ANCHO) |  |
| CONCRETO HIDRÁULICO (MR=3.8 MPa)         | m <sup>3</sup> /m | 0.18 - 0.23                  |  |
| SUBBASE GRANULAR SBG 38 CLASE C          | m <sup>3</sup> /m | 0.20 - 0.27                  |  |
| ACERO #2 (Fy=420 MPa)                    | kg/m              | 0.80                         |  |
| ACERO #3 (Fy=420 MPa)                    | kg/m              | 2.23                         |  |
| MALLA ELECTROSOLDADA #5 de 20 cm x 20 cm | kg/m              | 1.92 - 2.70                  |  |
| GEOTEXTIL T-2100 O SIMILAR               | m <sup>2</sup> /m | 1.50 - 2.00                  |  |

NOTA:

1. LOS TENORES FUERON CALCULADOS EN BASE A UNA LONGITUD UNITARIA DE VÍA.
2. LA CANTIDAD ASOCIADA AL MATERIAL DE SELLO DEBERÁ AJUSTARSE AL DISEÑO GEOMÉTRICO DE JUNTAS REALIZADO POR UN INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN VÍAS.

171

OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES

DIRECCIÓN OPERATIVA  
SUBDIRECCIÓN DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA

|  |                           |            |
|--|---------------------------|------------|
| CONTENIDO:<br>SECCIONES Y TABLA DE ESPESORES | FECHA:<br>FEBRERO DE 2022 | PLANO No.: |
| PROYECTO:<br>PANELES DE DRENAJE              | ARCHIVO:                  | 127 DE 127 |
| ESCALA:<br>INDICADA                          | PLANOS:                   | 1/001      |

|          |            |
|----------|------------|
| FECHA:   | PLANO No.: |
| ARCHIVO: | 127 DE 127 |
| PLANOS:  | 1/001      |



# ¡Muchas gracias!

Juan Fernando Arango Londoño  
Jefe de innovación y soporte técnico ALIÓN  
jfarangol@alion.com.co



CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

