 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b>          Servicios Integrados en Consultoría y construcción          de Obras Civiles          Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR          SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO”</b>		
	Versión: 0	Fecha: 02/05/2023	MEMORIA DE CALCULO

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
 SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO”**

**MEMORIA CALCULO ESTRUCTURAL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE  
 VEHICULAR VIGAS METALICAS EN CELOSIA PERFIL TUBULAR Y TABLERO  
 EN CONCRETO REFORZADO, SIMPLEMENTE APOYADO, UN SOLO CARRIL  
 VEHICULAR Y UN SENDERO PEATONAL**

**CALCULO:  
 NELSON RODRIGUEZ SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS  
 MP: 15202-242669 BYC**

**MAYO 2023**



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**TABLA DE CONTENIDO**

1	GENERALIDADES .....	4
2	PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO .....	4
3	MATERIALES .....	5
3.1	Concreto: .....	5
3.2	Acero de refuerzo: .....	5
3.3	ACERO PERFILES METALICOS BARANDAS:.....	6
3.4	ACERO VIGAS METALICAS: .....	6
3.5	ACERO DE PERNOS DE CONEXION:.....	6
3.6	ACERO DE ANCLAJES:.....	7
3.7	TOLERANCIAS: .....	7
3.8	DURABILIDAD: .....	8
3.9	ASIGNACION DE MATERIALES .....	8
3.10	CARGAS DE DISEÑO .....	8
3.10.1	Carga viva:.....	9
4	VIDA UTIL DE DISEÑO .....	9
5	EQUIVALENCIA DE LA CCP-14 CON LA NORMA AASHTO LRFD ESTADOUNIDENSE .....	12
5.1	COMBINACIONES DE CARGA.....	13
5.2	OTROS PARÁMETROS .....	13
5.3	CÓDIGO DE DISEÑO .....	13
5.4	PROGRAMA DE DISEÑO .....	13
5.5	TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO .....	14
6	GEOMETRIA DEL PUENTE .....	15
7	ISOMETRIA PARTE METALICA SUPER ESTRUCTURA.....	19
8	PARAMETROS GEOTECNICOS .....	19
9	FILOSOFIA DE DISEÑO .....	19
10	CARGAS Y FACTORES DE CARGA .....	21
10.1	CARGAS PERMANENTES.....	21
10.2	CARGAS VIVAS.....	21
10.2.1	Camión de diseño .....	22
10.2.2	Tándem de diseño.....	22
10.3	FACTORES DE CARGA.....	24
11	EFECTOS SÍSMICOS: EQ ART. 3.10, CCP-14 .....	25
11.1	PARAMETROS SISMICOS .....	31
11.1.1	VALOR PGA .....	31



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

11.1.2	VALOR $S_s$ .....	34
11.1.3	VALOR $S_1$ .....	36
11.1.4	VALOR $F_{pga}$ .....	38
11.1.5	VALOR $F_a$ .....	38
11.1.6	VALOR $F_v$ .....	39
11.1.7	ZONA DE DESEMPEÑO SISMICO.....	41
11.1.8	FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA .....	41
11.2	ESPECTRO DE RESPUESTA.....	44
11.3	CÁLCULO DE LAS FUERZAS DE DISEÑO (ART. 3.10.9) .....	45
11.4	ANALISIS DE FUERZAS SISMICAS SEGUN ART. 4.7.4, CCP-14 .....	47
11.4.1	Método de la fuerza uniforme:.....	49
12	CALCULO CARGA DE VIENTO .....	52
12.1	PRESION DEL VIENTO SOBRE VEHICULOS (WL).....	52
13	ANALISIS DE CARGA MUERTA.....	52
14	ANALISIS DE CARGA VIVA .....	52
15	FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA VIVA .....	53
16	DISEÑO LOSA DEL TABLERO .....	53
17	DISEÑO DE LAS VIGAS POR RESISTENCIA .....	53
17.1	ESTADOS LIMITE.....	53
17.2	ANCHO EFECTIVO DE LA LOSA DE CONCRETO, $b_e$ .....	54
17.3	ANÁLISIS DE LA CARGA VIVA VEHICULAR.....	54
17.4	MOMENTO DEBIDO A LA CARGA VIVA VEHICULAR .....	55
18	DISEÑO DE LAS VIGAS POR ESTADOS LIMITE DE SERVICIO .....	55
18.1	ESTADO LÍMITE DE SERVICIO I PARA CÁLCULO DE DEFLEXIONES .....	55
18.2	DEFLEXIONES DEBIDO A LA CARGA PERMANENTE.....	56
18.3	DEFLEXIONES PARA CÁLCULO CONTRA FLECHA .....	56
<b>1.1</b>	<b>DEFLEXIONES DEBIDO A LA CARGA VIVA.....</b>	<b>56</b>
19	DISEÑO SUB ESTRUCTURA .....	57



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

## 1 GENERALIDADES

Localización:	QUEBRADA LA HONDA, EL CONSEJO COMUNITARIO ALTO MIRA Y FRONTERA, EN EL DISTRITO DE TUMACO
Tipo de vía:	Terciaria
Tipo de estructura:	Puente de (1) luces y (1) carriles, mas vereda peatonal.
Ancho de calzada vehicular:	3.50 m
Ancho vereda peatonal:	1.50m
Ancho total del tablero:	5.76 m
No de vigas:	(4)
Material:	Vigas metálicas en celosía perfil tubular. Tablero en Concreto reforzado Estribos y aletas en concreto reforzado
Longitud puente:	30m total, una sola luz.
Tipo cimentación:	Zapatas, y aletas en concreto reforzado. Cimentación superficial.

## 2 PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO.

PARAMETROS SISMICOS (EFECTOS SÍSMICOS: EQ ART. 3.10, CCP-14)			
Aceleración Pico Horizontal del Terreno:	PGA=	0.4	(Fig. 3.10.2.1-1, CCP-14)
Coefficiente de Aceleración Espectral Horizontal T=0.20s:	Ss=	1.00	(Fig. 3.10.2.1-2, CCP-14)
Coefficiente de Aceleración Espectral Horizontal T=1.0s:	S1=	0.5	(Fig. 3.10.2.1-3, CCP-14)
Perfil del suelo:		C	(Tabla 3.10.3.1-1, CCP-14)
Factor de Sitio, en el período de vibración cero del Espectro de Aceleraciones:	Fpga=	1.1	(Tabla 3.10.3.2-1, CCP-14)
Factor de Sitio, en el intervalo de períodos de vibración cortos del Espectro de Aceleraciones:	Fa=	1.1	(Tabla 3.10.3.2-2, CCP-14)
Factor de Sitio, en el intervalo de períodos de vibración largos del Espectro de Aceleraciones:	Fv=	1.5	(Tabla 3.10.3.2-3, CCP-14)
coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal para un periodo de 0.2s modificado por un factor de sitio de periodos cortos (3.10.4.2)	S <sub>DS</sub> =	1.1	(ec. 3.10.4.2-3)
Coefficiente de aceleracion espectral	S <sub>D1</sub> =	0.75	(ec. 3.10.4.2-6)
Clasificación operacional:		Otros puentes	art. 3.10.5
Zona de desempeño sísmico:		3	(Tabla 3.10.6-1)
Factores de modificación de respuesta Subestructuras		2	art. 3.10.7-Tabla 3.10.7.1-1



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**Tabla 3.10.7.1-2 — Factores de Modificación de respuesta — Conexiones**

Conexión	Todas las categorías Operacionales
Superestructura a estribo	0.8
Juntas de expansión en un vano de la superestructura	0.8
Columnas, pilares, o pilas a la viga o la superestructura	1.0
Columnas o pilares a la cimentación	1.0

### 3 MATERIALES


A continuación, se presentan las características generales de los materiales empleados en la construcción del proyecto. Recomendaciones adicionales para elementos o situaciones específicas aparecen en los planos de estructurales correspondientes.

#### 3.1 Concreto:

- Resistencia a compresión,  $f'c = 28 \text{ Mpa} = 280 \text{ kgf/cm}^2 = 4000\text{psi}$ . (Art. 5.4.2.1, Tabla C5.4.2.1-1)
- Peso Volumétrico =  $2300 \text{ kg/m}^3$ . (C5.4.2.4)
- Módulo de elasticidad:  $24870.062 \text{ Mpa}$ . (Art. 5.4.2.4, C5.4.2.4-1)
- Debe cumplir NTC 3318.

#### 3.2 Acero de refuerzo:

- Resistencia a fluencia,  $f_y = 420 \text{ Mpa} = 4200 \text{ kgf/cm}^2 = 60000\text{psi}$ . (Art. 5.4.3)
- Peso Volumétrico =  $7840 \text{ kg/m}^3$ .
- Módulo de elasticidad:  $E_s = 200000 \text{ MPa} = 2000000 \text{ kg/cm}^2$ . (Art. 5.4.3.2)
- Debe cumplir NTC 2289.
-

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b> Servicios Integrales en Consultoría y construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

### 3.3 ACERO PERFILES METALICOS BARANDAS:

- Resistencia a fluencia, acero ASTM A-500 Gr-C,  $f_y = 350 \text{ Mpa} = 3500 \text{ kgf/cm}^2$ . (Art. 6.4.1)
- Peso Volumétrico =  $7850 \text{ kg/m}^3$ .
- Módulo de elasticidad:  $E_s = 200000 \text{ MPa} = 2000000 \text{ kg/cm}^2$ . (Art. 6.4.1)

### 3.4 ACERO VIGAS METALICAS:

Se aplica lo prescrito en el artículo 6.4.1 y tabla 6.4.1-1


**Tabla 6.4.1-1 — Propiedades mecánicas mínimas del acero estructural por forma, resistencia y espesor**

Designación AASHTO	M 270M/ M270	M270M/ M 270	M270M/ M270	M270M/ M270	M 270M/ M270	M270M/ M270	M 270M/ M 270	
	Grado 36	Grado 50	Grado 50S	Grado 50W	Grado HPS 50W	Grado HPS 70W	Grado HPS 100W	
Designación Equivalente ASTM	A709/ A709M	A709/ A709M	A709/ A709M	A709/ A709M	A709/ A709M	A709/ A709M	A709/ A709M	
	Grado 36	Grado 50	Grado 50S	Grado 50W	Grado HPS 50W	Grado HPS 70W	Grado HPS 100W	
Espesor de placas	hasta 102 mm	hasta 102 mm	No aplica	hasta 102 mm	hasta 102 mm	hasta 102 mm	hasta 64 mm	Mayor que 64 mm a 102 mm
Perfiles	Todos los grupos	Todos los grupos	Todos los grupos	Todos los grupos	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Resistencia mínima a la tracción, $F_u$ , MPa	400	450	450	485	485	585	700	690
Punto de fluencia mínimo especificado o Resistencia mínima especificada a la fluencia, $F_y$ , MPa	250	345	345	345	345	485	690	620

- Resistencia a fluencia, acero ASTM A-500 Grado C equivalente a M270 grado 50,  $f_y = 345 \text{ MPa}$
- Resistencia ultima, acero ASTM A-500 equivalente a M270 grado 50W,  $f_u = 450 \text{ MPa}$
- Peso Volumétrico =  $7850 \text{ kg/m}^3$ .
- Módulo de elasticidad:  $2000000 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3.5 ACERO DE PERNOS DE CONEXION:

Según artículo 6.4.3.1, Los pernos usados como sujetadores estructurales deben cumplir con una de las siguientes especificaciones:

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b>          Servicios Integrales en Consultoría construcción          de Obras Civiles          Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR          SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

Especificación Estándar para Pernos y Espigos de Acero al Carbono, con Resistencia a la Tensión de 420 MPa (60ksi), ASTM A307 Grado A o B.

### 3.6 ACERO DE ANCLAJES:

A partir del año 2016 las especificaciones A325 y A490 fueron retirados oficialmente por ASTM y reemplazados por ASTM F3125.

En el artículo 6.4.3.1.1 AASHTO LRFD 2017, se prescribe la especificación ASTM F3125.

*6.4.3.1.1—High-Strength Bolts*

High-strength bolts used as structural fasteners shall conform to ASTM F3125. The specified minimum tensile strengths of ASTM F3125 bolts shall be taken as specified in Table 6.4.3.1.1-1.

Type 3 bolts shall be used with weathering steels.

Corrosion-resistant coatings may be applied to Grade A325, F1852, and A490 bolts, as specified in ASTM F3125.

**Table 6.4.3.1.1-1—Specified Minimum Tensile Strengths**


Grade	Specified Minimum Tensile Strength, ksi
A325	120
F1852	120
A490	150
F2280	150

*6.4.3.1.2—Nuts Used with ASTM F3125 Bolts*

Nuts used with ASTM F3125 bolts shall be as listed in ASTM F3125 as recommended or suitable for the bolt.

### 3.7 TOLERANCIAS:

Deben seguirse los requisitos del título F, NSR-10, y NTC 5832

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b> Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

### 3.8 DURABILIDAD:

Deben seguirse los requisitos del título F, NSR-10, y NTC 5832

### 3.9 ASIGNACION DE MATERIALES

Concreto, Estribos, y aletas:	4000 psi (28 MPa)
Concreto, pilas centrales:	4000 psi (28 MPa)
Concreto tablero:	4000 psi (28 MPa)
Concreto interno pilotes:	4000 psi (28 MPa)
Concreto Solados:	2000 psi (14 Mpa)
Acero vigas:	ASTM A588 grado 50W
Acero de Refuerzo (Todos):	60.000 psi (420 MPa)
Acero barandas:	Tubería estructural ASTM–500 Gr. C
Soldadura:	E-70XX, E-60XX

### 3.10 CARGAS DE DISEÑO


#### Carga Muerta:

- Peso propio de la estructura (Tomado directamente por el programa durante el análisis; densidad concreto 2400 kg/m<sup>3</sup>, acero 7840 kg/m<sup>3</sup>)
- DW=2240 kg/m<sup>2</sup>, peso por metro cuadrado capa de rodadura espesor de 5cm
- PL=367 kg/m<sup>2</sup>, Carga viva peatonal
- DS= 31.35kg/m, carga lineal de la baranda peatonal
- DS=676.7kg/m, carga lineal guarda rueda + baranda vehicular
- IM= 33%, sobre carga por impacto sobre la carga viva vehicular
- W-operación=75 kg/m<sup>2</sup>, carga por metro cuadrado equivalente a cimbra y operación de montaje y fundida de la placa

Se presenta a detalle el análisis de carga muerta de la super estructura en:

#### ***ANEXO-01-ANALISIS DE CARGA MUERTA EN LA SUPER ESTRUCTURA***



 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b> Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

### 3.10.1 Carga viva:

- LL= Camión según art.3.6.1.2.2 CCP-14 + Línea de carga de 10.3 KN/m (ART. 3.6.1.2.4-CCP-14).
- LL= Tándem de 125KN+Linea de carga de 10.3 KN/m (Art. 3.6.1.2.3-CCP-14)
- Disposición de camiones según Art. 3.6.1.3-CCP-14

**El análisis de carga en la super estructura se presenta en:**

ANEXO-04-ANALISIS DE CARGA VIVA SOBRE  
VIGAS MODELO SIMPLEMETE APOYADO

## 4 VIDA UTIL DE DISEÑO

Para la presente actualización se han preparado los mapas de amenaza sísmica con un enfoque probabilista a objeto de establecer los valores de los coeficientes sísmicos de diseño denominados como PGA (*Peak Ground Acceleration*), Ss y S1 asociados, en esta ocasión, a una probabilidad de excedencia del 7% en una **vida útil** de 75 años, lo que equivale, aproximadamente, a un período de retorno de 975 años. El coeficiente PGA corresponde a la aceleración máxima del terreno (0 segundos de período), mientras que Ss y S1 corresponden a los valores de la amenaza, asociados a los períodos de vibración iguales a 0.2 y 1.0 segundos respectivamente. Adicionalmente, para los puentes clasificados como críticos, de acuerdo a su importancia y localización, se ha determinado que los coeficientes sísmicos deben estar asociados a una probabilidad de excedencia del 2% en 50 años de vida útil, lo que corresponde, aproximadamente, a un período de retorno de 2,500 años. Para este período de retorno se han calculado los mismos coeficientes sísmicos (PGA, Ss y S1) con el 5% de amortiguamiento.

Las demás cargas y combinaciones de cargas especificadas permanecen, básicamente, iguales a las indicadas en la especificación AASHTO LRFD.



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**C3.10.1** — Las fuerzas y los movimientos sísmicos de diseño especificados en este Código se basan en una baja probabilidad de ser excedidos durante la vida útil esperada del

puente. Los puentes que se diseñan y detallan de acuerdo con este Código pueden sufrir daño, pero deben tener una baja probabilidad de colapso debido a vibración del suelo producida por sismos.

### **3.10 — EFECTOS SÍSMICOS:** *EQ*

**3.10.1 — Generalidades** — Los puentes deben diseñarse para que tengan una baja probabilidad de colapso pero se admite que puedan sufrir daño significativo e interrupción

del servicio cuando se sometan a movimientos sísmicos del terreno que tengan el siete por ciento (7%) de probabilidad de ser excedidos en 75 años, equivalente aproximadamente a mil años de período de retorno promedio y puede requerirse un reemplazo parcial o total del puente. Pueden usarse mayores niveles de amenaza sísmica si así lo requiere la entidad contratante del diseño y construcción del puente, o a quien revierta el puente cuando hace parte de un sistema de concesión.



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

Los coeficientes citados se basan en un modelo de riesgo uniforme de la amenaza sísmica. La probabilidad de que un coeficiente no sea excedido en una ubicación específica durante un periodo de 75 años se estima en cerca del 93 por ciento, es decir, siete por ciento de probabilidad de excedencia. El uso de un periodo de 75 años para caracterizar esta probabilidad es una conveniencia arbitraria y no implica que se piense que todos los puentes tienen una **vida útil** de 75 años.

**Vida útil de diseño por fatiga** — El número de años que se espera que un detalle de conexión resista las cargas de tráfico supuestas, sin fisuración por fatiga. En estas especificaciones se ha tomado como 75 años.

**14.5.1.4 — Materiales** — Los materiales deben seleccionarse de manera que se asegure que son compatibles elástica, térmica, y químicamente. Cuando exista una diferencia sustancial, debe formularse la interfaz de los materiales para proporcionar sistemas completamente funcionales.

Los materiales, diferentes de los elastómeros, deberían tener una **vida útil** no inferior a 75 años. Los elastómeros para sellos de juntas y para tolvas deberían proporcionar una vida útil no inferior a 25 años.



## "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO


### 5 EQUIVALENCIA DE LA CCP-14 CON LA NORMA AASHTO LRFD ESTADOUNIDENSE

Conscientes de que el país cuente con un documento actualizado, que esté a la par con los códigos de diseño y construcción de puentes utilizados en los países desarrollados, el Ministerio del Transporte y el Instituto Nacional de Vías – INVIAS suscribieron con la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS el Convenio de Asociación No. 1314 De 2013, con el objeto de aunar esfuerzos técnicos, logísticos y financieros para la revisión, actualización y complementación del código colombiano de diseño sísmico de puentes, su difusión e implementación.

#### LA ESPECIFICACIONES AMERICANAS AASHTO Y LA PRÁCTICA COLOMBIANA

En buena parte del continente americano, el diseño de puentes se ha practicado teniendo como referencia de primera mano las especificaciones americanas AASHO [*American Association of State Highway Officials*], cuya primera norma, "*Standard Specifications for Highway bridges and Incidental Structures*", ampliamente reconocida, fue publicada en 1931. Posteriormente se denominó AASHTO [*American Association of State Highways and Transportation Officials*] y se creó el "*AASHTO Highway Subcommittee on Bridges and Structures*", autor y guardian de esta primera especificación. El título original de la especificación fue simplificado y en sus últimas ediciones consecutivas, con intervalos aproximados de cuatro años, lo hemos conocido como "*Standard Specifications for Highway Bridges*". Su edición final, la "*17th edition*", fue publicada en el año 2002.

En Colombia se utilizó la especificación americana "*AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges*", hasta el año 1994, cuando el Gobierno nacional encargó a la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS- la tarea de producir un documento nacional que sirviera de reglamentación para los diseños de los puentes en el país. En 1995, la AIS, mediante convenio con el Ministerio del Transporte y el Instituto Nacional de Vías INVIAS publicó el Código Colombiano de diseño sísmico de puentes – CCP 95, basado en la especificación "*AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges*", edición de 1992. En el año 2013, en convenio con el INVIAS, la AIS, desarrolló la nueva Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014, esta vez basada en la especificación "*AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*" 6ª edición (2012), fundamentada en la filosofía LRFD, hoy utilizada corrientemente en muchos países para el diseño de todo tipo de estructuras. Aspectos relevantes de este nuevo documento son: la actualización de los mapas colombianos de amenaza sísmica y la calibración de la carga viva vehicular de diseño para la práctica colombiana.

 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

La nueva especificación colombiana de diseño de puentes CCP 14 está basada en la especificación "AASHTO LRFD *Bridge Design Specifications*" 6th Ed.2012, la cual consta de 15 secciones. Las cargas vehiculares de diseño y la fuerza sísmica han sido actualizadas y calibradas mediante procesos como el descrito anteriormente.

La carga vehicular de diseño tendrá características similares a las de la especificación AASHTO LRFD, lo cual facilitara el uso de los programas de computador corrientemente utilizados por los diseñadores de puentes en todo el mundo. Se ha calibrado para un índice de confiabilidad ( $\beta$ ) de 3.5, equivalente a una probabilidad de falla de  $2.33 \times 10^{-4}$ , igual al utilizado en la determinación de la carga viva de diseño para los puentes en los Estados Unidos.

## 5.1 COMBINACIONES DE CARGA

Se utilizaron las combinaciones de carga especificados por la norma CCP-14 (ver combinaciones especificadas según memorias):

## 5.2 OTROS PARÁMETROS

-Revisión estabilidad, deslizamiento (ver memorias).

## 5.3 CÓDIGO DE DISEÑO


CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍSMICO DE PUENTES -2014 CCP-14

## 5.4 PROGRAMA DE DISEÑO

MIDAS CIVIL 2019  
SAP2000 v14  
MATHCAD  
EXCEL

### DESCRIPCION DEL PROGRAMA

Programas basados en métodos modernos que utilizan para la solución de la estructura el método de la rigidez matricial.

 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

Para efectos de la superestructura, el modelo matemático utilizado en este proyecto consistió en un elemento tipo FRAME y TRUSS a quien se le aplicó las cargas de diseño especificadas y combinadas de acuerdo a como se muestra en las memorias de cálculo, obteniendo de este los esfuerzos (Cortante, Momento etc.) requeridos para el diseño.

La infraestructura fue diseñada manualmente utilizando para su análisis la hoja electrónica EXCEL y Visual Basic.

## 5.5 TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO

- **ANÁLISIS ELÁSTICO ESTÁTICO:** para la determinación de fuerzas y desplazamientos; modelando vigas como elementos tipo FRAME y TRUSS, Y losas mediante elementos finitos tipo PLACA.
- **ANÁLISIS NO LINEAL:** para el diseño de la viga cabezal en las pilas centrales, y en el cálculo de los resortes NO lineales que representan el suelo en los pilotes y el relleno tras el muro de los estribos.





VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

## "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

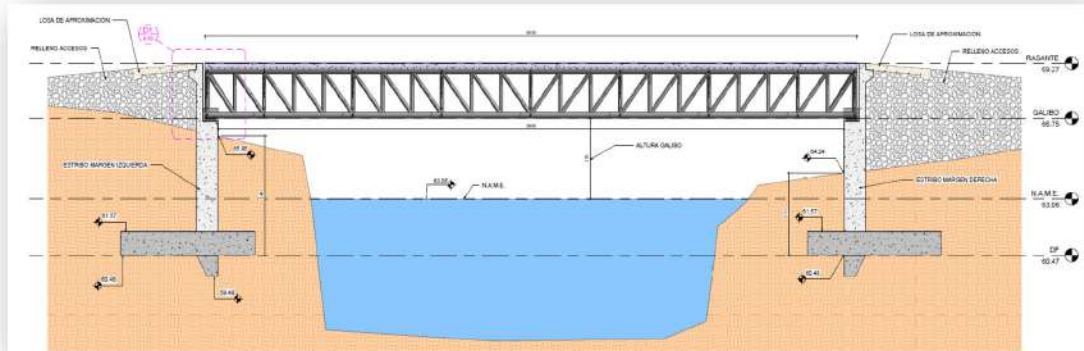
Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

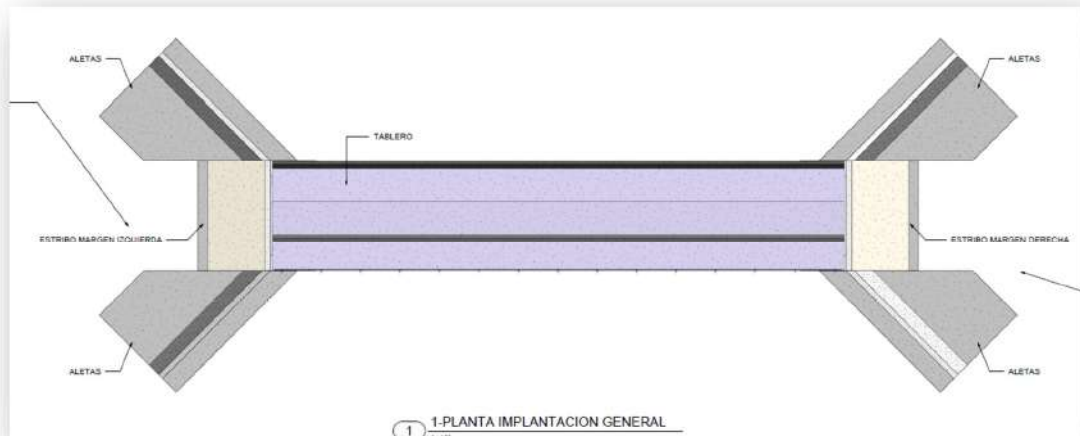
### 6 GEOMETRIA DEL PUNTE

#### PERFIL



Las dimensiones se ven a detalle en los planos y notas de calculo

#### PLANTA





VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

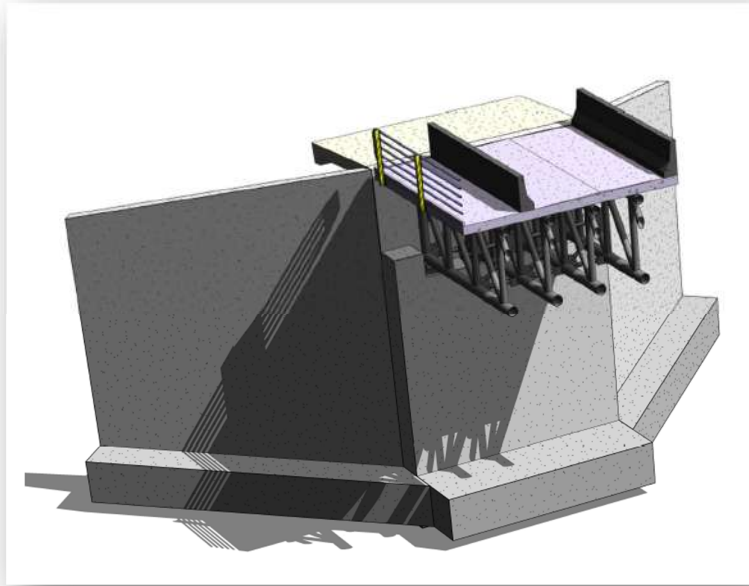
## "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

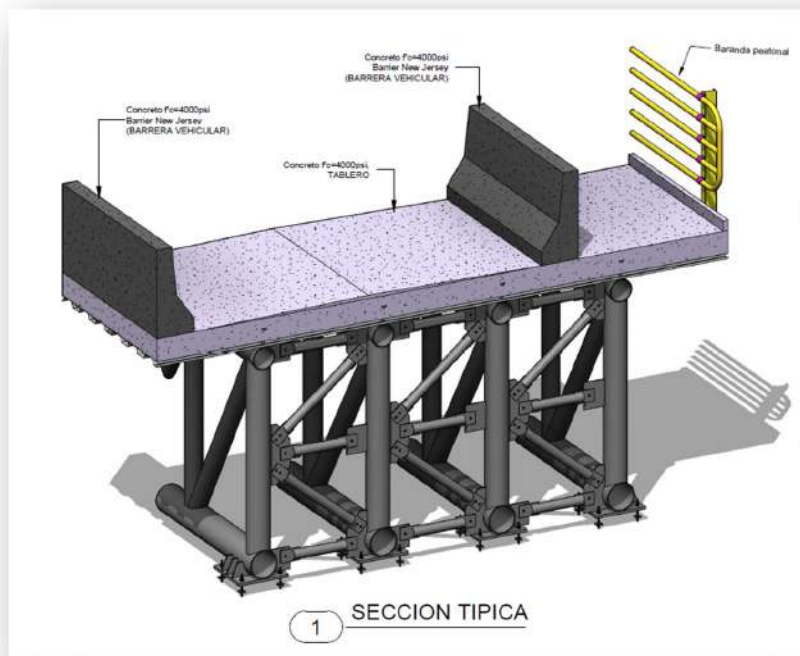
Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

### ESTRIBOS Y ALETAS



### SECCION TRANSVERSAL SUPER ESTRUCTURA







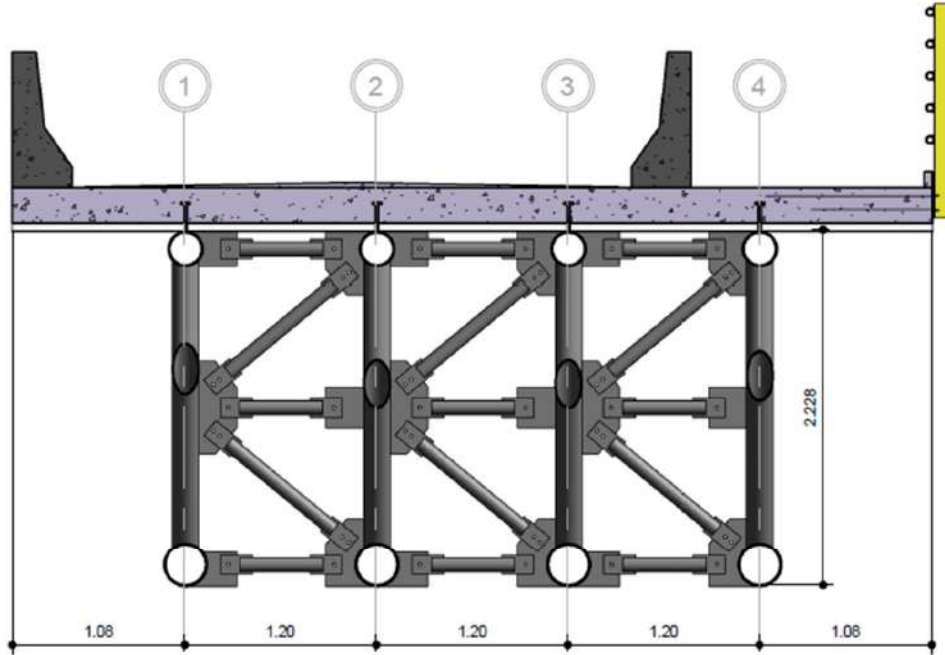
VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrados en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

# "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUEBTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

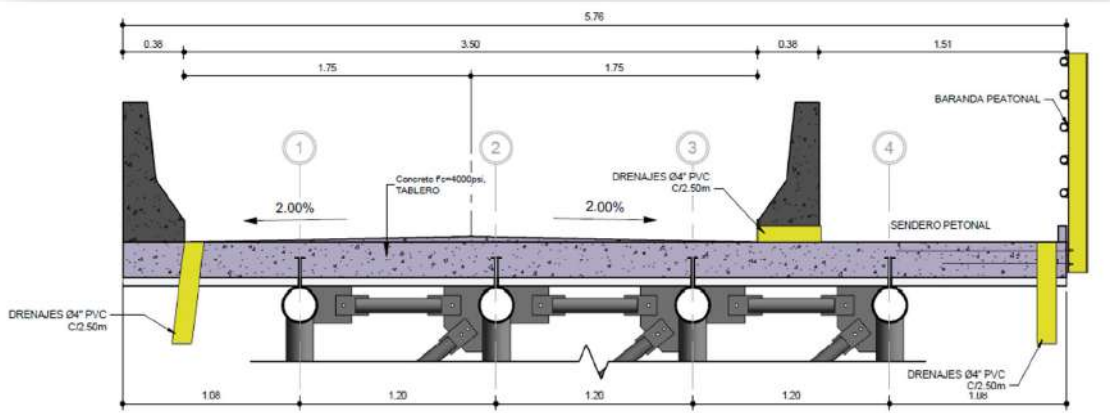
Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO



7 SECCION TRANSVERSAL  
1 : 40



8 SECCION TRANSVERSAL DETALLE  
1 : 25



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría y construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

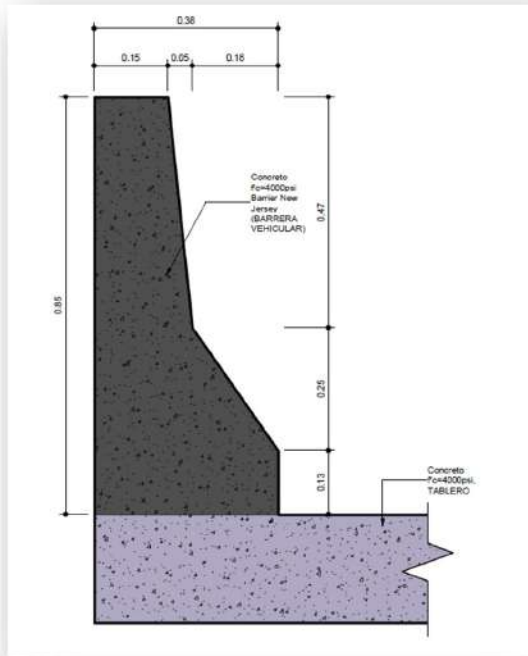
# "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

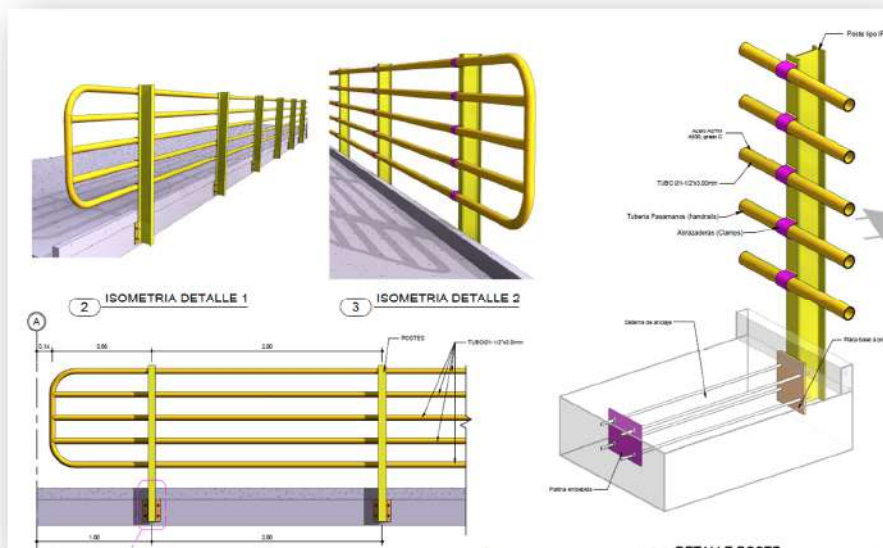
Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

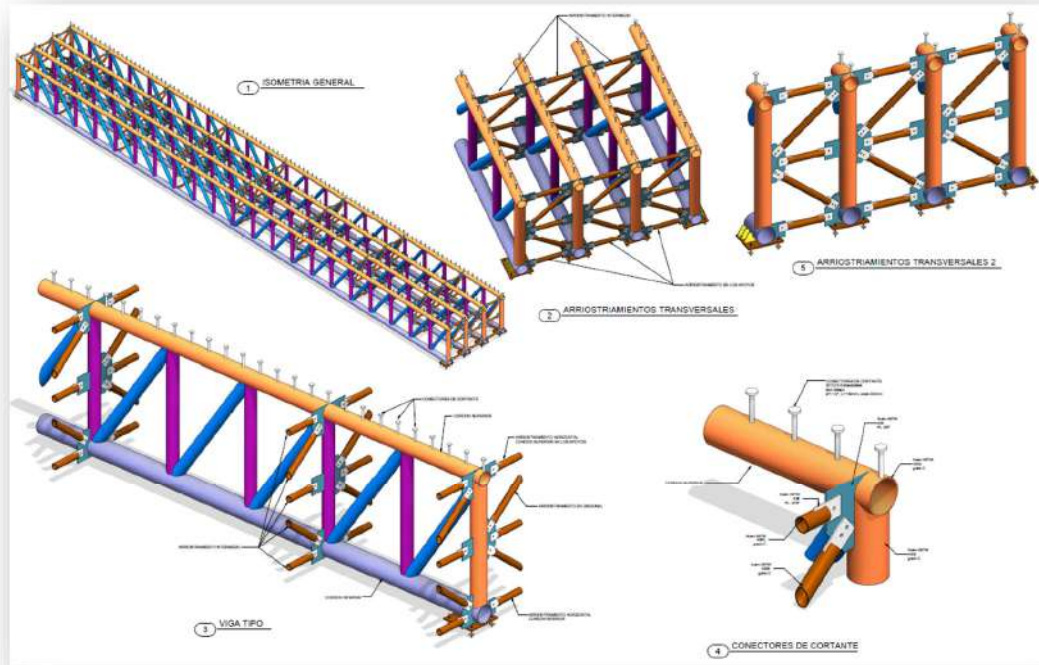
## BARANDA VEHICULAR



## BARANDA PEATONAL



## 7 ISOMETRIA PARTE METALICA SUPER ESTRUCTURA




## 8 PARAMETROS GEOTECNICOS

Estudio de suelos elaborado por el ingeniero Hugo Coral Moncayo. INGENIERO Master en Geotecnia – CONSULTOR Mat. 1017 del C. P. del Cauca.

El consultor definió dos perfiles de suelo, Perfil E para el estribo sur, y perfil D para el estribo norte, para efectos de estandarizar el diseño se tomó la condición más crítica en los efectos sísmicos, que sería perfil D, de los sondeos se toma el menor valor de capacidad portante para el diseño de la cimentación.

## 9 FILOSOFIA DE DISEÑO

Todos los componentes y conexiones deberán satisfacer, para cada estado límite, la Ecuación 1.3.2.1-1 de las especificaciones de la CCP-14. Para los estados límite de servicio y evento extremo, los factores de resistencia deberán tomarse como 1.0

 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

$$\sum n_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r$$

(Ec. 1.3.2.1-1 de las especificaciones de la CCP-14)

Siendo:

Para cargas donde se utiliza el valor máximo de  $\gamma_i$ :  $n_i = n_D n_R n_I \geq 0.95$

Para cargas donde se utiliza el valor mínimo de  $\gamma_i$ :  $n_i = \frac{1}{n_D n_R n_I} \leq 1.0$


Donde:

- $\gamma_i$  = Factor de carga, aplicado a las solicitaciones.
- $\phi$  = Factor de resistencia, aplicado a la resistencia nominal.
- $n_i$  = Modificador de carga
- $n_D$  = Factor relacionado a la ductilidad.
- $n_R$  = Factor relacionado a la redundancia.
- $n_I$  = Factor relacionado a la importancia operacional.
- $Q_i$  = Solicitación
- $R_n$  = Resistencia nominal
- $R_r$  = Resistencia factorizada =  $\phi R_n$

La Tabla 1 muestra los valores de los modificadores de carga para el estado límite de Resistencia. Para todos los demás estados límite los modificadores de carga serán iguales a 1.

**Tabla 1.** Modificadores de carga,  $n$ .

Modificador de carga		Aplicación
$n_D$	$\geq 1.05$	Componentes no dúctiles
	$= 1.00$	Diseños convencionales y detalles que cumplan con las especificaciones AASHTO.
	$\geq 0.95$	Componentes y conexiones con consideraciones especiales de ductilidad.
$n_R$	$\geq 1.05$	Miembros no redundantes
	$= 1.00$	Niveles convencionales de redundancia
	$\geq 0.95$	Niveles excepcionales de redundancia
$n_I$	$\geq 1.05$	Puentes críticos o esenciales
	$= 1.00$	Puentes típicos
	$\geq 0.95$	Puentes relativamente poco importantes

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b>          Servicios Integrales en Consultoría construcción          de Obras Civiles          Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUEBTE VEHICULAR          SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

## 10 CARGAS Y FACTORES DE CARGA


<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargas Permanentes:</li> </ul> <p>DC = Carga muerta de los componentes estructurales y accesorios no estructurales</p> <p>DW = Carga muerta de las superficies de rodadura</p> <p>EH = Presión de tierra horizontal</p> <p>EV = Presión vertical proveniente del peso del relleno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargas transitorias:</li> </ul> <p>LL = Carga viva vehicular</p> <p>BR = Fuerza de frenado vehicular</p> <p>PL = Carga viva peatonal</p> <p>LS = Carga viva superficial</p> <p>EQ = Carga de sismo</p>
---	---

### 10.1 CARGAS PERMANENTES

- Peso específico del concreto: 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico del relleno: 1900 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico del acero estructural: 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico del asfalto: 2200 kg/m<sup>3</sup>

### 10.2 CARGAS VIVAS

- Sobrecarga peatonal: 3.67kN/ m<sup>2</sup> = 367 kg/m<sup>2</sup>, art. 3.6.1.6, CCP-14
- Carga viva vehicular: La norma establece que la carga viva vehicular debe consistir en la combinación de un camión o tándem de diseño (el más desfavorable), más una sobrecarga distribuida. Además, las cargas del camión o del tándem deberán incrementarse en los porcentajes indicados en la Tabla 3.

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b> Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUEBTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

### 10.2.1 Camión de diseño

Las cargas y espaciamentos entre ruedas del camión de diseño SEGÚN ART.3.6.1.2.2 CCP-14 se muestran en la Figura 4. La distancia entre los ejes traseros puede variar de 4.30 a 9 metros dependiendo de cuál espaciamento produzca la situación más desfavorable.



Figura 4


### 10.2.2 Tándem de diseño

Las cargas y espaciamentos entre ruedas del tándem de diseño SEGÚN ART.3.6.1.2.2 CCP-14 se muestran en la Figura 5.



Nota: para  $M(-)$  y  $R_{apoyos}$  usar dos camiones separados min. 15m + 100% línea de carga o dos tandems separados entre 8m y 12m + 100% línea de carga. Para redes terciarias se puede utilizar a juicio de la autoridad competente el 80% del CCP-14.

Presencia múltiple de carga viva

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b> Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

Los efectos debido a la carga viva deben determinarse considerando cada posible combinación de número de vías cargadas, multiplicando las cargas provenientes del camión o tándem de diseño por un factor de presencia múltiple, para tener en cuenta la probabilidad de que cada vía esté ocupada por toda la carga de diseño SEGÚN ART.3.6.1.2.2 CCP-14. Los factores de presencia múltiple se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2** – Factores de presencia múltiple, m.

Número de vías cargadas	Factor de presencia múltiple, m
1	1.2
2	1
3	0.85
>3	0.65

Adaptado de la tabla 3.6.1.1.2-1 de las especificaciones de la CCP-14

Los factores especificados en la Tabla 3.6.1.1.2-1 no deben aplicarse en conjunto con los factores aproximados de distribución de carga especificados en los Artículos 4.6.2.2 y 4.6.2.3, excepto donde se use la regla de la palanca o donde se usen los requisitos especiales para vigas exteriores en puentes de viga y placa [beam-slab bridges], especificados en el Artículo 4.6.2.2.2d.

Incremento por efectos dinámicos: IM

Los efectos estáticos del camión o tándem de diseño deben ser incrementados por los porcentajes mostrados en la Tabla 3 de incrementos por efectos dinámicos. El factor que debe aplicarse a la carga estática debe tomarse como:  $(1+IM/100)$ . El incremento por efectos dinámicos no debe aplicarse a cargas peatonales o a la sobrecarga distribuida.

**Tabla 3** – Incremento por efectos dinámicos.


Componente	IM
Uniones del tablero - Todos los estados límite	75%
Todos los otros componentes:	
Estados límite de fatiga y	
- fractura	15%
- Todos los otros estados límite	33%

Adaptado de la tabla 3.6.2.1-1 de las especificaciones de la CCP-14







 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<p align="center"><b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b></p>		
	<p align="center">Versión: 0</p>	<p align="center">Fecha: 14/11/2021</p>	<p align="center">MEMORIA DE CALCULO</p>

## 11 EFECTOS SÍSMICOS: EQ ART. 3.10, CCP-14

Las fuerzas sísmicas son los efectos causados por los movimientos sísmicos de diseño expresados como fuerzas horizontales y calculadas como se prescribe en 4.7.4 con base en el coeficiente de respuesta elástica,  $C_m$ , especificado en 3.10.4 y la masa equivalente de la superestructura, y dividido por el factor de modificación de respuesta,  $R$ , especificado en 3.10.7.1.

No es necesario considerar los efectos sísmicos para alcantarillas en cajón (*box culverts*) y estructuras enterradas, excepto donde crucen fallas activas.

Debe considerarse el potencial de licuación del suelo y de estabilidad de taludes ante acciones sísmicas.

**3.10.2 — Amenaza Sísmica** — La amenaza sísmica en el sitio del puente debe describirse por medio del espectro de aceleraciones para el sitio y los factores de sitio correspondientes al tipo de perfil de suelo en el sitio.

El espectro de aceleraciones debe determinarse usando el Procedimiento General especificado en 3.10.2.1 o el Procedimiento Particular de Sitio especificado en 3.10.2.2.



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**3.10.2.1 — Procedimiento General** — El Procedimiento General debe usar el coeficiente de Aceleración Pico del Terreno ( $PGA$ ) y los coeficientes de periodo corto y periodo largo ( $S_S$  y  $S_L$  respectivamente) para calcular el espectro como se especifica en 3.10.4. Debe determinarse los valores de  $PGA$ ,  $S_S$  y  $S_L$  de las Figuras 3.10.2.1-1 a 3.10.2.1-3 según corresponda, o de los valores, o mapas, especiales aprobados por la entidad contratante del diseño y construcción.

Debe usarse interpolación lineal para sitios ubicados entre líneas de contorno o entre una línea de contorno y un valor mínimo local o un valor máximo local.

**3.10.3 — Efectos de Sitio** — Cuando se utilice el Procedimiento General de 3.10.2.1 se deben usarse los tipos de perfil de suelo y los factores de sitio especificados aquí para caracterizar la amenaza sísmica especificada en 3.10.4.

**3.10.3.1 — Definición de los Tipos de Perfil de Suelo** — El tipo de perfil de suelo sitio debe clasificarse como A a F de acuerdo con la definición de los tipos de perfil de suelo de la Tabla 3.10.3.1-1. Los tipos de perfil de suelo deben clasificarse de acuerdo con la rigidez del suelo determinada por medio de mediciones de la velocidad de onda de cortante en el suelo medida en los 30 m superiores del perfil. También puede utilizarse el número de golpes determinado por medio del Ensayo de Penetración Estándar (SPT), y por medio de las resistencias al corte no drenado de muestras de suelo obtenidas de las perforaciones, para clasificar los tipos de perfil de suelo como se indica en la Tabla 3.10.3.1-1.



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**Tabla 3.10.3.1-1 — Definición de los Tipos de Perfil de Suelo**

Tipo de Perfil de Suelo	Características del perfil
<b>A</b>	Roca competente con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s \geq 1500$ m/s.
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media con $\bar{v}_s$ en el intervalo $1500$ m/s $> \bar{v}_s \geq 760$ m/s.
<b>C</b>	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s$ en el intervalo $760$ m/s $> \bar{v}_s \geq 360$ m/s, o perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} > 50$ golpes/pie, o $\bar{s}_u > 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ).
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos con velocidad medida de onda de cortante $\bar{v}_s$ en el intervalo $360$ m/s $> \bar{v}_s \geq 180$ m/s, o perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N}$ en el intervalo 50

INVIAS-06-11-2014

	golpes/pie $> \bar{N} \geq 15$ golpes/pie, o $\bar{s}_u$ en el intervalo $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) $> \bar{s}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> ).
<b>E</b>	Perfil de suelo con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s < 180$ m/s, o perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} < 15$ golpes/pie, o $\bar{s}_u < 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> ), o cualquier perfil con $H > 3$ m de arcilla blanda, definida como un suelo con $IP > 20$ , $w > 40\%$ y $\bar{s}_u < 25$ kPa ( $\approx 0.25$ kgf/cm <sup>2</sup> ) (véase la Nota al final de la Tabla).
<b>F</b>	Suelos que requieren evaluación particular de sitio, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</li> <li>Turbas o arcillas altamente orgánicas (<math>H &gt; 3</math> m de turba o arcillas altamente orgánicas donde <math>H</math> = espesor del suelo)</li> <li>Arcillas de alta plasticidad (<math>H &gt; 7.5</math> m con <math>IP &gt; 75</math>)</li> <li>Estratos de arcillas con rigidez de media a blanda de gran espesor (<math>H &gt; 36</math> m)</li> </ul>

**Nota:** Esta tabla corresponde en forma idéntica a la Tabla A.2.4-1 del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, con la única excepción que en la definición de los perfiles Tipo E con espesores mayores de 3 m el límite para la resistencia al corte no drenado,  $\bar{s}_u$ , el valor límite es  $50$  kPa ( $\approx 0.5$  kgf/cm<sup>2</sup>) en el Reglamento NSR-10.



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

## "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**Excepciones:** Donde no se conozcan con suficiente detalle las propiedades del suelo para determinar el tipo de perfil de suelo, debe acometerse una investigación geotécnica del sitio con un alcance suficiente para determinar el tipo de perfil de suelo. No deben suponerse tipos de perfil de suelo E o F, a menos que la entidad contratante de los estudios y construcción del puente determine que los tipos E o F pueden estar presentes en el sitio o en el evento en el que así se establezca por medio de datos geotécnicos.

Donde:

- $\bar{V}_s$  = velocidad promedio de la onda de cortante para los 30 m superiores del perfil de suelo
- $\bar{N}$  = número de golpes promedio del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) en golpes/pie, (Norma ASTM D1586) para los 30 m superiores del perfil de suelo
- $\bar{s}_u$  = resistencia promedio al cortante no drenado para los 30 m superiores del perfil de suelo en MPa [Norma NTC 1527 (ASTM D2166) o la norma NTC 2041 (ASTM D2850)]
- $IP$  = índice de plasticidad (Norma ASTM D4318)
- $w$  = contenido de humedad (Norma ASTM D2216)

### 3.10.4 — Caracterización de la Amenaza Sísmica

**3.10.4.1 — Espectro de Diseño** — Debe utilizarse el espectro de diseño con cinco por ciento de amortiguamiento como se especifica en la Figura 3.10.4.1-1. Este espectro debe calcularse usando los valores obtenidos de los mapas para los coeficientes  $PGA$ ,  $S_S$  y  $S_1$ , presentados en las Figuras 3.10.2.1-1 a 3.10.2.1-3, escalados por los factores de sitio del periodo cero, del intervalo corto de periodos, y del intervalo de periodos largos,  $PGA$ ,  $S_S$  y  $S_1$ , respectivamente.



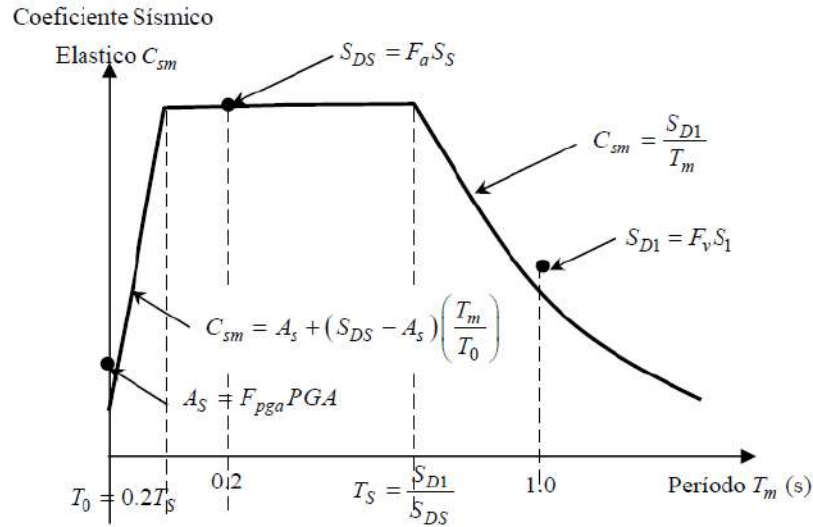


Figura 3.10.4.1-1 — Espectro de aceleraciones de diseño para 5% de amortiguamiento

### 3.10.4.2 — Coeficiente Elástico de Respuesta Sísmica

— Para periodos iguales o menores que  $T_0$ , el coeficiente sísmico elástico para el modo de vibración  $m$ ,  $C_{sm}$ , debe ser:

$$C_{sm} = A_s + (S_{DS} - A_s) \left( \frac{T_m}{T_0} \right) \quad (3.10.4.2-1)$$

en el cual:

$$A_s = F_{pga} PGA \quad (3.10.4.2-2)$$

$$S_{DS} = F_a S_s \quad (3.10.4.2-3)$$

donde:

$PGA$  = coeficiente de aceleración pico del terreno en roca (Perfil de Suelo Tipo B)

$S_s$  = coeficiente de aceleración espectral de respuesta horizontal para un período de vibración de 0.2 segundos en roca (Perfil de Suelo Tipo B)



"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

$T_m$  = período de vibración del modo de vibración  $m$  en segundos

$T_0$  = período de vibración de referencia empleado para definir la forma espectral e igual a 0.2 segundos

$T_S$  = período de vibración que define el punto en el cual el espectro de aceleraciones cambia de la zona donde es independiente del período a ser inversamente proporcional al período  $= S_{D1}/S_{DS}$ , en segundos

Para periodos mayores o iguales a  $T_0$  y menores o iguales a  $T_S$ , el coeficiente sísmico elástico de respuesta sísmica,  $C_{sm}$ , debe tomarse como:

Para periodos mayores o iguales a  $T_0$  y menores o iguales a  $T_S$ , el coeficiente sísmico elástico de respuesta sísmica,  $C_{sm}$ , debe tomarse como:

$$C_{sm} = S_{DS} \quad (3.10.4.2-4)$$

Para periodos mayores a  $T_S$ , el coeficiente sísmico elástico de respuesta sísmica,  $C_{sm}$ , debe tomarse como:


$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T_m} \quad (3.10.4.2-5)$$

en el cual:

$$S_{D1} = F_v S_1$$

~~(3.10.4.2-3)~~  
(ec. 3.10.4.2-6)

Nota: se revisó la versión 2012 de la norma AASHTO, y se corrige error de transcripción en la norma CCP-14

 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrados en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<p align="center"><b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b></p>		
	<p align="center">Versión: 0</p>	<p align="center">Fecha: 14/11/2021</p>	<p align="center">MEMORIA DE CALCULO</p>

donde:

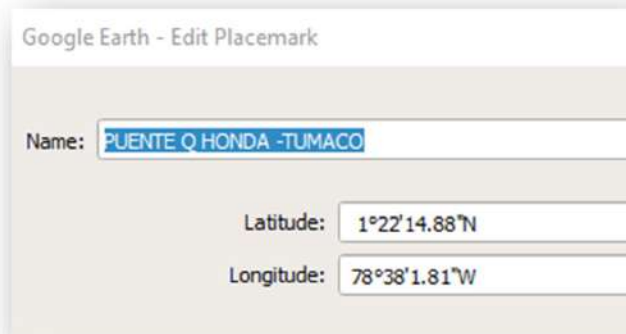
$S_1$  = coeficiente de aceleración espectral de respuesta horizontal para un período de vibración de 1.0 segundos en roca (Perfil de Suelo Tipo B)

## 11.1 PARAMETROS SISMICOS

Se muestra a detalle en:

### ***ANEXO-01-PARAMETROS SISMICOS ESPECTRO DE RESPUESTA***

#### 11.1.1 VALOR PGA



Google Earth - Edit Placemark

Name:

Latitude:

Longitude:

Se procede a ubicar las coordenadas del proyecto en la herramienta google earth.



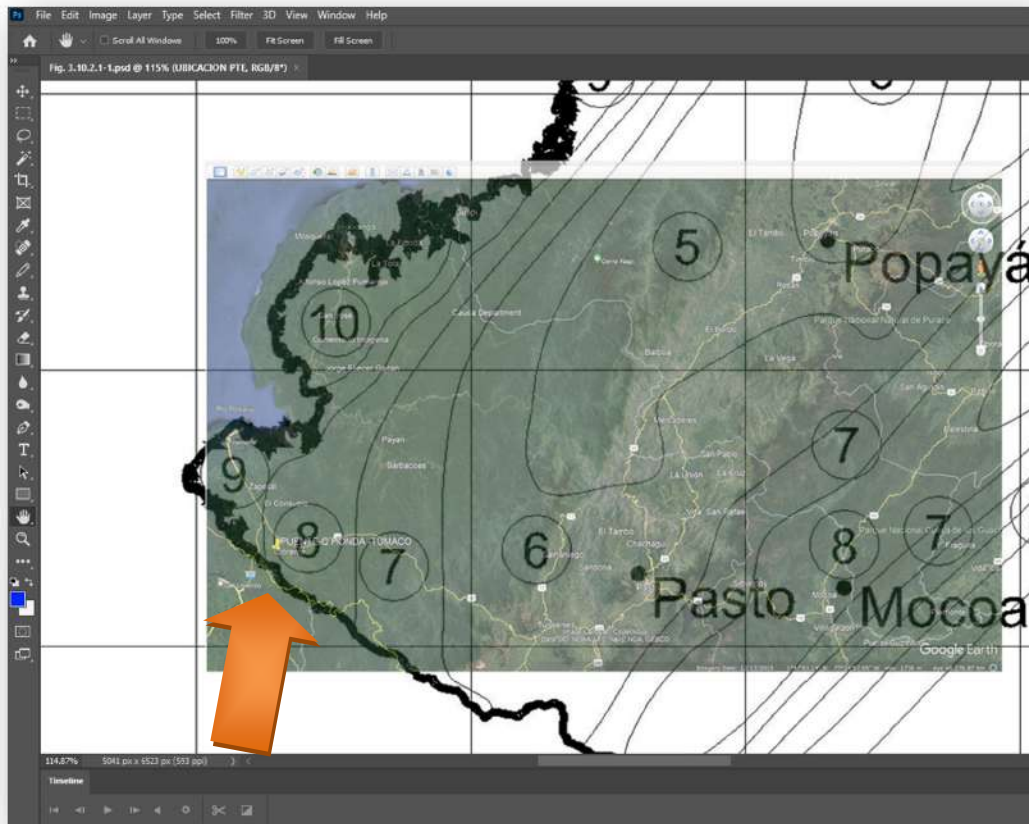
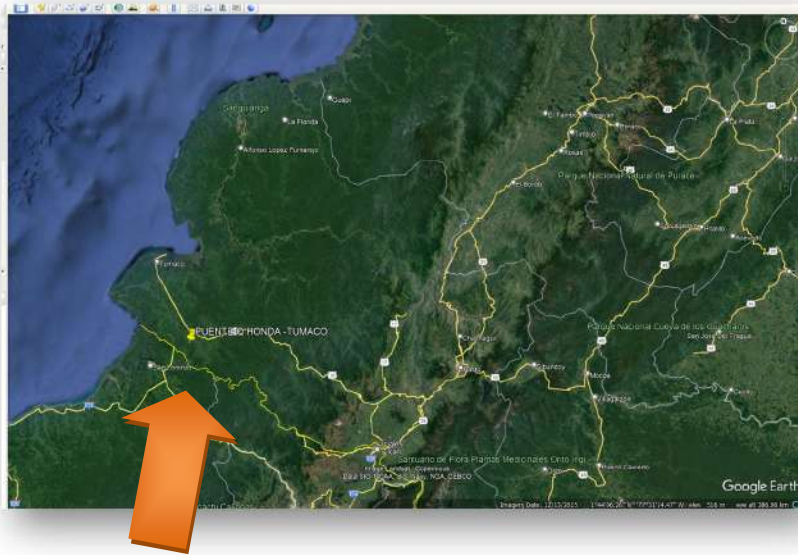
**VISION & PROYECTOS S.A.S.**  
Servicios Integrados en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionprojectosas@gmail.com

# "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO







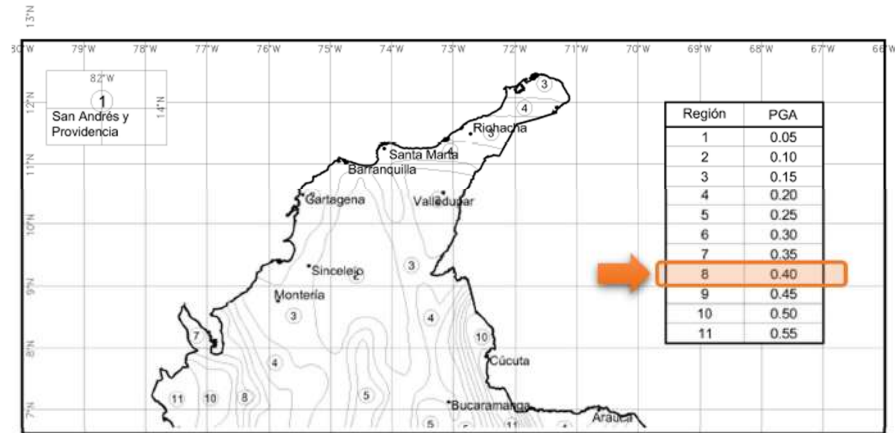
VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría y construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

# "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUEBTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO



MAPA DE VALORES PGA

Figura 3.10.2.1-1 — Aceleración Pico Horizontal del Terreno (PGA) con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad ( $g$ ).

Región	PGA
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
6	0.30
7	0.35
8	0.40
9	0.45
10	0.50
11	0.55



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrados en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

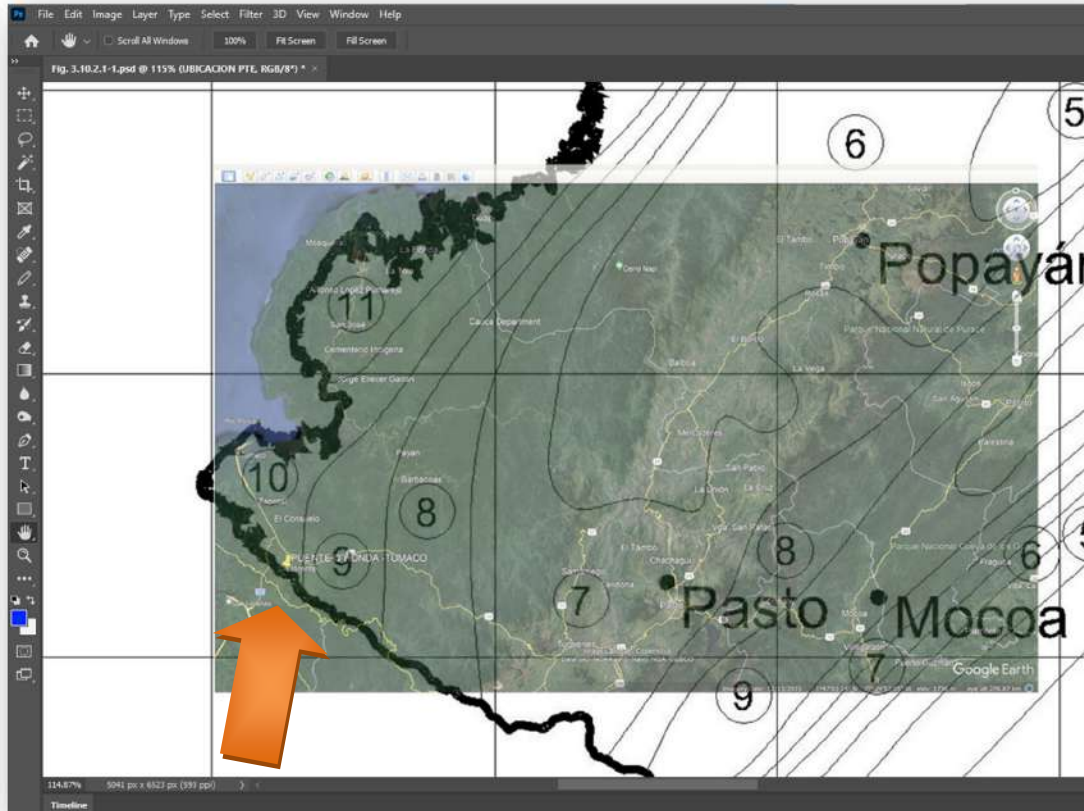
## "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

### 11.1.2 VALOR Ss





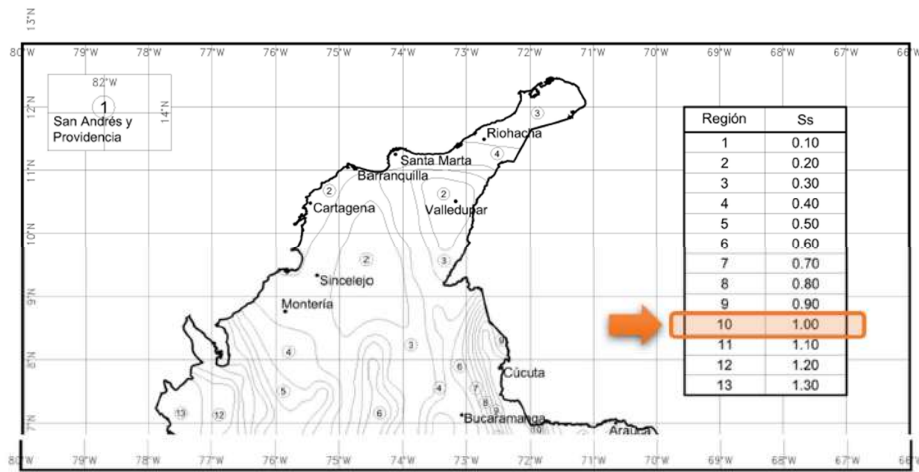
VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

# "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO



MAPA DE VALORES Ss

Figura 3.10.2.1-2 — Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un período de vibración de 0.2 segundos ( $S_s$ ) para 5% del amortiguamiento crítico y con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresado en la aceleración de la gravedad ( g ).

INVIAS-06-11-2014

Región	Ss
1	0.10
2	0.20
3	0.30
4	0.40
5	0.50
6	0.60
7	0.70
8	0.80
9	0.90
10	1.00
11	1.10
12	1.20
13	1.30



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrados en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

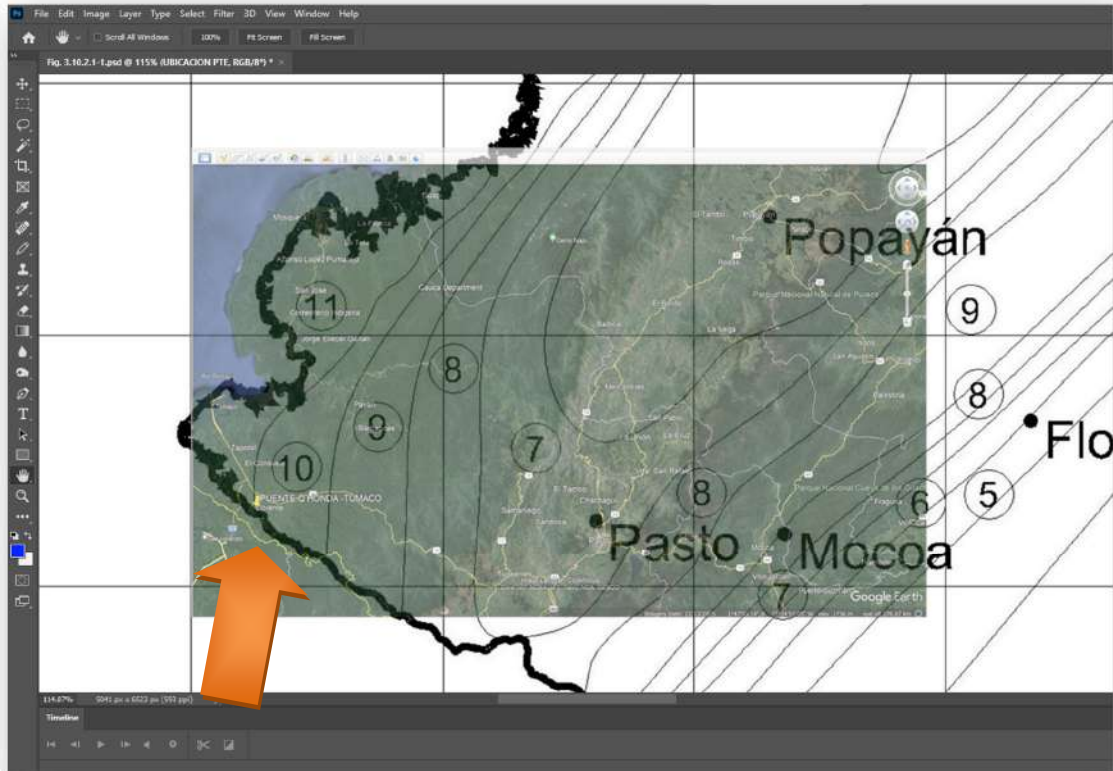
## "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

### 11.1.3 VALOR S1





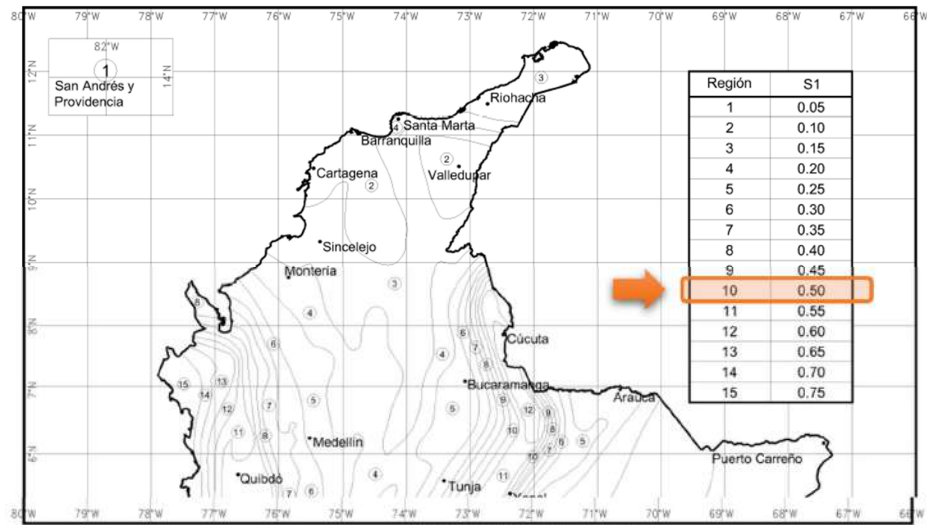
VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

# "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO



MAPA DE VALORES S1

Figura 3.10.2.1-3 — Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 1.0 segundos ( $S_1$ ) para 5% del amortiguamiento crítico y con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de período promedio de retorno) expresado en la aceleración de la gravedad ( g ).

Región	S1
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
6	0.30
7	0.35
8	0.40
9	0.45
10	0.50
11	0.55
12	0.60
13	0.65
14	0.70
15	0.75





**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUEBTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**11.1.4 VALOR Fpga**

**Tabla 3.10.3.2-1 — Valores del factor de Sitio,  $F_{pga}$ , en el  
período de vibración cero del Espectro de Aceleraciones**

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos (Véase la Nota 1)				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

**11.1.5 VALOR Fa**

**Tabla 3.10.3.2-2 — Valores del factor de Sitio,  $F_a$ , en el  
intervalo de períodos de vibración cortos del Espectro de Aceleraciones**

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de 0.2s (Véase la Nota 1)				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

**Notas:**

1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de  $S_s$
2. Para el perfil tipo  $F$  debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUNTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**11.1.6 VALOR  $F_v$**

**Tabla 3.10.3.2-3 — Valores del factor de Sitio,  $F_v$ , en el  
intervalo de períodos de vibración largos del Espectro de Aceleraciones**

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de 1.0s (Véase la Nota 1)				
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

**Notas:**

1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de  $S_1$
2. Para el perfil tipo  $F$  debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrados en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**EFFECTOS SÍSMICOS: EQ ART. 3.10, CCP-14**

Lugar: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE  
VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Perfil del suelo: Tipo D

Clasificación operacional: OTROS PUENTES

$$PGA := 0.40 \quad (\text{Fig. 3.10.2.1-1, CCP-14})$$

$$S_S := 1.00 \quad (\text{Fig. 3.10.2.1-2, CCP-14})$$

$$S_1 := 0.50 \quad (\text{Fig. 3.10.2.1-3, CCP-14})$$

$$F_{pga} := 1.1 \quad (\text{Tabla 3.10.3.2-1, CCP-14})$$

$$F_a := 1.1 \quad (\text{Tabla 3.10.3.2-2, CCP-14})$$

$$F_v := 1.5 \quad (\text{Tabla 3.10.3.2-3, CCP-14})$$

$$A_S := F_{pga} \cdot PGA = 0.44 \quad (\text{ec. 3.10.4.2-2})$$

$$S_{DS} := F_a \cdot S_S = 1.1 \quad (\text{ec. 3.10.4.2-3})$$

$$C_{sm} := S_{DS} = 1.1 \quad (\text{ec. 3.10.4.2-4})$$

$$S_{D1} := F_v \cdot S_1 = 0.75 \quad (\text{ec. 3.10.4.2-6})$$



### 11.1.7 ZONA DE DESEMPEÑO SISMICO

**Tabla 3.10.6-1 — Zonas de Desempeño Sísmico**

Coeficiente de aceleración espectral $S_{D1}$	Zona de Desempeño Sísmico
$S_{D1} \leq 0.15$	1
$0.15 < S_{D1} \leq 0.30$	2
$0.30 < S_{D1} \leq 0.50$	3
$0.50 < S_{D1}$	4

### 11.1.8 FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA

#### 3.10.7 — Factores de Modificación de Respuesta

**3.10.7.1 — General** — Con el fin de aplicar los factores de modificación de respuesta,  $R$ , que se especifican aquí, los detalles estructurales deben satisfacer las disposiciones de 5.10.2.2, 5.10.11, y 5.13.4.6.



VISION & PROYECTOS S.A.S.  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

Las fuerzas sísmicas de diseño para subestructuras y las conexiones entre partes de la estructura, enumeradas en la Tabla 3.10.7.1-2, cumpliendo con las excepciones que se anotan aquí, deben determinarse dividiendo las fuerzas que resulten del análisis elástico del puente por el factor de modificación de respuesta apropiado,  $R$ , como se define en las Tablas 3.10.7.1-1 y 3.10.7.1-2, respectivamente.

Como alternativa al uso de los factores  $R$ , especificados para conexiones en la Tabla 3.10.7.1-2, puede diseñarse juntas monolíticas entre elementos estructurales y/o estructuras, tales como la conexión columna-cimentación, para transmitir las fuerzas máximas que pueden desarrollarse en la plastificación inelástica de la columna o de pórticos con varias columnas como se especifica en 3.10.9.4.3.

Tabla 3.10.7.1-1 — Factores de Modificación de Respuesta — Subestructuras

Subestructura	Categoría Operacional		
	Crítica	Esencial	Otra
Pilares tipo muro-dimensión mayor	1.5	1.5	2.0
Pórticos de concreto reforzado			
• Pilas verticales únicamente	1.5	2.0	3.0
• Con pilas inclinadas	1.5	1.5	2.0
Columnas solas	1.5	2.0	3.0
Pórticos de acero o compuestos hacer/concreto			
• Pilas verticales únicamente	1.5	3.5	5.0
• Con pilas inclinadas	1.5	2.0	3.0
Pórticos con múltiples columnas	1.5	3.5	5.0



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

**Tabla 3.10.7.1-2 — Factores de Modificación de respuesta — Conexiones**


Conexión	Todas las categorías Operacionales
Superestructura a estribo	0.8
Juntas de expansión en un vano de la superestructura	0.8
Columnas, pilares, o pilas a la viga o la superestructura	1.0
Columnas o pilares a la cimentación	1.0

**3.10.7.2 — Aplicación** — Debe suponerse que las fuerzas sísmicas actúan en cualquier dirección horizontal.

Debe usarse el factor  $R$  apropiado en ambas direcciones ortogonales de la subestructura.

Un pilar de concreto tipo muro puede analizarse como una columna sola en la dirección débil si se satisfacen todas las disposiciones para columnas, como se especifican en la Sección 5.

**3.10.8 — Combinación de los efectos de las fuerzas sísmicas** — Las fuerzas sísmicas elásticas resultantes del análisis en dos direcciones perpendiculares en cada uno de las direcciones principales del componente deben combinarse para formar los dos casos de carga siguientes:

 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<p align="center"><b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b></p>		
	<p align="center">Versión: 0</p>	<p align="center">Fecha: 14/11/2021</p>	<p align="center">MEMORIA DE CALCULO</p>

- 100 por ciento de los valores absolutos de las fuerzas en una de las direcciones perpendiculares combinados con el 30 por ciento de los valores absolutos de las fuerzas en la segunda dirección perpendicular, y
- 100 por ciento de los valores absolutos de las fuerzas en la segunda dirección perpendicular combinados con el 30 por ciento de los valores absolutos de las fuerzas en la primera dirección perpendicular.

## 11.2 ESPECTRO DE RESPUESTA

Clasificación operacional: Otros puentes art. 3.10.5

Zona de desempeño sísmico: 3 (Tabla 3.10.6-1)

$R := 2$

Factores de modificación de respuesta Subestructuras art. 3.10.7-Tabla 3.10.7.1-1

$$T_S := \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.682$$

$$T_0 := 0.20 \cdot T_S = 0.136$$



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO


Tabla de Valores			Tabla de Valores		
Espectro de Diseño			Espectro de Diseño		
Tm	Csm	Csm/R	Tm	Csm	Csm/R
0.00	0.4400	0.2200	1.60	0.4688	0.2344
0.10	0.9240	0.4620	1.70	0.4412	0.2206
0.20	1.1000	0.5500	1.80	0.4167	0.2083
0.30	1.1000	0.5500	1.90	0.3947	0.1974
0.40	1.1000	0.5500	2.00	0.3750	0.1875
0.50	1.1000	0.5500	2.10	0.3571	0.1786
0.60	1.1000	0.5500	2.20	0.3409	0.1705
0.70	1.0714	0.5357	2.30	0.3261	0.1630
0.80	0.9375	0.4688	2.40	0.3125	0.1563
0.90	0.8333	0.4167	2.50	0.3000	0.1500
1.00	0.7500	0.3750	2.60	0.2885	0.1442
1.10	0.6818	0.3409	2.70	0.2778	0.1389
1.20	0.6250	0.3125	2.80	0.2679	0.1339
1.30	0.5769	0.2885	2.90	0.2586	0.1293
1.40	0.5357	0.2679	3.00	0.2500	0.1250
1.50	0.5000	0.2500			

### 11.3 CÁLCULO DE LAS FUERZAS DE DISEÑO (ART. 3.10.9)

3.10.9.1 — Generalidades — Para puentes de una sola luz, independientemente de la zona sísmica, la fuerza mínima de conexión de diseño en la dirección restringida entre la superestructura y la subestructura no debe ser menor que el producto del coeficiente de aceleración,  $A_s$ , especificado en la Ec. 3.10.4.2-2, y las cargas permanentes aferentes.

Las longitudes mínimas en los apoyos de los puentes con varias luces deben cumplir con 4.7.4.4 o con Unidades de Transmisión de Impacto (STU), y deben proveerse con amortiguadores.



 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

### 3.10.9.4 — Zonas Sísmicas 3 y 4

**3.10.9.4.1 — Generalidades** — Las estructuras localizadas en las Zonas 3 y 4 deben analizarse de acuerdo con los requisitos mínimos especificados en 4.7.4.1 y 4.7.4.3. Las fuerzas de diseño de cada componente' deben ser las menores de las determinadas usando:

- Las disposiciones de 3.10.9.4.2; o
- Las disposiciones de 3.10.9.4.3,


para todos los componentes de una columna o pórtico, sus cimentaciones y sus conexiones.

**3.10.9.4.2 — Fuerzas de Diseño Modificadas** — Las fuerzas de diseño modificadas deben determinarse como se especifica en 3.10.9.3, excepto que el factor  $R$  de las cimentaciones debe ser la unidad (1.0).

Se aplica, 3.10.9.4.3b — **Columnas y pilas solas** — Las fuerzas para los dos ejes principales de la columna deben determinarse en la dirección débil de la pila o del pórtico así:

- Paso 1 — Se determina la sobre-resistencia a momento de la columna. Se usa un factor de resistencia,  $\phi$  de 1.3 para columnas de concreto reforzado y de 1.25 para columnas de acero estructural. Para ambos materiales, debe determinarse la carga axial aplicada a la columna usando la Combinación de Carga de Evento Extremo 1, con la carga elástica axial máxima en la columna obtenida de las fuerzas sísmicas determinadas de acuerdo con 3.10.8 tomadas como EQ.
- Paso 2 — Se calcula la fuerza cortante correspondiente usando el momento correspondiente a la sobre-resistencia de la columna. Para columnas con ensanches en su parte superior [flared columns], estos cálculos deben realizarse usando la sobrerresistencia arriba y abajo del ensanche en conjunto con la altura apropiada de la columna. Si la cimentación de la columna está significativamente por debajo del nivel del terreno, debe considerarse la posibilidad de que la articulación



 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría y construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

plástica se forme por encima de la cimentación. Si esto puede ocurrir, la longitud de la columna entre rótulas plásticas debe usarse para calcular la fuerza cortante de la columna.

Las fuerzas que corresponden a la articulación de una sola columna son:

- Fuerzas axiales — Las determinadas usando la Combinación de Carga de Evento Extremo 1, con la carga sísmica axial máxima y la mínima no reducidas de 3.10.8 tomadas como EQ.
- Momentos — Los calculados en el Paso 1.
- Fuerza cortante — La calculada en el Paso 2.

También se aplican:


- 3.10.9.4.3e — Fuerzas de Diseño de Pilares
- 3.10.9.4.3f — Fuerzas de Diseño de la Cimentación

## 11.4 ANALISIS DE FUERZAS SISMICAS SEGUN ART. 4.7.4, CCP-14

**4.7.4.1 — General** — Los requisitos mínimos de análisis de efectos sísmicos deben ser los que se especifican en la Tabla 4.7.4.3.1-1.

Para los métodos de análisis modal, especificados en los Artículos 4.7.4.3.2 y 4.7.4.3.3, se debe usar el espectro de diseño de respuesta especificado en la Figura 3.10.4.1-1 y en las Ecs. 3.10.4.2-1, 3.10.4.2-3, y 3.10.4.2-4.

Los puentes en la Zona Sísmica 1 no necesitan ser analizados para fuerzas sísmicas, independientemente de su clasificación operacional y su geometría. Sin embargo, se deben aplicar los requisitos mínimos especificados en los Artículos 4.7.4.4 y 3.10.9.

 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrados en Consultoría y construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

**¡¡El puente cumple con los criterios para puentes REGULARES!!**  
**El puente es de una sola luz y no requiere análisis sísmico, sin embargo, para el diseño de los estribos se tiene en cuenta el efecto sísmico sobre el relleno y el muro.**

El puente cumple con los criterios para puentes REGUALRES

**Tabla 4.7.4.3.1-1 — Requisitos mínimos de análisis para efectos sísmicos**

Zona	Puentes de	Puentes de múltiples luces					
Sismica	una sólo luz	Otros puentes		Puentes esenciales		Puentes críticos	
		regular	irregular	regular	irregular	regular	irregular
1	No se requiere análisis sísmico	*	*	*	*	*	*
2		SM/UL	SM	SM/UL	MM	MM	MM
3		SM/UL	MM	MM	MM	MM	TH
4		SM/UL	MM	MM	MM	MM	TH


De la tabla 4.7.4.3.1-1, se define el método de análisis UNIMODAL, para aplicarlo se remite al artículo 4.7.4.3.2 **Métodos de análisis unimodal:**

#### 4.7.4.3.2 — Métodos de análisis unimodal

**4.7.4.3.2a — General** — Cualquiera de los dos métodos de análisis unimodales especificados aquí se puede usar según sea apropiado.

Los dos métodos permitidos para esta modalidad son:

- Artículo 4.7.4.3.2b — Método espectral unimodal
- Artículo 4.7.4.3.2c — Método de la fuerza uniforme

 <p>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S. Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

#### 11.4.1 Método de la fuerza uniforme:

**4.7.4.3.2c — Método de la fuerza uniforme** — El método de la fuerza uniforme se debe basar en el modo fundamental de vibración en la dirección longitudinal o transversal de la estructura básica. El periodo de este modo de vibración se debe tomar como el de un oscilador masa-resorte equivalente. La rigidez de este resorte equivalente se debe calcular usando el desplazamiento máximo que ocurre cuando se le aplica al puente una fuerza lateral arbitraria uniforme. El coeficiente de respuesta sísmica elástica,  $C_{sm}$ , especificado en el Artículo 3.10.4.2 se debe usar para calcular la fuerza sísmica uniforme equivalente a partir de la cual se calculan las fuerzas internas.

C4.7.4.3.2c — El método de la fuerza uniforme, descrito en los siguientes pasos, se puede usar tanto para movimiento sísmico transversal como longitudinal. Es esencialmente un método de análisis estático equivalente que usa una fuerza lateral uniforme para aproximar los efectos de las fuerzas sísmicas. El método es adecuado para puentes regulares que responden principalmente en su modo fundamental de vibración. Aunque todos los desplazamientos y la mayoría de las fuerzas en los elementos se calculan con buena precisión, el método es conocido por sobreestimar los cortantes transversales en los estribos por hasta el 100 por ciento. Si dicha tendencia conservadora resulta indeseable, entonces se recomienda el método del análisis espectral de un solo modo especificado en el Artículo 4.7.4.3.2b.

A continuación, los pasos prescritos en 4.7.4.3.2c:



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

- Calcule los desplazamientos estáticos  $v_s(x)$  debido a la fuerza uniforme supuesta  $p_o$ , como se muestra en la Figura C4.7.4.3.2b-1. La fuerza uniforme  $p_o$  se aplica sobre la longitud del puente; tiene unidades de fuerza por unidad de longitud y se puede establecer arbitrariamente igual a 1.0. El desplazamiento estático  $v_s(x)$  tiene unidades de longitud.

- Calcule la rigidez lateral del puente,  $K$ , y el peso total,  $W$ , mediante las siguientes expresiones:

$$K = \frac{p_o L}{v_{s,MAX}} \quad (C4.7.4.3.2c-1)$$

$$W = \int w(x) dx \quad (C4.7.4.3.2c-2)$$

$L$  = longitud total del puente (mm)  
 $v_{s,MAX}$  = máximo valor de  $v_s(x)$  (mm)  
 $w(x)$  = carga permanente de peso propio nominal no mayorada de la superestructura e infraestructura tributaria del puente (N/mm)

El peso debe tener en cuenta los elementos estructurales y otras cargas relevantes incluyendo, pero no limitándose a, cabezales de pilotes, estribos, columnas, y zapatas. Se pueden incluir otras cargas, tales como cargas vivas. Generalmente, el efecto inercial de la carga viva no se incluyen en el análisis; sin embargo, cuando se diseñen puentes con una relación alta entre carga viva y carga permanente de peso propio que estén localizados en áreas metropolitanas donde son probables las congestiones de tráfico, se debe considerar la probabilidad de que una carga grande esté en el puente durante un sismo.



**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

- Calcule el periodo del puente,  $T_m$ , usando la expresión:

$$T_m = \frac{2\pi}{31.623} \sqrt{\frac{W}{gK}} \quad (\text{C4.7.4.3.2c-3})$$

donde:

$g$  = aceleración de la gravedad ( $\text{m/s}^2$ )

- Calcule la fuerza sísmica estática equivalente  $p_e$  con la expresión:

$$p_e = \frac{C_{sm}W}{L} \quad (\text{C4.7.4.3.2c-4})$$

donde:


$C_{sm}$  = coeficiente de respuesta sísmica elástica adimensional dado por la Ecs. 3.10.4.2-1, 3.10.4.2-4, o 3.10.4.2-5

$p_e$  = fuerza sísmica estática uniforme equivalente por unidad de longitud del puente aplicada para representar el modo fundamental de vibración (N/mm)

- Calcule los desplazamientos y las fuerzas en los miembros a usar en el diseño aplicando  $p_e$  a la estructura y realizando un segundo análisis estático o escalando los resultados del primer paso ya mencionado por el valor  $p_e/p_o$ .

La nota de cálculo se muestra a detalle en:

**ANEXO-09-ANALISIS DE CARGA DEBIDA AL SISMO**

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b>          Servicios Integrales en Consultoría construcción          de Obras Civiles          Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR          SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

## 12 CALCULO CARGA DE VIENTO

La fuerza horizontal debida a la acción del viento es mínima. De acuerdo con el artículo 3.8.1.2.2, de la CCP-14, para puentes usuales de viga y losa con luz inferior a 38 m, y altura máxima sobre el nivel del terreno de 10m, se puede emplear una carga horizontal de viento igual a 0.58 kPa (59.14 kgf/m<sup>2</sup>).

En estas condiciones en alzado se tiene:

$$L = 32\text{m}, H = (1.60+0.22+0.87)\text{m} = 2.69\text{m}$$

$$W_s = 32\text{m} * 2.70\text{m} * 59.14\text{kgf/m}^2 = 5.1 \text{ ton}, \text{ Carga lateral}$$

$$W_s = 2.70\text{m} * 59.14\text{kgf/m}^2 = 0.16 \text{ ton/m}, \text{ Carga Lateral}$$

Si se supone que el viento influye verticalmente sobre el área horizontal del tablero:

$$= 59.1 * 32 * 11.56 / 1000 = 22 \text{ ton (para todo el tablero) y la mitad para cada estribo.}$$

### 12.1 PRESION DEL VIENTO SOBRE VEHICULOS (WL)

Según 3.8.1.3 de la CCP-14, las cargas de viento de diseño deben aplicarse a la estructura y a los vehículos, cuando éstos están presentes. La presión de viento sobre los vehículos debe representarse por una fuerza móvil interrumpible de 1.46 kN/m actuando perpendicularmente a 1800 mm por encima de la calzada y debe transmitirse a la estructura.

$$WL = 1.46 \text{ KN/m} = 0.15 \text{ ton/m}$$

## 13 ANALISIS DE CARGA MUERTA

Se presenta a detalle nota de cálculo en:


### ***ANEXO-02-ANALISIS DE CARGA MUERTA EN LA SUPER ESTRUCTURA***

## 14 ANALISIS DE CARGA VIVA

Se presenta a detalle nota de cálculo en:

### ***ANEXO-04-ANALISIS DE CARGA VIVA SOBRE VIGAS MODELO SIMPLEMENTE APOYADO***



 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b>          Servicios Integrales en Consultoría construcción          de Obras Civiles          Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR          SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

## 15 FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA VIVA

Se presenta a detalle nota de cálculo en:

### ***ANEXO-03-FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA VIVA***

## 16 DISEÑO LOSA DEL TABLERO

Se presenta a detalle nota de cálculo en: ***ANEXO-05-diseño TABLERO***


## 17 DISEÑO DE LAS VIGAS POR RESISTENCIA

Se presenta a detalle nota de cálculo en: ***ANEXO-09-diseño vigas***

### 17.1 ESTADOS LIMITE

Se verificarán las vigas para los siguientes estados límite:

- **Resistencia I**: Se verificará la resistencia a la flexión y al corte de las vigas.
- **Servicio I**: En primer lugar, se hallarán las deflexiones en las vigas debido a las cargas muertas, y se indicará la contraflecha que se le deba proporcionar a las vigas durante su fabricación para compensar dichas deflexiones, tal como se indica en el artículo 6.7.2. de las especificaciones de la CCP-14. En segundo lugar, se verificará que las deflexiones debido a las cargas vivas no excedan el límite especificado por el artículo 2.5.2.6.2. de las especificaciones de la CCP-14.
- **Servicio II**: Se verificará que los esfuerzos en las vigas cumplan con los límites especificados en el artículo 6.10.4.2. de las especificaciones de la CCP-14, para controlar la fluencia de las vigas bajo cargas de servicio.

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b> Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

Los modificadores de carga para el diseño de las vigas serán:

$$n_D = 1, n_R = 1, n_I = 1$$

### **17.2 ANCHO EFECTIVO DE LA LOSA DE CONCRETO, $b_e$**

Dado que la viga trabajará en acción compuesta con la losa de concreto (viga tipo t), se tomará el ancho efectivo de la losa de acuerdo con lo indicado en el artículo 4.6.2.6 de las especificaciones de la CCP-14. Se entiende por ancho efectivo a aquel en el que los esfuerzos de compresión aplicados a la losa se pueden suponer constantes y den la misma resultante que la distribución real no uniforme de esfuerzos. La CCP-14 especifica que el ancho efectivo "be" puede tomarse igual al ancho tributario b, es decir como la mitad de la distancia a la siguiente viga a cada lado de la viga, o como la mitad de la distancia a la viga siguiente más el ancho del volado. En nuestro caso:

El cálculo se muestra a detalle en: **ANEXO-09-DISEÑO VIGAS**

### **17.3 ANÁLISIS DE LA CARGA VIVA VEHICULAR**

Para calcular la distribución de la carga viva entre las distintas vigas del puente, la CCP-14 propone distintos factores de distribución. Estos factores dependen del tipo de puente a analizar, del número de vías cargadas, y de la ubicación de la viga considerada (interior o exterior). Los factores de distribución, "g", representan la fracción de línea de carga que tomará una viga. Excepto si se utiliza la ley de momentos, no se deberán utilizar los factores de modificación de presencia múltiple, dado que estos factores ya son tomados en cuenta en las fórmulas.

Se presenta a detalle nota de cálculo en:

**ANEXO-03-FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA VIVA**

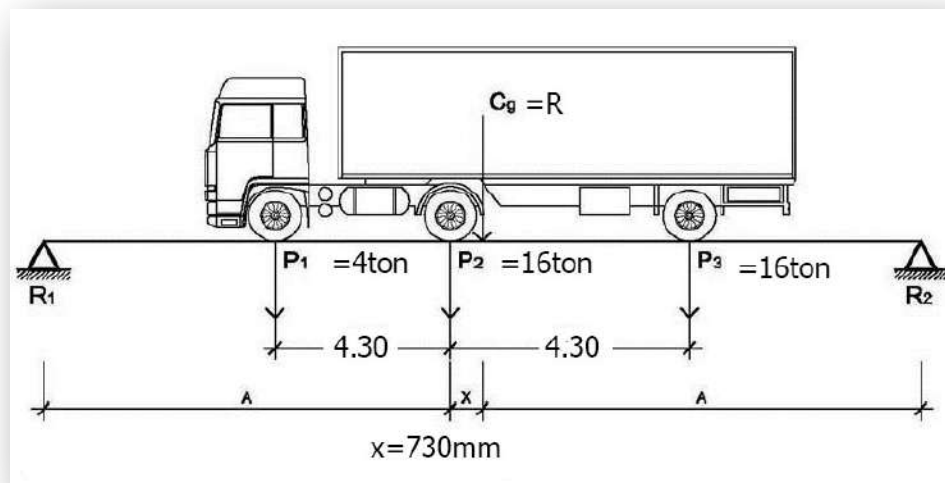
Se presenta a detalle nota de cálculo en:

**ANEXO-04-ANALISIS DE CARGA VIVA SOBRE  
VIGAS MODELO SIMPLEMENTE APOYADO**

## 17.4 MOMENTO DEBIDO A LA CARGA VIVA VEHICULAR

En primer lugar, hallamos el momento máximo producido por un carril de diseño cargado. Consideraremos las cargas producidas por el camión de diseño con todos sus ejes separados 4.3 m, dado que éste produce el caso más desfavorable.

Dado que se trata de un tramo simplemente apoyado, para hallar el máximo momento producido por un camión de diseño debemos hallar la ubicación de la resultante, y situar el punto medio entre la resultante y la rueda más cercana en el centro de la luz del puente, tal como se muestra en la siguiente figura.



Ubicación longitudinal del eje para máximo momento.


Se muestra detalle de cálculos de las vigas en:

### **ANEXO-04-ANALISIS DE CARGA VIVA SOBRE VIGAS MODELO SIMPLEMENTE APOYADO**

## 18 DISEÑO DE LAS VIGAS POR ESTADOS LIMITE DE SERVICIO

### 18.1 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO I PARA CÁLCULO DE DEFLEXIONES

Se analizarán las deflexiones en las vigas debido a las cargas permanentes y a las cargas vivas. Para las deflexiones debido a cargas permanentes, se especificará la contraflecha que deberá tener la viga para contrarrestar dichas deflexiones. Para las

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b> Servicios Integrales en Consultoría construcción de Obras Civiles Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

deflexiones debido a las cargas vivas, se verificará que su valor no exceda el límite especificado por la CCP-14.

## **18.2 DEFLEXIONES DEBIDO A LA CARGA PERMANENTE**

A partir de las características de la sección calculamos:

Deflexión debido al peso propio:

Deflexión debido al peso de la losa:

## **18.3 DEFLEXIONES PARA CÁLCULO CONTRA FLECHA**

De acuerdo con 5.7.3.6 para el cálculo de las deflexiones por carga viva y contraflechas, se debe considerar la carga muerta, la carga viva, el preesfuerzo, las cargas de montaje, el flujo plástico, y la retracción del concreto y la relajación del acero.


El cálculo de la contraflecha se muestra a detalle en:

### ***ANEXO-10-CALCULO CONTRAFLECHA***

#### **1.1 DEFLEXIONES DEBIDO A LA CARGA VIVA.**

El artículo 2.5.2.6.2. de las especificaciones de la CCP-14 establece que, para hallar la máxima deflexión absoluta del puente, debemos considerar que todas las vías están cargadas y que todas las vigas se deflectarán por igual. Esto equivale a decir que debe considerarse un factor de distribución igual al número de vías dividido entre el número de vigas. Dado que contamos con 2 vías y 3 vigas, tomaremos un factor de distribución de 0.67 carriles de diseño. Multiplicaremos además estas cargas por 1.33 para tener en cuenta los efectos dinámicos.

El artículo 3.6.1.3.2. de la CCP-14 establece que, para el cálculo de deflexiones debido a carga viva, deberá considerarse únicamente la deflexión debida a la carga del camión, o el 25% de la carga del camión más la carga distribuida del carril de diseño. la cual se verifica con la relación  $L/800$

 <p><b>VISION &amp; PROYECTOS S.A.S.</b>          Servicios Integrales en Consultoría construcción          de Obras Civiles          Email: visionyproyectosas@gmail.com</p>	<b>"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR          SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"</b>		
	Versión: 0	Fecha: 14/11/2021	MEMORIA DE CALCULO

La nota de cálculo completa se presenta en:

***ANEXO-11-DEFLEXION VIGAS VIGAS***

**19 DISEÑO SUB ESTRUCTURA**

La nota de cálculo completa se presenta en:

- ANEXO-06-DISEÑO SISTEMAS DE APOYO ELASTOMERICOS (NEOPRENOS)
- ANEXO-07-DISEÑO ESTRIBOS
- ANEXO-08-DISEÑO MUROS DE CONTENCIÓN RELLENO ACCESOS



**VISION & PROYECTOS S.A.S.**  
Servicios Integrales en Consultoría construcción  
de Obras Civiles  
Email: visionyproyectosas@gmail.com

**"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR  
SOBRE LA QUEBRADA LA HONDA TUMACO – NARIÑO"**

Versión: 0

Fecha:  
14/11/2021

MEMORIA DE CALCULO

## **ANEXOS**