

**LIBRO:** PRY. PROYECTO  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 6. PROYECTO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS  
**TÍTULO:** 01. Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares  
**CAPÍTULO:** 006. Combinaciones de Cargas

## **A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los criterios generales para definir las combinaciones de cargas a que se refiere el Párrafo E.4.1.2. de la Norma N-PRY-CAR-6-01-001, *Ejecución de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares*, que se utilicen en la ejecución del anteproyecto o del proyecto de un puente o estructura similar, que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

## **B. DEFINICIÓN**

Las combinaciones de cargas para diseño, son el conjunto de cargas permanentes, variables y eventuales, determinadas conforme a lo indicado en las Normas N-PRY-CAR-6-01-003, *Cargas y Acciones*, N-PRY-CAR-6-01-004, *Viento* y N-PRY-CAR-6-01-005, *Sismo*, y que se agrupan dependiendo de la probabilidad de su ocurrencia simultánea en cada elemento de la estructura. Para cada caso específico y dependiendo de sus circunstancias particulares, se seleccionan los grupos de cargas aplicables para diseñar cada elemento, según la condición más desfavorable, considerando un incremento en los esfuerzos admisibles básicos para cada grupo cuando se utiliza el método de diseño por esfuerzos de trabajo o, si se emplea el método de factores de carga, estableciendo en cada grupo los factores para obtener las cargas o acciones últimas a partir de los

valores de servicio en función de la probabilidad de su ocurrencia simultánea.

### C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables de los Títulos 03. *Diseño de Estructuras de Concreto* y-04. *Diseño de Estructuras de Acero*, de la Parte 6. *Proyecto de Puentes y Estructuras*, del Libro. PRY Proyecto, del Tema CAR. Carreteras.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares .....	N·PRY·CAR·6·01·001
Cargas y Acciones .....	N·PRY·CAR·6·01·003
Viento .....	N·PRY·CAR·6·01·004
Sismo .....	N·PRY·CAR·6·01·005

### D. GRUPOS DE CARGAS

Los elementos de la estructura o de la cimentación sobre la que se apoye, se diseñan para resistir, en condiciones de seguridad, todos los grupos de carga que sean aplicables al tipo de estructura y a las condiciones particulares del sitio en donde ésta se ubique, considerando lo siguiente:

- D.1.** Cada grupo de cargas se integra por las combinaciones de cargas permanentes, variables y eventuales que sean aplicables, es decir:

Para el grupo  $N$  :  $CP_N + CV_N + CE_N$

Donde:

$N$  = Número del grupo a considerar

$CP_N$  = Combinación de cargas permanentes para el grupo  $N$

$CV_N$  = Combinación de cargas variables para el grupo  $N$

$CE_N$  = Combinación de cargas eventuales para el grupo  $N$

Dichas combinaciones comprenden las acciones sobre la estructura debidas a las siguientes cargas:

- Combinación de cargas permanentes ( $CP_N$ ):  $\beta_{CM}CM + \beta_{ET}ET$
- Combinación de cargas variables ( $CV_N$ ):  $\beta_V(V + I) + \beta_{FC}FC$
- Combinación de cargas eventuales ( $CE_N$ ):

$$\beta_{VE}VE + \beta_{VCV}VCV + \beta_S S + \beta_{FL}FL + \beta_{ACT}(A + C + T) + \beta_{PL}PL + \beta_{SP}SP$$

Donde:

- $CM$  = Carga muerta
- $ET$  = Empuje de tierra
- $V$  = Carga viva
- $I$  = Impacto
- $FC$  = Fuerza centrífuga
- $VE$  = Viento sobre la estructura
- $VCV$  = Viento sobre la carga viva
- $S$  = Sismo
- $FL$  = Frenaje
- $A$  = Acortamiento de arcos
- $C$  = Efecto de la contracción por fraguado
- $T$  = Efecto de temperatura
- $PL$  = Empuje dinámico del agua
- $SP$  = Subpresión

$\beta_{CM}$ ,  $\beta_{ET}$ ,  $\beta_V$ ,  $\beta_{FC}$ ,  $\beta_{VE}$ ,  $\beta_{VCV}$ ,  $\beta_S$ ,  $\beta_{FL}$ ,  $\beta_{ACT}$ ,  $\beta_{PL}$  y  $\beta_{SP}$  son coeficientes que se aplican a cada una de las cargas y acciones, que consideran la probabilidad de su ocurrencia simultánea, y cuyos valores se obtienen de la Tabla 1 de esta Norma, según el grupo de carga que se considere.

- D.2.** Cuando el diseño se realice por el método de cargas de trabajo, tomando en cuenta lo establecido en las Normas de los Títulos PRY·CAR·6·03, *Diseño de Estructuras de Concreto* y PRY·CAR·6·04, *Diseño de Estructuras de Acero*, se atenderá lo siguiente:

**D.2.1.** Los esfuerzos admisibles de los elementos por diseñar, se multiplican por el factor de incremento de esfuerzos admisibles ( $F_{EA}$ ) que se muestra en la Tabla 1 de esta Norma, según el grupo de cargas considerado, salvo en los casos de los grupos *II* y *III*, en los que interviene el viento, cuando se trate de elementos estructurales o conexiones en que los elementos mecánicos de diseño sean causados exclusivamente por la acción del viento, en cuyo caso no se incrementan los esfuerzos admisibles.

**D.2.2.** En el grupo *I*, cuando se revise el diseño de la losa de la calzada bajo el supuesto de que una carga de rueda actúa sobre la banqueta a una distancia de treinta (30) centímetros de la cara del parapeto o de la guarnición del lado de la calzada, los esfuerzos admisibles se incrementan multiplicándolos por un factor de incremento de esfuerzos admisibles  $F_{EA}$  de uno coma cinco (1,5).

**D.2.3.** El valor del coeficiente  $\beta_{ET}$  es en general igual que uno (1), excepto para marcos rígidos, en los que se aplica con un valor de cero coma cinco (0,5), para aquellos elementos en que el empuje de tierras sea favorable.

**D.3.** Cuando el diseño se realice por el método de factores de carga, tomando en cuenta lo establecido en las Normas de los Títulos PRY·CAR·6·03, *Diseño de Estructuras de Concreto* y PRY·CAR·6·04, *Diseño de Estructuras de Acero*, se atenderá lo siguiente:

**D.3.1.** Cada carga y acción de las combinaciones indicadas en la Fracción D.2., se multiplica además por el factor de carga ( $\gamma$ ) que se muestra en la Tabla 1 de esta Norma, según el grupo de cargas considerado.

**D.3.2.** En el grupo *I*, para el diseño de las vigas exteriores de una calzada, se revisan dos posibles combinaciones de carga viva: la carga viva vehicular incluyendo la carga por impacto, con un factor de carga ( $\gamma$ ) de uno coma treinta (1,30) o la combinación de los efectos de la carga viva sobre la banqueta más la carga viva vehicular, incluyendo la carga por impacto,

con un factor de carga ( $\gamma$ ) de uno coma veinticinco (1,25), tomando el valor más desfavorable.

**TABLA 1.- Coeficientes y factores para cada grupo de cargas**

Grupo		Coeficiente $\beta$ para cargas:											Factor de carga $\gamma$	Factor de incremento de esfuerzos $F_{EA}$
		Permanentes		Variables		Eventuales								
		$\beta_{CM}$	$\beta_{ET}$	$\beta_V$	$\beta_{FC}$	$\beta_{VE}$	$\beta_{VCV}$	$\beta_S$	$\beta_{FL}$	$\beta_{ACT}$	$\beta_{PL}$	$\beta_{SP}$		
Cargas de trabajo	I	1	[1]	1	1	0	0	0	0	0	1	1	-	1 <sup>[2]</sup>
	II	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	-	1,25
	III	1	[1]	1	1	0,3	1	0	1	0	1	1	-	1,25
	IV	1	[1]	1	1	0	0	0	0	1 <sup>[6]</sup>	1	1	-	1,25
	V	1	1	0	0	1	0	0	0	1 <sup>[6]</sup>	1	1	-	1,4
	VI	1	[1]	1	1	0,3	1	0	1	1 <sup>[6]</sup>	1	1	-	1,4
	VII	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	-	1,33
Factores de carga	I	[3]	[1]	1,5 <sup>[4]</sup>	1	0	0	0	0	0	1	1	1,3 <sup>[5]</sup>	-
	II	[3]	[1]	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1,3	-
	III	[3]	[1]	1,2	1	0,3	1	0	1	0	1	1	1,3	-
	IV	[3]	[1]	1,2	1	0	0	0	0	1 <sup>[6]</sup>	1	1	1,25	-
	V	[3]	[1]	0	0	1	0	0	0	1 <sup>[6]</sup>	1	1	1,25	-
	VI	[3]	[1]	1,2	1	0,3	1	0	1	1 <sup>[6]</sup>	1	1	1,25	-
	VII	[3]	[1]	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1,3	-

[1] Para estos grupos de cargas, el valor de  $\beta_{ET}$  se determina conforme a lo indicado en los Incisos D.2.3., D.3.5. de esta Norma.

[2] Véase el Inciso D.2.2. de esta Norma.

[3] Para estos grupos de cargas, el valor de  $\beta_{CM}$  se determina conforme a lo indicado en el Inciso D.3.4. de esta Norma.

[4] Véase el Inciso D.3.3. de esta Norma.

[5] Véase el Inciso D.3.2. de esta Norma.

[6] El factor  $\beta_{ACT}$  incluye los efectos de variación de la temperatura ambiental y los del gradiente térmico en el seno de la superestructura.

- D.3.3.** En el grupo *I*, cuando se diseñe la losa de la calzada bajo el supuesto de que una carga de rueda actúa sobre la banqueteta a una distancia de treinta (30) centímetros de la cara del parapeto o de la guarnición del lado de la calzada, para la carga viva incluyendo la carga por impacto se aplica un coeficiente  $\beta_V$  de uno (1), en lugar del indicado en la Tabla 1 de esta Norma.
- D.3.4.** El coeficiente  $\beta_{CM}$  es de uno (1) para miembros a flexión y tensión. Para columnas sujetas a flexocompresión se analizan dos alternativas: con un coeficiente  $\beta_{CM}$  igual que uno (1) al verificar la columna para la condición de máxima carga axial y mínimo momento, y con uno de cero coma setenta y cinco (0,75) para verificar la columna en la condición de mínima carga axial y máximo momento.
- D.3.5.** Para los empujes laterales en muros de contención y en marcos rígidos, con la exclusión de alcantarillas rígidas, se tomará un coeficiente  $\beta_{ET}$  de uno coma tres (1,3), para empujes laterales de tierra en reposo, de uno coma quince (1,15); para empujes verticales de tierra y para alcantarillas rígidas de uno (1); y para alcantarillas flexibles, de uno coma cinco (1,5).

SCT

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

# SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA  
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS  
AV. COYOACÁN 1895  
COL. ACACIAS  
CIUDAD DE MÉXICO, 03240  
WWW.GOB.MX/SCT

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE  
NUEVA YORK 115, 4º PISO  
COL. NÁPOLES  
CIUDAD DE MÉXICO, 03810  
WWW.IMT.MX  
NORMAS@IMT.MX