

LIBRO: PRY. PROYECTO
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 1. ESTUDIOS
TÍTULO: 06. Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes
CAPÍTULO: 006. *Presentación del Estudio Hidráulico-Hidrológico para Puentes*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios para la presentación del estudio hidráulico-hidrológico para puentes que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios, conforme a lo establecido en la Norma N·PRY·CAR·1·06·001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*.

B. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías	N·LEG·2
Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes.....	N·PRY·CAR·1·06·001
Trabajos de Campo.....	N·PRY·CAR·1·06·002
Procesamiento de Información.....	N·PRY·CAR·1·06·003
Análisis Hidrológicos.....	N·PRY·CAR·1·06·004
Análisis Hidráulicos	N·PRY·CAR·1·06·005

C. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

En la elaboración del Informe Técnico a que se refiere el Inciso D.1.6. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, según se señala en la Fracción E.9. de la Norma N·PRY·CAR·1·06·001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, el Ingeniero o Contratista de Servicios a cuyo cargo esté la ejecución del estudio, atenderá los siguientes aspectos:

C.1. PLANOS

Los planos a que se refiere la Fracción E.3. de la Norma N·PRY·CAR·1·06·001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, se elaborarán con base en el proyecto geométrico indicado en la Fracción D.1. de la misma Norma, en la información obtenida durante el reconocimiento de campo y el levantamiento topográfico, que se señalan en las Cláusulas C. y D., respectivamente, de la Norma N·PRY·CAR·1·06·002, *Trabajos de Campo*, en su caso, de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia que se indican en el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, y conforme a los criterios que se señalan a continuación:

C.1.1. Materiales y Dibujo

Los planos de Planta General, Planta Detallada, Puentes sobre el Cauce en Estudio y Croquis de Localización, se dibujarán sobre papel albanene, herculene o bond, y los planos de Perfil de Construcción, Perfil Detallado y de Pendiente y Secciones Hidráulicas, en papel milimétrico semitransparente o bond, con las dimensiones adecuadas, según se haya establecido, en su caso, en los Términos de Referencia.

Todos los planos se dibujarán con líneas de color negro y en computadora; serán de una sola pieza sin ninguna clase de empalme y contarán con los cuadros de identificación que establezca la Secretaría.

C.1.2. Planta General

La Planta General es el plano topográfico dibujado sobre un sistema cartesiano definido por las coordenadas de las poligonales de apoyo, a escala uno a quinientos (1:500) si la mayor dimensión levantada es de menos de quinientos (500) metros. Para mayores extensiones de topografía se puede dibujar a escala uno a mil (1:1 000), uno a dos mil (1:2 000) o menor en casos de corrientes naturales que tengan un cauce muy ancho y requieran de un levantamiento topográfico más amplio. Este plano contendrá las curvas de nivel con equidistancia mínima de un (1) metro y contendrá el eje de proyecto de la carretera, indicando las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, sus referencias de trazo y los datos de las curvas horizontales; la ubicación y elevación de los bancos de nivel y monumentos; y toda la información planimétrica levantada, como construcciones, cercas, líneas eléctricas, telegráficas y telefónicas, conductos superficiales y subterráneos, vías de ferrocarril, carreteras y brechas indicando sus destinos, así como los almacenamientos de agua que se ubiquen en el área estudiada, señalando con una simbología especial el tipo de material de las construcciones o instalaciones que deban ser demolidas o removidas durante la construcción del puente. Se indicará también el norte astronómico con declinación magnética; el gasto de diseño (Q_{DI}), la traza con el terreno natural del nivel de aguas de diseño (NADI) en toda el área levantada, el sentido y el esviaje de la corriente; y las obras auxiliares que en su caso se propongan.

Para propósitos de revisión, conviene dibujar en el plano de trabajo (en borrador) que se integre a la memoria de cálculo, los datos de campo levantados para el trazo del eje de proyecto y de las poligonales de apoyo, como referencias de trazo, coordenadas de cada vértice, longitud y rumbo de las tangentes, así como el ángulo de deflexión entre ellas.

C.1.3. Planta Detallada

La Planta Detallada es el plano topográfico basado en el sistema cartesiano definido por las coordenadas de las poligonales de apoyo, cubriendo la superficie levantada

mediante las secciones topográficas según se señala en el Inciso D.4.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, y dibujado a escala uno a cien (1:100) o uno a doscientos (1:200), según sea requerido, aunque en el caso de grandes puentes se puede utilizar una escala menor. Además, se colocarán curvas de nivel con equidistancia máxima de cero coma cinco (0,5) metros y contendrá toda la información indicada en el Inciso anterior para el área cubierta.

C.1.4. Perfil de Construcción

El Perfil de Construcción es el plano topográfico que muestra el perfil del terreno natural por el eje de proyecto de la carretera, en la longitud total levantada como se indica en la Fracción D.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, dibujado a una escala horizontal de uno a dos mil (1:2 000) y vertical de uno a doscientos (1:200). Si el proyectista lo requiere, para definir la rasante definitiva del puente, el perfil se puede complementar más allá de la longitud levantada, con los datos del proyecto. Este plano, además del perfil, los cadenamientos y las elevaciones del terreno, contendrá el trazo en planta, con los datos de las curvas horizontales, su orientación y la longitud de las tangentes; la ubicación y elevación de los monumentos para referenciar el trazo, la ubicación y elevación de los bancos de nivel; el perfil de la subrasante del proyecto geométrico, sus elevaciones y las diferencias entre éstas y las del terreno natural; así como las elevaciones de los niveles de aguas de construcción (NAC) y de diseño (NADI), indicando el gasto de diseño (Q_D).

C.1.5. Perfil Detallado

El Perfil Detallado es el plano topográfico que muestra detalladamente el perfil del terreno por el eje de proyecto de la carretera en la longitud del puente, levantado como se indica en la Fracción D.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, dibujado a una escala horizontal y vertical, de uno a cien (1:100) o uno a doscientos (1:200), según convenga, aunque para grandes puentes la escala puede ser menor. Este plano contendrá los datos hidráulicos

de gasto, velocidad y esviaje de la corriente que se utilice para el diseño hidráulico del puente, y la misma información que el plano de Perfil de Construcción a excepción de los datos del proyecto de la carretera.

C.1.6. Pendiente y Secciones Hidráulicas

El plano de Pendiente y Secciones Hidráulicas integra la información fisiográfica obtenida en campo, determinando el comportamiento del flujo en el cauce estudiado. Este plano contendrá el perfil que define la pendiente geométrica o hidráulica y todas las secciones hidráulicas, levantados como se indica en las Fracciones D.5. y D.6. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, en la forma y con la información que enseguida se detalla:

C.1.6.1. Perfil que define la pendiente geométrica o hidráulica

En el plano de Pendiente y Secciones Hidráulicas, el perfil que define la pendiente geométrica o hidráulica, se dibujará en el sentido del escurrimiento, con una escala horizontal de uno a mil (1:1 000) y vertical de uno a cien (1:100). En este perfil, además de los cadenamientos y las elevaciones del terreno, se indicarán las posiciones de las secciones hidráulicas y del sitio donde cruza el eje de proyecto de la carretera; las pendientes hidráulicas medias, a que se refiere el Inciso C.1.1. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*, y su representación mediante una línea.

C.1.6.2. Secciones hidráulicas

En el plano de Pendiente y Secciones Hidráulicas, todas las secciones levantadas se dibujarán con una misma escala horizontal y vertical, la que puede ser uno a cien (1:100), uno a doscientos (1:200) o uno a quinientos (1:500) en caso de secciones muy amplias. Cada sección indicará su posición respecto al sitio donde el eje de proyecto de la carretera cruza el cauce; todos los quiebres del terreno; la posición y elevación del punto levantado sobre la pendiente geométrica o sobre la poligonal de apoyo, según sea el caso; las líneas que

representan el nivel de aguas de construcción (NAC) y el nivel de aguas de diseño (NADI), obtenidos con la pendiente hidráulica media; y los valores de los coeficientes de rugosidad según el tirante, las características de la vegetación y los materiales que constituyan el cauce en cada tramo en que se haya dividido la sección hidráulica, determinados según se indica en la Fracción C.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*.

Para facilitar la lectura de las secciones hidráulicas, en el extremo izquierdo de cada una y en su parte inferior, se incluirán las escalas gráficas vertical y horizontal que correspondan, respectivamente.

C.1.6.3. Cuadros de cálculo

El plano de Pendiente y Secciones Hidráulicas contendrá el cuadro de los cálculos hidráulicos que permitió la determinación de las velocidades y los gastos para cada sección hidráulica conforme a lo señalado en el Cláusula C. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*, así como de los correspondientes valores para el gasto de diseño (Q_{DI}) en la sección de cruce, determinado según lo indicado en la Fracción C.7. de la misma Norma.

C.1.7. Puentes sobre el cauce en estudio

De cada puente carretero o de ferrocarril construido sobre el cauce en estudio, que por sus condiciones hidráulicas y topográficas semejantes a las del sitio donde se construirá el nuevo puente, constituya un modelo hidráulico a escala natural, se elaborará un plano que muestre el corte longitudinal del puente levantado según se indica en la Fracción D.7. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo* y su correspondiente sección transversal, dibujados a escala uno a cien (1:100), uno a doscientos (1:200) o uno a quinientos (1:500), dependiendo de sus dimensiones, indicando el esviaje del puente respecto a la corriente; la posición y geometría de sus apoyos y demás elementos estructurales; los materiales empleados en su

construcción; la elevación de la creciente máxima registrada en relación con el nivel inferior de la superestructura; en su caso, la profundidad de desplante de los apoyos y los indicios de socavación en los mismos o de erosión en los terraplenes de acceso, que pudieran existir. Además, en un cuadro de observaciones se señalará la antigüedad del puente; si existe o no tendencia de erosión del fondo o de depósito de azolves; si el puente ha tenido o no un comportamiento satisfactorio en las crecientes máximas; y en su caso, la fecha y características generales de las modificaciones en sus dimensiones, a que haya sido sujeto.

C.1.8. Croquis de Localización

El Croquis de Localización puede ser dibujado fuera de escala, pero mostrará claramente la localización geográfica del sitio en estudio, la ubicación física de la obra por proyectar, las poblaciones cercanas, las rutas de acceso y las distancias aproximadas entre puntos importantes que permitan el acceso al sitio, así como los escurrimientos importantes y almacenamientos de agua que puedan influir en el cauce principal. En su elaboración se pueden aprovechar cartas topográficas.

C.2. INFORME TOPOHIDRÁULICO-HIDROLÓGICO

En el Informe Topohidráulico-Hidrológico a que se refiere la Fracción E.9. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, se indicará, en forma resumida y ordenada, las características generales y particulares de la corriente y de su cuenca de aportación; la información relevante de su funcionamiento, sobre todo la no contenida en los planos; el resumen de los análisis hidrológicos e hidráulicos; las conclusiones y recomendaciones; la alternativa de solución más conveniente desde el punto de vista hidráulico; y en su caso, el tipo y la ubicación de las obras auxiliares que se propongan. Los gastos que se reporten se redondearán a la unidad cuando sean mayores de diez (10) metros cúbicos por segundo o a la décima si son menores. Este Informe será firmado por el responsable del estudio y en su elaboración se tomará como modelo el formato mostrado en la Tabla 1 de esta Norma.

TABLA 1.- Formato de Informe Topohidráulico-Hidroológico



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCIÓN GENERAL DE:

**Dirección
de:** _____

INFORME TOPOHIDRÁULICO-HIDROLÓGICO

PUENTE: _____
CARRETERA: _____
TRAMO: _____
Km: _____
ORIGEN: _____
RESPONSABLE: _____

I.-ASPECTOS GENERALES

La corriente nace a _____ km del sitio de cruce y desemboca a _____ km, en _____, donde si no provoca influencia hidráulica en el cruce.

El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de _____ km² y pertenece a la Región Hidrológica N° _____ según clasificación de la CONAGUA. En la zona de cruce, la vegetación se puede clasificar como _____ y la topografía es _____.

Elevación y descripción del banco de nivel: _____

El cauce del río en la zona de cruce es:

Sinuoso Estable Encajonado
Sensiblemente recto Divagante Con llanuras de inundación

El escurrimiento es de carácter:

Torrencial Perenne Intermitente

Tipo y longitud de los cuerpos flotantes: _____
El período de lluvias en la región comprende los meses de _____ a _____ . La precipitación media anual es de _____ mm.

Información adicional (erosión marginal, caídas, ubicación del cruce en una curva del cauce, curvas cercanas, etc.): _____

**TABLA 1.- Formato de Informe Topohidráulico-Hidroológico
(continuación)**

Geología superficial: _____

En el fondo _____

En la margen izquierda _____

En la margen derecha _____

El escurrimiento es de carácter:

Normal Esviajado Ángulo de esviajamiento

El paso actual de vehículos en la zona de cruce es: _____

Si existen puentes cercanos al cruce sobre la misma corriente, proporcionar de cada uno los datos siguientes:

a) Ubicación: _____

b) Número y longitud de los claros: _____

c) Altura media hasta la parte inferior de la superestructura: _____

d) ¿Ha funcionado el puente a su máxima capacidad?: _____

e) Área hidráulica del puente hasta el NADI: _____

f) Área total bajo el puente: _____

g) Antigüedad de la obra: _____

h) Otros datos útiles a juicio del observador: _____

OBSERVACIONES: _____

II.-ANÁLISIS HIDROLÓGICOS

Información utilizada: _____

Método aplicado _____

Se obtuvo un gasto teórico de diseño (Q_{TD}) de _____ m³/s, asociado a un periodo de retorno de _____ años.

2 de 3

**TABLA 1.- Formato de Informe Topohidráulico-Hidrológico
(continuación)**

OBSERVACIONES: _____

III.- ANÁLISIS HIDRÁULICO

Se determinó un gasto de diseño (Q_{DI}) de _____ m³/s, asociado a un periodo de retorno de _____ años.

Nivel de aguas de construcción (NAC) _____ m.

Nivel de aguas de diseño (NADI) _____ m.

Secciones levantadas: _____

Fecha de la creciente máxima de que se tenga noticia:

Gasto máximo observado en campo (Q_{MOC}) _____ m³/s.

Velocidad máxima del agua en el cruce _____ m/s.

Periodo de retorno _____ años, duración de la creciente _____

OBSERVACIONES: _____

IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se adoptará como gasto de diseño (Q_{DI}) _____ m³/s

El puente tendrá una longitud mínima de _____ m, ubicado en el km _____ al km, con los claros horizontales no menores de _____ m.

El espacio libre vertical entre el NADI y el lecho inferior de la superestructura, debe ser de _____ m como mínimo. La velocidad máxima bajo la obra será de _____ m/s y la sobreelevación de la superficie del agua _____ m.

Obras auxiliares propuestas para la protección, encauzamiento, etc. _____

Los materiales necesarios para la construcción del puente pueden ser adquiridos en _____ que se ubica a _____ km del sitio de cruce.

OBSERVACIONES: _____

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE

C.3. INFORME TÉCNICO

El Informe Técnico que se indica en la Fracción E.9. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, incluirá copia de los planos y el Informe Topohidráulico-Hidrológico a que se refieren las Fracciones C.1. y C.2. de esta Norma, y como apéndices, la memoria de cálculo, las libretas de topografía y el informe fotográfico, así como toda la información recopilada a la que se refiere la Fracción E.1. de la Norma antes mencionada.

C.4. MEMORIA DE CÁLCULO

En la memoria de cálculo, que será apéndice del Informe Técnico a que se refiere la Fracción anterior, se presentarán en limpio los cálculos del procesamiento de la información y de los análisis hidrológicos e hidráulicos, realizados según lo señalado en las Normas N-PRY-CAR-1-06-003, *Procesamiento de Información*, N-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos* y N-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*, para determinar las características fisiográficas e hidrológicas de la cuenca estudiada, las velocidades y gastos que escurren en cada sección hidráulica y las características del gasto que se usará en el diseño hidráulico del puente. Incluirá todos los datos que se utilizaron para los cálculos mencionados, así como las fotografías aéreas e imágenes satelitales que, en su caso, se hayan empleado y los planos de trabajo que sirvieron de base para la elaboración de los planos originales. Esta memoria estará firmada por el responsable del estudio.

C.5. LIBRETAS DE TOPOGRAFÍA

Las libretas de topografía en las que se hayan asentado todos los registros de campo que resultaron del levantamiento topográfico, se presentarán debidamente ordenadas, como apéndice del Informe Técnico a que se refiere la Fracción C.3. de esta Norma.

C.6. INFORME FOTOGRÁFICO

En el informe fotográfico, que será apéndice del Informe Técnico a que se refiere la Fracción C.3. de esta Norma, se ilustrarán las condiciones de la corriente o de los sitios de interés con fotos a

color, en original y a tamaño postal debidamente identificadas, así como una breve descripción de lo que cada fotografía representa.

C.7. ENTREGA DEL ESTUDIO

El estudio para el diseño hidráulico de puentes se entregará mediante el Informe Técnico, en el número de ejemplares que, en su caso, se haya establecido en los Términos de Referencia, acompañado por sus apéndices y los planos originales. Si en la elaboración de los documentos que integran el Informe Técnico se utilizaron métodos electrónicos, se entregarán adjuntos los archivos electrónicos correspondientes grabados en medios electrónicos de almacenamiento.



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