

**LIBRO: PRY. PROYECTO**

**TEMA: CAR. Carreteras**

**PARTE: 1. ESTUDIOS**

**TÍTULO: 06. Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes**

**CAPÍTULO: 005. Análisis Hidráulicos**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los criterios generales para ejecutar los análisis hidráulicos que se indican en la Fracción E.6. de la Norma N·PRY·CAR·1·06·001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, para determinar, con base en los gastos obtenidos como se establece en la Norma N·PRY·CAR·1·06·004, *Análisis Hidrológicos*, los niveles, tirantes y velocidades de la corriente en estudio, en el lugar donde se construirá el puente, para los periodos de retorno que se establezcan conforme a lo indicado en la Cláusula D. de la última Norma mencionada, con el propósito de elaborar el diseño hidráulico de puentes que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

**B. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las últimas versiones de las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
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 .....	M·PRY·CAR·1·06·005

## C. ANÁLISIS HIDRÁULICOS

Los análisis hidráulicos a que se refiere esta Norma, deben ser ejecutados por un ingeniero especialista en hidráulica con amplios conocimientos de hidrología y topografía.

Dichos análisis consisten, principalmente, en aplicar el método de sección y pendiente, conocido como Método de Manning y la Ecuación de Continuidad, a las secciones hidráulicas que se indican en la Fracción D.6. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, utilizando las pendientes hidráulicas medias, así como los coeficientes de rugosidad a que se refieren los Incisos C.1.4. y C.1.5. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-003, *Procesamiento de Información*, con el propósito de calcular los gastos, tirantes y velocidades en los diferentes tramos de cada sección, y el gasto total del flujo, correspondientes al nivel alcanzado por el agua en el cauce durante la creciente máxima de que se tenga noticia, determinado como se señala en el Inciso C.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, así como los niveles, tirantes y velocidades correspondientes a los gastos para los periodos de retorno considerados, obtenidos según se indica en la Norma N-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*. Además, estos análisis comprenden la determinación del comportamiento hidráulico de los puentes cercanos a que se refiere el Inciso E.3.6. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes* y la selección del gasto de diseño, que se deba recomendar para el diseño hidráulico del puente para el que se realice el estudio.

Ha de tomarse en cuenta que, si la pendiente hidráulica media es mayor de dos (2) por ciento, el Método de Manning no proporciona valores confiables, y la velocidad de la corriente se ha de obtener por otros procedimientos, tales como utilizar mediciones con molinetes o cuerpos flotantes, que puedan haberse realizado durante la creciente máxima en el sitio en estudio o en alguna estación de aforo cercana, o estimar la velocidad de acuerdo con las características de los arrastres, para lo que se requiere de la amplia experiencia del ingeniero especialista.

Los análisis hidráulicos por realizar son:

**C.1. DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS, TIRANTES Y VELOCIDADES CORRESPONDIENTES AL NIVEL ALCANZADO POR EL AGUA EN EL CAUCE DURANTE LA CRECIENTE MÁXIMA DE QUE SE TENGA NOTICIA**

Para cada sección hidráulica se calculan los gastos, tirantes y velocidades en sus diferentes tramos, así como el gasto total del flujo, correspondientes al nivel alcanzado por el agua en el cauce durante la creciente máxima de que se tenga noticia, como se indica en la Cláusula D. del Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*.

Los valores de los gastos totales calculados que se obtengan en cada una de las secciones hidráulicas no deben promediarse, sino compararse para seleccionar como gasto máximo observado en campo ( $Q_{MOC}$ ) el calculado con la sección hidráulica más confiable, de acuerdo con la información disponible y al juicio del ingeniero especialista. Si los gastos son semejantes, puede seleccionarse el calculado para la sección del cruce, junto con los gastos y velocidades de cada tramo de esa sección.

**C.2. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES, TIRANTES Y VELOCIDADES CORRESPONDIENTES A LOS GASTOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS HIDROLÓGICO**

Se calcularán los niveles, tirantes y velocidades en los diferentes tramos de cada sección hidráulica, correspondientes a los gastos de construcción ( $Q_{CO}$ ), teórico de diseño ( $Q_{TDI}$ ) y complementarios ( $Q_{500}$  y  $Q_{1000}$ ), obtenidos según se indica en la Norma N-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*, para los periodos de retorno que se establecen en la Cláusula D. de la misma Norma, haciendo pasar dichos gastos por esas secciones, como se señala en la Cláusula E. del Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*.

**C.3. DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE PUENTES CERCANOS**

Cada uno de los puentes cercanos sobre la misma corriente en estudio, que en su caso haya sido levantado como se señala en la Fracción D.7. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, debe ser analizado definiendo sus diferencias y

coincidencias respecto al puente que se proyectará, estableciendo hasta qué punto su comportamiento hidráulico es representativo del nuevo puente, en cuyo caso, se determinará si su comportamiento hidráulico ha sido satisfactorio en condiciones similares a las de la estructura por proyectar. Del análisis del puente levantado se obtendrán los gastos del flujo bajo él, verificando cuidadosamente su área hidráulica. Si la estructura está esviada, dicha área se obtendrá con la proyección normal al sentido del escurrimiento.

#### **C.4. SELECCIÓN DEL GASTO DE DISEÑO**

Para seleccionar el gasto de diseño ( $Q_{Di}$ ), que es el máximo que ha de esperarse durante la etapa de operación del puente por proyectar, que determina los tirantes correspondientes al nivel de aguas de diseño (NADI) y que se ha de utilizar en el diseño hidráulico del puente, se debe efectuar una comparación entre el gasto teórico de diseño ( $Q_{TDi}$ ), calculado para el periodo de retorno que corresponda según la Fracción D.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos* y el gasto máximo observado en campo ( $Q_{MOC}$ ), determinado según se señala en la Fracción C.1. de esta Norma, ajustado al mismo periodo de retorno, como se indica en la Cláusula G. del Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*, eligiendo el que resulte mayor. Si el gasto seleccionado corresponde al gasto máximo observado en campo, ajustado a dicho periodo de retorno, se calcularán los correspondientes niveles, tirantes y velocidades en los diferentes tramos de cada sección hidráulica considerada, como se señala en la Cláusula E. del Manual mencionado.

Además, es conveniente valorar los impactos estructurales y económicos que en el puente por proyectar, tendrían los gastos complementarios ( $Q_{500}$  y  $Q_{1000}$ ), considerando sus niveles y velocidades. Si los impactos no son significativos, puede elegirse alguno de estos gastos como gasto de diseño ( $Q_{Di}$ ), con lo que se aumentará considerablemente la seguridad de la estructura.