

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

## DOCUMENTO PE-02.- TÉRMINOS DE REFERENCIA, ESPECIFICACIONES GENERALES Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES.

### TÉRMINOS DE REFERENCIA.

Estos TÉRMINOS DE REFERENCIA a que se refiere el Artículo 251 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, es el documento en el que se plasman los requisitos y alcances que precisa el objetivo del servicio, y servirá para que las Empresas o Personas Físicas interesadas en el proceso de licitación, formulen la propuesta técnica y económica por los servicios en comento.

### ABREVIATURAS Y GLOSARIO DE TÉRMINOS:

Para los fines del presente documento en lo sucesivo se entenderá por:

<b>ACI:</b>	American Concrete Institute.
<b>AISC:</b>	American Institute of Steel Construction.
<b>ANSI:</b>	American National Standar Institute.
<b>API:</b>	Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. de C.V.
<b>AREA:</b>	Especificaciones emitidas por American Railway Engineering Association
<b>ASTM:</b>	American Society For Testing Materials.
<b>AWS:</b>	American Welding Society.
<b>cac:</b>	Centro a centro.
<b>CFE:</b>	Comisión Federal de Electricidad.
<b>CNSM</b>	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
<b>CONNIE:</b>	Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica.
<b>CONTRATISTA:</b>	LICITANTE a quien se le adjudique el contrato motivo de la presente licitación.
<b>EP:</b>	Especificaciones particulares.
<b>ESPECIFICACIONES GENERALES:</b>	El conjunto de condiciones generales que la API tienen establecidas para la ejecución de obras, incluyendo las que deben aplicarse para la realización de estudios, proyectos, ejecución, equipamiento, puesta en servicio, mantenimiento y supervisión, que comprenden la forma de medición y la base de pago de los conceptos de trabajo;
<b>ESPECIFICACIONES PARTICULARES:</b>	El conjunto de requisitos exigidos por la API para la realización de cada obra, mismas que modifican, adicionan o sustituyen a las especificaciones generales.
<b>Est:</b>	Estudio.
<b>Fofo:</b>	Fierro fundido.
<b>Fogo:</b>	Fierro galvanizado.
<b>LEY</b>	Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
<b>LICITANTE:</b>	Persona física o moral que se encuentra inscrita, aceptada o invitada a participar en el proceso de adjudicación del contrato motivo de esta licitación.
<b>NBM:</b>	Nivel de bajamar media.
<b>NBMI:</b>	Nivel de bajamar media inferior.
<b>NEMA:</b>	Nacional Electrical Manufacturers Association.
<b>NOM:</b>	Norma Oficial Mexicana.
<b>NORMAS:</b>	Lo contenido en los libros que bajo el rubro "NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE" (Normativa SCT), emitió la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las emitidas por la Secretaría de Energía, vigentes a la fecha de la apertura de las propuestas, así como a lo contenido en el proyecto.
<b>NPT:</b>	Nivel de piso terminado.
<b>NTIE:</b>	Normas Técnicas de Instalación Eléctrica.
<b>OBRA:</b>	Trabajos de construcción o relativos, motivo de la presente licitación y sujetos al proyecto.
<b>Pba:</b>	Prueba.
<b>pg:</b>	Precio global.
<b>PROYECTO:</b>	Conjunto de planos, croquis, especificaciones, normas, documentos, datos, fichas técnicas e información adicional autorizada por al API, a los que deberá sujetarse la ejecución de la obra.
<b>PUOT:</b>	Por unidad de obra terminada.
<b>PVC:</b>	Cloruro de polivinilo.
<b>PVSM:</b>	Peso volumétrico seco máximo.
<b>REGLAMENTO:</b>	Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
<b>REPRESENTANTE:</b>	Director General de la API ó persona designada por él, para coordinar y supervisar, conjuntamente con la RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN, las obras que ejecute el CONTRATISTA.
<b>RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN:</b>	Persona física o moral contratada por la API, para ejercer la inspección o supervisión de los trabajos, como apoyo técnico a la Residencia de Obra, quien por las características, complejidad y magnitud de

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

	los trabajos, se encargará de las funciones establecidas en los artículos 114, 115 y 116 del REGLAMENTO, con independencia de las que se pacten en el contrato de supervisión.
<b>RESIDENTE DE OBRA:</b>	Servidor Público designado por la API, quien fungirá como su representante ante el CONTRATISTA.
<b>SUPERINTENDENTE DEL PROYECTO:</b>	El representante del CONTRATISTA ante la API, para cumplir con los Términos de Referencia y condiciones pactadas en el contrato, en lo relacionado a la inspección y/o supervisión de los trabajos de obra.
<b>SCT:</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
<b>SECRETARÍA:</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
<b>SEP:</b>	Secretaría de Educación Pública.
<b>SUPERINTENDENTE:</b>	El representante del CONTRATISTA ante la API, para cumplir con los términos y condiciones pactados en el contrato, en lo relacionado con la ejecución de los trabajos.
<b>SUPERVISIÓN:</b>	La RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN.
<b>TMA</b>	Tamaño máximo del agregado.
<b>TÉRMINOS DE REFERENCIA:</b>	A lo contenido en el presente documento.
<b>VRS:</b>	Valor Relativo de Soporte.

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

## **1. TÉRMINOS DE REFERENCIA.**

### **1.1. La descripción precisa y detallada de los servicios que se requieren.**

La Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. de C.V., efectuará la ampliación de la carretera a la población de Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, se ampliará la carretera de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, lo anterior a efecto de brindar mayor seguridad y agilidad al tramo carretero.

Para lo anterior será necesario la construcción de una estructura a lo largo del arroyo Jalipa, en el tramo de ampliación a ocho (8) carriles, que permita aprovechar el área del arroyo para la ampliación de la vialidad.

### **1.2. Los plazos de ejecución, incluyendo un calendario de prestación de los servicios.**

Los servicios solicitados se desarrollarán dentro de un plazo que comenzará el día 15 de diciembre de 2012 para concluir el día 17 de febrero de 2013.

### **1.3. La información técnica y recursos que proporcionará la convocante.**

Para la realización de los trabajos, esta Entidad pondrá a disposición lo siguiente:

Los estudios Costo-Beneficio de cada uno de los programas y proyectos vigentes,

La justificación que motive la modificación de los programas y proyectos vigentes,

La información estadística, técnica y administrativa que permita se muestre que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables,

Planos y detalles ingenieriles de los proyectos.

### **1.4. Las especificaciones generales y particulares del proyecto.**

#### **Alcances.**

#### **1.4.1. Topografía.**

##### **Posicionamiento GPS.**

Se establecerán Tres vértices GPS para la Geo-referenciación del control horizontal y vertical de primer orden. Los vértices estarán ligados a la Red Geodésica Nacional Activa o Pasiva del INEGI. El posicionamiento se realizará con equipos receptores de posicionamiento global por satélite GPS, aplicando la metodología **Diferencial** modalidad **Estático**, la cual consiste en captar información de mínimo cuatro satélites en cada vértice, por un lapso de 40 a 60 minutos por vértice, para asegurar que los resultados que se obtengan estén dentro de los estándares de exactitud posicional establecidos en la Norma Técnica NTG002\_2005 (círculo de error probable dentro del nivel de confianza del 95%), los valores a obtener serán coordenadas geográficas y coordenadas en proyección UTM en el sistema ITRF-92, y posteriormente transformadas a un sistema ortogonal para la propagación de las mismas con Estación Total.

Para la obtención de las coordenadas se procesarán los datos crudos que generan los equipos receptores GPS empleando el programa Leica Geo Office versión 7.0. Cada vértice posicionado será referenciado en campo por medio de una mojenera de concreto de forma piramidal truncada de 0.15 x 0.15 m de corona por 0.30 x 0.30 m de base, con una altura de 0.60 m, o con una placa de identificación.

##### **Levantamiento topográfico para el trazo y perfil de líneas mediante poligonal.**

Contando con los vértices de control topográfico en el sistema ortogonal, se procederá al levantamiento y trazo de los perfiles en apoyo para los trabajos de Geofísica o Sismotectónica en la zona del muelle, se procederá conforme trazo proporcionado. La elección del trazo se hará en coordinación con el personal de la brigada de Geofísica, al mismo tiempo se levantará con detalle los sitios donde el trazo cruce con cualquier tipo de infraestructura dentro de la zona del muelle. Lo anterior se hará por medio de poligonales y radiaciones debidamente ligadas a los vértices de control GPS, y las poligonales que se utilicen para estos trabajos estarán en un rango de precisión mínimo de 1:10 000, para esto se empleará un taquímetro electrónico ó estación total, los datos recabados en campo serán procesados con, software propio de la estación total, Leica Survey Office, y software propio del CR-Topografía. Posteriormente se formaran los archivos de datos con las coordenadas X, Y Z, para continuar con el proceso en Autocad- 2011.

##### **Apoyo topográfico para la realización de sismoacústicos.**

Se realizarán los apoyos necesarios para representar los trabajos de Sismo Acústico elaborados por la brigada de Geofísica, los cuales consisten en realizar el levantamiento del perfil del fondo del lecho marino en coordinación con el equipo del sismo acústico cubriendo el área solicitada. Esta actividad se ejecutará con equipo GPS, que consiste en colocar un equipo en tierra en el vértice de control básico y una ecosonda digital equipada con un GPS (móvil), con ambos equipos se aplicará el método diferencial en tiempo real, efectuando el levantamiento batimétrico. Las secciones por levantar serán previamente programadas a través de software HYPACK MAX, obteniendo sondeos a cada dos segundos, con una precisión de 20 cm. Para controlar la elevación de los sondeos se tomará la elevación del nivel da bajamar cada media hora, durante el periodo de tiempo que dure el levantamiento batimétrico para corregir la elevación del espejo de agua.

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

#### **Edición de planos.**

Concluida la obtención de la información de campo se procederá a iniciar el dibujo de conjunto, **Planta General**, donde se ubicarán los sondeos y secciones levantadas, así como un plano por cada apoyo que dé a la brigada de Geofísica en tierra y agua a escala 1:1,000 o una manejable dadas las dimensiones de las Líneas. En el plano en planta se plasmará la información que se vaya generando según el avance de la brigada, Este dibujo y todos los que se generen serán elaborados mediante el software Civil Cad y Autocad en la versión 2011.

#### **Impresión de planos.**

Concluida la edición de los planos de planta, se entregará a la Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V. Una impresión en papel Bond (borrador preliminar) para que anote las observaciones que juzgue convenientes a manera de corrección y/o modificación para que posteriormente se proceda a la impresión y entrega de los planos definitivos en papel Bond Premier y un respaldo electrónico de los mismos.

#### **1.4.2. Geofísica.**

Actividades principales por realizar:

Obtención y análisis preliminar de los registros sismoacústicos (sonogramas) y registros de reflexión (sismogramas),

Adquisición y análisis de datos de reflexión sísmica,

Procesamiento de los sonogramas e inversión de datos de resistividad e

Informe.

#### **Volumen de obra de campo y alcances.**

Método sismoacústico. Cubrir el área de interés con líneas que se ajustarán en número y dirección en el sitio.

Método de reflexión sísmica. Se realizarán 10 tendidos de reflexión sísmica.

#### **Descripción de equipo geofísico y software**

Sistema de reflexión sismoacústica somera, formado por un Stratabox modelo P0440 marca SysQwest, Inc., compuesto de un perfilador (Subbotom) de 10 Khz.

Programas de cómputo, Surfer y los demás que el licitante considere convenientes.

Para la reflexión sísmica se requerirá un sismógrafo digital de exploración SmartSeis, de 12 canales, marca Geometrics, que incluye un procesador con disco duro de 550 Mb, grabación en disquete e impresión en papel, 4 geófonos de componente vertical, cable sísmico y marro de 8 libras como fuente sísmica. Para la identificación de los tiempos de viaje en los sismogramas, se empleará el paquete de cómputo SIPIK de EG&G Geometrics y para su proceso el programa Excel.

#### **1.4.3. Sismotectónica.**

Los trabajos requieren la obtención de la caracterización dinámica del suelo en la trayectoria indicada por la Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V., información que será útil para que el diseñador tenga las herramientas para considerar los parámetros dinámicos del suelo, lo que reducirá el riesgo ante una eventualidad y una mitigación de daño que se reflejará en un menor costo final de la construcción.

Así mismo requiere de los siguientes estudios:

- ✓ Estudios de dispersión de ondas y microzonificación para la caracterización dinámica del suelo en la trayectoria planteada;
- ✓ Estudio de microzonación sísmica como base para el estudio de dispersión de ondas en la trayectoria propuesta. El estudio incluye mediciones de campo, procesado de datos, análisis e informe final.
- ✓ Estudio de dispersión de ondas para la obtención de onda S en la trayectoria propuesta. El estudio incluye mediciones de campo, procesado de datos, análisis e informe final.

#### **1.4.4. Mecánica de suelos.**

##### **Trabajos de campo.**

Los trabajos de campo a desarrollar consistirán en una campaña de exploración en el sitio de estudio, con las siguientes actividades:

Se realizarán seis (6) sondeos a una profundidad máxima de exploración de 30 m localizados en tierra y doce (12) sondeos mixtos a una profundidad de 15 m a partir del lecho marino, sobre agua; distribuyéndolos sobre la trayectoria de los muelles de la Banda B.

Los sondeos mixtos (SM) se realizarán alternando la recuperación de muestras alteradas de Sondeos de Penetración Estándar (SPT) (Norma ASTM-D- 586) con recuperación de muestras inalteradas en forma selectiva y alternada mediante tubo de pared delgada tipo Shelby (Norma ASTM-D-1587) o barril Denison en caso de suelos duros o bien cuando exista roca en el subsuelo se usará el barril triple giratorio en diámetro PQ3.

Además se ejecutarán cinco (5) Pozos a Cielo Abierto (PCA), hasta una profundidad máxima de 2 m, la cual dependerá de la capacidad del equipo de excavación así como de las condiciones de los materiales encontrados. Durante la excavación de los PCA se pretenden obtener muestras cúbicas, ejecutar calas volumétricas, así como realizar muestreo representativo e integral en cada pozo.

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

En caso de que durante el reconocimiento de campo inicial o durante la exploración se llegará a detectar alguna condición no contemplada en estos términos de referencia y se considere necesaria una exploración a mayor profundidad y detalle, se replantearán los alcances aquí presentados poniendo a consideración de la Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V. las posibles modificaciones para su aprobación.

#### Trabajos de laboratorio.

Todas las muestras recuperadas en los sondeos mixtos se trasladarán al Laboratorio de Mecánica de Suelos del licitante, para su clasificación, ensayos índices y mecánicas (a muestras seleccionadas), así como el análisis e interpretación de estos resultados.

El tipo y número estimado de pruebas que se prevé ejecutar aparece en el catálogo de conceptos.

Enseguida se enlistan los ensayos a ejecutar junto con las normas que aplican en cada uno:

#### Ensaye normas aplicadas.

Ensaye	Normas aplicadas	
	NMX	ASTM
Identificación de suelos visual y al tacto.	NMX-C-416-ONNCCE-2003	D 2488-00
Contenido de agua en materiales térreos.	NMX-C-416-ONNCCE-2003	D 2216-98
Límite líquido, plástico e índice de plasticidad.	NMX-C-416-ONNCCE-2003	D 4318-00
Análisis granulométrico por mallas.	NMX-C-416-ONNCCE-2003	D 422-63
Determinación de la masa específica.	NMX-C-416-ONNCCE-2003	D 854-02
Resistencia al corte no drenada con torcómetro.		D 4648-00
Compresión triaxial no consolidada no drenada UU y compresión simple qU		D 4767-02; D 2850-03
Determinación de la masa volumétrica seca máxima y contenido de agua óptimo.	NMX-C-416-ONNCCE-2003	

#### Gabinete.

- a) Información preliminar.

A solicitud de la Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V., en la Semana 4 se entregará información parcial preliminar de los resultados de geofísica y de perforación realizados hasta ese momento, con la se evaluará la posibilidad de definir la sección de tablestaca que se utilizaría para el proyecto de ampliación de calado del Puerto.

- b) Informe final.

Con los resultados de campo y laboratorio de la exploración en la Banda B, se proporcionarán tres informes que contendrán lo siguiente:

- ✓ Informe con las recomendaciones de colocación de rellenos, especificaciones del tipo de material a usar, procedimiento de colocación y en su caso, su mejoramiento, aplicable a la zona de la Banda B.
- ✓ Elaboración de informe a nivel de ingeniería básica que incluye la integración e interpretación de resultados de exploración directa (sondeos mixtos), geofísica y sísmica, de pruebas de campo y laboratorio; elaboración de perfiles estratigráficos, esquemas y figuras; definición de cortes estratigráficos; evaluación de información para selección de parámetros del suelo y definición del modelo geotécnico.
- ✓ Elaboración de informe final de revisión geotécnica del proyecto de ampliación del calado en el recinto portuario. Incluye los análisis de estabilidad geotécnica de las posibles soluciones (tablestaca, talud-berma). Se emitirá un informe en original y una copia que incluirá los perfiles de los sondeos; los resultados de las pruebas de laboratorio; las características estratigráficas del sitio; los resultados de los análisis de las cimentaciones; las conclusiones y recomendaciones geotécnicas correspondientes. Se incluirá además un reporte fotográfico de los trabajos de campo realizados.

#### 1.4.5. De los requisitos previos al inicio de los trabajos.

1.4.5.1. De manera previa al inicio de los trabajos, el contratista designará a un **Superintendente de Proyecto** de servicios, facultado para oír y recibir toda clase de notificaciones relacionadas con los trabajos, aún las de carácter personal, así como tomar las decisiones que se requieran en todo lo relativo al cumplimiento del contrato o pedido.

1.4.5.2. Sólo iniciará la ejecución del servicio, si previamente:

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

Se haya garantizado y formalizado el contrato (en su caso) y

Se haya designado por escrito a las personas que se encargarán de la residencia y de la superintendencia del contratista.

1.4.5.3. Bitácora Electrónica de Obra Pública: En la elaboración, control y seguimiento de la **Bitácora Electrónica de Obra Pública**, se utilizarán los medios remotos de comunicación electrónica que tenga autorizados para tal efecto la Secretaría de la Función Pública, quedando obligado el licitante ganador en forma previa al inicio de los servicios a obtener los registros correspondientes, entre los que se menciona de manera enunciativa y no limitativa la firma electrónica avanzada (FIEL).

1.4.5.4. Para los efectos de la Bitácora Electrónica de Obra Pública, el contratista llenará el formato que a continuación se incluye y habrá de entregarlo mediante oficio al Residente de Obra designado por la Entidad, a efectos de obtener el nombre de usuario y contraseña de acceso, así mismo se requerirá por una única ocasión, la presencia del Superintendente designado por el contratista en las instalaciones de esta Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V. Para dar apertura a las 2 primeras notas del citado instrumento, lo anterior en el plazo comprendido entre la fecha de firma del contrato y la de inicio de los servicios, siendo esto indispensable.

### Formato para la BEOP.

#### Para el Superintendente del proyecto.

A. La designación del Superintendente del proyecto debe constar por escrito, y para ello el representante legal quien firma el contrato, deberá enviar oficio de notificación de la designación al Residente de Obra, con antelación al inicio de los trabajos y previo a la apertura de la BEOP.

Adicionalmente se requiere la siguiente información:

Datos de la Persona	
* Nombre(s):	
* Apellido Paterno:	
* Apellido Materno:	
* Sexo:	
CURP:	
* RFC:	(sin guiones ni espacios)
Profesión:	
Cédula Profesional	
Estatus	VIGENTE
* campos obligatorios	

Tabla 4.

Datos del Usuario					
Información Básica Requerida					
* Persona:					
* Empresa:					
* Correo Electrónico (Trabajo):					
* Clave de Usuario:	A LLENAR POR API	* Contraseña:	A LLENAR POR API	* Confirmar:	A LLENAR POR API
* Miembro de:	CONTRATISTA				
Datos Complementarios					
Puesto:		Clave del Empleado:		(Clave Asignada por la Dependencia)	
Domicilio					
Calle:		Núm. Exterior:		Núm. Interior:	
Colonia:		Ciudad:			
Estado :		Código Postal:			
Teléfonos y Correo					
Teléfono (Trabajo):		Ext:			

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

Teléfono (Casa):		Teléfono (Móvil):	
Correo Electrónico (Personal):	-		
<b>Estatus y Comentarios</b>			
Estatus:		Comentarios:	
*Campos obligatorios para poder habilitar el botón de guardar (aplica para NUEVO usuario)			

Tabla 5.

Categoría:	<b>Superintendente del proyecto</b>
*Nombre:	
Profesión y número de cédula profesional:	
Núm. de documento de designación:	Oficio de designación
*Tipo de Identificación Oficial :	IFE, oCURP
*Identificación oficial:	IFE (Código trasero), CURP (La clave)
*Domicilio:	
*Teléfono:	
Correo electrónico:	
Representante Técnico del Contratista:	<b>NO APLICA</b>
Supervisión :	<b>NO APLICA</b>
Clave empleado:	

Tabla 6.

En resumen para el Superintendente serán requisitos indispensables los siguientes:

- A.1. Oficio de designación firmado por el Representante Legal, enviado al Residente de Obra con una antelación al inicio de los trabajos y con los anexos siguientes:
  - A.1.1. Llenar los datos de la persona designada según la tabla 4.
  - A.1.2. Llenar los datos del usuario, es decir con el rol asignado, exceptuando los campos \*Clave de usuario, \*Contraseña y \* Confirmar, según la tabla 5.
  - A.1.3. Llenar los datos de la persona designada según la tabla 6.
  - A.1.4. Copia simple de la identificación oficial con fotografía, y
  - A.1.5. Cédula profesional.

#### Para el Contrato.

- A. El área contratante deberá formular para el contrato la siguiente tabla:

Datos del Contrato	
* Núm. de Contrato:	
Alias del Contrato:	
*Área:	<b>GERENCIA DE INGENIERIA</b>
*Contratista:	
Descripción:	
*Descripción abreviada:	
* Fecha Inicio Prog.:	dd/mm/aaaa
Observaciones:	
Estatus	<b>VIGENTE</b>
* Dato Obligatorio	

Tabla 7.

Adicionalmente deberá anexar copia simple del contrato.

#### Del Contratista.

- A. Para el contrato se requiere llenar la tabla siguiente:

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

#### Datos del Contratista

Información Básica					
*Empresa Abreviado:		*RFC:	sin guiones ni espacios		
*Empresa:					
Domicilio					
*Dirección:					
*Ciudad:		*Estado:			
*País:		*C. P. :			
Teléfonos y Correo					
Teléfono:		Ext:		Fax:	
*Correo Electrónico:					
Giro de la Empresa					
* Representante Legal:					
Estatus	VIGENTE				

Tabla 8.

**Nota: A excepción de las direcciones de correo electrónico, toda la información requerida en las tablas deberá ser introducida con letras mayúsculas, sin acentos y sin comillas.**

#### 1.4.6. De la forma de pago.

1.4.6.1. El licitante deberá considerar, que para el presente ejercicio fiscal se otorgará un anticipo del **No aplica** .

1.4.6.2. La condición de pago se pacta sobre la base de precios unitarios y los pagos se realizaran como lo establece el artículo 54 de la Ley de Obras Publicas y Servicios Relacionados con las Mismas, de acuerdo a lo siguiente:

1.4.6.3. Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad **Semanal**. El contratista deberá presentarlas a la residencia de obra dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte.

Las estimaciones irán acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago, pero invariablemente deberán contar con lo siguiente:

1. Números generadores, utilizando para ello el formato anexo ([API-MAN-GI-F-37](#)).
2. Notas de Bitácora, las cuales serán copias simples de las notas de la BEOP, rubricadas por el Superintendente.
3. Análisis, cálculo e integración de los importes correspondientes a cada estimación utilizando para ello el formato anexo ([API-MAN-GI-F-18](#)).

Y para ello el contratista se sujetara a los formatos con las revisiones que en su momento se autoricen y que la Entidad utiliza de conformidad con el Sistema de Gestión de Calidad y Ambiental en el cual está inmerso, por lo que de forma enunciativa y no limitativa se muestran a continuación:





Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.



ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL DE MANZANILLO, S.A. DE C.V.  
 GERENCIA DE INGENIERÍA  
 SUBGERENCIA DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO  
 NÚMEROS GENERADORES  
 API-MAN-GI-F-37  
 Rev. 4 15/06/11

Lugar: Manzanillo, Colima.

Rubro: \_\_\_\_\_

Contratista: \_\_\_\_\_

Contrato No. \_\_\_\_\_

Importe de contrato: \_\_\_\_\_

Estimación No. \_\_\_\_\_ Período Del: \_\_\_\_\_

Generador del concepto No. \_\_\_\_\_

Clave	Descripción del concepto	Unidad	P.U.

Croquis de ubicación y/o fotos.

Tamaño de imagen por insertar. 10 cm x 7 cm

Tamaño de imagen por insertar. 10 cm x 7 cm

Elaboró: \_\_\_\_\_ Revisó y autorizó: \_\_\_\_\_ Aprobó: \_\_\_\_\_ Autorizó: \_\_\_\_\_

(Conforme al Art. 54 de la LOPYSRM y Art. 113  
 tra: IX del Reglamento).

(Introduzca el nombre)  
 Superintendente de Construcción.  
 (Introduzca el nombre de la empresa)

(Introduzca el nombre)  
 Residente de Obra.  
 Administración Portuaria Integral de Manzanillo,  
 S.A. De C.V.

(Introduzca el nombre)  
 Subgerente de Construcción y Marítimo.  
 Administración Portuaria Integral de  
 Manzanillo, S.A. De C.V.

(Introduzca el nombre)  
 Gerente de Ingeniería.  
 Administración Portuaria Integral de  
 Manzanillo, S.A. De C.V.

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.



ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL DE MANZANILLO, S.A. DE C.V.  
 GERENCIA DE INGENIERÍA  
 SUBGERENCIA DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO  
 NÚMEROS GENERADORES  
 API-MAN-GI-F-37  
 Rev. 4 15/06/11

Lugar: Manzanillo, Colima.  
 Rubro:  
 Contratista:  
 Contrato No.  
 Importe de contrato:  
 Estimación No. Período Del:  
 AI  
 Generador del concepto No.

Clave.	Descripción del concepto.	Unidad.	P.U.
--------	---------------------------	---------	------

Croquis de ubicación y/o fotos.

Espacio para croquis.

Elaboró:	Revisó y autorizó: <small>(Conforme al Art. 54 de la LOPYSRM y Art. 119 fracc. IX del Reglamento).</small>	Aprobó:	Autorizó:
<small>(Introduzca el nombre) Superintendente de Construcción. (Introduzca el nombre de la empresa)</small>	<small>(Introduzca el nombre) Residente de Obra. Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V.</small>	<small>(Introduzca el nombre) Subgerente de Construcción y Maritimo. Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V.</small>	<small>(Introduzca el nombre) Gerente de Ingeniería. Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V.</small>

API-MAN-GI-F-37

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.



Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. De C.V.  
Carátula de estimación.

Lugar: Manzanillo, Colima. \_\_\_\_\_

Estimación No. \_\_\_\_\_  
Tipo de estimación: \_\_\_\_\_

Período  
Del: \_\_\_\_\_  
Al: \_\_\_\_\_  
e fecha de inicio de estimación  
fecha de término de estimación

Rubro: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Hoja No. \_\_\_\_\_ De \_\_\_\_\_

Contratista: \_\_\_\_\_  
Contrato y/o Pedido No.: \_\_\_\_\_  
Importe de contrato: \_\_\_\_\_  
Importe ser. Anticipo: \_\_\_\_\_  
Importe sdo. Anticipo: \_\_\_\_\_  
Convenio 1 No.: \_\_\_\_\_  
Importe de convenio 1: \_\_\_\_\_  
Convenio 2 No.: \_\_\_\_\_  
Importe de convenio 2: \_\_\_\_\_  
Importe total contrato más convenio(s): \_\_\_\_\_

Registro Federal de Contribuyentes: rese el R.F.C. Del prestador del serv  
Primer Oficio de liberación de la inversión: al # Oficio de liberación de la inver  
Oficio de liberación de la inversión vigente: al # Oficio de liberación de la inver  
Partida presupuestal: 0103

Núm.	Concepto de trabajo.	Unidad.	Cantidad.	P.U.	Total.

Subtotal esta hoja:  
Acumulado hasta esta hoja # 1.

La Administración Portuaria Integral de Manzanillo S.A. De C.V. Deberá efectuar las siguientes deducciones sobre la presente estimación:  
 \*El correspondiente a la amortización por concepto de anticipo en su caso.  
 \*Cinco al millar, que se destinará al pago del servicio de vigilancia, inspección y control que realiza la Secretaría de la Función Pública, conforme a lo dispuesto por el Artículo 191 de la Ley Federal de Derechos.  
 \*Las cuotas que el Contratista convenga con sus respectivas Cámaras, en su caso.  
**Elabora.**  
**Autorizó.**  
(Conforme al Art. 54 de la LOPYSM y Art. 113 fracc. IX del Reglamento).

\_\_\_\_\_  
(Introducir el nombre)  
Superintendente de Construcción.

\_\_\_\_\_  
(Introducir el nombre)  
Residente de Obra.

**Aprobó.**

**Autorizó para pago.**

\_\_\_\_\_  
(Introducir el nombre)  
Subgerente de Construcción y Mantenimiento.

\_\_\_\_\_  
(Introducir el nombre)  
Gerente de Ingeniería.

Importe del contrato: \_\_\_\_\_  
Importe del Convenio 1: \_\_\_\_\_  
Importe del Convenio 2: \_\_\_\_\_  
Importe de contrato más convenio: \_\_\_\_\_

La Jefatura de proyecto contará para realizar la revisión y autorización de las estimaciones con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas que no puedan ser autorizadas dentro de dicho plazo, éstas se resolverán e incorporarán en la siguiente estimación.

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

1.4.6.4. Las estimaciones por trabajos ejecutados deberán pagarse por parte de la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, en un plazo no mayor a veinte días naturales, contados a partir de la fecha en que hayan sido autorizadas por la residencia de la obra de que se trate y que el contratista haya presentado la factura correspondiente.

1.4.6.5. Los pagos de cada una de las estimaciones por trabajos ejecutados son independientes entre sí y, por lo tanto, cualquier tipo y secuencia será sólo para efecto de control administrativo.

1.4.6.6. El licitante deberá considerar para sus pagos las siguientes deducciones: Cinco al millar que se destinará al pago del servicio de vigilancia, inspección y control que realiza la Secretaría de la Función Pública.

1.4.6.7. Las cuotas que el CONTRATISTA convenga con sus respectivas Cámaras, en caso de no estar de acuerdo, deberán manifestarse por escrito y bajo protesta de decir verdad que no es asociada o afiliada de la Cámara, por lo cual no acepta se descuenten las cuotas establecidas por la misma.

## **1.5. El producto o los documentos esperados y su forma de presentación.**

Se requiere que el documento principal el cual contiene la versión final de los **Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a la población de Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, se ampliará la carretera de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en Manzanillo, Colima**, sea elaborado en Power Point en versión reciente.

1.5.1. La orientación de todas las hojas del documento será preferentemente en posición horizontal.

1.5.2. La letra para los títulos será del tipo Arial con un tamaño de 15 puntos, escrito con mayúscula y resaltada en negritas.

1.5.3. La letra para el cuerpo del estudio será del tipo Arial con un tamaño de 12 puntos.

1.5.4. Los márgenes de cada hoja serán: de 1.70 cm., para los costados derecho e izquierdo y para los márgenes superior e inferior será de 2.50 cm.

1.5.5. Se requiere que dentro de los encabezados se incluyan los logotipos tanto de la Administración Portuaria Integral de Manzanillo, S.A. de C.V., como los de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; con la ubicación del primero en la esquina superior izquierda y en la esquina superior derecha el segundo de ellos. Así mismo se requiere que de forma centrada se coloque el nombre completo del proyecto en cuestión, con letra tipo Arial, con un tamaño de 10 puntos y un color de texto en la escala RGB (204,153,0).

1.5.6. Se requiere de un índice general que incluya todos los apartados establecidos en los lineamientos para la elaboración y presentación del estudio.

1.5.7. Sera requisito indispensable presentar el trabajo final impreso en 2 tantos con el respaldo electrónico correspondiente en medio electrónico y por duplicado.

## **1.6. Especificaciones generales y Especificaciones particulares del proyecto.**

El CONTRATISTA deberá cumplir estrictamente, con la Normativa para la Infraestructura del Transporte, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que publica el Instituto Mexicano del Transporte de la SCT, y especialmente con las Normas aplicables para estos servicios mismas que se manifiestan a continuación:

- N·LEG·2/07.- Ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías.
- N·PRY·CAR·1·01·001/07.- Ejecución de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras.
- N·PRY·CAR·1·01·002/07.- Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico
- N·PRY·CAR·1·01·003/07.- Levantamiento de las Secciones Transversales para el Estudio Topográfico
- N·PRY·CAR·1·01·006/07.- Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras.
- N·PRY·CAR·1·06·001/00- Ejecución de Estudios Hidráulico – Hidrológicos para puentes.
- N·PRY·CAR·1·06·002/00.- Trabajos de campo.
- N·PRY·CAR·1·06·003/00.- Procesamiento de Información.
- M·PRY·CAR·1·06·003/00.- Procesamiento de Información.
- M·PRY·CAR·1·06·004/00.- Análisis Hidrológicos.

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

- N·PRY·CAR·1·06·004/00.- Análisis Hidrológicos.
- M·PRY·CAR·1·06·005/00.- Análisis Hidráulico.
- N·PRY·CAR·1·06·005/00.- Análisis Hidráulico.
- N·PRY·CAR·1·06·006/00.- Presentación del Estudio Hidráulico – Hidrológico para Puentes.
- N·PRY·CAR·6·01·001/01.- Ejecución de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares.
- N·PRY·CAR·6·01·002/01.- Características Generales del Proyecto.
- N·PRY·CAR·6·01·003/01.- Cargas y Acciones.
- N·PRY·CAR·6·01·004/01.- Viento.
- N·PRY·CAR·6·01·005/01.- Sismo.
- N·PRY·CAR·6·01·006/01.- Combinaciones de cargas
- N·PRY·CAR·6·01·007/04- Distribución de Cargas.
- N·PRY·CAR·6·01·008/04- Consideraciones para Puentes Especiales.
- N·PRY·CAR·6·01·009/04- Presentación de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares.
- Libro: Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras,. Dirección General de Servicios Técnicos.- SCT.- 2011.

## **Norma N-LEG-2/07.- Ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías.**

### **CONTENIDO**

Estas Especificaciones Generales contienen criterios de carácter general sobre la ejecución, medición y pago de los servicios relacionados con la obra pública, que realice la API con recursos propios o a través de un Contratista de Servicios, con el propósito de concebir y proyectar las obras para la infraestructura del transporte.

Los servicios que contemplan estas Especificaciones Generales son los siguientes:

#### **A.1. ESTUDIOS**

La ejecución de un estudio comprende los trabajos de campo, laboratorio y gabinete que se deben realizar para establecer las variables que determinan la concepción, el diseño, el comportamiento y las condiciones reales en las que se realizará y operará una obra. Los estudios pueden ser básicos o de detalle, según se establece a continuación.

##### **A.1.1. Estudios básicos**

Los estudios básicos son los que tienen por objeto determinar todos aquellos factores generales, de carácter social, cultural, ambiental, operacional, técnico y económico, que permiten la definición de una obra por construir conforme a la planeación de la infraestructura del transporte.

##### **A.1.2. Estudios de detalle**

Los estudios de detalle tienen el propósito de determinar, de la forma más precisa posible, todas aquellas variables, técnicas y ambientales, que inciden en el diseño de los elementos que integran una obra o que determinen su comportamiento.

#### **A.2. PROYECTOS**

La ejecución de un proyecto comprende desde las actividades necesarias para concebir, diseñar y definir una obra, incluyendo todos los elementos que la integran, hasta la expresión de sus características en planos, especificaciones y otros documentos, de tal manera que el constructor tenga los datos necesarios para que pueda ejecutar la obra, tal y como sea concebida por el proyectista. Los proyectos pueden incluir la *ingeniería básica* y/o la *ingeniería de detalle*, mismas que se explican a continuación.

##### **A.2.1. Proyecto ejecutivo de obra pública**

Para la realización de una obra pública, se requiere el proyecto ejecutivo correspondiente, el que además de la planeación de la obra, se integra con.

A.2.1.1 El proyecto arquitectónico, que mediante planos, maquetas, perspectivas y dibujos artísticos, entre otros, define la forma, estilo, distribución y el diseño funcional de la obra.

A.2.1.2 El proyecto de ingeniería, que comprende los planos constructivos, memorias de cálculo y descriptivas, especificaciones generales aplicables y particulares, que permiten llevar a cabo una obra civil, eléctrica, mecánica o de cualquier especialidad.

##### **A.2.2. Proyectos arquitectónico y de ingeniería.**

La ejecución de los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, comprende desde las actividades necesarias para concebir, diseñar, y definir una obra, incluyendo todos los elementos que la integran, hasta la expresión de sus características en planos, especificaciones de construcción y otros elementos, de tal manera que el constructor tenga los datos necesarios para que pueda ejecutar la obra, tal y como sea concebida por el proyectista. Los proyectos pueden incluir la Ingeniería básica y la Ingeniería de detalle, mismas que se explican a continuación.

###### **A.2.2.1 Ingeniería básica**

La ingeniería básica es el conjunto de actividades necesarias para determinar, de acuerdo con la planeación de la infraestructura para el transporte y con apoyo en los estudios básicos, el tipo de obra que se debe realizar, el servicio que prestará, el sitio donde se construirá si es puntual o la ruta si es lineal, estableciendo las características generales de su operación y geometría, así como sus ejes principales.

#### A.2.2.2 Ingeniería de detalle

La ingeniería de detalle comprende todas las actividades que se requieran para diseñar, con base en la ingeniería básica y en los estudios de detalle, todos los elementos de la obra por realizar, estableciendo en los planos, en las especificaciones y en otros documentos gráficos y/o electrónicos, la composición, el arreglo, la forma, los materiales, la resistencia, las dimensiones, los acabados, los conceptos y las cantidades de obra de cada elemento.

### A.3. CONSULTORÍAS Y ASESORÍAS

#### A.3.1. Consultorías

Las consultorías son los servicios profesionales que presta un experto de reconocido prestigio en su ámbito de competencia, para examinar, dictaminar y resolver algún problema específico relacionado con la infraestructura del transporte.

#### A.3.2. Asesorías

Las asesorías son los servicios profesionales que presta un experto de reconocido prestigio en su ámbito de competencia, para aconsejar e ilustrar al Ingeniero, sobre la forma de solucionar correctamente los problemas que se presenten en una determinada disciplina relacionada con la infraestructura del transporte.

### REFERENCIAS

Son referencias de estas Especificaciones Generales, la LEY y su REGLAMENTO, vigentes.

Estas Especificaciones Generales se complementan con las últimas versiones de las siguientes:

Norma:	Designación:
Contratación de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas	N·LEG·6·01
Ejecución de Supervisión de Obras	N·LEG·4

### REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSULTORÍAS O ASESORÍAS.

#### C.1. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

Previamente a la ejecución de un estudio o proyecto, se requiere contar con los elementos que enseguida se refieren:

- C.1.1. La definición del tipo de estudio y/o proyecto que se requiere y del sitio donde se pretende realizar. Cuando se trate de un estudio de detalle y/o proyecto que incluya la ingeniería de detalle, además se requiere el anteproyecto debidamente autorizado por la Secretaría, que defina el tipo de obra que se proyectará, las características generales de su geometría y del servicio que prestará, incluyendo su trazo, así como sus alineamientos horizontal y vertical preliminares.
- C.1.2. Cuando el estudio y/o proyecto se realice por contrato, las Especificaciones Generales a que se debe sujetar, que contengan como mínimo:
  - C.1.2.1. Los antecedentes que originan la necesidad del estudio o proyecto; la designación y el tipo de obra para la que se realizará el estudio o proyecto, así como las características generales de su geometría y del servicio que prestará; la ubicación geográfica del sitio de estudio o de la obra por proyectar; y el objetivo de los trabajos por ejecutar.
  - C.1.2.2. La descripción precisa y detallada de los servicios que se requieren.
  - C.1.2.3. Los plazos de ejecución, incluyendo un calendario de prestación de los servicios.
  - C.1.2.4. La relación de los datos, documentos y recursos que proporcionará la API al Contratista de Servicios, necesarios para la realización del estudio o proyecto.
  - C.1.2.5. La descripción general de los trabajos por ejecutar para la realización del estudio o proyecto, incluyendo, en su caso, la metodología por emplear.



- C.1.2.6.** Las especificaciones generales que se deben observar para la ejecución del estudio o proyecto, así como las especificaciones particulares que establezcan los parámetros y criterios técnicos que deben atenderse obligatoriamente, mismas que pueden incluir para cada concepto de trabajo, en lo aplicable, lo siguiente:
- La definición del concepto
  - El tipo de equipo y/o materiales que deban utilizarse en la ejecución del concepto
  - Los criterios generales para la ejecución del concepto, indicando, en su caso, los valores específicos de diseño y criterios técnicos que deban atenderse.
  - La forma, unidades y aproximación con que se medirá el concepto, para determinar el avance o la cantidad de trabajo ejecutado para efecto de pago.
  - La base de pago del concepto, que indique todo aquello que deba ser incluido en su precio, como personal, materiales, equipos, herramientas, acciones, operaciones y en general todo lo que se requiera para su correcta ejecución.

**C.1.2.7.** La descripción detallada del producto final que deba entregar el CONTRATISTA, relacionado los planos y documentos por elaborar, como resultado del estudio o proyecto, estableciendo el formato y presentación de cada uno.

**C.1.2.8.** Los criterios generales que deba atender el CONTRATISTA para controlar la calidad de los trabajos que ejecute, así como los procedimientos para la revisión y verificación de la calidad.

**C.1.3.** La constancia de que no existen en los archivos de la API o en su caso, en los de la coordinadora del sector correspondiente, estudios y proyectos que satisfagan los requerimientos de los que se pretenda ejecutar, conforme al Artículo 18 de la LEY.

**C.1.4.** Cuando el estudio o proyecto se realice por contrato y los trabajos se paguen por precios unitarios, el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo correspondiente. Cuando se paguen a precio alzado, las partidas que integran el importe total.

**C.1.5.** Cuando el estudio o proyecto se realice por contrato, el presupuesto para su ejecución, el programa de ejecución general calendarizado y los programas de erogaciones calendarizados y cuantificados en partidas o actividades de suministro o utilización semanal para los rubros de maquinaria y equipo requerido, del personal que se empleará, así como el programa de montos mensuales de los trabajos, o cuando se trate de servicios a base de precio alzado, la red de actividades, las cédulas de avances y de pagos programados, calendarizados y cuantificados semanalmente por actividades a ejecutar, en su caso, las fechas claves o hitos a que se ajustará el programa de ejecución.

**C.1.6.** Los permisos necesarios para realizar los trabajos de campo que se requieran durante la realización del estudio.

**C.1.7.** Cuando solo se ejecute el proyecto, los estudios necesarios para su realización.

## **C.2. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DE CONSULTORÍAS Y ASESORÍAS**

Previamente a la ejecución de una consultoría o una asesoría, se requiere contar con los elementos que enseguida se refieren:

**C.2.1.** La definición del tipo de consultoría o asesoría que se requiere y del lugar donde se prestará el servicio.

**C.2.2.** Cuando la consultoría o la asesoría se realice por contrato, las Especificaciones Generales a que se debe sujetar, que contengan como mínimo:

**C.2.2.1.** Los antecedentes que originan la necesidad de la consultoría o asesoría, los objetivos que se pretenden y lugar donde se prestarán los servicios.

**C.2.2.2.** La descripción precisa y detallada de los servicios que se requieren.

**C.2.2.3.** Los plazos de ejecución, incluyendo un calendario de prestación de servicios.

**C.2.2.4.** La relación de la información y en su caso, la descripción del apoyo logístico que deba suministrar la API al Contratista de Servicios, que sean necesarios para la realización de los servicios de consultoría.

La descripción general de la forma como se prestarán los servicios de consultoría o asesoría, estableciendo, en su caso, los alcances técnicos a que se sujetarán.

**C.2.2.6.** Las especificaciones generales y particulares que deban atenderse obligatoriamente.

**C.2.2.7.** La definición de los documentos que, como resultado de la consultoría o asesoría, debe entregar el Contratista de Servicios a la API.

**C.2.2.8.** La definición de la forma como se medirán y pagarán los servicios de consultoría.

**C.2.3.** El presupuesto de los servicios de consultoría o de asesoría por ejecutar y los programas de ejecución y de montos semanales correspondientes.

## **EJECUCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSULTORÍAS O ASESORÍAS**

Para la ejecución de estudios, proyectos, consultorías o asesorías, se deben atender los aspectos contenidos en esta Cláusula.

Si el estudio, proyecto, consultoría o asesoría se ejecuta por contrato, toda la documentación que elabore el Contratista de Servicios en relación con los trabajos contratados, la presentará en papel con su membrete y debidamente firmada por él o su REPRESENTANTE, que designe conforme a estas Especificaciones Generales.

### **D.1. EJECUCIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**

**D.1.1.** Con anterioridad a la ejecución de un proyecto, la API nombrará un Coordinador del mismo, que debe ser un profesional especializado en la materia y con suficiente experiencia, quien será responsable de:

**D.1.1.1.** Vigilar que previamente al inicio de los trabajos, se cuente con todos los requisitos indicados en la fracción C.1., de estas Especificaciones Generales

**D.1.1.2.** Coordinará la ejecución de los estudios que se requieran y la elaboración de las diferentes partes del proyecto.

**D.1.1.3.** Supervisar, revisar y aprobar los trabajos que se realicen, así como, en su caso, verificar de que el proyecto autorizado se encuentre totalmente terminado.

**D.1.1.4.** Cuando el estudio o proyecto se realice por contrato, abrir, controlar, dar seguimiento y mantener actualizada la bitácora correspondiente, conforme a las disposiciones de la LEY, así como a los lineamientos que emita la Secretaría de la Función Pública y como se establece en el REGLAMENTO, en la que se anotarán las modificaciones autorizadas a los alcances del contrato, las ampliaciones o reducciones de los mismos, los resultados de las revisiones que efectúe la API, las instrucciones al CONTRATISTA de servicios, los planteamientos y solicitudes al mismo, así como los hechos cuya relevancia haga conveniente su registro permanente y entregar copia a las personas autorizadas para recibirlas, conservando el original en la bitácora hasta el cierre del contrato. Solo podrán tener acceso a dicha bitácora, el Coordinador del proyecto y el representante del Contratista, designado conforme a lo indicado en el párrafo D.1.5.2. de estas Especificaciones Generales, así como el personal técnico de la API y del CONTRATISTA de servicios, que haya sido autorizado, quienes fecharán y firmarán todas las anotaciones que se hagan.

**D.1.2.** Durante la ejecución de los estudios y del proyecto, el Coordinador del proyecto elaborará la memoria descriptiva correspondiente, en la que se refieran las características generales del proyecto y los estudios realizados, se reseñen las alternativas analizadas, así como las justificaciones técnica y económica de las opciones seleccionadas, y se describan los criterios técnicos utilizados en los análisis y diseños.

**D.1.3.** Si el proyecto se ejecuta por contrato, el Contratista de Servicios elaborará la memoria descriptiva a que se refiere el Inciso anterior.

**D.1.4.** Son responsabilidad del CONTRATISTA de Servicios a cuyo cargo esté la realización del estudio o proyecto, todos los criterios, métodos y procedimientos que utilice en su elaboración, las conclusiones y recomendaciones que se desprendan del estudio, los planos y especificaciones del proyecto y la Normativa SCT que invoque en su trabajo. El hecho de que el Coordinador del proyecto y las Autoridades competentes de la API aprueben el trabajo del CONTRATISTA de Servicios, no lo libera de dicha responsabilidad.

**D.1.5.** Cuando la ejecución de un estudio o proyecto se realice por contrato, se procederá de la manera siguiente:

**D.1.5.1.** Previamente al inicio del estudio o proyecto, la API entregará al Contratista de Servicios lo siguiente:

Todos los datos y documentos necesarios para la realización del estudio o proyecto, según la relación incluida en estas Especificaciones Generales, que se señala en el Párrafo C.1.2.4. de esta Norma.

La definición del sitio donde se pretende realizar el estudio o ejecutar la obra para la cual se requiere el proyecto, incluyendo, en su caso, el trazo, el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical preliminares.

Las constancias y/o permisos necesarios para ejecutar los trabajos de campo que se requieran durante la realización del estudio.

- D.1.5.2.** Antes de iniciar los trabajos, el Contratista de Servicios designará a su representante, quien debe ser un profesional cuyo título esté registrado ante la Autoridad Federal competente, con suficiente experiencia en labores de la índole de las que se ejecutarán, que conozca ampliamente los Términos de Referencia que se establecen en el Inciso C.1.2., en su caso las especificaciones que se deben observar para la ejecución del estudio o proyecto que se indican en el Párrafo C.1.2.6. de estas Especificaciones Particulares, así como toda la información entregada al Contratista de Servicios de acuerdo con el Párrafo anterior y que previamente sea aceptado por la Secretaría. Asimismo, el Contratista de Servicios debe contar, durante el tiempo de realización de los trabajos, con los asesores técnicos especializados, establecidos en el contrato. El REPRESENTANTE y los asesores no pueden ser sustituidos sin la autorización escrita de la Secretaría y siempre por otras personas con igual preparación y experiencia.
- D.1.5.3.** El CONTRATISTA de Servicios ejecutará el estudio o proyecto, en todas sus fases, conforme a los Términos de Referencia que se señalan en el Inciso C.1.2. y en su caso con las especificaciones a que se refiere el Inciso C.1.4. de estas Especificaciones Generales, apegándose a la forma y a los programas establecidos en el contrato.
- D.1.5.4.** Si durante la ejecución de un estudio o proyecto que se realice por contrato y por sus características particulares, el Contratista de Servicios considera necesario modificar los Términos de Referencia, los alcances técnicos o el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo originales, de los trabajos que se paguen por precios unitarios, puede proponer a la API las modificaciones que a su juicio procedan. La API evaluará la necesidad de las modificaciones propuestas y de considerarlas procedentes, comunicará por escrito al CONTRATISTA de Servicios su aprobación. Las modificaciones aprobadas, así como las adecuaciones en el costo y en los programas, que aquellas pudieran ocasionar, se deben formalizar mediante un convenio, según se establece en el Artículo 59 de la LEY y conforme a lo indicado en la Cláusula H de la Norma LEG-6-01.- Contratación de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- D.1.5.5.** Durante la ejecución del estudio o proyecto, el CONTRATISTA de Servicios se mantendrá en constante comunicación con la API, con el propósito de discutir y seleccionar las alternativas analizadas, comentar y definir en cada etapa, los criterios, métodos y procedimientos que se utilicen, así como las decisiones técnicas de proyecto, para lo que se efectuarán reuniones periódicas entre su representante y el Coordinador del proyecto, en las que también se revise el estado de los trabajos y se verifique que el avance sea el programado. Además de las reuniones mencionadas, la API, cuando lo juzgue conveniente, puede efectuar revisiones de los trabajos en el sitio donde éstos se realicen y el CONTRATISTA de Servicios otorgará todas las facilidades para que se lleven a cabo dichas revisiones y proporcionará toda la información que le requiera la API. Después de cada reunión o revisión que realice la API, el CONTRATISTA de Servicios elaborará la minuta correspondiente, en la que se hagan constar los acuerdos tomados y recabará en ella las firmas de todas las personas que hayan participado, entregando a cada una su respectiva copia. Cada minuta, tan pronto sea firmada por los involucrados, será validada anexando copia en la bitácora correspondiente.
- D.1.5.6.** Todos los datos, resultados y documentos que se produzcan como resultado del estudio o proyecto, son propiedad de la API, por lo que el CONTRATISTA de Servicios no los puede divulgar por medio de publicaciones, conferencias, informes o cualquier otra forma, sin la autorización expresa y por escrito de la misma.
- D.1.6.** El CONTRATISTA de Servicios a cuyo cargo esté la realización del estudio, debe elaborar el informe técnico correspondiente, que contenga como mínimo los antecedentes, objetivos y alcances del estudio; los datos que se consideraron para la ejecución de los trabajos, refiriendo las fuentes de su obtención; los resultados de los trabajos de campo, gabinete y en su caso, de laboratorio, con la descripción sucinta de los criterios, métodos y procedimientos utilizados en su ejecución; todas las tablas, figuras y planos elaborados; las conclusiones y recomendaciones; y como apéndices, los registros de campo y de laboratorio, las memorias de cálculo y un informe fotográfico que ilustre gráficamente los trabajos de campo realizados.
- D.1.7.** El CONTRATISTA de Servicios a cuyo cargo esté la realización de la ingeniería básica del proyecto, con base en la planeación de la infraestructura para el transporte y en los estudios básicos, elaborará el anteproyecto correspondiente, que contenga como mínimo los antecedentes, objetivos y alcances de la ingeniería básica del proyecto; los datos que se consideraron para la ejecución de los trabajos, refiriendo las fuentes de su obtención; la descripción sucinta de los criterios, métodos y procedimientos utilizados en el análisis de la información; las alternativas de solución que hayan sido consideradas y su evaluación; las justificaciones sociales, culturales,

ambientales, operacionales, técnicas y económicas de la opción seleccionada; el plan maestro de la obra, que establezca la forma y las etapas de su crecimiento; los planos y especificaciones en los que se establezcan la ubicación o trazo preliminar de la obra por proyectar, las características generales de su geometría y operación, así como los datos y parámetros básicos conforme a los que se deba realizar la ingeniería de detalle para la primera etapa de la obra.

- D.1.8.** El CONTRATISTA de Servicios a cuyo cargo esté la realización de la ingeniería de detalle del proyecto, con base en el anteproyecto correspondiente y en los estudios de detalle:
- D.1.8.1.** Diseñará todos los componentes de la obra e integrará las memorias de cálculo que correspondan.
  - D.1.8.2.** Elaborará los planos y cuando procedan, los procesos electrónicos de terracerías, en los que se indiquen todos los datos necesarios para la construcción de la obra.
  - D.1.8.3.** Definirá, en su caso, los bancos de materiales para terracerías, pavimentos, agregados para concretos; de agua y de cualquier otro material que se utilice en la obra, así como los sitios de depósito para los materiales de desperdicio y para los almacenes temporales. La utilización de préstamos laterales está prohibida, a menos que por causas plenamente justificadas resulten indispensables, lo que se tomará en cuenta para la definición de los bancos de materiales para terracerías.
  - D.1.8.4.** Formulará las especificaciones particulares de construcción que deban ser acatadas en la ejecución de la obra, invocando en ellas la Normativa SCT aplicable, de manera que para cada concepto de obra se establezca claramente lo siguiente:
    - a)** La definición del concepto.
    - b)** Las normas de calidad que definan las características y requisitos de los materiales, solos y mezclados, que se utilizarán en la ejecución del concepto.
    - c)** Los criterios generales para la ejecución del concepto.
    - d)** Los niveles de calidad y de acabados que debe satisfacer el concepto, incluyendo sus tolerancias.
    - e)** Cuando sea conveniente, las sanciones y estímulos a que se hará acreedor el Contratista de Obra, según el nivel de calidad y acabados que logre en el concepto.
    - f)** La forma en que se medirá el concepto con el propósito de determinar el avance o la cantidad de obra ejecutada para su pago.
    - g)** La base de pago, en la que establezca todo aquello que deba ser incluido en el precio unitario del concepto, como materiales, mano de obra, equipos, herramientas, acciones, operaciones y en general, todo lo que se requiera para su correcta ejecución.
  - D.1.8.5.** Elaborará el catálogo de conceptos y cantidades de obra, haciendo referencia a la especificación de construcción de cada concepto, así como el presupuesto para la realización de la obra.
  - D.1.8.6.** Ejecutará todos los trabajos adicionales que hayan sido establecidos en los Términos de Referencia.
- D.1.9.** Una vez que el Contratista de Servicios a cuyo cargo esté la realización del estudio o proyecto, concluya alguno de los trabajos establecidos en los Términos de Referencia que se señalan en el Inciso C.1.2. de estas Especificaciones Generales, lo entregará al Coordinador del proyecto para su revisión final, con la presentación y en la forma indicada en dichos Términos de Referencia, en la fecha establecida en el programa de ejecución. De encontrarlo correcto, el Coordinador del proyecto recabará la aprobación de la Autoridad competente de la API.
- D.1.10.** Si como resultado de la revisión final a que se refiere el Inciso anterior, que efectúen el Coordinador del proyecto y la Autoridad competente de la API, se requieren correcciones o adecuaciones al trabajo que entregue el Contratista de Servicios a cuyo cargo esté la realización del estudio o proyecto, éste las debe realizar dentro del plazo que le indique la API.
- D.1.11.** El Coordinador del proyecto recibirá del Subgerente Técnico de Proyectos, las propuestas de corrección, adecuación, modificación y complementación, que se formulen como resultado de la revisión que se realice previamente a la ejecución de la obra correspondiente, según lo establecido en el Inciso D.1.2. de la Norma N-LEG-4, *Ejecución de Supervisión de Obras*, o como consecuencia de las circunstancias reales de la obra durante su ejecución, así como, los proyectos de las desviaciones carreteras que se requieran para la ejecución de la obra, que haya elaborado el Contratista de Obra, de acuerdo con lo indicado en el Inciso D.2.16. de la misma Norma. El Coordinador del proyecto analizará la procedencia de dichas propuestas y proyectos, y de encontrarlos correctos, obtendrá la aprobación de la Autoridad competente de la API, de lo contrario formulará las soluciones a los problemas que hayan generado las

propuestas e indicará a la RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN de la obra las modificaciones pertinentes a los proyectos de las desviaciones mencionadas.

## **D.2. EJECUCIÓN DE CONSULTORÍAS Y ASESORÍAS**

- D.2.1.** El Contratista de Servicios a cuyo cargo esté la realización de una consultoría o asesoría, es responsable de todos los criterios, métodos y procedimientos que utilice en la prestación de sus servicios, de las conclusiones y recomendaciones que se desprendan de los mismos y de la Normativa SCT que invoque en su trabajo, así como de las soluciones que, a su criterio, sean las más convenientes técnica y económicamente para resolver los problemas objeto de la consultoría o la asesoría. El hecho de que la Autoridad competente de la API apruebe el trabajo del Contratista de Servicios, no lo libera de dicha responsabilidad.
- D.2.2.** Cuando la prestación de una consultoría o de una asesoría se realice por contrato, se debe proceder de la manera siguiente:
- D.2.2.1.** Durante la ejecución de la consultoría o la asesoría, la API suministrará al CONTRATISTA de Servicios toda la información y en su caso, el apoyo logístico y recursos necesarios para la prestación del servicio, según la relación incluida en los Términos de Referencia, que se señala en el Párrafo C.2.2.3. de estas Especificaciones Generales.
- D.2.2.2.** El CONTRATISTA de Servicios ejecutará la consultoría o la asesoría, en todas sus fases, conforme a los Términos de Referencia que se señalan en el Inciso C.2.2. de esta Norma, apegándose, en su caso, a la forma y a los programas establecidos en contrato.
- D.2.2.3.** Si durante la ejecución de una consultoría o una asesoría que se realice por contrato y por sus características particulares, el CONTRATISTA de Servicios considera necesario modificar los Términos de Referencia y los alcances técnicos originales, de los trabajos que se paguen por precios unitarios, puede proponer a la API las modificaciones que a su juicio procedan. La API evaluará la necesidad de las modificaciones propuestas y de considerarlas procedentes, comunicará por escrito al CONTRATISTA de Servicios su aprobación. Las modificaciones aprobadas, así como las adecuaciones en el costo y en los programas, que aquellas pudieran ocasionar, se deben formalizar mediante un convenio, como se establece en el Artículo 59 de la LEY.
- D.2.2.4.** Durante la prestación de la consultoría, el CONTRATISTA de Servicios se mantendrá en constante comunicación con la API, con el propósito de comentar y definir en cada etapa, los criterios, métodos y procedimientos que se utilicen, así como las conclusiones y recomendaciones que procedan, para lo que se efectuarán reuniones periódicas con el representante que designe la API, quien en su caso será el responsable de elaborar, controlar, dar seguimiento y mantener actualizada la bitácora correspondiente que se indica en el Párrafo D.1.1.4. de estas Especificaciones Generales. Después de cada reunión el CONTRATISTA de Servicios elaborará la minuta correspondiente, en la que se hagan constar los acuerdos tomados y recabará en ella las firmas de todas las personas que hayan participado, entregando a cada una su respectiva copia. Cada minuta, tan pronto sea firmada por los involucrados, será validada, anexando copia en la bitácora correspondiente.
- D.2.2.5.** Todos los datos, resultados y documentos que se produzcan como consecuencia de la consultoría o la asesoría, son propiedad de la API, por lo que el CONTRATISTA de Servicios no los puede divulgar por medio de publicaciones, conferencias, informes o cualquier otra forma, sin la autorización expresa y por escrito de la misma.
- D.2.3.** El Contratista de Servicios a cuyo cargo esté la realización de la consultoría, elaborará el o los dictámenes técnicos que se requieran por la prestación del servicio, que contengan como mínimo los antecedentes, objetivos y alcances de la consultoría; los datos que se consideraron, refiriendo las fuentes de su obtención; la descripción sucinta de los criterios, métodos y procedimientos utilizados en el análisis de la información; el diagnóstico y el pronóstico del problema objeto de la consultoría, las alternativas de solución analizadas y las justificaciones técnicas y económicas de las opciones seleccionadas; así como las conclusiones y recomendaciones pertinentes.
- D.2.4.** Una vez que el Contratista de Servicios concluya alguno de los trabajos establecidos en los Términos de Referencia que se señalan en el Inciso C.2.2. de estas Especificaciones Generales, lo entregará a la API para su revisión final, en la fecha establecida en el programa de ejecución.
- D.2.5.** Si como resultado de la revisión final a que se refiere el Inciso anterior, que efectúe la API, se requieren correcciones o adecuaciones al trabajo que entregue el CONTRATISTA de Servicios, éste las debe realizar dentro del plazo que le indique la API.

## **INFORMES**

Cuando los estudios, proyectos, consultorías o asesorías se efectúen por contrato, el CONTRATISTA de Servicios preparará y entregará a la API, los informes que a continuación se indican, en un plazo de cinco (5) días hábiles a partir de la fecha de los mismos y en tres (3) ejemplares cada uno:

### **E.1. INFORMES MENSUALES**

Cuando la duración de los trabajos o servicios sea mayor de un mes y se hayan pactado en el contrato pagos parciales, el CONTRATISTA de Servicios entregará a la API, informes mensuales que muestren claramente el estado que guarden dichos trabajos o servicios y su costo total a la fecha del informe, y que permitan la medición, estimación y pago de los trabajos o servicios prestados.

Cada informe mensual contendrá como mínimo, para el periodo del que se informe, la descripción de los trabajos realizados o servicios prestados, la relación de los datos útiles que hayan sido recabados, indicando las fuentes de su obtención; en su caso, la reseña y resultados de los trabajos de campo y laboratorio que hayan sido ejecutados; el avance físico por concepto de trabajo si se pagan por precios unitarios, o por partida si se pagan a precio alzado; el factor de ponderación por concepto o partida de acuerdo con su importancia relativa acordada por la API; el avance físico ponderado por concepto o partida; el avance físico general y el avance general en términos financieros, comparando dichos avances con los programas incluidos en el contrato; como apéndices, las minutas de las reuniones y revisiones a que se refieren los Párrafos D.1.5.5. y D.2.2.4. de estas Especificaciones Generales, según sea el caso y cuando procedan, los registros de campo, de laboratorio y un informe fotográfico que ilustre gráficamente los trabajos de campo realizados en el periodo.

### **E.2. INFORME FINAL DE CIERRE**

Al término del contrato, el CONTRATISTA de Servicios entregará a la API el informe final de cierre, que contendrá como mínimo, la descripción general de los trabajos o servicios prestados; en su caso, la reseña de todos los trabajos de campo y laboratorio realizados; y la relación de los documentos que se entreguen a la API como resultado de los servicios contratados. Si la duración de los trabajos o servicios es menor de un mes, además se incluirá la relación de los datos útiles que hayan sido recabados, indicando las fuentes de su obtención; en su caso, los resultados de campo y laboratorio; como apéndices, las minutas de las reuniones y revisiones a que se refieren los párrafos D.1.5.5. y D.2.2.4. de estas Especificaciones Generales, según sea el caso y cuando procedan, los registros de campo, de laboratorio y un informe fotográfico que ilustre gráficamente los trabajos de campo realizados.

Serán anexos del informe final de cierre, según corresponda, los informes técnicos de los estudios, el anteproyecto y el proyecto de la obra, integrados como se establece en los Incisos D.1.6., D.1.7. y D.1.8., respectivamente o los dictámenes técnicos a que se refiere el Inciso D.2.3., de estas Especificaciones Generales.

## **MEDICIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSULTORÍAS Y ASESORÍAS.**

Cuando los estudios, proyectos, consultorías y asesorías se efectúen por contrato, éstos se medirán para determinar el avance o la cantidad de trabajo ejecutado, para su pago, como sigue:

- F.1.** Cuando el pago sea por precios unitarios, los trabajos ejecutados de acuerdo con los Términos de Referencia que se señalan en el Inciso C.1.2. o C.2.2. que corresponda y conforme a lo señalado en la Cláusula D. de estas Especificaciones Generales, a satisfacción de la API, se medirán una vez que ésta reciba los informes correspondientes a que se refiere la Cláusula E., en la forma, unidades y aproximación que establezcan dichas especificaciones. No serán objeto de medición y pago los trabajos que el CONTRATISTA de Servicios haya ejecutado incorrectamente ni los que tenga que realizar para corregirlos.
- F.2.** Cuando el pago sea a precio alzado, los trabajos ejecutados de acuerdo con los Términos de Referencia que se señalan en el Inciso C.1.2. o C.2.2. que corresponda, y conforme a lo señalado en la Cláusula D. de estas Especificaciones Generales, a satisfacción de la API, se medirán una vez que ésta haya recibido todos los informes que se refieren en la Cláusula E. Si en el contrato se pactaron pagos parciales por metas alcanzadas, los trabajos se medirán una vez que la API haya recibido el o los informes correspondientes a la meta conseguida de acuerdo con el programa establecido en el contrato.

## **BASE DE PAGO DE ESTUDIOS, PROYECTOS O CONSULTORÍAS Y ASESORÍAS.**

Cuando los estudios, proyectos, consultorías o asesorías se efectúen por contrato, en la integración de los precios, para cada concepto de trabajo si el pago es por precios unitarios, o para cada partida si es a precio alzado, se considerará lo siguiente:

## **G.1. PERSONAL**

Corresponde al importe por concepto del personal que participe en la prestación de los servicios, calculado con base en la plantilla propuesta por el CONTRATISTA de Servicios, mediante los salarios reales mensuales y el factor de utilización del personal.

## **G.2. GASTOS DE OPERACIÓN**

Comprende todos los gastos de operación para la prestación de los servicios, como el transporte de ida y vuelta, desde su base hasta el sitio de la utilización de las herramientas, equipos y maquinaria que se requieran para los trabajos de campo; los insumos y materiales que sean indispensables para la ejecución de todos los trabajos; la mano de obra que sea necesaria para los trabajos de campo y, en su caso, de laboratorio; cuando se requiera, el empaque, envío y almacenamiento de las muestras que se obtengan; los gastos de viaje, viáticos y pasajes del personal que realice los trabajos de campo.

En el caso de consultoría, la API podrá pactar dentro del contrato respectivo, que el CONTRATISTA de Servicios presente por separado del costo directo de la mano de obra y del costo indirecto, los gastos operativos y de administración central necesarios para el alojamiento, alimentación y transporte del personal de servicios. Los gastos que se realicen bajo este concepto podrán pagarse, dentro del mismo contrato, en forma específica, debiendo justificarse su reembolso mediante la comprobación correspondiente, o bien, por medio del pago de una cuota fija por alojamiento y alimentos, reconociendo por separado los pasajes. En el contrato se establecerá expresamente la forma y los plazos de pago, debiendo fijarse, en su caso, los tabuladores o cuotas que habrán de aplicarse.

## **G.3. RENTAS**

Incluye las rentas de las herramientas, equipos y maquinaria para los trabajos de campo, gabinete y, en su caso, de laboratorio, así como de los equipos de transporte que se utilicen.

## **ESTIMACIÓN Y PAGO DE ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSULTORÍAS O ASESORÍAS.**

Cuando los estudios, proyectos, consultorías o asesorías se efectúen por contrato, y se haya pactado un anticipo, éste se pagará y amortizará atendiendo a lo indicado en la Sección IV del Capítulo Cuarto del Título Tercero del REGLAMENTO y los trabajos ejecutados se pagarán conforme a lo establecido en la Sección III del mismo Capítulo, considerando que:

- H.1.** La evaluación de los trabajos ejecutados para un estudio, proyecto, consultoría o asesoría, en un determinado periodo, se debe realizar mediante la elaboración de la estimación correspondiente, la que tiene por objeto calcular el importe de los trabajos para proceder a su pago.
- H.2.** La elaboración, presentación, revisión, autorización y pago de las estimaciones se sujetará a los plazos establecidos en el Artículo 54 de la LEY. Las fechas de aceptación y firma por el Coordinador del Proyecto y el representante del CONTRATISTA de los Servicios, se harán constar en las propias estimaciones y en la bitácora correspondiente.
- H.3.** Las estimaciones serán formuladas por el CONTRATISTA de Servicios, en la fecha de corte establecida en el contrato y entregadas a la API junto con los informes mensuales correspondientes, indicados en la Fracción E.1., mismos que garanticen que los trabajos fueron ejecutados a satisfacción de la API, de acuerdo con los Términos de Referencia que se señalan en el Inciso C.1.2. o C.2.2., que corresponda, y conforme a lo señalado en la Cláusula D. de estas Especificaciones Generales.
- H.4.** Solamente se estimarán trabajos que hayan sido medidos conforme a lo señalado en la Cláusula F. de estas Especificaciones Generales.
- H.5.** Cuando los trabajos se paguen por precios unitarios, el Contratista de Servicios recibirá de la Secretaría, como pago total por la ejecución satisfactoria de esos trabajos, el importe que resulte de aplicar los precios unitarios a las cantidades de trabajo realizadas.
- H.6.** Cuando los trabajos se paguen a precio alzado, el CONTRATISTA de Servicios recibirá de la API, como pago total por la ejecución satisfactoria de esos trabajos, el monto contratado. Si en el contrato se pactaron pagos parciales por meta conseguida, de acuerdo con el programa establecido en el contrato.
- H.7.** El importe que se aplique en las estimaciones, incluirá la remuneración o pago total que se cubrirá al CONTRATISTA de Servicios por todos los gastos directos e indirectos que originen sus trabajos, por la utilidad y por las obligaciones previstas en el contrato respectivo.

- H.8.** De las estimaciones que se cubran al CONTRATISTA de Servicios, se le descontarán los derechos que procedan por la prestación de servicios de inspección, vigilancia y control de los servicios contratados que realiza la Secretaría de la Función Pública, a que se refiere el artículo 92 del REGLAMENTO.
- H.9.** Los precios unitarios que se consignen en el contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. Los costos sólo pueden ser revisados y ajustados en los casos y bajo las condiciones previstas en dicho contrato, conforme a lo señalado en los Artículos 56, 57 y 58 de la LEY. Los trabajos que se paguen a precio alzado no son susceptibles de modificación en monto o plazo ni están sujetos a ajuste de costos, excepto si se presentan circunstancias económicas de tipo general que sean ajenas a la responsabilidad de las partes, como lo señala el Artículo 59 de la LEY.
- H.10.** Cuando los trabajos se paguen por precios unitarios, ninguna de las diferencias que pudieran resultar en las cantidades de trabajo establecidas en el contrato, justificará modificación alguna a los precios unitarios respectivos.
- H.11.** En el caso de que el CONTRATISTA de Servicios no cumpla con el programa de ejecución o la calidad de los servicios contratados, las sanciones que procedan de acuerdo con lo indicado en la Cláusula J de estas Especificaciones Generales, se aplicarán en la estimación que corresponda al período en el cual se incurrió en el incumplimiento.
- H.12.** La estimación final del estudio, proyecto, consultoría o asesoría, será una estimación global, que incluya todos los conceptos y cantidades de trabajo ejecutados que se paguen por precios unitarios y todas las partidas que se paguen a precio alzado, desde el inicio hasta la terminación de la prestación de los servicios, así como la deducción de los pagos efectuados mediante las estimaciones parciales.
- H.13.** Para dar por terminados, parcial o totalmente, los derechos y obligaciones asumidos por las partes, se elaborará el finiquito correspondiente, de acuerdo con lo establecido en la Sección IX del capítulo Cuarto del título Tercero del REGLAMENTO, anexando el acta de recepción de los servicios contratados, a que se refiere la Fracción I.1. de estas Especificaciones Generales y tomando en cuenta que:
- H.13.1.** La API notificará por escrito al CONTRATISTA de Servicios, la fecha, lugar y hora en que, dentro del plazo estipulado en el contrato, se elaborará el finiquito y el CONTRATISTA de Servicios tendrá la obligación de acudir.
- H.13.2.** De existir desacuerdo entre las partes respecto al finiquito o si el CONTRATISTA de Servicios no acude con la API para su elaboración en la fecha a que se refiere el inciso anterior, la API procederá a elaborarlo, debiendo comunicar su resultado al CONTRATISTA de Servicios dentro de un plazo de diez (10) días naturales, contados a partir de su emisión. Una vez notificado el resultado de dicho finiquito al CONTRATISTA de Servicios, éste tendrá un plazo de quince (15) días naturales a partir de la fecha en que haya recibido la notificación, para hacer el escrito de reclamación correspondiente. Si transcurrido ese lapso, el Contratista de Servicios no presenta reclamación alguna, se considerará que el finiquito ha sido aceptado definitivamente por él y perderá el derecho a ulterior reclamación. En su caso, la Secretaría recibirá dicha reclamación y emitirá su resolución definitiva en un plazo no mayor de treinta (30) días naturales.
- H.13.3.** Una vez elaborado el finiquito de los trabajos, la API dará por terminado el contrato correspondiente, dejando únicamente subsistentes las acciones que deriven del finiquito, así como las garantías que contempla el Artículo 66 de la LEY, por lo que no será factible que el CONTRATISTA de servicios presente reclamación alguna de pago con posterioridad a su formalización.
- H.13.4.** Cuando la liquidación de los saldos se realice dentro de los quince (15) días naturales siguientes a la firma del finiquito, éste podrá utilizarse como el acta administrativa que da por terminados los derechos y obligaciones de las partes en el contrato, debiendo agregar únicamente una manifestación de las partes de que no existen otros adeudos y por lo tanto se darán por terminados los derechos y obligaciones que genera el contrato respectivo. Al no ser factible la liquidación indicada, se procederá a elaborar el acta administrativa prevista en el último párrafo del Artículo 64 de la LEY, conforme a lo indicado en el Artículo 143 de su REGLAMENTO.
- H.14.** El pago de las estimaciones o del finiquito del contrato no libera al CONTRATISTA de Servicios de su responsabilidad respecto a la correcta ejecución de los servicios contratados, por lo que la API se reserva el derecho de reclamarle responsabilidad por negligencia o incapacidad técnica.
- H.15.** Por causas justificadas o por razones de interés general, la API puede suspender temporalmente o terminar anticipadamente el contrato, así como determinar la rescisión administrativa del contrato cuando ocurra la contravención de las disposiciones, lineamientos, bases, procedimientos y requisitos que establece la LEY y demás disposiciones administrativas sobre la materia o por el incumplimiento de cualquiera de las obligaciones del CONTRATISTA de Servicios que se estipulen en el contrato, conforme a lo establecido en los Artículos 60, 61, 62 y 63 de la LEY, así como las Secciones V, VI y VII del Capítulo Cuarto del Título Tercero de su REGLAMENTO.



## **RECEPCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSULTORÍAS O ASESORÍAS.**

Cuando los estudios, proyectos, consultorías o asesorías se efectúen por contrato, una vez concluidos, serán recibidos por la API como sigue:

- I.1. El CONTRATISTA de Servicios notificará por escrito a la API, la terminación de los trabajos y ésta iniciará el procedimiento de recepción de los servicios contratados dentro de un plazo no mayor de quince (15) días naturales a partir del día siguiente en que reciba la notificación, verificando, dentro del plazo pactado en el contrato, que se hayan ejecutado a su satisfacción, de acuerdo con los Términos de referencia que se señalan en el Inciso C.1.2. o C.2.2. que corresponda, y conforme a lo señalado en la Cláusula D. de estas Especificaciones Generales y levantará un acta en la que se haga constar su recepción, en la forma que se establece en los Artículos 64 de la LEY y en la Sección VIII del Capítulo Cuarto del Título Tercero de su REGLAMENTO..
- I.2. Serán anexos del acta de recepción de los servicios contratados y formarán parte integrante de la misma, según corresponda, la bitácora que se indica en el Párrafo D.1.1.4., las minutas a que se refieren los Párrafos D.1.5.5. y D.2.2.4., los informes a que se refiere la Cláusula E., todas las estimaciones parciales y la estimación final que se establecen en la Cláusula H. de estas Especificaciones Generales y toda la correspondencia que se haya generado entre el CONTRATISTA de Servicios y la API por motivo de la prestación de los servicios.

## **SANCIONES**

Cuando los estudios, proyectos, consultorías o asesorías se efectúen por contrato y el CONTRATISTA de Servicios incumpla con cualquiera de las obligaciones que a su cargo se deriven del mismo o cause a la API daños y perjuicios por negligencia o incapacidad técnica, por no ajustarse a lo señalado en el contrato o por la inobservancia de las instrucciones que le dé por escrito la API, así como por cualquier violación a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, se hará acreedor a las sanciones establecidas en el propio contrato, de acuerdo con lo siguiente:

- J.1. Si durante la prestación de los servicios se presentan retrasos respecto al programa de ejecución autorizado o se incumple con la fecha de terminación pactada en el contrato, por causas imputables al CONTRATISTA de Servicios, éste se hará acreedor a las sanciones por incumplimiento del programa, establecidas en el propio contrato.
- J.2. Cualquier daño o perjuicio que el CONTRATISTA de Servicios cause a la API o a terceros, será de su exclusiva responsabilidad, por lo que asumirá los costos de indemnización, reparación o corrección que procedan. Si el daño o perjuicio es causado a la API, ésta evaluará su monto y lo deducirá de las estimaciones por trabajos ejecutados, pendientes de cubrirse. Si dichas estimaciones no fueran suficientes, el CONTRATISTA de Servicios pagará a la API la cantidad faltante, dentro del plazo que ésta le señale al efecto. De no hacerlo dentro del término señalado, la API podrá hacer efectivas las garantías que se encuentren vigentes, hasta por el monto total de las mismas.

**LIBRO:** PRY. PROYECTO  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. ESTUDIOS  
**TÍTULO:** 01. Estudios Topográficos  
**CAPITULO:** 001. Ejecución de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras

## A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios para la ejecución de los estudios topográficos y aerofotogramétricos para carreteras, que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

## B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

### B.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Son el conjunto de actividades de campo y gabinete, necesarias para representar gráficamente y a una escala convenida, la topografía de un lugar mediante sus proyecciones horizontales (planimetría) y verticales (altimetría), identificando sobre ésta, cuando así se requiera, los puntos característicos de las obras que existan en el lugar y de las que se proyecten.

Según su propósito, los estudios topográficos pueden ser:

#### B.1.1. Estudios topográficos para carreteras

Son los estudios, para proyecto preliminar (básico) y para proyecto definitivo (de detalle), que respectivamente se definen en seguida y que se realizan con el propósito de obtener la información topográfica necesaria para proyectar el camino y las obras menores y complementarias de drenaje y subdrenaje de una carretera.

##### B.1.1.1. Estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera

Es el conjunto de trabajos necesarios para trazar, nivelar y, en su caso, referenciar en el campo el eje preliminar de la carretera; obtener su perfil y la topografía de una franja de terreno, generalmente con ancho comprendido entre cincuenta (50) y doscientos (200) metros a cada lado de ese eje, según los tipos del terreno y de la carretera por proyectar, con el propósito de proveer al proyectista de la información topográfica que le permita determinar los ejes definitivos del camino así como elaborar el anteproyecto de la carretera: Se apoya en la ruta definitiva previamente seleccionada, de acuerdo con lo indicado en el Manual M·PRY·CAR2·03, *Selección de la Ruta*, y en el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera. Comúnmente se ejecuta en sustitución del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera, a que se refiere el Párrafo B.2.1.2. de esta Norma, cuando por la densidad de la vegetación o por la falta de recursos, entre otros factores, no sea posible la ejecución de éste último.

##### B.1.1.2. Estudio topográfico para proyecto definitivo de la carretera.

Es el conjunto de trabajos necesarios para trazar, nivelar y referenciar en el campo los ejes definitivos del camino y de las obras menores de drenaje, así como obtener sus perfiles y sus secciones transversales, con el propósito de proveer al proyectista de la información topográfica que le permita ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar el proyecto ejecutivo de la carretera. Se apoya en los ejes definitivos previamente determinados y en el anteproyecto correspondiente.

#### B.1.2. Estudios topográficos de obras especiales

Son los estudios, para proyecto preliminar (básico) y para proyecto definitivo (de detalle), que respectivamente se definen en seguida y que se realizan con el propósito de obtener la información topográfica necesaria para proyectar una obra especial, tal como un entronque, una plaza de cobro o un parador, entre otras, así como sus obras menores y complementarias de drenaje y subdrenaje.

##### B.1.2.1. Estudio topográfico para proyecto preliminar de obra especial

Es el conjunto de trabajos necesarios para trazar, nivelar y, en su caso, referenciar en el campo los ejes preliminares de la obra especial, obtener sus perfiles y, cuando sea para una carretera existente o cuando el estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera en proyecto no abarque toda el área requerida, la topografía del área previamente seleccionada donde se proyectará la

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

obra, con el propósito de proveer al proyectista de la información topográfica, que le permita analizar las diferentes configuraciones posibles de la obra y determinar los ejes definitivos de todos sus elementos, así como elaborar el anteproyecto correspondiente. Se apoya en la configuración posible de la obra especial y los ejes preliminares probables de sus diversos elementos, en la ubicación y dimensiones del área seleccionada y, en su caso, en el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera. Comúnmente se ejecuta en sustitución del estudio aerofotogramétrico de la obra especial a que se refiere el Inciso B.2.2. de esta Norma, cuando por la densidad de la vegetación o por la falta de recursos, entre otros factores, no se justifique la ejecución de éste último.

### **B.1.2.2. Estudio topográfico para proyecto definitivo de obra especial**

Es el conjunto de trabajos necesarios para trazar, nivelar y referenciar en el campo los ejes definitivos de los diversos elementos de una obra especial, así como obtener sus perfiles y sus secciones transversales, con el propósito de proveer al proyectista de la información topográfica que le permita ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar el proyecto ejecutivo correspondiente. Se apoya en los ejes definitivos previamente determinados y en el anteproyecto correspondiente.

## **B.2. ESTUDIOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS**

Son el conjunto de actividades, aéreas, de campo y gabinete, necesarias para la toma de fotografías aéreas; el establecimiento del marco de referencia que quedará indicado en el campo mediante monumentos de concreto, mampostería u otros elementos fijos, los trabajos topográficos o geodésicos para determinar las coordenadas que constituyen el apoyo terrestre y la elaboración del modelo tridimensional del terreno mediante la restitución aerofotogramétrica.

Según su propósito, los estudios aerofotogramétricos pueden ser:

### **B.2.1 . Estudios aerofotogramétricos para carreteras**

Son los estudios básicos que se definen en seguida y que se realizan con el propósito de obtener la información fotográfica y topográfica necesaria para elaborar el anteproyecto de una carretera.

#### **B.2.1.1. Estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera**

Es el conjunto de trabajos necesarios para obtener fotografías aéreas, con escala de uno a veinticinco mil (1 :25 000), que comprendan las franjas de terreno de aproximadamente un (1) kilómetro a cada lado de las líneas que definen las posibles rutas que previamente se hayan seleccionado para la carretera; establecer y determinar las coordenadas de los puntos de control terrestre a partir de las cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), necesarios para la orientación de las fotografías durante la restitución, y elaborar los planos topográficos que muestren los modelos tridimensionales de dichas franjas, con el propósito de proveer al proyectista de la información fotográfica y topográfica que le permita seleccionar la ruta definitiva de la carretera, como se indica en el Manual M-PRY-CAR2-03, *Selección de la Ruta*. Se apoya en las posibles rutas previamente seleccionadas.

#### **B.2.1.2. Estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera**

Es el conjunto de trabajos necesarios para obtener fotografías aéreas, con escala de uno a diez mil (1:10 000), que comprendan una franja de terreno de aproximadamente quinientos (500) metros a cada lado del eje preliminar de la carretera, que corresponda a la ruta definitiva previamente seleccionada, establecer, señalar en el campo y determinar las coordenadas de los puntos de control terrestre necesario, para la orientación de las fotografías durante la restitución, y elaborar los planos topográficos que muestren el modelo tridimensional de esa franja, con el propósito de proveer al proyectista de la información fotográfica y topográfica que le permita determinar los ejes definitivos del camino, entronques, intersecciones y otras obras especiales, así como elaborar el anteproyecto de la carretera. Se apoya en la ruta definitiva seleccionada y en el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera.

### **B.2.2. Estudio aerofotogramétrico de obra especial**

Es el conjunto de trabajos necesarios para obtener fotografías aéreas, con escala de uno a cinco mil (1:5 000), que comprendan el área previamente seleccionada donde se proyectará una obra especial para una carretera existente, tal como un entronque, una plaza de cobro o un parador, entre otras, o cuando las fotografías aéreas del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera no abarquen toda el área requerida; establecer, señalar en el campo y determinar las coordenadas de los puntos de control terrestre necesarios para la orientación de las fotografías durante la restitución, y elaborar el plano topográfico que muestre el modelo

tridimensional de esa área, con el propósito de proveer al proyectista de la información fotográfica y topográfica que le permita analizar las diferentes configuraciones posibles de la obra y determinar los ejes definitivos de todos sus elementos, así como elaborar el anteproyecto correspondiente. Se apoya en la configuración posible de la obra especial y los ejes preliminares probables de sus diversos elementos, en la ubicación y dimensiones del área seleccionada y, en su caso, en el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera.

### **B.2.3. Estudios aerofotogramétricos con fotografía digital**

Son los estudios aerofotogramétricos a que se refieren los Incisos 8.2.1 . y 8.2.2. de esta Norma, que . se . realizan con fotografías digitales de alta definición.

Cuando se requiera fotografía digital de última generación, la Secretaría, a través de los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías, determinará el alcance de estos estudios*, así como su forma de presentación y las especificaciones a que deba sujetarse el trabajo, considerando lo señalado en esta Norma.

### **B.3. RUTA**

Es la franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cual es factible hacer la localización de una carretera. Mientras más detallados y precisos sean los estudios básicos para determinar la ruta, el ancho de la franja será más reducido.

### **B.4. EJE PRELIMINAR**

Es el eje preliminar del camino que corresponde al eje de la ruta definitiva previamente seleccionada de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-2-03, *Selección de la Ruta*, es decir, el eje preliminar de la carretera, o bien, el eje preliminar de cada uno de los diversos elementos de las obras especiales, que se determina sobre las plantas topográficas producto del estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera y se precisa mediante sus puntos característicos, tales como los puntos de inflexión (PI) y los puntos sobre tangente (PST) que identifican secciones especiales.

### **B.5. EJE DEFINITIVO**

Es el eje que, después de un análisis de alternativas, se elige como el más conveniente para el camino dentro de la ruta seleccionada, con base en el eje preliminar; para una obra menor de drenaje, o para cada uno de los diversos elementos de las obras especiales, y que se determina sobre las plantas topográficas producto del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera, del estudio aerofotogramétrico de obra especial, del estudio topográfico para proyecto preliminar que corresponda o directamente en campo, según proceda, y se precisa mediante sus puntos característicos, tales como los puntos de inflexión (PI), de principio de espiral (TE), de principio de curva circular (PC o EC), de término de curva circular (PT o CE) y de término de espiral (ET), así como los puntos sobre tangente (PST), sobre subtangente (PSST o PSTe), sobre espiral (PSE) y sobre curva (PSC) que identifican secciones especiales: las longitudes y azimutes de sus tangentes, y los datos de las curvas horizontales, circulares y con espirales, que resultan del cálculo del alineamiento horizontal para el proyecto geométrico.

### **B.6. OBRAS MENORES DE DRENAJE**

Son todas aquellas obras transversales necesarias para permitir el paso de corrientes superficiales de agua a través de la carretera, cuyo gálibo horizontal, de acuerdo con el área hidráulica necesaria, sea igual que seis (6) metros o menor, como los tubos de concreto y de lámina corrugada de acero o de algún material sintético; bóvedas de concreto reforzado o de mampostería; cajones y losas de concreto reforzado.

### **B.7. OBRAS ESPECIALES**

Son aquellos elementos diferentes del camino pero que forman parte integral de la carretera, tales como:

- Entronques,
- intersecciones (cruces carreteros, ferroviarios, peatonales y ganaderos, así como puentes canal y puentes ducto),
- plazas de cobro y
- en general, todas las obras para el uso y aprovechamiento del derecho de vía.

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

La obtención de la información topográfica necesaria para proyectar los puentes, que pudieran considerarse como obras especiales, requiere del procedimiento específico para un estudio hidráulico-hidroológico, que se establece en la Norma N·PRY·CAR-1·06·002, *Trabajos de Campo*, por lo que está fuera del alcance de esta Norma.

## C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías	N-LEG-2
Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico	N·PRY·CAR·1·01·002
Levantamiento de las Secciones Transversales para el Estudio Topográfico	N·PRY·CAR·1·01·003
Fotografías Aéreas para Estudios Aerofotogramétricos	N·PRY·CAR·1·01·004
Restitución Aerofotogramétrica	N·PRY·CAR·1·01·005
Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras	N·PRY·CAR·1·01·006
Trabajos de Campo	N·PRY·CAR·1·06·002
Selección de la Ruta	M·PRY·CAR·2·03

## D. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Además de lo establecido en la Fracción C.1. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, se requiere contar con lo siguiente:

### D.1. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

#### D.1.1. Para el estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera

**D.1.1.1.** Cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), que cubran la totalidad del territorio que abarcará la carretera y sobre las cuales se señale el eje preliminar de la carretera.

**D.1.1.2.** Plantas topográficas del estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera, a escala uno a cinco mil y con curvas de nivel a cada cinco metros (1 :5 000/5), que cubran la totalidad del territorio que abarcará la carretera y sobre las cuales se señalen el eje preliminar de la carretera, sus puntos característicos y los puntos de control terrestre empleados, en caso de existir.

**D.1.1.3.** Información documental referente a los cadenamamientos y coordenadas de los puntos característicos del eje preliminar de la carretera así como las identificaciones y coordenadas de los puntos de control terrestre empleados.

#### D.1.2. Para el estudio topográfico para proyecto definitivo de carretera

**D.1.2.1.** Cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), que cubran la totalidad del territorio que abarcará la carretera y sobre las cuales se señale el eje definitivo del camino.

**D.1.2.2.** Plantas topográficas preliminares del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera, a escala uno a dos mil y con curvas de nivel a cada dos metros (1:2 000/2), que cubran la totalidad del territorio que abarcará la carretera, y sobre las cuales se señalen el eje definitivo del camino y sus puntos característicos, la probable delimitación del derecho de vía y los puntos de control terrestre o los bancos de nivel que se hayan empleado, según sea el caso.

**D.1.2.3.** Planos del perfil del eje preliminar de la carretera, deducido en el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera u obtenido en su estudio topográfico para proyecto preliminar, que muestren la subrasante preliminar correspondiente.

**D.1.2.4.** Información documental referente a los cadenamamientos de los puntos característicos del eje definitivo del camino y sus coordenadas, incluyendo en su caso, las de sus respectivas referencias de trazo; las longitudes y azimutes de las tangentes; los datos de las curvas horizontales, circulares y con espirales; las identificaciones y coordenadas de los

puntos de control terrestre o de los bancos de nivel empleados, según sea el caso; la relación de las obras menores de drenaje que se propongan y la sección transversal tipo de la carretera.

**D .1.2.5.** Cuando así lo apruebe la Secretaría, para el caso de caminos secundarios o alimentadores, d cuando se trate de tramos cortos de topografía 'suave. el estudio topográfico para proyecto definitivo podrá efectuarse sin contar con el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o sin el topográfico para proyecto preliminar de la carretera. En ambos casos, este estudio se podrá basar en fotografías recientes y suficientemente confiables, con escala uno a veinticinco mil (1:25 000) o uno a diez mil (1: 10 000), sobre las cuales se señale el eje definitivo del camino y sus puntos característicos.

### **D.1.3. Para el estudio topográfico para proyecto preliminar de obra especial**

**D.1.3.1.** Cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1 :50 000), sobre las cuales se señale el área previamente seleccionada donde se proyectará la obra especial.

**D.1.3.2.** Plantas topográficas del estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera, a escala uno a cinco mil y con curvas de nivel a cada cinco metros (1 :5 000/5), que comprendan el área previamente seleccionada donde se proyectará la obra especial, y sobre las cuales se señalen los vértices del área bajo estudio, así como la configuración posible de la obra especial y los ejes preliminares probables de sus diversos elementos, incluyendo sus puntos característicos.

**D.1.3.3.** Cuando se trate de una obra especial para una carretera en proyecto:

- a) Plantas topográficas preliminares del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera, a escala uno a dos mil y con curvas de nivel a cada dos metros (1:2 000/2), que cubran el subtramo de la carretera para el que se proyectará la obra especial, y sobre las cuales se señalen el eje definitivo del camino y sus puntos característicos, así como los puntos de control terrestre o los bancos de nivel que se hayan empleado, según sea el caso.
- b) Plano del perfil del eje preliminar de la carretera en el subtramo para el que se proyectará la obra especial deducido en el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera u obtenido en su estudio topográfico para proyecto preliminar, que muestre la subrasante preliminar correspondiente.

**D.1.3.4.** Información documental referente a las coordenadas de los vértices del área bajo estudio, así como a los cadenamamientos y coordenadas de los puntos característicos del eje definitivo del camino en el subtramo de la carretera para el que se proyectará la obra especial y de los ejes preliminares probables de sus diversos elementos.

### **D.1.4. Para el estudio topográfico para proyecto definitivo de obra especial**

**D.1.4.1.** Cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), sobre las cuales se señale el área previamente seleccionada donde se proyectará la obra especial.

**D.1.4.2.** Plantas topográficas del estudio aerofotogramétrico o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la obra especial, a escala uno a mil y con curvas de nivel a cada metro (1:1 000/1), salvo que la Secretaría indique otra cosa, que comprendan el área previamente seleccionada donde se proyectará la obra especial, y sobre las cuales se señalen los ejes definitivos del camino y de los diversos elementos de la obra especial, indicando sus puntos característicos, la probable delimitación del derecho de vía y los puntos de control terrestre o los bancos de nivel que se hayan empleado, según sea el caso.

**D.1.4.3.** Planos de los perfiles de los ejes preliminares de los diferentes elementos de la obra especial, deducidos en su estudio aerofotogramétrico u obtenidos en su estudio topográfico para proyecto preliminar, que muestren las subrasantes preliminares correspondientes.

**D.1.4.4.** Información documental referente a los cadenamamientos, coordenadas de los puntos característicos de los ejes definitivos del camino y de los diversos elementos de la obra especial, Incluyendo, en su caso, sus respectivas referencias de

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

trazo; las longitudes y azimutes de las tangentes; los datos de las curvas horizontales, así como las identificaciones y coordenadas de los puntos de control terrestre o de los bancos de nivel empleados, según sea el caso; la relación de las obras menores de drenaje que se propongan y la sección transversal tipo de los elementos de la obra especial.

## **D.2. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DE ESTUDIOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS**

### **D.2.1. Para el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera**

Cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), que cubran la totalidad del territorio que abarcará la carretera, y sobre las cuales se señalen las rutas que se estudiarán.

### **D.2.2. Para el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera**

**D.2.2.1.** Plantas topográficas del estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera, a escala uno a cinco mil y con curvas de nivel a cada cinco metros (1:5 000/5) o, en su defecto, cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), que cubran la totalidad del territorio que abarcará la carretera y sobre las cuales se señalen la ruta definitiva seleccionada; el eje preliminar de la carretera, sus puntos característicos y los puntos de control terrestre empleados.

**D.2.2.2.** Información documental referente a los cadenamientos y coordenadas de los puntos característicos del eje preliminar de la carretera, así como las identificaciones y coordenadas de los puntos de control terrestre empleados.

### **D.2.3. Para el estudio aerofotogramétrico de obra especial**

**D.2.3.1.** Cartas topográficas de la República Mexicana, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), a escala \_uno a cincuenta mil (1:50 000), que comprendan el área previamente seleccionada donde se proyectará la obra especial, y sobre las cuales se señalen los vértices del área bajo estudio.

**D.2.3.2.** Cuando se trate de una obra especial para una carretera en proyecto:

- a) Plantas topográficas preliminares del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera, a escala uno a dos mil y con curvas de nivel a cada dos metros (1 :2 000/2), que cubran el subtramo de la carretera para el que se proyectará la obra especial, y sobre las cuales se señalen el eje definitivo del camino y sus puntos característicos; los puntos de control terrestre o los bancos de nivel que se hayan empleado, según sea el caso, así como la configuración posible de la obra especial y los ejes preliminares probables de sus diversos elementos, en su caso.
- b) Plano del perfil del eje preliminar de la carretera en el subtramo para el que se proyectará la obra especial, deducido en el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera u obtenido en su estudio topográfico para proyecto preliminar, que muestre la subrasante preliminar correspondiente.

**D.2.3.3.** Información documental referente a las coordenadas de los vértices del área bajo estudio, así como a los cadenamientos y coordenadas de los puntos característicos del eje definitivo del camino en el subtramo de la carretera para el que se proyectará la obra especial y de los ejes preliminares probables de sus diversos elementos.

## **E. EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS**

Además de lo establecido en la Fracción D .1. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para la ejecución de los estudios topográficos y aerofotogramétricos, según su propósito, el Ingeniero o Contratista de Servicios realizará las siguientes actividades:

### **E.1. TRABAJOS PREVIOS**

#### **E.1.1. Recopilación de información**

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

Recopilar toda la información complementaria que pudiera ser de utilidad para la ejecución del estudio, como fotografías aéreas preexistentes, así como cartas topográficas, geológicas, hidrológicas, edafológicas y de uso del suelo, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a escala uno a cincuenta mil (1:50 000), entre otras fuentes de información que pudieran existir en instituciones gubernamentales y privadas.

## **E.1 .2. Reconocimiento de campo**

Previo estudio de la información disponible a que se refieren la Cláusula D. y el Inciso E.1.1. de esta Norma, efectuar un reconocimiento de campo con el propósito de corroborar dicha información, recabar los datos que sean de utilidad para hacer el estudio y programar los trabajos de campo y, en su caso, aéreos.

## **E.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA PROYECTO PRELIMINAR DE LA CARRETERA**

### **E.2.1. Levantamiento topográfico para el proyecto preliminar de la carretera**

Trazar, nivelar y, cuando así se establezca en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, referenciar en el campo, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR-1·01·002, *Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico*, el eje preliminar del camino y levantar las secciones topográficas del terreno conforme a lo establecido en la Norma N·PRY·CAR-1·01·003, *Levantamiento de las Secciones Transversales para el Estudio Topográfico*, con el propósito de determinar el perfil del eje preliminar de la carretera, hacer el modelo tridimensional del terreno en una franja de doscientos (200) metros a cada lado de dicho eje, salvo que los Términos de Referencia a que se refiere, el Inciso C.1.2., de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, indiquen otra cosa, considerando los tipos del terreno y de la carretera por proyectar, y elaborar como se señala en la Norma N·PRY·CAR-1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los siguientes planos e información documental:

#### **E.2.1.1. Plantas topográficas preliminares de la carretera**

Planos topográficos que muestren el modelo tridimensional de la franja en estudio a escala uno a dos mil y con curvas de nivel a cada dos metros (1:2 000/2), con toda la información del levantamiento de obras aledañas a que se refiere el Inciso E.2.2., que le permitirán al proyectista analizar las diferentes opciones posibles y determinar los ejes definitivos del camino.

#### **E.2.1.2. Perfil del eje preliminar de la carretera**

Planos topográficos elaborados para cada subtramo de cinco (5) kilómetros, deducidos de la planta topográfica preliminar de la carretera a la que se refiere el Párrafo anterior, en los que se representa la configuración vertical del terreno en el eje preliminar de la carretera en proyecto a escalas horizontal uno a dos mil (1:2 000) y vertical uno a doscientos (1:200), que se utilizarán para que el proyectista determine la subrasante preliminar que será referencia para el diseño de la subrasante definitiva del camino.

#### **E.2.1.3. Información documental**

Que contenga los cadenamamientos de los puntos característicos del eje preliminar de la carretera y sus coordenadas, incluyendo en su caso, las de sus respectivas referencias de trazo, así como de los puntos de control terrestre que pudieran haber sido utilizados en el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar y de los bancos de nivel que se hayan empleado para el levantamiento topográfico, y la relación de las obras de drenaje que se propongan conforme a lo señalado en el Inciso E.2.3., de esta Norma, indicando sus tipos, características generales y los cadenamamientos donde se ubiquen.

### **E.2.2. Levantamiento de obras aledañas**

Efectuar el levantamiento planimétrico necesario para determinar la geometría y ubicación en planta de todas las construcciones; colindancias, postes y cableados; torres de alta tensión; duetos superficiales y subterráneos; ríos, arroyos, canales y otras masas de agua; vías de comunicación y cualquier otro elemento fijo, que existan dentro de la franja en estudio, los que se incluirán en las plantas topográficas que se establecen en el Párrafo E.2.1.1., de esta Norma, señalando su tipo.

### **E.2.3. Propuesta de las obras de drenaje**

**E.2.3.1.** Ubicar y estimar las magnitudes de los escurrimientos superficiales y otras masas de agua que crucen o afecten al camino, con base en un análisis de las condiciones topográficas e hidrológicas que se observen durante la ejecución del estudio y dependiendo del tipo y naturaleza de los materiales detectados a lo largo del camino, así como recomendar los puentes que se 16 de40 SCT 29/05/07 NORMAS N·PRY·CAR·1·01



*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

·001/07 requieran y proponer el tipo, ubicación y características generales de las obras menores de drenaje que se estimen necesarias, lo que se incluirá en los planos e información documental a que se refiere el Inciso E.2.1., de esta Norma.

**E.2.3.2.** Cuando así se establezca en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C. 1.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, trazar y nivelar en el campo, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR-1·01·002, *Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico*, los ejes de los fondos de los cauces para los que se propongan obras menores de drenaje, en todo el aQCho de la franja en estudio, con el propósito de determinar, los perfiles de esos ejes y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR-1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los correspondientes perfiles de los cauces, es decir; los planos topográficos en los que se representa la configuración vertical del terreno en dichos ejes, a escalas horizontal uno a doscientos (1:200) y vertical uno a cien (1:100), aunque en el caso de cauces largos o muy inclinados se pueden utilizar escalas menores, planos que se utilizarán para determinar los ejes definitivos de las obras menores de drenaje.

### **E.3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA PROYECTO DEFINITIVO DE LA CARRETERA**

#### **E.3.1. Trazo y nivelación de los ejes definitivos**

Trazar, nivelar y referenciar en el campo, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR-1·01·002, *Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico*, los ejes definitivos del camino y de las obras menores de drenaje que se establezcan en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, con el propósito de obtener los perfiles de dichos ejes y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR-1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los siguientes planos e información documental:

##### **E.3.1.1. Planos KM**

Planos topográficos elaborados para cada subtramo de un (1) kilómetro del camino, que utilizará el proyectista para expresar gráficamente los proyectos geométrico y de terracerías, y que contengan:

**a)** En su parte superior, la planta topográfica que muestre el modelo tridimensional de la franja restituida en el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o levantada en el estudio topográfico para proyecto preliminar de la: carretera, escala uno a dos mil y con curvas de nivel a cada dos metros (1:2000/2), con todas las obras aledañas que existan dentro de ella, donde se indiquen el eje definitivo del camino y sus puntos característicos, las longitudes y azimutes de las tangentes libres, las referencias de trazo, la ubicación e identificación de los bancos de nivel que se utilicen y la probable delimitación del derecho de vía.

**b)** En su parte inferior, el perfil del terreno natural en el eje definitivo del camino a escalas horizontal uno a dos mil (1:2000) y vertical uno a doscientos (1:200), aunque en los casos de terrenos muy accidentados se pueden utilizar escalas verticales menores.

**c)** Información documental sobre la poligonal de referencia, las referencias de trazo, la geometría del alineamiento horizontal, los datos de las curvas horizontales, circulares y con espirales, y la sección tipo de la carretera.

##### **E.3.1.2. Perfil del eje definitivo de la carretera**

Planos topográficos de trabajo, elaborados para cada subtramo de cinco (5) kilómetros, en los que se representa la configuración vertical del terreno en el eje definitivo del camino a escalas horizontal uno a dos mil (1:2000) y vertical uno a doscientos (1:200), que se utilizarán para que el proyectista determine la subrasante definitiva y exprese gráficamente el proyecto de terracerías.

##### **E.3.1.3. Plantas topográficas de obras menores de drenaje**

Planos de las plantas topográficas que muestren el modelo tridimensional de las áreas que ocuparán las obras menores de drenaje, obtenido del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera, a escala uno a doscientos y con curvas de nivel a cada metro (1:200/1), aunque en el caso de obras largas se pueden utilizar escalas menores; con todas las obras aledañas que existan en esas áreas y donde se indiquen los ejes definitivos del camino y de dichas obras, que le permitirán al proyectista ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar sus proyectos definitivos.

##### **E.3.1.4. Perfiles de los ejes definitivos de las obras menores de drenaje**

Planos topográficos elaborados para cada obra menor de drenaje, en los que se representa la configuración vertical del terreno en sus ejes definitivos: a escalas horizontal y vertical uno a cien (1:100), aunque en el caso de obras largas se puede utilizar una escala horizontal menor, que le permitirán al proyectista ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar los proyectos definitivos de esas obras.

### **E.3.1.5. Información documental**

Que contenga los cadenamamientos y coordenadas de los puntos característicos de los ejes definitivos del camino y de las obras menores de drenaje, incluyendo sus respectivas referencias de trazo, así como de los puntos de control terrestre que, en su caso, se hayan utilizado en el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo y de los bancos de nivel que se hayan empleado para el levantamiento topográfico; las longitudes y azimutes de las tangentes; los datos para el proceso electrónico de las secciones transversales del camino a que se refiere el Inciso E.3.2. de esta Norma, y la relación de las obras menores de drenaje estudiadas, indicando sus tipos, características generales y los cadenamamientos donde se ubiquen.

### **E.3.2. Levantamiento de secciones transversales del terreno**

Levantar y nivelar, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR-1·01·003, *Levantamiento de las Secciones Transversales para el Estudio Topográfico*, todos los quiebres notables del terreno transversalmente a los ejes definitivos del camino y de las obras menores de drenaje que se establezcan en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, considerando las siguientes franjas:

#### **E.3.2.1. Para los ejes definitivos del camino**

Hasta treinta (30) metros a cada lado del eje definitivo del camino o hasta los límites del probable derecho de vía más diez (10) metros, lo que resulte mayor, para obtener las secciones transversales del terreno, con el propósito de proveer al proyectista de la información, que le permita diseñar las secciones transversales de construcción, determinar el derecho de vía definitivo y calcular, mediante el proceso electrónico, los volúmenes de los diferentes conceptos de las terracerías del camino.

#### **E.3.2.2. Para los ejes definitivos de las obras menores de drenaje**

Hasta diez (10) metros a cada lado de los ejes definitivos de las obras menores de drenaje o hasta los probables ceros de los cortes más cinco (5) metros, lo que resulte mayor, para obtener las secciones transversales del terreno y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR-1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los planos de secciones transversales de las obras menores de drenaje, es decir, los planos topográficos en los que se representa la configuración vertical del terreno en cada sección transversal, con el propósito de proveer al proyectista de la información que le permita ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar los proyectos definitivos de las obras menores de drenaje y calcular sus volúmenes de excavación y relleno.

## **E.4. ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA PROYECTO PRELIMINAR DE OBRA ESPECIAL**

### **E.4.1. Levantamiento topográfico para el proyecto preliminar de obra especial**

Trazar, nivelar y, cuando así se establezca en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, referenciar en el campo, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR-1·01·002, *Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico*; los ejes preliminares de los diversos elementos de la obra especial y del eje definitivo del camino en el subtramo que influirá en la obra, si la carretera se encuentra en proyecto y ese eje ya no es visible o del eje real de dicho subtramo, cuando la obra sea para una carretera existente, y cuando el estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera no abarque toda el área requerida o la obra sea para una carretera nueva, levantar las secciones topográficas del terreno conforme a lo establecido en la Norma N·PRY·CAR-1·01·003, *Levantamiento de las Secciones Transversales para el Estudio Topográfico*, con el propósito de determinar los perfiles de dichos ejes, hacer el modelo tridimensional del área donde se proyectará la obra y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR-1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los siguientes planos e información documental:

#### **E.4.1.1. Planta topográfica preliminar de obra especial**

Plano topográfico que muestre el modelo tridimensional del área donde se proyectará la obra especial a escala horizontal uno a mil y con curvas de nivel a cada metro ( 1:1 000/1 ), salvo que la Secretaría indique otra cosa, con toda la información del levantamiento de obras aledañas a que se refiere el Inciso E.4.2. , que le permitirán al proyectista analizar las configuraciones posibles de la obra, así como las diferentes opciones de los ejes definitivos de todos sus elementos y determinar los más convenientes.

#### **E.4.1.2. Perfiles de los ejes preliminares de la obra especial**

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

Planos topográficos elaborados para cada elemento de la obra especial, deducidos de la planta topográfica preliminar de la obra especial a la que se refiere el Párrafo anterior, en los que se representa la configuración vertical del terreno en sus ejes preliminares a escalas de uno a mil (1:1 000) la horizontal y uno a cien (1:100) la vertical, salvo que la Secretaría indique otra cosa, planos que se utilizarán para que el proyectista determine las subrasantes preliminares que serán referencia para el diseño de las subrasantes definitivas de dichos elementos.

#### **E.4.1.3. Información documental "**

Que contenga los cadenamamientos y coordenadas de los puntos característicos de los ejes preliminares de la carretera y de todos los elementos de la obra, incluyendo, en su caso, sus respectivas referencias de trazo, así como las coordenadas de los puntos de control terrestre que pudieran haber sido utilizados en el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera y de los bancos de nivel que se hayan empleado para el levantamiento topográfico, y la relación de las obras de drenaje que se propongan conforme a lo señalado en el Inciso E.4.3. de esta Norma, indicando sus tipos, características generales y los cadenamamientos donde se ubiquen.

#### **E.4.2. Levantamiento de obras aledañas**

Efectuar, cuando la obra especial sea para una carretera existente o cuando el estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera no abarque toda el área requerida, el levantamiento planimétrico necesario para determinar la geometría y ubicación en planta de todas las construcciones; colindancias, postes y cableados; torres de alta tensión; duetos superficiales y subterráneos; ríos, arroyos, canales y otras masas de agua; vías de comunicación y cualquier otro elemento fijo, que existan dentro del área en estudio, los que se incluirán en la planta topográfica que se establece en el Párrafo E.4.1.1 . de esta Norma, señalando su tipo.

#### **E.4.3. Propuesta de las obras de drenaje**

**E.4.3.1.** Ubicar y estimar las magnitudes de los escurrimientos superficiales y otras masas de agua que crucen o afecten los diversos elementos de la obra especial, con base en un análisis de las condiciones topográficas e hidrológicas que se observen durante la ejecución del estudio y dependiendo del tipo y naturaleza de los materiales detectados en el área, así como proponer el tipo, ubicación y características generales de las obras menores de drenaje que se estimen necesarias, lo que se incluirá en los planos e información documental a que se refiere el Inciso E.4.1., de esta Norma.

**E.4.3.2.** Cuando así se establezca en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG·2., *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, trazar y nivelar en el campo, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·1·01 002, *Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico*, los ejes de los fondos de los cauces para los que se propongan obras menores de drenaje, dentro de toda el área en estudio, con el propósito de determinar los perfiles de esos ejes y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR·1·01 ·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aero fotogramétricos para Carreteras*, los correspondientes perfiles de los cauces, es decir, los planos topográficos en los que se representa la configuración vertical del terreno en dichos ejes, a escalas horizontal uno a doscientos (1:200) y vertical uno a cien (1:100), aunque en el caso de cauces largos o muy inclinados se pueden utilizar escalas menores, planos que se utilizarán para determinar los ejes definitivos de las obra menores de drenaje.

### **E.5. ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA PROYECTO DEFINITIVO DE OBRA ESPECIAL**

#### **E.5.1. Trazo y nivelación de los ejes definitivos**

Trazar, nivelar y referenciar en el campo, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·1 ·01 ·002, *Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico*, los ejes definitivos de los diversos elementos de la obra especial y el eje definitivo del camino en el subtramo que influirá en la obra, si la carretera se encuentra en proyecto o del eje real de dicho subtramo, cuando la obra sea para una carretera existente y si esos ejes ya no son visibles, así como los ejes definitivos de las obras menores de drenaje que se establezcan en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, con el propósito de obtener los perfiles de dichos ejes y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los siguientes planos e información documental:

##### **E.5.1.1. Planta General de obra especial**

Piano topográfico que muestre el modelo tridimensional del área donde se proyectará la obra especial a escala horizontal uno a mil y con curvas de nivel a cada metro (1:1 000/1), salvo que la Secretaría indique otra cosa, con todas las obras aledañas que existan en

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

esa área, obtenido del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera, o del estudio aerofotogramétrico o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la obra especial, según sea el caso, donde se indiquen los ejes definitivos de todos los elementos de la obra y del camino donde ésta se proyectará, así como sus puntos característicos; las longitudes y azimutes de las tangentes libres; las referencias de trazo; la ubicación e identificación de los bancos de nivel que se utilicen y la probable delimitación del derecho de vía.

#### **E.5.1.2. Perfiles de los ejes definitivos de la obra especial**

Planos topográficos de trabajo, en los que se representa la configuración vertical del terreno en los ejes definitivos de todos los elementos de la obra especial y, en su caso, del camino, a escalas de uno a mil (1:1 000) la horizontal y uno a cien (1:100) la vertical, salvo que la Secretaría indique otra cosa, planos que se utilizarán para que el proyectista determine las subrasantes definitivas y exprese gráficamente el proyecto de terracerías.

#### **E.5.1.3. Plantas topográficas de obras menores de drenaje**

Planos de las plantas topográficas que muestren el modelo tridimensional de las áreas que ocuparán las obras menores de drenaje, obtenido del estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera, o del estudio aerofotogramétrico o del estudio topográfico para proyecto preliminar de la obra especial, según sea el caso, a escala uno a doscientos y con curvas de nivel a cada metro (1:200/1), aunque en el caso de obras largas se pueden utilizar escalas menores; con todas las obras aledañas que existan en esas áreas y donde se indiquen los ejes definitivos de dichas obras, de los elementos de la obra especial que correspondan y en su caso, del camino, que le permitirán al proyectista ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar los proyectos definitivos de las obras menores de drenaje.

#### **E.5.1.4. Perfiles de los ejes definitivos de las obras menores de drenaje**

Planos topográficos elaborados para cada obra menor de drenaje, en los que se representa la configuración vertical del terreno en sus ejes definitivos, a escalas horizontal y vertical uno a cien (1:100), aunque en el caso de obras largas se puede utilizar una escala horizontal menor, que le permitirán al proyectista ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar los proyectos definitivos de esas obras.

#### **E.5.1.5. Información documental**

Que contenga los cadenamamientos y coordenadas de los puntos característicos de los ejes definitivos de todos los elementos de la obra especial, de las obras menores de drenaje y, cuando proceda, del camino, incluyendo sus respectivas referencias de trazo, así como de los puntos de control terrestre que, en su caso, se hayan utilizado y de los bancos de nivel que se hayan empleado para el levantamiento topográfico; las longitudes y azimutes de las tangentes; y la relación de las obras menores de drenaje estudiadas, indicando sus tipos, características generales y los cadenamamientos donde se ubiquen.

### **E.5.2. Levantamiento de secciones transversales del terreno**

Levantar y nivelar, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR 1·01·003, *Levantamiento de las Secciones Transversales para el Estudio Topográfico*, todos los quiebres notables del terreno transversalmente a los ejes definitivos de los elementos de la obra especial, de las obras menores de drenaje que se establezcan en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2., de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultor/as y Asesorías*, y en el caso de que la obra especial sea para una carretera existente, del subtramo del camino donde se proyectará la obra, considerando las siguientes franjas:

#### **E.5.2.1. Para los ejes definitivos de los elementos de la obra especial y el eje de la carretera existente**

Hasta treinta (30) metros a cada lado de los ejes definitivos de los elementos de la obra especial o hasta los límites del probable derecho de vía mas diez (10) metros, lo que resulte mayor y hasta treinta (30) metros a cada lado del eje de la carretera existente o hasta los ceros de sus cortes o terraplenes más diez (10) metros, lo que resulte mayor, para obtener las secciones transversales del terreno y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR-1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los planos de secciones transversales de los elementos de la obra especial y de la carretera existente, es decir, los planos topográficos en los que se representa la configuración vertical del terreno en cada sección transversal, con el propósito de proveer al proyectista de la información que le permita diseñar las secciones transversales de construcción, determinar el derecho de vía definitivo y calcular los volúmenes de los diferentes conceptos de las terracerías de la obra especial.

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

### **E.5.2.2. Para los ejes definitivos de las obras menores de drenaje**

Hasta diez (10) metros a cada lado de los ejes definitivos de las obras menores de drenaje o hasta los probables ceros de los cortes más cinco (5) metros, lo que resulte mayor, para obtener las secciones transversales del terreno y elaborar, como se señala en la Norma N·PRY·CAR-1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, los planos de secciones transversales de las obras menores de drenaje, es decir, los planos topográficos en los que se representa la configuración vertical del terreno en cada sección transversal, con el propósito de proveer al proyectista de la información que le permita ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar los proyectos definitivos de las obras menores de drenaje y calcular sus volúmenes de excavación y relleno.

## **E.6. ESTUDIOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS**

### **E.6.1. Plan de vuelo**

Diseñar el plan de vuelo para la toma de fotografías aéreas, conforme a lo señalado en la Norma N·PRY·CAR1·01·004, *Fotografías Aéreas para Estudios Aerofotogramétricos*, con base en el análisis de la información disponible a que se refieren la Cláusula D. y el Inciso E.1 .1., de esta Norma.

### **E.6.2. Control terrestre**

Seleccionar y determinar las coordenadas de los puntos de control terrestre que permitan la orientación de las fotografías aéreas durante la restitución y, cuando se trate de un estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera o de un estudio aerofotogramétrico de obra especial, marcarlos en el campo, conforme a lo señalado en la Norma N·PRY·CAR·1·01·004, *Fotografías Aéreas para Estudios Aerofotogramétricos*.

### **E.6.3. Fotografías aéreas**

Tomar las fotografías aéreas conforme al plan de vuelo a que se refiere el Inciso E.6.1. de esta Norma y de acuerdo con lo señalado en la Norma N·PRY·CAR·1·01·004, *Fotografías Aéreas para Estudios Aerofotogramétricos*, a escalas de uno a veinticinco mil (1:25 000) cuando sean para el estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera, uno a diez mil ( 1:10 000) para el estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera y uno a cinco mil (1:5 000) para el estudio aerofotogramétrico de una obra especial, salvo que los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, indiquen otra cosa, con el propósito de obtener el modelo tridimensional del terreno mediante la restitución aerofotogramétrica y que le permitan al proyectista el estudio estereoscópico del área fotografiada, desde los puntos de vista topográfico, geológico, hidrológico, de uso del suelo y socio-económico.

### **E.6.4. Restitución aerofotogramétrica**

Obtener, mediante la restitución aerofotogramétrica, el modelo tridimensional del terreno, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·1·01·005, *Restitución Aerofotogramétrica*, y elaborar como se señala en la Norma N·PRY·CAR1·01·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, según el tipo de estudio aerofotogramétrico de que se trate, los siguientes planos e información documental:

#### **E.6.4.1. Estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar de la carretera**

##### **a) Plantas topográficas de las rutas**

Planos topográficos de las franjas de terreno de aproximadamente un (1) kilómetro a cada lado de las líneas que definen las posibles rutas previamente seleccionadas, a escala uno a cinco mil y con curvas de nivel a cada cinco metros (1 :5 000/5), con todas las obras aledañas que existan dentro de esas franjas, que muestren sus ejes y que le permitirán al proyectista analizar las diferentes rutas, determinar la más conveniente, que será la ruta definitiva y precisar el eje preliminar de la carretera.

##### **b) Perfiles de los ejes de las rutas**

Planos topográficos en los que se representan las configuraciones verticales del terreno en los ejes de las rutas previamente seleccionadas, deducidas de las plantas topográficas de las rutas a que se refiere el Punto anterior, a escalas horizontal uno a cinco mil (1:5 000) y vertical uno a quinientos (1:500), y que le permitirán al proyectista analizarlas para determinar la ruta más conveniente, que será la definitiva y precisar el eje preliminar de la carretera.

##### **c) Información documental**

Que contenga las identificaciones y coordenadas de los puntos de control terrestre empleados para el estudio.

#### **E.6.4.2. Estudio aerofotogramétrico para proyecto definitivo de la carretera**

##### **a) Plantas topográficas preliminares de la carretera**

Planos topográficos que muestren el modelo tridimensional de la franja de terreno de quinientos (500) metros a cada lado del eje preliminar de la carretera, salvo que los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, indiquen otra cosa, considerando los tipos del terreno y de la carretera por proyectar, a escala uno a dos mil y con curvas de nivel a cada dos metros (1:2 000/2), con todas las obras aledañas que existan dentro de esa franja, que le permitirán al proyectista analizar las diferentes opciones posibles y determinar el eje definitivo del camino.

##### **b) Perfil del eje preliminar de la carretera**

Planos topográficos elaborados para cada subtramo de cinco (5) kilómetros, en los que se representa la configuración vertical del terreno en el eje preliminar de la carretera, deducida de las plantas topográficas preliminares, a escalas horizontal uno a dos mil (1:2 000) y vertical uno a doscientos (1:200), que se utilizarán para que el proyectista determine la subrasante preliminar que será referencia para el diseño de la subrasante definitiva del camino.

##### **c) Propuesta de las obras de drenaje**

Ubicar y estimar las magnitudes de los escurrimientos superficiales y otras masas de agua que crucen o afecten al camino, con base en un análisis de las condiciones topográficas e hidrológicas que se observen durante la ejecución del estudio y dependiendo del tipo y naturaleza de los materiales inferidos a lo largo del camino, así como recomendar los puentes que se requieran y proponer el tipo, ubicación y características generales de las obras menores de drenaje que se estimen necesarias, lo que se incluirá en la información documental a que se refiere el Punto d) de este Párrafo.

##### **d) Información documental**

Que contenga los cadenamamientos y coordenadas de los puntos característicos del eje preliminar de la carretera, incluyendo, en su caso, sus respectivas referencias de trazo, así como de los puntos de control terrestre empleados para el estudio; las longitudes y azimutes de las tangentes, y la relación de las obras de drenaje que se propongan conforme a lo señalado en el Punto c) de este Párrafo, indicando sus tipos, características generales y los cadenamamientos donde se ubiquen.

#### **E.6.4.3. Estudio aerofotogramétrico de obra especial**

##### **a) Planta topográfica preliminar**

Plano topográfico que muestre el modelo tridimensional del área previamente seleccionada donde se proyectará la obra especial, a escala horizontal uno a mil y con curvas de nivel a cada metro (1:1 000/1), salvo que la Secretaría indique otra cosa, con todas las obras aledañas que existan dentro de esa área, que le permitirán al proyectista analizar las configuraciones posibles de la obra y determinar los ejes definitivos de todos sus elementos.

##### **b) Perfiles de los ejes preliminares de la obra especial**

Planos topográficos elaborados para cada elemento de la obra especial, en los que se representa la configuración vertical del terreno en sus ejes preliminares, deducida de las plantas topográficas preliminares, a escalas de cuando menos uno a mil (1:1 000) la horizontal y uno a cien (1:100) la vertical, planos que se utilizarán para que el proyectista determine las subrasantes preliminares que serán referencia para el diseño de las subrasantes definitivas de dichos elementos.

##### **c) Propuesta de las obras de drenaje**

Ubicar y estimar las magnitudes de los escurrimientos superficiales y otras masas de agua que crucen o afecten los elementos de la obra especial, con base en un análisis de las condiciones topográficas e hidrológicas que se observen durante la ejecución del estudio y dependiendo del tipo y naturaleza de los materiales inferidos en el área bajo estudio, así como recomendar los puentes que en su

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

caso se requieran y proponer el tipo, ubicación y características generales de las obras menores de drenaje que se estimen necesarias, lo que se incluirá en la información documental a que se refiere el Punto d) de este Párrafo.

#### **d) Información documental**

Que contenga los cadenamamientos y coordenadas de los puntos característicos de los ejes preliminares de la carretera y de todos los elementos de la obra, incluyendo, en su caso, sus respectivas referencias de trazo, así como de los puntos de control terrestre empleados para el estudio; las longitudes y azimutes de las tangentes, y la relación de las obras de drenaje que se propongan conforme a lo señalado en el Punto e) de este Párrafo, indicando sus tipos, características generales y los cadenamamientos donde se ubiquen.

#### **E.6.5. Fotoíndice de vuelo**

Elaborar como se señala en la Norma N·PRY·CAR·1·01 ·006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*, el mosaico fotográfico o fotoíndice de vuelo que muestre la designación y disposición de todas las fotografías aéreas tomadas conforme a lo indicado en el Inciso E.6.3. de esta Norma.

#### **E.7. ENTREGA FÍSICA EN EL CAMPO**

Una vez concluidos los trabajos de campo, mostrar y entregar físicamente en el campo, al personal que indique la Secretaría, los bancos de nivel, las referencias del trazo y las mojoneras correspondientes a los puntos característicos de los ejes trazados o los puntos de control terrestre, según se trate de un estudio topográfico o aerofotogramétrico.

Durante la entrega física en el campo, la Secretaría podrá solicitar al Contratista de Servicios responsable del estudio, realizar en ese momento una verificación de la nivelación entre bancos de nivel o entre puntos de control terrestre, para comprobar la veracidad de los trabajos de campo.

Esta entrega se hará constar mediante una minuta que será firmada por el representante del Contratista de Servicios y por el personal de la Secretaría.

#### **E.8. INFORME TÉCNICO**

Elaborar el Informe Técnico a que se refiere el Inciso D.1.6. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, como se indica en la Norma N·PRY·CAR·1·01 006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*.

#### **F. MEDICIÓN**

Cuando el estudio topográfico o el estudio aerofotogramétrico se efectúe por contrato, para determinar el avance o la cantidad de trabajo ejecutado para efecto de su pago, se medirá como se indica a continuación:

##### **F.1. CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS**

Cuando el estudio se contrate sobre la base de precios unitarios, dependiendo de su tipo, se medirá como se indica en la Fracción F.1. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, con las siguientes consideraciones:

##### **F.1.1. Medición de estudios topográficos**

##### **F .1.1.1. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico de la franja o área estudiada, necesario para determinar el perfil del eje preliminar de la carretera o de los ejes preliminares de los elementos de una obra especial y obtener el modelo tridimensional correspondiente, ejecutado a satisfacción de la Secretaría, conforme a lo indicado en los Incisos E.2.1., y E.4.1., de esta Norma, se medirá, según sea para la carretera o para una obra especial, tomando como unidad:

- a) El kilómetro cuadrado de superficie levantada para, el camino, con aproximación a un centésimo
- b) El hectómetro cuadrado de superficie levantada para una obra especial, con aproximación a un décimo.

### **F.1 .1.2. Trazo y nivelación de ejes definitivos**

El trazo y nivelación en el campo del eje definitivo del camino o de los ejes definitivos de los diversos elementos de una obra especial y, en su caso, del eje definitivo del camino en el subtramo de la carretera que influirá en esa obra o del eje real de dicho subtramo cuando la carretera ya exista, así como de los ejes definitivos de las obras menores de drenaje, ejecutado a satisfacción de la Secretaría, conforme a lo indicado en los Incisos E.3.1. o E.5.1. de esta Norma, se medirá tomando como unidad el kilómetro de eje trazado y nivelado, según su tipo, con aproximación a un centésimo.

#### **F.1.1.3. Levantamiento de las secciones transversales**

El levantamiento de secciones transversales del terreno, para obtener los datos para el proceso electrónico del camino o para elaborar los planos de secciones transversales de las obras menores de drenaje o de los elementos de una obra especial, ejecutado a satisfacción de la Secretaría, conforme a lo indicado en los Incisos E.3.2. y E.5.2. de esta Norma, se medirá, según su utilización, tomando como unidad:

- a) El kilómetro cuadrado de superficie levantada para el camino, con aproximación a un centésimo.
- b) El hectómetro cuadrado de superficie levantada para las obras menores de drenaje o para las obras especiales, con aproximación a un décimo.

### **F.1.2. Medición de estudios aerofotogramétricos**

#### **F.1.2.1. Fotografías aéreas**

Las fotografías aéreas, tomadas a satisfacción de la Secretaría, conforme a lo indicado en el Inciso E.6.3. de esta Norma, se medirán, según sean ópticas o digitales de alta resolución y de acuerdo con su escala, tomando como un1dad:

- a) El kilómetro de la ruta o del eje preliminar de la carretera, fotografiado con características estereoscópicas, con aproximación a un décimo.
- b) El kilómetro cuadrado de superficie fotografiada con características estereoscópicas, para una obra especial, con aproximación a un décimo.

#### **F .1.2.2. Restitución aerofotogramétrica**

La restitución aerofotogramétrica, ejecutada a satisfacción de la Secretaría, conforme a lo indicado en el Inciso E.6.4. de esta Norma, se medirá, según sea para la carretera o para una obra especial, tomando como unidad:

- a) El kilómetro cuadrado de superficie restituida para el camino, con aproximación a un centésimo.
- b) El hectómetro cuadrado de superficie restituida para una obra especial, con aproximación a un décimo.

## **F.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO**

Cuando el estudio se contrate a precio alzado y sea ejecutado a satisfacción de la Secretaría, conforme a lo indicado en la Cláusula E. de esta Norma, según su tipo, se medirá como se indica en la Fracción F.2. de la Norma N·LEG·2, *Ejecución de studios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

## **G. BASE DE PAGO**

Cuando el estudio topográfico o el estudio aerofotogramétrico se efectúe por contrato, en la integración de los precios se considerará lo siguiente:

### **G.1 . CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS**

Cuando el estudio se contrate sobre la base de precios unitarios, el pago se hará al precio fijado en el contrato para cada concepto de trabajo medido de acuerdo con lo indicado en las Fracciones F.1. o F.2. de esta Norma. Este precio unitario incluye lo que corresponda por personal,



*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

gastos de operación y rentas según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para las actividades que integran su base de pago, que se indican a continuación:

### **G.1.1. Base de pago para estudios topográficos**

#### **G.1.1.1. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico de la franja o área estudiada, medido de acuerdo con lo indicado en el Párrafo F.1.1.1. de esta Norma, necesario para determinar el perfil del eje preliminar de la carretera o de los ejes preliminares de los elementos de una obra especial, según se trate de un estudio topográfico para proyecto preliminar de la carretera o de obra especial, respectivamente, y obtener el modelo tridimensional correspondiente, se pagará al precio fijado en el contrato para el kilómetro cuadrado de superficie levantada para el camino o el hectómetro cuadrado de superficie levantada para la obra especial. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- La recopilación de información y el reconocimiento de campo, a que se refiere la Fracción E.1., de esta Norma.
  - La apertura de todas las brechas que se requieran para la ejecución del estudio.
  - La fabricación, suministro y colocación en el campo de todas las estacas y trompos que se requieran para el trazo de los ejes, así como la construcción de mojoneras para el establecimiento de las referencias de trazo, incluyendo la adquisición y suministro de los materiales necesarios.
  - El trazo, nivelación y, en su caso, establecimiento de las referencias en el campo del eje preliminar del camino, conforme a lo indicado en el Inciso E.2.1., o de los ejes preliminares de los diversos elementos de una obra especial y, en su caso, del eje definitivo del camino del subtramo de la carretera que influirá en esa obra o del eje real de dicho subtramo cuando la carretera ya exista, como se indica en el Inciso E.4.1. de esta Norma. ,
  - El levantamiento de las secciones topográficas del terreno, referido en los Incisos E.2.1., o en su caso E.4.1. de esta Norma.
  - El levantamiento planimétrico de obras aledañas, referido en los Incisos E.2.2., o en su caso E.4.2 de esta Norma.
  - La propuesta de las obras menores de drenaje a que se refieren los Incisos E.2.3. y E.4.3., de esta Norma, incluyendo el trazo y nivelación de los ejes de los fondos de sus cauces.
  - La elaboración de todos los planos e información documental que se indican en las Fracciones E.2., o E.4., de esta Norma.
  - La entrega física en el campo a que se refiere la Fracción E. 7., de esta Norma.
- La elaboración del Informe Técnico que se señala en la Fracción E.8., de esta Norma.

#### **G.1.1.2. Trazo y nivelación de ejes definitivos**

El trazo y nivelación en el campo del eje definitivo del camino o de los ejes definitivos de los diversos elementos de una obra especial y, en su caso, del eje definitivo del camino en el subtramo de la carretera que influirá en esa obra o del eje real de dicho subtramo cuando la carretera ya exista, así como de los ejes definitivos de las obras menores de drenaje, medido de acuerdo con lo indicado en el Párrafo F. 1.1.2., de esta Norma, según se trate de un estudio topográfico para proyecto definitivo de la carretera o de obra especial, se pagará al precio fijado en el contrato para el kilómetro de eje trazado y nivelado, según su tipo. Este precio unitario incluye lo que corresponda por:

- La recopilación de información y el reconocimiento de campo, a que se refiere la Fracción E.1., de esta Norma.
- La apertura de todas las brechas que se requieran para el trazo de los ejes y para el establecimiento de las referencias de trazo.
- La fabricación, suministro y colocación en el campo de todas las estacas y trompos que se requieran para el trazo de los ejes, así como la construcción de mojoneras para el establecimiento de las referencias de trazo, incluyendo la adquisición y suministro de los materiales necesarios.
- El trazo, nivelación y establecimiento de las referencias en el campo de los ejes definitivos, conforme a lo indicado en los Incisos E.3.1. o E.5.1., de esta Norma, según su tipo.
- La elaboración de todos los planos e información documental que se indican en los Incisos E.3.1., o E.5.1., de esta Norma.
- La entrega física en el campo a que se refiere la Fracción E.7., de esta Norma.
- La elaboración del Informe Técnico que se señala en la Fracción E.8. de esta Norma.

#### **G.1.1.3. Levantamiento de las secciones transversales**

El levantamiento de secciones transversales del terreno, medido de acuerdo con lo indicado en el Párrafo F .1. 1.3., de esta Norma, para obtener los datos para el proceso electrónico del camino o para elaborar los planos de secciones transversales de las obras menores de drenaje o de los elementos de una obra especial, según se trate de un estudio definitivo de la carretera o de obra especial, se pagará al precio fijado en el contrato para el kilómetro cuadrado de superficie levantada para el camino o el hectómetro cuadrado de superficie levantada para la obra especial. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- La apertura de todas las brechas que se requieran para el levantamiento de secciones transversales del terreno.

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

- El levantamiento de las secciones transversales del terreno, referido en los Incisos E.3.2., o E.5.2., de esta Norma.
- La elaboración de todos los planos que se indican en los Incisos E.3.2., o E.5.2., de esta Norma.

### **G.1.2. Base de pago para estudios aerofotogramétricos.**

#### **G.1.2.1. Fotografías Aéreas.**

Las fotografías aéreas con características estereoscópicas, medidas como se indica en el Párrafo F.1.2.1. de esta Norma, se pagarán al precio fijado en el contrato para el kilómetro de la ruta o del eje preliminar de la carretera o para el kilómetro cuadrado de superficie fotografiada para una obra especial, según sean ópticas o digitales de alta resolución y de acuerdo con su escala. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- La recopilación de información y el reconocimiento de campo, a que se refiere la Fracción E.1., de esta Norma.
- El diseño del plan de vuelo según lo indicado en el Inciso E.6.1. de esta Norma.
- La selección, marcado en el campo y determinación de las coordenadas de los puntos de control terrestre a que se refiere el Inciso E.6.2., de esta Norma.
- La toma de fotografías aéreas de acuerdo con lo indicado en el Inciso E.6.3., de esta Norma.
- La elaboración del fotoíndice de vuelo a que se refiere el Inciso E.6.5. de esta Norma.
- La entrega física en el campo a que se refiere la Fracción E.7., de esta Norma.
- La elaboración del Informe Técnico que se señala en la Fracción E.8., de esta Norma.

#### **G.1.2.2. Restitución Aerofotogramétrica.**

La restitución aerofotogramétrica, medida como se indica en el Párrafo F.1.2.2. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el kilómetro cuadrado de superficie restituida para el camino o para el hectómetro cuadrado de superficie restituida para una obra especial, según se trate de un estudio aerofotogramétrico para proyecto preliminar o definitivo de la carretera, o de obra especial, respectivamente. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- La obtención, mediante restitución aerofotogramétrica, del modelo tridimensional del terreno fotografiado, conforme a lo señalado en el Inciso E.6.4., de esta Norma.
- La elaboración de todos los planos e información documental indicados en el Inciso E.6.4., de esta Norma, según el tipo del estudio aerofotogramétrico ejecutado.

### **G.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO**

En el caso de que el estudio topográfico o aerofotogramétrico se contrate a precio alzado, en la integración de dicho precio se considerará lo que corresponda por: personal, gastos de operación y rentas, según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para aquellas actividades que la Secretaría, a través de los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2., de la Norma antes mencionada, indique de entre las contenidas en la Fracción E.3., de esta Norma, dependiendo del tipo y propósito del estudio.

### **H. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago del estudio topográfico o aerofotogramétrico se efectuará conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2., de la Norma mencionada.

### **I. RECEPCIÓN DEL ESTUDIO**

Cuando el estudio topográfico o aerofotogramétrico se realice por contrato, será recibido por la Secretaría de acuerdo con lo establecido en la Cláusula I. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2., de la Norma mencionada, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula J., de la misma Norma.

Igualmente se deberá dar estricto cumplimiento a lo dispuesto en estas especificaciones particulares que se fundamentan en el documento "Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras", emitido por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

	<b>Administración Portuaria Integral de Manzanillo S.A. de C.V.</b>	<b>Especificación particular Nº 1</b>
---	---	---

<b>Concepto Nº 1.- Planeación.</b>
Planos y/o croquis de referencia:
<b>Normas:</b> Normativa SCT; N·LEG·2/07.- Ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías; N·PRY·CAR·1·01.- Estudios topográficos; N·PRY·CAR·1·06.- Estudios hidráulicos – hidrológicos para puentes; N·PRY·CAR·6·01.- Proyectos de nuevos puentes y estructuras similares; y libro Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras.
<p>Especificación Particular Nº 1.- <b>Planeación.</b></p> <p>Los estudios de planeación, tienen la finalidad de analizar la factibilidad absoluta del proyecto de inversión, respaldando todas las consideraciones del proyecto y culminando con los resultados del Estudio de Costo-Beneficio.</p> <p>Estos estudios comprenden: Estudios de Interacción Oferta – Demanda; Estudios de Ingeniería de Tránsito; Estudios de Pre factibilidad Socioeconómica; Estudios Geotécnicos; Anteproyecto (Ingeniería Básica); Estudios de Factibilidad Técnica; Estudios de Factibilidad Ambiental; Estudio de Factibilidad Legal; y Estudio Costo – Beneficio.</p> <p>Estos estudios serán elaborados por Ingenieros con especialidad en Vías Terrestres e Ingeniería de Tránsito; Ingeniero Geólogo, Ingeniero Geotecnista; Biólogo; Abogado; Licenciado en Economía, Licenciado en Administración de Empresas.</p> <p>Los estudios que acompañan al Estudio de Costo-Beneficio: el Estudio Geotécnico, el Estudio de Tránsito, el Anteproyecto de la Carretera, el Estudio de Factibilidad Técnica, Ambiental y Legal, requieren la participación de Ingenieros Civiles con especialidades en Geotecnia, en Ingeniería de Tránsito, en Vías Terrestres, Ambientalistas e Ingenieros en Sistemas de Cómputo. También se requieren Biólogos y Abogados. Este equipo de profesionales necesita el apoyo de dibujantes en AutoCAD y del equipo de oficina.</p> <p>Los trabajos se deberán entregar en tres (3) juegos impresos y en formato digital electrónico en dos juegos. La entrega de los planos con la información digital será en AutoCAD versión reciente.</p> <p>El Contratista deberá considerar que parte de los trabajos pudieran realizarse en zona con presencia de agua; por lo que tomará las debidas precauciones para elaborar sus precios unitarios. Además, deberá evitar interferencias en las actividades de vialidad existente y las propias del puerto; en caso contrario, no se considerarán pagos adicionales por esta situación.</p> <p>El Contratista deberá efectuar limpieza permanente de las áreas de trabajo y se obliga a mantener una señalización adecuada para evitar accidentes, esta señalización deberá estar iluminada por la noche.</p> <p>El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para evitar daños a terceros y/o a las propias instalaciones. En caso de presentarse éstos, las reparaciones correspondientes serán por cuenta del Contratista y a satisfacción del Representante de la Entidad, sin tener derecho a retribución por dichos trabajos.</p> <p>Cabe aclarar que el equipo y maquinaria, propuesto por el Licitante es el que deberá suministrar y operar. Debido a que el Contratista será el único responsable de la calidad de los trabajos, en caso de que este no cumpla con la calidad requerida, se obliga a ejecutarlo nuevamente a satisfacción del Representante de la API.</p>
<b>Este precio incluye lo correspondiente por:</b>
1. Valor de adquisición de todos los materiales, licencias, así como la mano de obra especializada, equipo, consumibles, equipo y herramienta.
2. Traslado del personal y equipo al sitio de los trabajos de campo y de gabinete.
3. Ejecución de aforos, monitoreo de tránsito, obtención de estadísticas del INEGI, Dirección General de Servicios Técnicos, Banco de México, SHCP y demás instituciones requeridas.
4. Elaboración de Estudio de interacción oferta – demanda; Estudios de ingeniería de tránsito; Estudio de factibilidad socio económica; Estudios geotécnicos; Anteproyecto (Ingeniería básica); Estudios de factibilidad técnica; Estudio de factibilidad ambiental; Estudio de factibilidad legal; y Estudio de costo – beneficio.
5. Utilización de equipo topográfico Estación Total, y localizador GPS, estacas, trompos y todo lo necesario para la identificación de puntos y su representación gráfica en planos.
6. Trabajos de gabinete para el procesamiento de los datos de campo.
7. Entrega al Representante de la API, de dos (2) juegos de las memorias de los proyectos en carpeta plástica color blanco y cubiertas de cartulina tipo Opalina, en sus tres bolsas exteriores, su interior con tres arillos "O" con capacidad apropiada, con bolsa interior; Impresiones en papel Bond tamaño carta de 75 gr/m2, reciclado, engargoladas. Los planos se imprimirán en papel albanene de 110-115 gr/m2 en formato ISO A1 (tamaño 60 cm x 90 cm) o a escalas apropiadas según las Normas SCT y se realizarán empleando el formato que API proporcionará con toda oportunidad. El cuadro de notas indicará los días en que se efectuaron los levantamientos, marca, modelo y número de serie de los equipos con que se efectuaron los trabajos; Escala gráfica y numérica; Simbología empleada y norte (astronómico y magnético); Cuadro de referencias; Firmas de conformidad de la

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.

API; Los planos se elaboraran a escalas convenientes, procurando obtener dibujos de la mayor dimensión posible. Igualmente se entregará al Representante de la API, el Proyecto en archivo electrónico, a la dirección de correo de la Gerencia de Ingeniería, <a href="mailto:gingenieria@puertomanzanillo.com.mx">gingenieria@puertomanzanillo.com.mx</a> , así como a la dirección de correo electrónico del coordinador responsable de la obra por parte de la API. Los archivos electrónicos, se entregarán en procesador de texto, hoja electrónica y dibujo Autocad, en versiones recientes, así como todo el proyecto en formato para almacenamiento de documentos (PDF), versión reciente.
8. Los tiempos de inactividad de todo el equipo y personal a consecuencia de condiciones meteorológicas adversas, traslados, instalaciones y esperas conforme los programas de ingreso de embarcaciones al puerto interior.
9. Equipo, herramienta, mano de obra y todo lo que corresponda para la correcta ejecución del concepto de trabajo.
10. Limpieza de la zona de trabajo, durante y al término de los mismos.
11. Materiales, consumibles, mano de obra, herramienta, equipo y demás cargos correspondientes para la correcta ejecución de los trabajos.
12. Reporte fotográfico, antes, durante y posteriormente a la ejecución de los trabajos así como la entrega de las fotografías vigentes en cada estimación.
<b>Medición y pago:</b>
El volumen cuantificado se medirá tomando como unidad el <b>estudio (est.)</b> , con aproximación <b>a la unidad (1.0)</b> , presentado forma impresa y en archivo electrónico elaborado en Autocad, versión reciente, aprobado, de acuerdo con lo solicitado en esta especificación, pagado por unidad de obra terminada (PUOT).

	<b>Administración Portuaria Integral de Manzanillo S.A. de C.V.</b>	<b>Especificación particular Nº 2</b>
---	---	---

Descripción.-	<b>Concepto Nº 2.- Selección de ruta definitiva.</b>
Planos y/o croquis de referencia:	
<b>Normas:</b> Normativa SCT; N·LEG·2/07.- Ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías; N·PRY·CAR·1·01.- Estudios topográficos; N·PRY·CAR·1·06.- Estudios hidráulicos – hidrológicos para puentes; N·PRY·CAR·6·01.- Proyectos de nuevos puentes y estructuras similares; y libro Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras.	
Especificación Particular Nº 2.- Selección de ruta definitiva.-	
<b>Selección de ruta preliminar.</b>	
<p>Este estudio se realiza en gabinete y consiste en reunir todos los estudios y propuestas del estudio de Costo–Beneficio de la Etapa de Planeación, la información que se requiere del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), con las cartas topográficas, geológicas, de uso de suelo, entre otras, además de las fotografías aéreas o con el apoyo de programas cartográficos existentes en el internet, como pudiera ser Google Earth; La intención es la de seleccionar con precisión varias alternativas de ruta, de las cuales, una será la ruta seleccionada en función de sus características geotécnicas, topográficas, de impacto ambiental, sociales, y costos. La diferencia principal entre la ruta escogida en la primera fase de Planeación, ruta con la que se hizo el estudio Beneficio-Costo, es que en este estudio de Selección Preliminar de ruta se estudia con más detalle la topografía, el drenaje, el uso de suelo, puntos obligados, y entronques necesarios. El estudio de selección de ruta debe ser elaborado por un Director de Proyecto Geométrico y un Proyectista especializado en Proyecto Geométrico. El producto final de este estudio de selección preliminar de ruta, es un “larguillo”, o plano de las rutas propuestas, en toda su longitud, dibujadas en cartas topográficas del INEGI con escala de 1:25,000 o 1:50,000. Este larguillo con todas las rutas, o larguillos con cada una de las rutas, es la base para avanzar en el proyecto ejecutivo de una carretera.</p>	
<b>Selección de ruta definitiva.</b>	
<p>El estudio consiste en el análisis de las rutas preliminares y en la determinación de la ruta definitiva para el estudio y elaboración del proyecto ejecutivo. Para la selección de la ruta definitiva, se analizan las rutas preliminares elaborando ante proyectos en cada una de ellas y estudiando sus costos totales, incluyendo costos de operación, para escoger la ruta que ofrezca el mejor servicio al menor costo y asignarla como ruta definitiva. Para este estudio es necesario elaborar trabajos de campo y auxiliarse con otros estudios cuyos resultados serán indispensables para la selección de la ruta definitiva. Todos estos otros estudios están basados en fotointerpretación, para lo cual son indispensables las fotografías aéreas de cada una de las rutas. La Selección de la ruta definitiva incluye: Levantamiento fotogramétrico; Fotointerpretación geotécnica; Fotointerpretación hidrológica; Fotointerpretación de cruces; Fotointerpretación Socioeconómica; Paisaje; Resultados del análisis fotogramétrico; Propuesta de especificaciones geométricas; <b>Alineamiento horizontal y Alineamiento vertical</b>; Costos de operación; Ante presupuesto de las rutas estudiadas; Selección de la ruta definitiva.</p>	
<p><b>El estudio de Fotointerpretación hidrológica tendrá un enfoque especial, ya que su estudio se realizará con la finalidad de proponer la solución al encauzamiento del arroyo Jalipa, dado que sobre su cauce se ampliará la vialidad, por lo que se ejecutarán los análisis de los pares estereográficos de las fotos que se concentran en el aspecto hidráulico. Se analizarán las corrientes mayores, las zonas bajas potenciales de inundación, las lagunas y lagos cercanos o que la ruta tenga que cruzar.</b></p>	
<p>Para estos trabajos <u>no</u> se requerirá la toma de fotos de vuelos aéreos ya que se aceptarán las fotos obtenidas de los satélites comerciales.</p>	
<p>Se presentará el informe del estudio con la selección de la ruta óptima para la carretera, presentada en mosaico fotográfico con escala 1:25,000, y en planos topográficos restituidos con escala 1:5,000 y curvas de nivel a cada 5 m. Igualmente se presentarán juegos de fotografías con pares estereográficos de toda la ruta, planos geológicos, estudio geotécnico preliminar de la ruta, y los estudios hidrológico, socioeconómico, de paisaje, de costos, así como todos los estudios que apoyaron la conclusión de la ruta óptima. La base para la selección de la ruta, es la comparación de los costos de los anteproyectos que representan a las rutas, en cuanto a sus condiciones geotécnicas, hidrológicas, de uso de suelo, y socioeconómicas, <b>Se sumará para cada anteproyecto el costo de construcción</b> con el costo de operación y en primer lugar el monto menor de esa suma será el mejor anteproyecto; sin embargo, cuando dos sumas sean iguales o muy parecidas, entrarán en juego, ventajas como pudieran ser ahorros en tiempo de viaje, en costo de accidentes, costo de emisiones y costo por contaminación auditiva. El proyectista evaluará estos costos, ante dos anteproyectos diseñados con iguales especificaciones geométricas, cuanto menor sea la distancia total de recorrido.</p>	
<p>Una vez que se tiene la decisión sobre el anteproyecto de la ruta seleccionada, se presenta un informe breve con el respaldo de todos los estudios y con un larguillo de la ruta seleccionada dibujado en planos del INEGI con escala</p>	

<p>1:50,000, así como el mosaico formado con las fotografías 1:25,000 con el larguillo de la ruta y la planta del anteproyecto con escalas de 1:5,000 y el perfil deducido con las escalas 1:2,000 y 1:200. Con estos documentos, que representan la ruta definitiva, se procede al inicio del proyecto ejecutivo.</p> <p>Debido a que el CONTRATISTA de servicios es el único responsable de la calidad de los trabajos, en caso de que éste no cumpla con lo requerido, se obliga a ejecutarlo nuevamente a satisfacción del representante de API sin derecho a retribución por este hecho.</p> <p>El CONTRATISTA de servicios deberá tomar las precauciones necesarias para evitar daños a terceros; En caso de presentarse éstos, las reparaciones correspondientes serán por cuenta del contratista y a satisfacción del representante de API, sin tener derecho a retribución por dichos trabajos.</p>
<b>Este precio incluye lo correspondiente por:</b>
1. Valor de adquisición de todos los materiales, licencias, así como la mano de obra especializada, equipo, consumibles y herramienta.
2. Traslado del personal y equipo al sitio de los trabajos.
3. Trabajos de gabinete para el procesamiento de los datos de campo.
4. Elaboración de los estudios: Selección de ruta preliminar; Selección de ruta definitiva; Estudio de foto interpretación hidrológica; y se deberán incluir los costos de construcción con los costos de operación.
5. Utilización de equipo y programas especializados, así como todo lo necesario para la representación gráfica en planos.
6. Entrega al Representante de la API, de dos (2) juegos de las memorias de los proyectos en carpeta plástica color blanco y cubiertas de cartulina tipo Opalina, en sus tres bolsas exteriores, su interior con tres arillos "O" con capacidad apropiada, con bolsa interior; Impresiones en papel Bond tamaño carta de 75 gr/m <sup>2</sup> , reciclado, engargoladas. Los planos se imprimirán en papel albanene de 110-115 gr/m <sup>2</sup> en formato ISO A1 (tamaño 60 cm x 90 cm) o a escalas apropiadas según las Normas SCT y se realizarán empleando el formato que API proporcionará con toda oportunidad. El cuadro de notas indicará los días en que se efectuaron los levantamientos, marca, modelo y número de serie de los equipos con que se efectuaron los trabajos; Escala gráfica y numérica; Simbología empleada y norte (astronómico y magnético); Cuadro de referencias; Firmas de conformidad de la API; Los planos se elaboraran a escalas convenientes, procurando obtener dibujos de la mayor dimensión posible. Igualmente se entregará al Representante de la API, el Proyecto en archivo electrónico, a la dirección de correo de la Gerencia de Ingeniería, <a href="mailto:ingenieria@puertomanzanillo.com.mx">ingenieria@puertomanzanillo.com.mx</a> , así como a la dirección de correo electrónico del coordinador responsable de la obra por parte de la API. Los archivos electrónicos, se entregarán en procesador de texto, hoja electrónica y dibujo Autocad, en versiones recientes, así como todo el proyecto en formato para almacenamiento de documentos (PDF), versión reciente.
7. Los tiempos de inactividad de todo el equipo y personal a consecuencia de condiciones meteorológicas adversas, traslados, instalaciones y esperas conforme los programas de ingreso de embarcaciones al puerto interior.
8. Equipo, herramienta, mano de obra y todo lo que corresponda para la correcta ejecución del concepto de trabajo.
9. Limpieza de la zona de trabajo, durante y al término de los mismos.
10. Todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto de trabajo, por unidad de obra terminada (PUOT).
11. Materiales, consumibles, mano de obra, herramienta, equipo y demás cargos correspondientes para la correcta ejecución de los trabajos.
12. Reporte fotográfico, antes, durante y posteriormente a la ejecución de los trabajos así como la entrega de las fotografías vigentes en cada estimación.
<b>Medición y pago:</b>
El volumen cuantificado se medirá tomando como unidad el <b>estudio (est.)</b> , con aproximación <b>a la unidad (1.0)</b> , presentado forma impresa y en archivo electrónico elaborado en Autocad, versión reciente, aprobado, de acuerdo con lo solicitado en esta especificación, pagado por unidad de obra terminada (PUOT).

	<b>Administración Portuaria Integral de Manzanillo S.A. de C.V.</b>	<b>Especificación particular Nº 3</b>
--	---	---

Descripción.-	<b>Concepto Nº 3.- Proyecto de trazo definitivo.</b>
Planos y/o croquis de referencia:	
<b>Normas:</b> Normativa SCT; N·LEG·2/07.- Ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías; N·PRY·CAR·1·01.- Estudios topográficos; N·PRY·CAR·1·06.- Estudios hidráulicos – hidrológicos para puentes; N·PRY·CAR·6·01.- Proyectos de nuevos puentes y estructuras similares; Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras.	
<b>Especificación Particular Nº 3.- Proyecto de trazo definitivo.</b>	
<b>Levantamiento fotogramétrico.</b>	
Este levantamiento se efectuará con nuevas fotos aéreas, sobre la ruta seleccionada y con escalas de 1:10,000 y de 1:5,000, a fin de conocer con mayor precisión la línea de trazo para el proyecto.	
<b>Geotecnia regional.</b>	
El objetivo principal de la geotecnia es delimitar las unidades geotécnicas que se encuentren, caracterizándolas con la mayor precisión posible; delimitar las fronteras es establecer con claridad los límites hasta donde se encuentren materiales similares; Se transportará la fotointerpretación geotécnica que se trabajó en las fotos con escala de 1:25,000, a las nuevas fotos que tienen mucho más detalle por corresponder a una escala 1:5,000, donde el geotecnista realizará descripciones precisas, incluso sobre las zonas bajas en las que se tenga la posibilidad de tener materiales de baja resistencia, preverá zonas con problemas de subdrenaje, posibilidad de escases de materiales para ubicar bancos de materiales y todo lo relativo a los datos que se necesitan para estimar volúmenes de corte y terraplén y cálculos de movimientos de tierras; En esta etapa de fotointerpretación geotécnica se afinarán también los datos concernientes a la geotecnia de puentes. Sobre todo se comprobará la descripción geotécnica de la unidad por la que se proyectará el puente, y se hace la primera estimación de las características geotécnicas de los materiales a lo largo del puente. Estas características principalmente definen la calidad del macizo rocoso y se refieren al grado de descomposición o sanidad de la roca, lo cual define el tipo de cimentación que pudiera necesitar el puente, así como al revestimiento final necesario. De igual manera se efectuarán los estudios geotécnicos correspondientes al encauzamiento del arroyo Jalipa.	
<b>Ingeniería de tránsito.</b>	
Se medirá el volumen de tránsito y su clasificación vehicular, así como el origen y destino de los viajes de los usuarios en la carretera. El estudio, es un Estudio de Demanda, mediante el cual se debe analizar el tránsito que utilizará la carretera en un período de diseño que puede variar de 15 a 30 años. Este pronóstico será muy detallado, para poder analizar los entronques y accesos del tránsito que se incorporará en el futuro a la carretera. Se requerirá el estudio de caracterización de la red vial de influencia asociada a la carretera que se está proyectando, así como el análisis del comportamiento histórico del aforo vehicular de dicha red. Se establecerá el grado de confort y los tiempos de recorrido mediante un estudio de campo en el que se obtengan los índices de servicio relativos al estado del pavimento, y la longitud y ubicación de los diferentes tramos, así como las opciones de rutas dentro de la red. Los índices de servicio, se obtendrán de registros históricos que se tienen en las dependencias encargadas de la conservación de las carreteras, pudiendo ser en el mejor de los casos mediciones objetivas del índice de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), o bien las subjetivas del Índice de Servicio Actual (ISA).	
El estudio de Ingeniería de Tránsito se presentará en un informe detallado con la descripción de la metodología del estudio; la descripción, detalle y resultados de los trabajos de campo realizados como: encuestas, mediciones de tránsito, recopilación de información en dependencias de conservación, estudios económicos y de desarrollo regional y del país, datos estadísticos de crecimiento de producción, exportaciones, parque vehicular, y cálculos del modelo de crecimiento del tránsito. El pronóstico deberá contener el detalle de cómo se integrará el tránsito total esperado año con año, especificando para cada uno de los puntos intermedios de la carretera en los que se incorporará tránsito proveniente de las diferentes regiones, las cantidades o volúmenes de tránsito por cada entronque. Estos datos son indispensables para el diseño de los entronques, y es un dato indispensable también para el diseño del pavimento. Este será un estudio detallado, con todos los trabajos realizados, memorias de cálculos, y encuestas. Se presentará un informe ejecutivo. Este informe de trabajo, resumirá los resultados obtenidos en el informe detallado, destacando las conclusiones y recomendaciones para aplicarse directamente en el diseño.	
<b>Selección de entronques y pasos a desnivel.</b>	
Se llama Entronque a la zona donde dos o más caminos se cruzan o se unen, permitiendo la mezcla del tránsito. Se le denomina Paso, a la zona donde dos vías terrestres se cruzan sin que pueda unirse el tránsito. Tanto los entronques como los pasos pueden contar con estructuras a distintos niveles.	
Una vez conocido el pronóstico del tránsito que se incorporará a la carretera, el proyectista encargado del diseño	

geométrico, estudiará la solución de los entronques para proporcionar el mejor servicio posible de la carretera en proyecto que no saldrán en el entronque, sino que seguirán en la ruta, y a los que se incorporarán o saldrán en el entronque.

El proyectista conjugará la topografía del lugar con las necesidades del entronque respecto a los accesos necesarios, y diseñará un entronque con las ramas y enlaces que proporcionen el servicio con la mayor seguridad y confort y adaptándolos al número de vehículos que circularán por él. El proyecto considerará los grados de acuerdo con las velocidades en cada rama, los carriles de aceleración y desaceleración, las pendientes o inclinaciones de las rampas y sobre todo, la geometría general del entronque tomando muy en cuenta la topografía de la zona.

Los paraderos, serán áreas con espacio suficiente para que cualquier vehículo pueda disminuir su velocidad, incorporarse al paradero, estacionarse cómodamente para cumplir el cometido para el que fue diseñado, y luego para salir con seguridad, tener el carril adecuado de aceleración e incorporación a la carretera.

#### **Drenaje.**

En esta etapa del proyecto ejecutivo se selecciona una ruta sobre la cual se han restituido planos con escala 1:2,000 y 1:1,000, provenientes de las fotografías aéreas a escalas 1:10,000 y 1:5,000. Con la información que se recaba en este estudio y con la que se tiene acerca del uso de suelo y la geotecnia de la zona de la ruta, se calculará la cantidad de agua o gasto probable que pasará por cada uno de los cruces con los ríos y corrientes, para que el proyectista de la geometría del camino, decida el sitio adecuado para cruzar los ríos con el trazo de la carretera, dentro de la zona del trazo preliminar que ya se ha decidido en la etapa de elección de ruta, lo que incluye especialmente el arroyo Jalipa, sobre cuyo cauce se ampliará la vialidad.

Este estudio de gabinete se elaborará, en su caso, con la ayuda de toda la información disponible en la Dirección General de Servicios Técnicos, acerca de los caudales de lluvia históricos en la República Mexicana. También se recabará la información en los datos del INEGI y la SCT quien publica libros con las curvas Isoyetas de Intensidad-Duración-Período de Retorno, para cada uno de los estados de la República.

Mediante las curvas Isoyetas se obtendrá la intensidad de lluvia en milímetros por hora en cualquier sitio; la que, puede ser una lluvia con una duración desde 5 minutos hasta dos horas, con períodos de retorno desde cinco años hasta cien años. Con esta información, y con los usos de suelo que se encuentran en el INEGI, el hidrólogo calculará el gasto máximo de agua que puede pasar en un punto del arroyo Jalipa que va a cruzar el trazo, y con ello saber en forma de anteproyecto las dimensiones de puente que necesita en cada sitio de cruce y así acomodar su trazo a la mejor conveniencia.

La delimitación de las cuencas se realizará al trazar el parteaguas en las fotografías aéreas con lápiz graso de toda la zona de aportación que se encuentre aguas arriba de la carretera. Al final de este trabajo, se tendrá dividida la carretera en segmentos de diferente longitud, donde a cada segmento le corresponde un área por drenar o cuenca. Con lo anterior, se conocerá cuánto gasto hay que drenar de cada segmento y diseñar los drenes y puentes necesarios para tal propósito. La Comisión Nacional del Agua (CNA) tiene un estricto control y dispone de toda la información hidrológica que pone a disposición de la SCT. El CONTRATISTA solicitará la aprobación la CNA respecto al gasto de diseño, con la que se dimensionen las estructuras.

Una vez dibujadas las cuencas en las fotografías, se medirá la superficie de cada una, para obtener las lluvias máximas esperadas en cada cuenca en particular con los datos de las Isoyetas de la DGST; Se clasificarán los tipos de suelo por los que escurrirá el agua en la superficie de la cuenca y se determinarán los coeficientes de escurrimiento, para hacer los cálculos del gasto que llegará a la carretera.

El resultado de estos estudios y cálculos realizados por un Ingeniero Hidrólogo, será un informe para utilización del Ingeniero Proyectista. Este informe consta del mosaico fotográfico donde se dibujará el eje del proyecto, y donde además se dibujarán las fronteras que delimitan todas las cuencas, teniéndose los tramos de carretera donde el eje de trazo cruza las cuencas y tiene que recibir el aporte de agua que dichas cuencas acarrear.

El larguillo o mosaico se complementa con los datos del gasto hidráulico que se recibe en cada segmento de carretera y comentarios sobre el tipo y tamaño de la obra de drenaje necesaria, ya sea puente o alcantarilla, así como las obras de drenaje complementarias como canales o alcantarillas de alivio que se juzguen necesarias.

#### **Planta y perfil topográficos.**

Los planos con escala 1:1,000 o 1:2,000, permitirán afinar el anteproyecto, se realizará contando ya con las indicaciones de los estudios de Ingeniería de Tránsito, Geotécnico, Hidrológico, de Ubicación de entronques, Accesos, salidas y retornos; ubicación de pasos a desnivel; plano con la delimitación de cuencas con sus tramos y volumen de agua por drenar; así como los sitios para puentes y su longitud probable. Se cuenta con un informe detallado, uno ejecutivo, planos y larguillos informativos.

Del estudio de Ingeniería de Tránsito se tiene el volumen del tránsito que circulará por cada tramo de carretera, con lo que el proyectista diseñará la geometría definitiva de los entronques, con sus ramas, accesos y demás. Esta información será básica para el diseño de los retornos, paraderos, miradores, rampas de frenado, entre otros.



Del estudio geotécnico, el ingeniero geotecnista, tiene delimitadas las diferentes unidades geotécnicas por las que atraviesa el trazo de la carretera, describiendo las características geotécnicas de los materiales que se encontrarán en la carretera, señalando posibles zonas de materiales por las que se deba evitar localizar el trazo, o se deban tomar precauciones especiales al proyectar cortes y terraplenes.

Se tiene también la ubicación de entronques, pasos a desnivel y retornos. Corresponde al diseño geométrico adecuar los entronques a la topografía de los sitios y al volumen de tránsito y establecer el tipo de entronque con ubicación de ramas, accesos, tipo y longitud de las estructuras necesarias. También de acuerdo con el volumen de tránsito se diseñarán los retornos y rampas de frenado necesarias.

El estudio hidrológico aporta recomendaciones especiales para cuando se cruzan ríos con grandes corrientes, respecto al sitio más adecuado para cruzarlo desde el punto de vista hidrológico, ya que se debe elegir un sitio en el que se tengan los menores riesgos de erosiones, cambio de curso de corriente, de turbulencias, entre otros.

Con toda esta información, el proyectista, especialista en diseño geométrico, diseñará el trazo definitivo de la ruta, para encontrar el mejor trazo, que reúna la máxima comodidad y la máxima seguridad para el usuario, con el menor costo para el transporte, y con el estricto cumplimiento de las normas de diseño establecidas mediante la velocidad de diseño especificada para el tramo.

Una vez analizados todos los estudios, informes y planos con los que se cuenta, se elaborará el diseño del **alineamiento horizontal definitivo**, tomando en cuenta las restricciones, recomendaciones y características de los materiales que se encontraron en el trazo, así como las condiciones hidráulicas de cada tramo por el que será necesario pasar con el trazo.

Se entiende como alineamiento horizontal a la proyección en planta, o en un plano horizontal, del eje de la carretera, que representa la sucesión de rectas y curvas desde el origen hasta el destino final. Este trazo deberá proporcionar un desplazamiento fluido, y adaptado a la topografía del terreno en lo posible sin menoscabo de la seguridad, comodidad y el menor costo para el transporte.

Calculará las distancias mínimas de visibilidad de parada, para proyectar las curvas, tomando en cuenta obstáculos como taludes de corte, puentes y cualquier edificación que pudiera haber. Esta distancia mínima de visibilidad de parada es la necesaria para que un conductor que circula a la velocidad de proyecto y que ve cualquier obstáculo en el camino, tenga tiempo de reaccionar sin sobresalto, aplicar el freno y detener el vehículo sin alcanzar el obstáculo. Esta distancia la debe proporcionar el proyectista en toda la longitud de la carretera. El proyectista diseñará las curvas de la carretera lo más amplias que sea posible, dentro de los límites de las especificaciones para la velocidad de proyecto. Evitará en lo posible las curvas cerradas, que son las que estarían al límite permitido por la velocidad de proyecto, proyectándolas solamente en los casos en donde las curvas amplias se tengan cortes y terraplenes de alturas desproporcionadas y muy costosas, sin descuidar la seguridad de los usuarios.

En cada curva se calculará la sobre elevación o peralte que se requiere según la velocidad de proyecto, para contrarrestar la fuerza centrífuga que tiende a sacar de la curva a los vehículos. Un peralte bien diseñado proporciona seguridad y comodidad conveniente y necesaria en el alineamiento horizontal. También las curvas necesitan un ancho mayor de la carretera en relación al ancho que se tiene en una recta o tangente.

Este sobre ancho se calcula en cada curva de acuerdo con el grado de curvatura, la velocidad de proyecto y el vehículo de proyecto, siendo un valor de notable importancia debido a que los vehículos más largos, al girar en la curva por su geometría, pueden invadir el carril contiguo, situación que es más notable entre más largos sean los vehículos; de allí que las curvas deben diseñarse para los vehículos que vayan a permitir circular por esa carretera, lo que se establece en la etapa de planeación conforme al Reglamento y Norma Oficial Mexicana.

El diseño de carriles adicionales, es parte del alineamiento horizontal, existen varios casos en los que se necesitan carriles adicionales. Uno de ellos se presenta cuando se tiene una pendiente fuerte ascendente que se mantiene en una longitud corta; en este caso, los vehículos muy pesados reducen su velocidad y con su lentitud pueden provocar asentamientos del flujo vehicular afectando a muchos usuarios.

Para un carril adicional es necesario delimitar bien su longitud a lo estrictamente necesario y diseñar su transición tanto de entrada como de salida, cuidando especialmente la incorporación o entrada que debe ser gradual, sin conflictos y con una visibilidad suficiente.

En los casos de pendientes largas es mejor ampliar la sección transversal agregando carriles para cada sentido de circulación, ya que el sentido del descenso, los vehículos ligeros tienden a rebasar indebidamente a los vehículos lentos y se producen accidentes.

El ancho de la carretera, o sección transversal tipo, fue definida durante la etapa de planeación. De acuerdo con el tránsito esperado y el tipo de vehículo, se establece el número de carriles; el ancho de los carriles, el ancho de los acotamientos, el ancho del camellón central. Sobre ese ancho de carretera, el proyectista diseñará los carriles adicionales, cuidando siempre de lograr un viaje fluido y con las mismas características y la misma seguridad desde el origen hasta el destino final.

Se diseñará el alineamiento horizontal de los entronques con el mismo criterio con que se diseña la carretera principal,

solo que aquí en las ramas se considera otra velocidad de diseño, que permita curvas más cerradas. Cuando los entronques enlazan dos o más carreteras de altas especificaciones o muy importantes, todas con velocidades de diseño altas, los entronques consecuentemente deben enlazar las carreteras con velocidades altas en los entronques y sin conflictos en las incorporaciones, de manera que los flujos al cambiar de carretera sigan siendo fluidos y confortables

Es necesario diseñar carriles adicionales en las zonas de todo tipo de paraderos, como son los de ascenso y descenso de pasajeros, los de áreas de descanso, miradores, y de servicio como baños y gasolineras. En los paraderos se necesitan principalmente los de acceso e incorporación que como ya se dijo, deben diseñarse con la longitud adecuada a la velocidad de la carretera, y tener la visibilidad adecuada para seguridad. El diseño de las instalaciones en las áreas de paraderos, incluyendo los estacionamientos, se llevará a cabo en la siguiente etapa del proyecto.

El alineamiento horizontal debe considerar también el diseño de rampas de frenado. Estas rampas se colocan en pendientes descendentes o bajadas muy largas, para auxiliar a los vehículos que pudieran quedar sin frenos y precipitarse sobre la carretera, para que puedan salir en esas rampas provistas de un pavimento de grava suelta en la que las llantas se incrusten paulatinamente y detengan la carrera de los vehículos sin frenos.

Todo lo que el proyectista debe considerar en el diseño del alineamiento horizontal, debe hacerlo teniendo muy en cuenta la topografía. En el diseño de las tangentes (rectas) y curvas, es imposible no tomar en cuenta la altura de los terraplenes y cortes que pudieran generarse con el diseño. Este tema compete al alineamiento vertical de la carretera, y en consecuencia los alineamientos horizontal y vertical, son dependientes entre sí y no pueden manejarse en forma separada. Ciertamente se inicia el diseño con el alineamiento horizontal, pero al mismo tiempo se toma en cuenta todo lo concerniente al alineamiento vertical. De hecho, al terminar el alineamiento horizontal, se tiene ya avanzado el alineamiento vertical; y al terminar el alineamiento vertical, tiene que revisarse y ajustarse el alineamiento horizontal, y así sucesivamente hasta que ambos alineamientos sean compatibles.

El alineamiento vertical es la proyección en un plano vertical del perfil de la carretera, en la que pueden apreciarse las subidas y bajadas (tangentes ascendentes y descendentes), así como las curvas verticales. Como en ese perfil se dibuja también el terreno natural, se tienen también las alturas de los cortes y los terraplenes.

El diseño del alineamiento vertical, consiste en el ajuste del perfil de la carretera para lograr que, por un lado las subidas y bajadas no sean muy pronunciadas, o en otras palabras, que las pendientes no sean muy fuertes y largas. Que los cortes y los terraplenes no sean muy altos, y que al igual que en el alineamiento horizontal se tenga una circulación cómoda y fluida dentro de los límites de la velocidad de proyecto de la carretera. Tiene especial énfasis en el costo de operación vehicular para encontrar la mejor razón económica.

En el diseño del alineamiento vertical deben calcularse las distancias de visibilidad de parada y vigilar que se cumplan de preferencia mucho más allá de los mínimos para comodidad de los usuarios.

Curvas verticales superpuestas con curvas horizontales, generalmente constituyen un buen diseño, aunque es necesario analizar cuidadosamente cada caso particular. Cambios sucesivos en el perfil sin una combinación con curvas horizontales podrían dar por resultado una serie de jorobas visibles desde cierta distancia por los conductores.

Curvas horizontales cerradas no deben ubicarse en la cresta o cerca de la cresta de una curva vertical pronunciada.

En esta condición el conductor puede no percatarse del cambio horizontal del alineamiento especialmente de noche.

En las intersecciones tanto las curvas horizontales como las verticales deben hacerse lo más planas que sea posible, ya que la distancia de visibilidad en esos casos es muy importante puesto que los vehículos en la intersección pueden disminuir la velocidad o incluso parar.

El estudio detallado del trazo en planta y del perfil del eje, conducirá al proyectista a definir la altura final entre la rasante y el terreno natural en la zona de definición de corte, o por el contrario si la altura del corte y los materiales o el macizo rocoso es adecuado según lo señalado por el Ingeniero Geotecnista, se decidirá por corte. Así mismo, la altura final de la rasante sobre una barranca o valle profundo, definirá si se proyecta un viaducto o un terraplén.

Este tipo de decisiones no son sencillas. Es necesario considerar muchos factores tanto de orden económico del transporte como del geotécnico y del proyecto geométrico. Características de los materiales de los macizos rocosos de la excavación para corte, con el detalle de que si es posible emplearlos en la construcción de terraplenes; ubicación de bancos de materiales para construcción de terracerías con sus distancias de acarreo; análisis de los movimientos del diagrama de masas, el que indicará si hay material de desperdicio la distancia para tiro.

Una vez que se ha conformado el alineamiento vertical o perfil, con el alineamiento horizontal o planta del trazo definitivo, se podrá definir tanto la ubicación con detalle como la forma en que se han resuelto los entronques, y que se tendrá también la lista de los sitios donde se ubicarán pasos a desnivel con su respectiva solución en cuanto al tipo de pasos.

Para la solución del drenaje del trazo definitivo, el proyectista contará con los planos y con el informe que le ha preparado el hidrólogo. En los planos tendrá la delimitación de las cuencas que definen un tramo de carretera que cruza por cada cuenca. En el informe el hidrólogo señalará la cantidad de agua máxima que se presentará en cada

<p>tramo durante la vida útil de la carretera. Asimismo, el hidrólogo recomendará el sitio para la ubicación de puentes y su longitud. Queda por resolver el drenaje menor y las obras complementarias.</p> <p>En carreteras se considera drenaje menor, a todas las corrientes que para cruzar a la carretera requieren de un puente con longitud máxima de seis metros. Un puente de esa longitud, normalmente no requiere de sondeos profundos para estudiar la cimentación y estructuralmente puede resolverse con diseños tipo más sencillos que en un puente grande, ya que la corriente en una obra de menos de seis metros normalmente no es permanente y provoca menos erosiones.</p> <p>El proyectista del trazo definitivo, debe analizar cada uno de los tramos definidos por la delimitación de las cuencas y señalar todos los sitios en los que debe diseñarse una obra de drenaje menor, procurando que coincidan con los sitios de las corrientes naturales y en su caso señalando también las canalizaciones que sean necesarias para encauzar las corrientes.</p> <p>Con el diseño del trazo definitivo, se tiene una planta topográfica con escala 1:2,000 o 1:1,000 restituida de las fotos aéreas; la ubicación precisa y el proyecto conceptual de los entronques; la lista con las ubicaciones y los tipos de pasos a desnivel; los logares con las ubicaciones y tamaño de los puentes, viaductos y túneles; y la ubicación de las obras de drenaje menor.</p> <p>Debido a que el CONTRATISTA de servicios es el único responsable de la calidad de los trabajos, en caso de que éste no cumpla con lo requerido, se obliga a ejecutarlo nuevamente a satisfacción del representante de API sin derecho a retribución por este hecho.</p> <p>El CONTRATISTA de servicios deberá tomar las precauciones necesarias para evitar daños a terceros; En caso de presentarse éstos, las reparaciones correspondientes serán por cuenta del contratista y a satisfacción del representante de API, sin tener derecho a retribución por dichos trabajos.</p>
<b>Este precio incluye lo correspondiente por:</b>
1. Valor de adquisición de todos los materiales, licencias, así como la mano de obra especializada, consumibles, equipo y herramienta.
2. Traslado del personal y equipo al sitio de los trabajos de campo y de gabinete.
3. Ejecución de aforos, monitoreo de tránsito, Obtención de estadísticas del INEGI, Dirección General de Servicios Técnicos, Banco de México, SHCP y demás instituciones requeridas.
4. Elaboración de: Levantamiento fotogramétrico; Estudios de: Geotecnia regional; Ingeniería de tránsito; Selección de entronques y pasos a desnivel; Drenaje; así como Planta y perfil topográficos.
5. Utilización de equipo especializado para la identificación de puntos y su representación gráfica en planos.
6. Utilización de equipo topográfico Estación Total, y localizador GPS, estacas, trompos y todo lo necesario para la identificación de puntos y su representación gráfica en planos.
7. Trabajos de gabinete para el procesamiento de los datos de campo.
8. Entrega al Representante de la API, de dos (2) juegos de las memorias de los proyectos en carpeta plástica color blanco y cubiertas de cartulina tipo Opalina, en sus tres bolsas exteriores, su interior con tres arillos "O" con capacidad apropiada, con bolsa interior; Impresiones en papel Bond tamaño carta de 75 gr/m2, reciclado, engargoladas. Los planos se imprimirán en papel albanene de 110-115 gr/m2 en formato ISO A1 (tamaño 60 cm x 90 cm) o a escalas apropiadas según las Normas SCT y se realizarán empleando el formato que API proporcionará con toda oportunidad. El cuadro de notas indicará los días en que se efectuaron los levantamientos, marca, modelo y número de serie de los equipos con que se efectuaron los trabajos; Escala gráfica y numérica; Simbología empleada y norte (astronómico y magnético); Cuadro de referencias; Firmas de conformidad de la API; Los planos se elaboraran a escalas convenientes, procurando obtener dibujos de la mayor dimensión posible. Igualmente se entregará al Representante de la API, el Proyecto en archivo electrónico, a la dirección de correo de la Gerencia de Ingeniería, <a href="mailto:gingenieria@puertomanzanillo.com.mx">gingenieria@puertomanzanillo.com.mx</a> , así como a la dirección de correo electrónico del coordinador responsable de la obra por parte de la API. Los archivos electrónicos, se entregarán en procesador de texto, hoja electrónica y dibujo Autocad, en versiones recientes, así como todo el proyecto en formato para almacenamiento de documentos (PDF), versión reciente.
9. Los tiempos de inactividad de todo el equipo y personal a consecuencia de condiciones meteorológicas adversas, traslados, instalaciones y esperas conforme los programas de ingreso de embarcaciones al puerto interior.
10. Equipo, herramienta, mano de obra y todo lo que corresponda para la correcta ejecución del concepto de trabajo.
11. Limpieza de la zona de trabajo, durante y al término de los mismos.
12. Materiales, consumibles, mano de obra, herramienta, equipo y demás cargos correspondientes para la correcta ejecución de los trabajos.
13. Reporte fotográfico, antes, durante y posteriormente a la ejecución de los trabajos así como la entrega de las fotografías vigentes en cada estimación.
<b>Medición y pago:</b>

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

El volumen cuantificado se medirá tomando como unidad el **estudio (est.)**, con aproximación **a la unidad (1.0)**, presentado forma impresa y en archivo electrónico elaborado en Autocad, versión reciente, aprobado, de acuerdo con lo solicitado en esta especificación, pagado por unidad de obra terminada (PUOT).

	<b>Administración Portuaria Integral de Manzanillo S.A. de C.V.</b>	<b>Especificación particular Nº 4</b>
--	---	---

Descripción.-	<b>Concepto Nº 4.- Proyecto ejecutivo.</b>
Planos y/o croquis de referencia:	
<b>Normas:</b> Normativa SCT; N·LEG·2/07.- Ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías; N·PRY·CAR·1·01.- Estudios topográficos; N·PRY·CAR·1·06.- Estudios hidráulicos – hidrológicos para puentes; N·PRY·CAR·6·01.- Proyectos de nuevos puentes y estructuras similares; Conceptos que Conforman el Proyecto Ejecutivo de Carreteras.	
<b>Especificación Particular Nº 4.- Proyecto ejecutivo.-</b> Es el conjunto de planos, especificaciones, normas y procedimientos, indispensables para la construcción de la carretera tal y como fue idealmente concebida. El proyecto ejecutivo debe acompañarse de todos los estudios realizados para obtener los datos o parámetros con los que se elaboraron los diseños y los planos, así como la presentación final de la Carpeta Técnica que se entrega a los constructores.	
<b>Trazo en campo del proyecto ejecutivo.</b>	
Estos trabajos de topografía, se basan en el proyecto definitivo que ya se tiene. Se tienen ya todos los datos del alineamiento horizontal.	
Teniendo con precisión todos los puntos característicos, indispensables para definir el trazo, solo resta unirlos para pasar al terreno en campo, el dibujo que se tiene en planos del proyecto del trazo definitivo. El trabajo topográfico de unión de estos puntos, requiere de menor precisión que el sembrado de los puntos característicos ya descritos y se le ha llamado como la labor de “relleno”. Esta labor de relleno, consiste en medir y colocar un trompo con estaca de kilometraje a cada 20 m sobre las rectas o tangentes. Estas marcas con trompo y estaca también se colocan en las curvas a cada 20 m sin contar con los datos característicos de curva. Terminada la labor de relleno se tiene en campo el trazo del proyecto definitivo y se procede a la nivelación de dicho trazo.	
El trabajo topográfico de nivelación se hace de manera tradicional. Lo hace un Ingeniero topógrafo con dos ayudantes muna Estación total, un nivel electrónico, y se hace siempre el cierre correspondiente que significa salir nivelando de un punto, llegar a una longitud preestablecida y regresar al punto de partida a donde deberá llegarse con la precisión requerida. Es muy importante dejar bancos de nivel a distancias no mayores de 500 m, es decir, por lo menos dos por kilómetro.	
Los bancos deben ubicarse en sitios accesibles, preferentemente dentro del derecho de vía, en estructuras inamovibles y duraderas y claramente señaladas. Una vez que se tienen los trompos a cada 20 m con su correspondiente elevación o cota, se procede a levantar o medir las secciones transversales de topografía. Estas secciones se miden en una línea perpendicular al trazo longitudinal de la carretera, y en una longitud a cada lado del trazo de por lo menos 50 m o de acuerdo con las condiciones del lugar, siendo la distancia mínima la necesaria para llegar al derecho de vía de la carretera.	
Las secciones transversales de topografía también se pueden levantar o medir con una estación total, en la cual se registra en campo el punto de inflexión de la sección transversal y automáticamente el programa de la estación total lo registra, lo calcula y lo ubica con sus coordenadas (xyz), en una planta o plano horizontal en el que ya se tiene también el trazo definitivo. En ese mismo plano, manejado por la estación total, se agregan todos los puntos levantados en campo en las secciones transversales de topografía, logrando que automáticamente se ubique cada uno de estos puntos con sus tres coordenadas en el plano de la planta electrónica. Sembrados todos los puntos descritos anteriormente, en el plano de la planta electrónica, con sus coordenadas correspondientes, se tiene la planta topográfica definitiva correspondiente al trazo definitivo. El mismo programa, dibuja las curvas de nivel a la equidistancia que se le solicite. En carreteras, normalmente es a cada metro.	
Este trabajo topográfico correspondiente a la implantación en campo del trazo definitivo, constituye la base y el inicio de los trabajos de topografía en campo para el proyecto ejecutivo. Lo llevan a cabo Ingenieros Topógrafos, con un equipo de colaboradores de apoyo. Una brigada de campo está formada por tres ingenieros topógrafos, un ingeniero en jefe encargado de la planeación, organización y supervisión de los trabajos de campo. El grupo auxiliar está formado por cuatro ayudantes y dos auxiliares que son choferes y ejecutan labores diversas de apoyo.	
El equipo de trabajo está constituido básicamente por dos camionetas, una estación total con medidor de distancias electrónico, libreta electrónica y dos prismas, un nivel electrónico con estadal electrónico, cintas, trompos, estacas y equipo básico de topografía y campamento.	
<b>Toponimia.</b>	
Toponimia es el estudio del origen y significación de los nombres propios del lugar, consiste en registrar los nombres de los predios, ranchos, parcelas, ejidos, comunidades, etc. Por los que va pasando el eje del trazo del proyecto definitivo. Es necesario primero verificar todos esos cruces con linderos de terrenos y referenciarlos con precisión a la topografía	

de campo, considerando que no solo interesa el punto del cruce con el eje del trazo, sino también los cruces de esos linderos con las líneas del derecho de vía. Conocida la ubicación de los predios, es necesario conocer también el nombre regional y el nombre del dueño. En caso de terrenos comunitarios, el nombre del ejido o de la comunidad. También se recaba el uso de suelo que se está dando al predio, es decir, de cultivo, pastoreo, potrero, zona virgen, etc. Toda esta información debe presentarse en el plano de la planta del trazo. En todos los caminos o veredas que cruce el trazo, o que pasen cerca del trazo de manera que aparezcan en la zona del plano de planta, deberá recabarse el dato del lugar de destino hacia cada uno de los lados del camino o vereda. Es importante también el nombre del municipio al que pertenece el terreno por el que se desarrolla el trazo. Toda esta información debe presentarse en la planta del trazo. La toponimia es parte de los trabajos de topografía de implantación del trazo definitivo, y para cuestión de tiempo de ejecución debe considerarse el mismo de la topografía. Solo hay que considerar en el personal de la brigada de topografía a un auxiliar adicional encargado del tema de la toponimia.

#### **Topografía para obras de drenaje.**

Se contará con la topografía precisa del sitio. Conociendo la topografía del sitio, el proyectista de las obras de drenaje (drenajista), ubicará las obras siguiendo exactamente el cauce natural de la corriente, la topografía será una herramienta indispensable para estudiar la mejor ubicación de la obra. Por otra parte, el drenajista elaborará el “funcionamiento del drenaje”, que es el proyecto de todas las obras adicionales a la alcantarilla, que son necesarias para el buen funcionamiento de todo el sistema. Estas obras adicionales son canales de encauzamiento hacia la obra que pueden ubicarse según se necesite, del lado de la entrada y/o del de la salida; descargas de cunetas y/o contracunetas; solución del drenaje mediante canales en las áreas del derecho de vía entre dos obras de drenaje sucesivas en un mismo terraplén (Caso de terraplenes largos en zonas planas o de lomerío suave). Procederá a efectuar el levantamiento topográfico de las obras de drenaje menor. Ubicará con precisión el punto de cruce del eje del trazo, con el cauce de la corriente. El topógrafo se apoyará en el trazo topográfico del proyecto definitivo que ya fue implantado en campo. Recuérdese que en este trazo, los puntos implantados con coordenadas son los característicos de las curvas, y algunos puntos sobre tangente si las tangentes son largas. Los puntos a cada veinte metros, ubicados para relleno de la topografía no tienen precisión para apoyar una nueva topografía.

El topógrafo tiene que rehacer el trazo en la zona del cruce partiendo de los puntos característicos más cercanos, cuyas coordenadas son conocidas y que están debidamente referenciados. Apoyado en esos puntos, rehace el trazo y determina el cruce del trazo con el cauce de la corriente, ubicando un nuevo punto en el cruce con medidas precisas y con sus coordenadas, para lo cual, primero ubica el cruce y enseguida corre una nivelación precisa a partir del banco de nivel más cercano. Con apoyo en el punto del cruce y el trazo recién reubicado, se traza una poligonal siguiendo el centro del cauce tanto aguas arriba como aguas abajo. A través de esta poligonal, previamente nivelada, se levantan secciones transversales para cubrir con topografía detallada toda el área necesaria para diseñar la obra y su funcionamiento de drenaje. La longitud de la poligonal sobre el centro del cauce y la de sus secciones transversales es muy variable dependiendo del tipo de terreno y de las dificultades particulares del drenaje en esa obra; por ello es necesario que esta topografía la realice el mismo drenajista encargado del proyecto de drenaje, quien al revisar las condiciones topográficas en campo, y teniendo ya una idea de la magnitud del terraplén, de la cuenca por drenar, y analizando también las huellas de corrientes de agua históricas en el sitio y en sitios característicos cercanos, tendrá una idea del área que necesitará estudiar para diseñar la obra y elaborar el funcionamiento de drenaje.

El resultado de los trabajos de topografía para el diseño de las obras de drenaje menor, es un plano con la planta topográfica del sitio, con curvas de nivel a cada 0.5 m, así como otro plano con el perfil del eje del cauce.

#### **Topografía de pasos a desnivel.**

Los pasos a desnivel pueden ser: Paso Inferior Vehicular (PIV), Paso Superior Vehicular (PSV), Paso Inferior Peatonal y de Ganado (PIPG) y Paso Superior Peatonal y de Ganado (PSPG). Hay casos en los que se requiera un paso para peatones que no necesariamente sea paso para ganado. Todos los pasos requieren el diseño de un puente, es decir, de una estructura, que generalmente es de concreto, aunque en algunos casos puede ser de acero, principalmente en caso de Pasos Inferiores Peatonales. El diseño de cualquier puente requiere del conocimiento preciso del sitio en el que se va a construir, lo que se logra con el levantamiento topográfico del sitio. Si se diseña con una topografía que no sea precisa, se corre el riesgo de que el puente no se ubique en el mejor sitio, o que se diseñe una estructura cuya cimentación no esté apoyada en el estrato de roca o suelo resistente, y que no tenga la profundidad adecuada. El procedimiento para hacer el levantamiento topográfico para pasos a desnivel es similar al que se aplica para las obras de drenaje, considerando el eje del camino secundario. La topografía se inicia rehaciendo el eje del trazo de la carretera principal apoyándose en los puntos característicos de las curvas o en puntos sobre tangente, que deben encontrarse en el campo debido a que fueron referenciados adecuadamente, y de los cuales se conocen las coordenadas. Después de que se ha recuperado el trazo, se ubica con precisión el punto del cruce con el eje del camino secundario, se busca el banco de nivel más cercano y se corre la nivelación hasta el punto de cruce recién ubicado. Se traza una nueva poligonal por el eje del camino secundario hasta una distancia de por lo menos cien metros a cada lado del eje del camino principal, con estacas a cada veinte metros y se corre la nivelación por esta nueva poligonal. Se levantan

secciones transversales de topografía para poder configurar adecuadamente toda el área de influencia del paso a desnivel. Al igual que en el caso de la topografía para las obras de drenaje, para los pasos a desnivel se requiere preparar también una planta con la topografía de detalle del sitio y un perfil del eje del camino secundario, tomando en cuenta que la ubicación exacta del cruce puede variar y que posiblemente se requiera modificar el trazo de la carretera secundaria.

#### **Estudio de drenaje menor.**

Antes de elaborar el diseño de la estructura de una obra de drenaje menor (Alcantarilla), es necesario hacer un estudio de campo para ubicar la obra en el sitio adecuado, dimensionar la cuenca que se necesita drenar, clasificar el material de la cuenca y, en un estudio de gabinete complementario, determinar el gasto máximo que pasará por la alcantarilla en el período de diseño así como el área hidráulica mínima necesaria en la obra. Es muy conveniente que el ingeniero drenajista haga este estudio de campo al mismo tiempo que se elabora el estudio topográfico para las obras de drenaje menor que ya fue descrito. El ingeniero drenajista que es un Ingeniero Hidrólogo, o con estudios en el ramo, puede supervisar a un Ingeniero Topógrafo e indicarle la magnitud del área necesaria que se requiere configurar con la topografía de detalle. Antes de salir al campo, el drenajista debe reunir toda la información elaborada acerca del tema, en base al estudio definitivo, elección de ruta y la elaboración de un anteproyecto sobre la ruta elegida como definitiva. Para la elección de ruta se consideró el estudio del drenaje, así como para la elaboración del ante presupuesto derivado del anteproyecto. Se deben recabar las fotos aéreas del tramo y los mosaicos a manera de larguillos, correspondientes, tanto los altos a escala grande para la etapa de elección de ruta, como los bajos a escala chica correspondientes a la ruta elegida con los que se hizo el anteproyecto y el trazo del proyecto definitivo. También se tienen que recabar todos los informes hidrológicos y de drenaje que se realizaron en las diferentes etapas del estudio y los estudios de delimitación de cuencas y clasificación de materiales en las cuencas. Es de consulta obligada el libro Isoyetas de Intensidad-Duración-Período de Retorno de la DGST. Con toda esta información, el Drenajista debe tener la delimitación de la cuenca por drenar para cada obra de drenaje señalada en el proyecto definitivo, revisando si ya se tienen provenientes del proyecto definitivo, o completándolas si hacen falta. El trabajo del drenajista en campo, se divide en tres temas básicos: Topografía, Cuenca y Funcionamiento de Drenaje.

Topografía.- Puesto que el Drenajista conoce el proyecto definitivo, y cuenta con los planos de trabajo de este proyecto, que son planos de planta y perfil en tramos de cinco kilómetros, tiene una idea básica de cómo se debe acomodar la obra de drenaje en función del tipo de terreno y de la altura del terraplén, y con ello sabe también hasta donde debe abarcar la configuración topográfica del terreno para estudiar la ubicación de la obra y su funcionamiento de drenaje. También tendrá una idea clara de cómo funcionará el drenaje en el sitio, lo cual dependerá mucho de la topografía y de la rasante del proyecto definitivo. Así que a partir de estos conocimientos y de la inspección detallada de campo, el drenajista dará instrucciones al topógrafo acerca de las dimensiones del área necesaria que deberá configurarse a base de las secciones transversales de topografía que se levantarán a partir del trazo del eje del cauce.

Cuenca.- El Drenajista se abocará al estudio de la cuenca. A partir de las fotografías aéreas debe ya contar con la delimitación de las cuencas, de manera que en este recorrido de inspección, solo debe verificar, hasta donde sea posible, la veracidad de dicha delimitación, y sobre todo, clasificar el tipo de terreno que constituye dicha cuenca, que bien pudieran ser varias zonas con diferentes tipos de terreno. Es necesario conocer qué tan rápido se desplaza el agua de lluvia de toda la cuenca hacia la alcantarilla, y también qué posibilidades hay de que parte del agua se infiltre en lugar de escurrir; el drenajista debe observar y tomar nota del tipo de terreno de la cuenca, o si está dividida en varios tipos de terreno, que puede ser montañoso, lomerío fuerte, lomerío suave, ondulado, semiplano y plano. En relación a las posibilidades de infiltración, el suelo puede ser, rocoso forestado, rocoso árido, deforestado para cultivo, potreros, entre otros.

Funcionamiento del drenaje.- Debe inspeccionar el Drenajista el comportamiento de la corriente en la zona del cruce con el trazo del proyecto definitivo. Verificar si la tendencia es a erosionar o a depositar y sobre todo tomar nota de todas las corrientes menores afluentes de la principal y que pudieran ser tapadas por el terraplén y que deberán ser encauzadas debidamente para evitar infiltraciones y erosiones en el terraplén. También deberá darse una idea de cómo se debe recoger el agua de las cunetas en los cortes vecinos y encauzarse hacia la alcantarilla. El resultado del estudio de campo para las obras de drenaje menor, es un informe en el que para cada una de las obras, se adjunte una copia de la foto o fotos aéreas con el dibujo de la cuenca por drenar, y acompañada con la información tabulada de los datos acerca del terreno en la cuenca, sus dimensiones, su clasificación y el tipo de terreno en la cuenca. También se debe adjuntar un informe de campo del funcionamiento, acompañado de un croquis que presente la problemática detectada y su solución.

Cimentación de la Obra de Drenaje.- En las obras de drenaje menor, conocidas como alcantarillas, cuya diferencia con los puentes radica en la longitud de su claro (menor de 6 m), el drenajista deberá observar las condiciones del terreno donde será desplantada la obra mediante su inspección visual a través de Pozos a Cielo Abierto y definir el tipo de cimentación más conveniente, en base a proyectos tipo. Debido a que las alcantarillas no transmiten grandes esfuerzos al terreno, generalmente son suficientes capacidades de carga de entre 1 y 3 kg/cm<sup>2</sup>.

### Estudio geotécnico para terracerías.

El estudio geotécnico para el proyecto de terracerías, tiene como finalidad conocer todas las características de los materiales sobre los que se van a excavar cortes, o bien se van a desplantar terraplenes; características que darán a los proyectistas los parámetros de cálculo para elaborar los diagramas de masas y movimiento de tierras. El estudio geotécnico determina el perfil de suelos del eje del trazo, proporcionando toda la información necesaria para diseñar cortes y terraplenes y se basa, en un estudio de campo de la geología de superficie. El estudio de geología superficial lo lleva a cabo un ingeniero geotecnista con un ayudante y equipo de transporte y campamento. Provisto de cartas de INEGI, de todos los estudios geológicos previos que fueron hechos en las etapas de elección de ruta y de proyecto definitivo, con todas las fotografías aéreas que fueron usadas en la fotointerpretación geológica y que cuentan con la delimitación de las unidades geológicas así como con el dibujo de los patrones de drenaje, y que cuentan también con la delimitación de los usos de suelo. Fuera del derecho de vía, explorará bancos de materiales ya existentes, o zonas potenciales para ubicar bancos de materiales para terracerías y pavimentos. Este trabajo lo realiza el Ingeniero Geotecnista basado exclusivamente en el recorrido de la línea de trazo y la observación y análisis de afloramientos, así como de la geomorfología de la zona. El resultado de este estudio es un informe en el que se describan los materiales que probablemente se encontrarán en los diferentes tramos de la carretera, su comportamiento esperado en cuanto a estabilidad de taludes de los cortes, su calidad para formar terraplenes y la posibilidad de situaciones especiales para estudiar con más detalle. Con la información recabada, así como con el estudio geológico de detalle ya elaborado, delimitará las unidades geológicas existentes, su clasificación, su edad, grado de intemperización, fracturamiento e inclinación de estratos o echado. El ingeniero encargado del estudio geotécnico de campo, con base en el informe de geología de superficie, programará una serie de sondeos mediante pozos a cielo abierto, con la finalidad de recabar muestras de los materiales sobre el trazo y elaborar un perfil de suelos con las características de todos los materiales encontrados. El ingeniero iniciará su trabajo de campo haciendo los sondeos necesarios, auxiliado por un ayudante, equipo de transporte, y personal de apoyo para la elaboración de pozos a cielo abierto y recabar muestras para enviar al laboratorio. Los pozos a cielo abierto permitirán tomar muestras, de cada estrato encontrado, de tamaño suficiente para elaborar todos los ensayos necesarios para clasificar los materiales que se obtendrán; en algunos lugares, donde el material pudiera servir para las capas superiores de la terracería, se necesitan muestras con tamaño del orden de 50 kg para poder efectuar los ensayos requeridos. Los pozos a cielo abierto servirán además para confirmar afloramientos y complementar la información obtenida de la morfología de los afloramientos, de cortes naturales o excavados cercanos a la línea de trazo. Con esa información y los resultados de los ensayos de laboratorio se configura el perfil de suelos. procederá a la elaboración de los sondeos a cielo abierto prolongados si es posible con posteadora o herramienta similar, ubicándolos sobre la línea de trazo en las zonas en que se proyecten cortes de importancia, cambios evidentes en la estratigrafía de la zona, y en general, ubicándolos regularmente a lo largo del trazo. Tomará muestras de los materiales obtenidos de los sondeos, para efectuarles ensayos de laboratorio que servirán para determinar su calidad y resistencia para soportar taludes en cortes, y para su posible uso en los terraplenes de la carretera. En los sondeos donde se encuentre suelo, se elaborarán ensayos de peso volumétrico en el lugar, para cada uno de los estratos y se tomarán muestras para ensayos de peso volumétrico máximo y así determinar los coeficientes de variación volumétrica. En campo, con los resultados y la clasificación manual de los materiales, se elaborarán las tablas de curva masa en forma preliminar, con los datos básicos como tratamiento probable, clasificación para presupuesto y utilización del material en el terraplén. Durante el recorrido de la línea, se observará el material que aflora en el cauce, el tipo de arrastre y, donde se juzgue necesario se hará uno o más sondeos a cielo abierto para emitir las recomendaciones de cimentación. La localización y muestreo de los bancos de material para capa subrasante, capa subyacente y cuerpo de terraplén, es la actividad que sigue. Naturalmente, para esta etapa ya se tiene toda la información recabada en el estudio geológico y durante la realización de los sondeos, así como una buena idea de los volúmenes requeridos. Los sondeos, el muestreo y el levantamiento del croquis de cada banco se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas SCT. En el caso de sondeos profundos en roca, necesarios en lugares donde se proyectan cortes de gran altura, con los sondeos profundos solo se obtienen muestras alteradas de la roca, y si la roca está fracturada y alterada se obtiene muy poca muestra o ninguna. Se debe considerar que la información de sondeos profundos en roca es únicamente cualitativa, clasificándose la roca de acuerdo a la cantidad de muestra obtenida en una escala de muy buena a mala. Esta clasificación debe ser juzgada por un ingeniero geotecnista, ya que parte muy importante de las decisiones que se tomen respecto a la resistencia de la roca, dependen de su clasificación geológica y geotécnica, la cual debe hacerse en función de un estudio completo de geología de superficie como se describió en párrafos anteriores. El ingeniero encargado del proyecto geométrico, estará esperando los resultados del estudio geotécnico para poder elaborar su proyecto, ya que del estudio geotécnico se definirán las inclinaciones de los taludes con los que se excavarán los cortes y con ello se determinará el volumen de material que deberá ser excavado. También el estudio geotécnico analizará la calidad de los materiales obtenidos de la excavación de los cortes, y determinará hacia donde deberá ser transportado ese material, ya sea para formar parte de los terraplenes o para desperdicio. Mediante el estudio geotécnico se decidirá si se requiere subdrenaje, y si se requiere alguna protección o



estabilización para taludes. En las zonas donde habrá terraplenes, debe determinarse cuidadosamente el tipo y resistencia de los materiales que constituyen el terreno natural, con la finalidad de conocer si resisten el peso del terraplén, si son de esperarse asentamientos, si se requiere despalme, si el nivel freático obliga a un procedimiento especial de construcción y, en general, estudiar y recomendar lo procedente para que los terraplenes sean estables. La recomendación respecto a la inclinación que debe darse a los taludes de los cortes grandes es un asunto de mayor importancia en el proyecto, así como de la mayor complejidad técnica. La resistencia de las rocas está definida por sus planos de fracturamiento. La resistencia en esos planos y la dirección que tienen respecto a la dirección del talud, es determinante en cuanto a la estabilidad del corte; sin embargo, la única manera de saber la resistencia de los planos es haciendo suposiciones basadas en experiencias recabadas por investigadores reconocidos, y en la experiencia del propio geotecnista encargado del estudio. La dirección que tienen los planos respecto a la inclinación del talud, puede medirse en campo solo en la superficie por donde pasa el trazo y en afloramientos o cortes de construcciones que puedan encontrarse cercanos al trazo; de los sondeos profundos con máquina perforadora no es posible obtener información confiable respecto a la dirección de los planos de fracturamiento. El ingeniero geotecnista zonificará, e identificará los macizos rocosos que para cada zona establecida se les pueda asignar unas condiciones y características promedio. Considerando la calidad de las rocas de cada zona, que se obtiene del promedio de lo encontrado en cada zona a través de los sondeos, de la geología de superficie, de la inspección geotécnica detallada sobre la línea de trazo y en general de todos los estudios geológicos y geotécnicos previos, se establecen criterios generales de análisis estructural aplicando los métodos de análisis dictados por la mecánica de rocas para cada uno de los macizos rocosos que integran las diferentes zonas, y se determinan los taludes que resisten los cortes de diferentes alturas que se proyecten en esas zonas. El estudio geotécnico dictaminará el talud recomendable para cada uno de los cortes que presente el proyecto definitivo. Hay algunas rocas que a pesar de ser estables, se intemperizan y erosionan con facilidad en las superficies de los taludes de los cortes recién excavados, y pueden presentar problemas de graneo de material superficial suelto de la superficie del talud que puede caer sobre las cunetas y aún sobre el acotamiento o sobre la carretera; el estudio geotécnico debe identificar la presencia de este tipo de materiales y recomendar las medidas de protección de taludes que se consideren pertinentes para su solución. Los trabajos de campo requieren de la localización de préstamos de banco de materiales para la construcción de terracerías que cumpla con las características indicadas en las Normas de la SCT. La capa superior de las terracerías constituye la cimentación del pavimento se conoce como capa subrasante y, solo en casos excepcionales, el material que se obtiene de los cortes tiene la calidad y la homogeneidad necesarias; se requiere entonces de la localización de lugares donde se pueda obtener material de buena calidad, homogéneo y en volumen suficiente. Parte importante del estudio geotécnico es la localización de los bancos para capa subrasante, e incluso para terraplenes, ya que no siempre el material que se obtiene de los cortes es suficiente para la construcción de los terraplenes. Para la localización de los bancos, es necesario tener conocimientos acerca de la geología de superficie del sitio. Estos sitios pueden ser desde depósitos antiguos de río, rocas suaves como la toba o rocas muy intemperizadas; evitando las planicies formadas por depósitos de aluvión ya que generalmente son materiales arcillosos, material de mal comportamiento para carreteras. La localización y muestreo de los bancos de material para capa subrasante, capa subyacente y cuerpo de terraplén, es la actividad que sigue. Los sondeos, el muestreo y el levantamiento del croquis de cada banco se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas SCT. Terminado el estudio de campo, se elaborará el programa de ensayos de laboratorio para las muestras obtenidas y se llevarán al laboratorio para ser ensayadas. Es necesario localizar, sondear y estudiar, bancos de materiales para capa subrasante, capa subyacente y cuerpo de terraplén, así como estudiar la capacidad de carga para las obras de drenaje menor, determinar las obras complementarias necesarias y elaborar los procedimientos de construcción. Desde el momento de la obtención de la muestra en campo se programan las pruebas que se requieren de acuerdo al sitio donde se haya obtenido la muestra y al destino que se pretenda dar a ese material. En campo, el ingeniero debe hacer una clasificación manual previa, que le servirá para su primer reporte y clasificación, así como para un programa de ensayos de laboratorio. La siguiente etapa corresponde al laboratorio. Se analizarán las muestras obtenidas en campo mediante los ensayos requeridos en las Normas de Calidad de la SCT, con lo cual se determinará, de acuerdo con la calidad de los materiales, el uso que pueda darse al material en las diferentes capas que constituyen las terracerías. Las Normas SCT señalan con detalle los requisitos de calidad para las diferentes capas de las terracerías, que son: la capa subrasante, la capa subyacente o de transición y el cuerpo del terraplén. En las mismas normas se describen con detalle los ensayos de laboratorio que deben hacerse a los materiales y los valores que deben cumplir para ser aptos a colocarse en determinada capa.

Para manejar toda la información recabada, es necesario obtener un perfil stratigráfico que se integra con la información de los sondeos, con los resultados de laboratorio, con la información del estudio geológico, así como de la inspección detallada. Dicho perfil stratigráfico, permitirá describir y clasificar cada uno de los materiales encontrados, determinando su tratamiento probable, sus coeficientes de variación volumétrica, su clasificación para presupuesto y se presentará con las observaciones y comentarios respecto a su calidad y ubicación respecto al trazo. El trabajo de gabinete consiste en el análisis e interpretación de los resultados de laboratorio y de la información recabada en el

campo, con lo cual se elaborarán las tablas con los datos para cálculo de la curva masa, bancos de materiales, procedimientos de construcción y en general el informe Geotécnico general.

#### **Estudio geotécnico para pavimentos.**

El estudio geotécnico de campo para el diseño del pavimento se hace al mismo tiempo que se hace el estudio de campo correspondiente al proyecto de terracerías. Está también a cargo del Ingeniero Geotecnista del proyecto de terracerías; en la práctica forma parte del estudio geotécnico de campo. Para el diseño de la estructura del pavimento, se necesita básicamente la ubicación y características de los materiales disponibles para la construcción de la capa subrasante, información que ya se tiene del estudio geotécnico. En particular, se necesitan los ensayos de laboratorio efectuados a los bancos de capa subrasante para determinar si cumplen con los requisitos de las normas SCT y, además, nuevos ensayos de laboratorio programados para el estudio del material de esos bancos desde el punto de vista del diseño del pavimento. Estos nuevos ensayos se realizan para estudiar la variación del módulo elástico del material de la capa subrasante, con la variación de la humedad de compactación, con la variación de la masa volumétrica seca, con el grado de saturación y con los contenidos de agua esperados durante el período de trabajo o vida útil del pavimento. Para decidir sobre el tipo de pavimento que se va a diseñar, es necesario saber el tipo de materiales que se dispone para la construcción de las diferentes capas del pavimento; de acuerdo con los materiales disponibles. La estructuración puede ser con base asfáltica o con base hidráulica; puede ser con sub base, o sin sub base. Los bancos de materiales para pavimento pueden estar ubicados donde se encuentre roca sana, o bien donde se encuentren depósitos de grava-arena de río. En caso de que se encuentre roca para pavimento, deberá buscarse que sea una roca con dureza suficiente para cumplir con los ensayos de laboratorio de Desgaste de Los Ángeles y de Intemperismo Acelerado. Si las rocas cumplen con los requisitos de estos ensayos, pasarían a una segunda etapa de pruebas que se harían después de triturar y cribar las muestras de roca. En campo, se tratará de aprovechar roca proveniente de la excavación de los cortes como primera opción. De no ser posible se buscarán bancos ya explotados en el pasado y, como última opción, frentes de roca nuevos que deban abrirse especialmente para el nuevo proyecto. Los depósitos de río tiene la ventaja sobre las rocas sanas de que su extracción es más sencilla, solamente debe asegurarse que los depósitos de río no se encuentren contaminados, en cuyo caso, tiene que recurrirse al lavado del material para eliminar los residuos nocivos.

Terminado el estudio geotécnico de campo y, entregadas todas las muestras al laboratorio, el estudio geotécnico y el informe final dependen de los resultados de los ensayos de laboratorio, así que mientras el laboratorio hace su trabajo, solo se puede iniciar la elaboración del informe con temas como informe fotográfico, dibujo de los croquis de ubicación de los bancos de materiales, clasificación y descripción de los macizos rocosos, y toda aquella información que no dependa del laboratorio. El laboratorio que se necesita como apoyo de los estudios geotécnicos es un laboratorio de materiales para terracerías y pavimentos.

En esta etapa solo se necesitan los ensayos tradicionales clásicos para terracerías y pavimentos, que aun así, solo los puede realizar un laboratorio especializado con aparatos que puedan medir el Valor Soporte California (CBR), el Equivalente de Arena, el Desgaste Los Ángeles, entre otros, y todos los ensayos índice de mecánica de suelos como son: límites de consistencia y granulometría.

Para mezclas asfálticas, se requiere de equipos para el diseño de mezclas asfálticas. Con estos ensayos se lleva a cabo el cálculo para el diseño estructural del pavimento, en el que se consideran los datos de tránsito que originaron la demanda de la carretera. Posteriormente, cuando se esté planeando la estrategia de construcción del pavimento, se afinarán los datos acerca de la superficie de rodamiento requerida, y se decidirá el tipo de cemento asfáltico conveniente y podrá diseñarse una mezcla asfáltica con las últimas técnicas disponibles como pudieran ser, para el asfalto, el horno rotacional para película delgada, la vasija de presión para envejecimiento, el aparato de corte dinámico, el viscosímetro rotacional, la viga de flexión, y el aparato de tensión directa; para mezclas asfálticas, el compactador giratorio, el aparato de corte SUPERPAV y la rueda de Hamburgo.

Un laboratorio de materiales que cuente con los aparatos y equipo necesario para realizar estos ensayos para un tramo de carretera, debe designar por lo menos a un ingeniero especialista en geotecnia, un ingeniero en jefe del laboratorio, dos laboratoristas y dos ayudantes de laboratorio.

#### **Estudio topográfico para entronques.**

Durante el estudio del anteproyecto de la línea de trazo correspondiente al trazo definitivo, se estudiaron los entronques, el cual concluyó con su ubicación definitiva, así como con el diseño de su geometría, de acuerdo con el servicio requerido por las carreteras que se conectan, con la topografía de la zona, con las velocidades de operación y el volumen de tránsito esperado.

El diseño incluye la ubicación y dimensiones de las estructuras necesarias y el anteproyecto con plantas y perfiles de cada una de las ramas del entronque. Debe recordarse que este anteproyecto está basado en los planos de topografía restituída de las fotografías aéreas correspondientes a los vuelos bajos, que permiten escalas de 1:5,000 y 1:2,000.

El siguiente paso en el propósito de obtener el proyecto ejecutivo de los entronques es la proyección en campo del

proyecto definitivo. Para ello se requiere una brigada completa de topografía, compuesta por lo menos por un ingeniero topógrafo, un auxiliar nivelador, dos cadeneros, dos estadaleros, dos peones, un auxiliar y un chofer; equipo de transporte con dos vehículos, equipo de topografía con estación total y nivel electrónico, así como equipo de campamento.

El objetivo de esta etapa es la de obtener la topografía real, no deducida, del sitio del entronque con el mayor detalle, que así lo amerita el diseño de las estructuras del entronque. El trazo en campo del proyecto se hace con una metodología similar a la del eje del trazo. Se inicia de la restitución detallada del trazo definitivo en toda la zona del entronque, donde se ubicarán con detalle los puntos de inicio y terminación de las curvas del entronque, y los puntos de cruce con los caminos secundarios señalados para el entronque.

Todos estos puntos se identificaran en forma definitiva con mojoneras y se fijarán las referencias adecuadas para que esos puntos puedan ser encontrados y restituidos posteriormente con la mayor facilidad. Mientras se fijan esos puntos, el nivelador localiza el banco de nivel más cercano correspondiente al trazo definitivo, y traslada los niveles a uno o dos bancos ubicados junto al entronque en sitios que perduren hasta la construcción del entronque.

Una vez que se tienen todos estos puntos característicos, se procede al trazo de todas las ramas del entronque, en su mayoría curvas, señalando los puntos característicos para rehacer el trazo posteriormente y referenciándolos en forma adecuada.

Se colocan estacas a cada 10 m y se nivelan con precisión. A través de las estacas colocadas a cada 10 m se obtienen secciones transversales de topografía con la finalidad de elaborar la planta topográfica general de toda la zona del entronque, por lo cual deberá cuidarse que la longitud de las secciones sea tal que se crucen con las secciones correspondientes a otras ramas del entronque.

En las zonas donde se han proyectado estructuras, ya sean puentes o pasos peatonales, deberá detallarse la topografía, colocando en el eje del trazo estacas a cada 5 m y levantando las secciones transversales de topografía, considerando que se requieren curvas de nivel a cada 0.5 m.

El resultado final de este estudio de topografía para los entronques son los siguientes planos:

1. Planta General del Entronque: con los datos topográficos en planta de los caminos principal y secundarios, de todos los puntos característicos del camino principal, de los cruces con los caminos secundarios, actual y del proyecto de entronque y todos los datos de las ramas del entronque, destacando las referencias y los bancos de nivel, con el objetivo que todo el entronque pueda ser replanteado en campo antes de su construcción las veces que sea necesario.
2. Planta Topográfica General de todo el Entronque: con curvas de nivel a cada metro.
3. Perfil del Camino Principal: en toda la zona del entronque.
4. Perfiles Topográficos: de cada una de las ramas del entronque.
5. Planta Topográfica de Detalle: de cada una de las zonas donde se requiera una estructura, puente o paso peatonal.

Todos estos planos los debe elaborar la misma brigada de topografía en el campo, ya que cualquier duda o dato faltante puede ser revisado fácilmente.

#### **Estudios topohidráulicos – hidrológicos.**

Cuando el proyecto de una carretera tiene que cruzar un río, es necesario proyectar un puente y lo primero que se necesita decidir es de qué tamaño se necesita el puente. Para tal fin es importante tener presente que la magnitud de la corriente de los ríos es muy variable día con día y año con año, y con no poca frecuencia nos enteramos de puentes destruidos por las corrientes en temporadas de lluvias intensas.

Se le debe dar al puente una longitud y una altura suficientes para permitir el paso de la corriente y de sus arrastres como son ramas y árboles. Se debe conocer también la velocidad de la corriente y los materiales que conforman el cauce para con ello calcular y prevenir erosiones en las márgenes y socavación en la cimentación del puente. Cada puente, según su tamaño, tiene una capacidad para dejar pasar cierto caudal, cuando esa capacidad es superada el puente colapsa por insuficiencia hidráulica o por socavación.

Para dimensionar al puente se recomienda que se haga con el caudal máximo que se quiere en el río para un período de retorno definido, generalmente de 100 años, ya que si se decidieran las dimensiones del puente en base a la corriente que se encuentre en el momento de hacer el proyecto, habría una gran probabilidad de que en la próxima temporada de lluvias o al año siguiente, viniera una corriente de mayor magnitud y la capacidad del puente fuera rebasada.

Se debe entonces dimensionar el puente en base a una creciente que pudiera ocurrir en años venideros. Según estadísticas, si consideramos la corriente máxima que puede ocurrir en un cierto tiempo, con una recurrencia o período de retorno de cinco años, ésta corriente sería menor a una corriente con un período de retorno de 10 años, y a su vez ambas serían menores si el período de retorno fuera de 20 años y así sucesivamente.

El período de retorno de la corriente esperada en años venideros determina las dimensiones del puente y prácticamente

su vida útil. En carreteras la SCT considera un período de retorno de 100 años, el cual fue consensado con la CNA. Conviene señalar que la CNA tiene a su cargo la regulación de todas las normas relativas a las corrientes fluviales y tiene una tabla que recomienda que en carreteras se revise el proyecto para un período de retorno de 500 y 1000 años en casos especiales, donde la falla del puente pudiera ocasionar daños de grandes consecuencias. Actualmente es necesario pedir un Permiso de Construcción del Puente a la CNA para cruzar la carretera sobre una corriente o cuerpo de agua.

Entonces, para diseñar cualquier puente carretero, lo primero que hay que saber es cuál es la corriente de diseño, hasta donde llega el nivel en las márgenes y en el centro del cauce, cual es el gasto de la corriente y a qué velocidad pasará bajo la estructura. Para obtener toda esta información es necesario hacer un Estudio Topohidráulico e Hidrológico.

Mediante el Estudio hidrológico se determina la máxima lluvia y su duración, que podrá ocurrir en el período de retorno de 100 años; se debe medir el área de la cuenca de influencia hasta el puente, los coeficientes de escurrimiento de los diferentes terrenos que se encuentren en la cuenca, y mediante análisis y cálculos hidrológicos determinar el gasto o cantidad de agua que pasará bajo el área del puente en proyecto para un período de retorno de 100 años.

El Estudio Topohidráulico, como su nombre lo indica, se compone del levantamiento topográfico y del estudio hidráulico. Mediante el levantamiento topográfico se obtienen las características físicas del terreno cercano al puente y del cauce del río. Esta información se plasma en los siguientes planos; planta general, planta detallada, perfil general, perfil detallado y de pendientes y secciones hidráulicas.

La planta general debe cubrir una extensión tal que permita conocer el funcionamiento hidráulico de la corriente en la zona del cruce, y que se puedan proyectar las obras auxiliares y de protección que sean necesarias. En dicho plano deberá estar contenida la siguiente información: Eje del trazo, nivel de aguas máximas de diseño, ubicación de los monumentos de concreto con los apoyos del estudio topográfico, sentido de la corriente, longitud de tangentes, rumbos, datos de curvas de trazo, velocidad y gasto de la corriente, construcciones aledañas, líneas telegráficas, telefónicas, de energía eléctrica, ductos, cercas o bardas, caminos, escala gráfica, norte, ubicación de las secciones hidráulicas, etc.

La planta detallada, con curvas de nivel a cada 0.5 m, tendrá una extensión en sentido transversal de por lo menos 60 m a cada lado del eje de proyecto, y en sentido longitudinal del camino se cubrirá al menos hasta encontrar la traza del nivel de aguas máximas de diseño con el terreno natural, y se procurará llevarla hasta la intersección del terreno natural con la rasante de proyecto. En el caso de puentes especiales se deberá consignar el tipo de navegación sobre el cauce y el gálibo de navegación, medición de hidrometría y velocidades máximas de la corriente a diferentes profundidades.

El perfil de construcción consistirá en el retrazo y nivelación del eje de proyecto, cubriendo una extensión mínima de 300 m a cada lado del cruce con la corriente; en caso de terreno plano fuera de las márgenes, el levantamiento deberá extenderse 100 m o más si fuera necesario. En el caso de llanuras de inundación muy extensas, del orden de kilómetros, el perfil se levantará de acuerdo a lo anterior y se complementará con los datos del eje del trazo, hasta que pueda definirse el funcionamiento hidráulico de la corriente y estar en posibilidades de recomendar la ubicación de las obras auxiliares. En el caso de puentes especiales o barrancas profundas, el perfil de construcción se extenderá hasta una distancia tal que permita al proyectista definir la rasante del puente, y también en este caso será conveniente complementarlo con los datos del eje de trazo.

El perfil detallado es un plano que se utilizará para elaborar el perfil de suelos de la obra en proyecto y se dibuja utilizando los datos del retrazo y nivelación del eje de proyecto, cubriendo una extensión que abarque por lo menos las dimensiones de la obra u obras que se proyectarán.

El estudio Hidráulico es un estudio complementario del Hidrológico y se basa en la topografía de la zona del cruce de la corriente con el eje de proyecto. Con el estudio Hidrológico se determinó el gasto de diseño que pasará por el cruce del trazo con el río o arroyo. Conociendo este gasto y haciéndolo pasar por el cauce y con la topografía con detalle, se puede calcular el Nivel de Aguas Máximas de Diseño (NAME). El estudio hidráulico es indispensable para calcular la velocidad de la corriente en el cruce, para cotejar los datos del estudio hidrológico con las huellas de las avenidas históricas registradas en el sitio y para obtener el NAMO (Nivel de Aguas Máximas Ordinarias) y el NAMIN (Nivel de Aguas Mínimas).

El estudio Hidráulico, basado principalmente en el método de sección y pendiente, requiere en general del levantamiento topográfico de tres secciones hidráulicas, de ser posible, una aguas arriba, otra en el cruce y otra aguas abajo, separadas entre sí al menos 200 m; el trabajo se efectuará levantando los puntos notables del terreno hasta la intersección con el NAME de diseño, que podrá ser obtenido en el campo o con el estudio hidrológico.

Se deberá determinar el coeficiente de rugosidad (n) en cada sección hidráulica y obtener la pendiente geométrica del cauce mediante un levantamiento detallado de su fondo en una longitud tal que se extienda al menos 200 m más allá de la sección hidráulica localizada aguas arriba y 100 m más allá de la sección localizada aguas abajo.

Los datos del estudio hidráulico se plasman en el plano de secciones y pendientes, que contiene el perfil del fondo del cauce, la línea recta que represente su pendiente media, los puntos que representen el NAME en cada sitio donde éste haya sido investigado en el campo, la línea recta que pase entre ellos y que representará la pendiente media de la

superficie libre del agua.

Los cálculos hidráulicos se realizan de acuerdo a la fórmula de Manning siempre y cuando se cumplan los requisitos para su aplicación; en caso contrario, podrá utilizarse otro método hidráulico que se considere conveniente o el software diseñado por la Armada de los Estados Unidos conocido como HECRAS.

Como resultado de los estudios realizados, se elaborará un informe general donde se indiquen características generales y particulares de la corriente y su cuenca, la información relevante de su funcionamiento, sobre todo la no contenida en los planos y finalmente las conclusiones y recomendaciones del estudio, con su justificación correspondiente. Con el informe final se adjuntarán los planos que se enlistan a continuación:

- Planta General
- Planta Detallada
- Perfil de Construcción □ Perfil Detallado □ Planta de la cuenca hidrológica de análisis
- Secciones y Pendientes
- Croquis de localización
- Levantamiento de puentes cercanos

El manejo de la información contenida en el informe con los resultados de estos estudios, deberá estar a cargo de los ingenieros proyectistas de la estructura del puente, quienes en base a esa información elaborarán el proyecto conceptual del puente que deberá ser aprobado por la gerencia de proyectos.

El proyecto conceptual, determina el tipo de puente, es decir si es mediante vigas presforzadas apoyadas en pilas, o si es un puente atirantado soportado por cables, o un puente soportado por una estructura de arco, etc. El proyecto conceptual también define la ubicación de los apoyos del puente, que son los estribos y las pilas. La ubicación de los apoyos es indispensable para iniciar la siguiente etapa del proyecto del puente que es el Estudio de Cimentación.

#### **Estudios de cimentación para puentes.**

Tienen como finalidad proporcionar a los ingenieros encargados del diseño estructural, la capacidad de carga o resistencia del terreno sobre el que se desplantaran las pilas y estribos del puente y la profundidad mínima que debe tener la cimentación para soportar las cargas provenientes de su estructura.

Del estudio de cimentación se deben desprender las recomendaciones tales como el tipo de cimentación más adecuado, ya sean pilotes, cilindros, zapatas, pilastrones, etc. Adicionalmente, y conociendo los resultados del Estudio Topohidráulico e Hidrológico, el Estudio de Cimentación Para Puentes (E CPP) define también la profundidad esperada de la socavación y recomienda las medidas necesarias para evitar sus efectos.

Para lograr los objetivos indicados, los trabajos que se efectúan en el E CPP, se inician en el campo elaborando un estudio de geología de superficie, así como sondeos con máquinas perforadoras cuya capacidad debe ser tal que puedan llegar a una profundidad de 50 m.

Mediante éstos sondeos se deben conocer los materiales que se encuentren bajo el terreno natural donde se desplantaran las pilas o apoyos del puente y su capacidad para resistir las cargas. También se debe conocer si son susceptibles de deformarse o tener asentamientos debidos a esas cargas o a las de los terraplenes de acceso del puente.

Las máquinas que hacen estos sondeos tienen diámetros del orden de 0.5 a 0.8 m, miden la resistencia de los materiales encontrados haciendo pruebas como la de Penetración Estándar, o bien la Prueba de Cono Dinámico, y también obtener muestras ya sean alteradas o inalteradas en toda la profundidad del sondeo, para que esas muestras sean llevadas al laboratorio donde se medirá su resistencia.

En el proyecto de carreteras nuevas, muchas veces es necesario construir caminos de acceso para trasladar las máquinas al sitio, o desarmar las máquinas y trasladarlas en partes sobre brechas o veredas en terrenos montañosos, para volver a armarse al llegar al sitio del sondeo. En ocasiones especiales en ríos caudalosos, es necesario colocar las máquinas sobre balsas ancladas en el sitio donde se requiere el sondeo. Naturalmente habrá puentes pequeños, que tienen cargas mínimas en sus apoyos que se limitarían a dos, donde los sondeos podrían realizarse mediante pozos a cielo abierto (PCA).

Con el estudio geológico de superficie o de detalle, debe detectarse el tipo de materiales que podría esperarse encontrar al hacer los sondeos, así como la profundidad probable que sería necesario explorar. Este estudio geológico es indispensable también para para conocer el grado de intemperismo o alteración de las rocas que pudiera haber en el sitio, y así tener la base para la determinación de la resistencia o capacidad de carga de dichas rocas.

Un dato indispensable es la identificación y medición de las fracturas o diaclasas que se encuentren en los macizos rocosos, identificando familias de diaclasas orientadas similarmente y elaborando los estereogramas que identifiquen a los macizos rocosos para su estudio de capacidad de carga.

Cuando se va a trabajar en un estudio geotécnico de cimentación de puentes, ya se debe contar con el diseño conceptual del puente, lo que permite conocer la ubicación de los apoyos, y de acuerdo con las dimensiones de los claros se sabrá también de que orden serán las cargas que los apoyos transmitirán al suelo. Con esta información, el ingeniero director del estudio de cimentación ubicará un sondeo en cada apoyo, y sobre todo, podrá decidir la profundidad a la cual se suspenderá el sondeo teniendo toda la información suficiente para conocer la capacidad de carga del terreno.

La decisión, que debe tomarse en campo, acerca de la profundidad a la que dará por terminado un sondeo es de la mayor importancia y trascendencia; debe tenerse una idea muy clara acerca de la capacidad de carga que se requiere de acuerdo con las dimensiones del puente, así como los conocimientos de mecánica de suelos para entender que la información y características de los materiales deben conocerse hasta una profundidad por debajo del nivel de desplante de las zapatas, pilotes o pilas, para poder analizar la distribución de esfuerzos, y las deformaciones que pudieran ocurrir al apoyar la carga del puente.

Así que al ir conociendo los materiales que se vayan encontrando al realizar el sondeo, para que junto con la información geológica y la de las características del puente, poder decidir acerca de cuándo se tiene la información suficiente de un sondeo para suspender su ejecución.

La finalidad de los sondeos para cimentación de puentes es la de conocer la estratigrafía del subsuelo, es decir qué tipo de materiales hay bajo el mismo, si hay cambios a diferentes profundidades y que resistencia y deformabilidad tienen esos materiales. Para lograrlo, se debe ir tomando muestras de materiales a toda la profundidad del sondeo; estas muestras se mandan a un laboratorio para hacer ensayos de resistencia y deformabilidad.

Si se encuentran suelos al hacer un sondeo se deben hacer pruebas de resistencia en el mismo sondeo, con un procedimiento llamado penetración estándar, tomando muestras mediante un muestreador llamado tubo partido con el que se obtendrán muestras alteradas representativas. Si el suelo es blando o de poca resistencia, se deben obtener muestras inalteradas a las que se les podrán realizar ensayos especiales como los triaxiales o los de consolidación. En suelos también se realizan en campo ensayos de resistencia con el cono eléctrico.

Los criterios anteriores de suspensión de sondeos se refieren a la profundidad de éstos, medida a partir de la superficie del terreno encontrada al tiempo de ejecutarlos, siempre que esta superficie no pueda sufrir modificaciones posteriores con motivo de la construcción del camino u otra obra, o por efecto de agentes naturales; cuando así suceda dichos criterios deberán aplicarse tomando en cuenta la condición más desfavorable para la cimentación, sea definitiva o temporal, que pueda presentarse durante la vida útil de la estructura. Tal es el caso de pasos inferiores ubicados en zonas de corte del camino, donde la profundidad de los sondeos deberá definirse considerando la posición de la subrasante y del corte; también cuando se estudien puentes sobre corrientes de agua importantes para los que se deberá prever la posible socavación local y general de los apoyos, a fin de que los sondeos no queden cortos.

En cualquier caso, la profundidad a la que se den por terminados los sondeos quedará al juicio y experiencia del responsable por parte del contratista, y será la responsabilidad de éste que sea la suficiente y adecuada para los fines del estudio y del proyecto de la cimentación de la obra.

Debe reportarse la profundidad a la que se encontró el nivel freático en los sondeos durante su ejecución. Si la detección de éste no fuera posible, se investiga su profundidad en pozos o norias existentes en el área; o bien, mediante un reporte estadístico de datos proporcionados por habitantes de los alrededores. Asimismo, durante los trabajos de exploración se efectúa un reconocimiento del sitio para observar y reportar todas aquellas condiciones que puedan afectar el comportamiento de la cimentación o de la propia estructura, como son: procesos erosivos actuantes, inestabilidad de laderas naturales, existencia de cavidades naturales o artificiales, etc.

**Laboratorio.-** De acuerdo con la estratigrafía encontrada en la exploración y muestreo de campo, se elaborará un programa de ensayos de laboratorio, suficiente para clasificar el suelo y obtener sus parámetros para el diseño geotécnico de la cimentación. Todas las muestras recuperadas en los trabajos de exploración se identificarán y clasificarán conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y se les determinará su contenido de agua.

A las muestras representativas o alteradas de suelos típicos se les definirán los siguientes parámetros:

- Límites de consistencia líquido y plástico en suelos arcillosos o limosos plásticos.
- Composición granulométrica por mallas para arenas y gravas.
- Porcentaje de finos para arenas finas, limos y/o arcillas.

En muestras inalteradas (arcilla o limo):

- Compresión no confinada.

- Compresión Triaxial no consolidada-no drenada (UU)
- Compresión Triaxial consolidada-no drenada (CU) (en su caso)
- Compresión Triaxial consolidada-drenada (CD) (en su caso)
- Consolidación unidimensional.
- Peso volumétrico en su estado natural.
- Peso específico relativo de sólidos.
- Resistencia al corte con Torcometro de bolsillo.

De los núcleos de roca se obtendrá:

- Clasificación geológica.
- Índice de Calidad de la Roca (RQD).
- Compresión simple.

**Trabajos de Ingeniería.-** Con base en la exploración efectuada, se elaborará el perfil estratigráfico del subsuelo, a escalas iguales tanto horizontal como vertical 1:100 para pasos y puentes con longitud menor a 100 m y 1:200 ó 1:500 para estructuras de mayor longitud. En dicho perfil se dibujarán las columnas estratigráficas de los sondeos realizados, indicando secuencia y descripción de los estratos detectados, así como características de cada uno de ellos.

En base a los resultados de los sondeos y ensayos de laboratorio y tomando en cuenta el gasto y velocidad de diseño de la corriente para un período de retorno de 100 años obtenidos del estudio Topohidráulico e Hidrológico, se analiza y calcula la socavación general, así como la socavación local. Para el cálculo de la socavación general se usará el método de Lischtván–Levediev, y para el cálculo de la socavación local se usará el método de Yaroslavtziev, independientemente de que se podrán complementar los estudios con otros métodos reconocidos.

Se analizarán alternativas de cimentación adecuadas a las condiciones del sitio, determinando para cada alternativa su nivel de desplante, capacidad de carga admisible, estabilidad, asentamientos, diseño de la excavación, comportamiento de terraplenes de acceso, cálculos de socavación en el caso de puentes, y estabilidad general para cimentaciones en taludes.

Se revisará estabilidad de los terraplenes de acceso cuando sea procedente y se revisará el efecto de los asentamientos que sufran en su etapa constructiva como de servicio de la estructura proponiéndose soluciones para mitigar dicho efecto. Se describirán procedimientos constructivos para las cimentaciones propuestas, con base en las condiciones del subsuelo que se tengan en el cruce.

Se requiere elaborar una memoria de cálculo, como todo estudio que implique la elaboración y desarrollo de cálculos matemáticos, aplicación de teorías de análisis, uso de los parámetros obtenidos en estudios anteriores y de una explicación de la metodología mediante la cual se obtienen los resultados; se debe presentar en forma clara, señalando como es que a partir de los datos de los materiales encontrados en los sondeos, de los resultados de los ensayos de laboratorio y aplicando las teorías de mecánica de suelos y mecánica de rocas, se llega a la conclusión de recomendar la cimentación adecuada al puente en particular, y como se llega a calcular la capacidad de carga del terreno para cada uno de los apoyos y para los terraplenes de acceso, y también los posibles asentamientos en cada una de estas estructuras.

De igual forma se deben presentar en la memoria, los cálculos efectuados, a partir del estudio Topohidráulico e Hidrológico, para conocer la profundidad máxima a la que llegará la socavación en el cauce y en los apoyos del puente ya que su profundidad de desplante tiene que ser mayor a la de la socavación, además de proyectar medidas de mitigación contra las erosiones causadas por la socavación.

Los estudios de cimentación para puentes son elaborados por tres equipos de profesionales especializados: La brigada de exploración de campo encargada de la ejecución de los sondeos profundos y recolección de muestras. El laboratorio de mecánica de suelos instalado en forma permanente en una localidad, donde se concentran las muestras de campo. Y finalmente el gabinete de estudios finales, cálculos de cimentación y elaboración del informe final.

Un informe del estudio de cimentación será necesario para cada uno de los puentes. En el informe se describirán los sondeos efectuados con todos sus datos de campo y fotos de los trabajos, del sitio y de las condiciones particulares de los afloramientos de materiales. Se describirán los ensayos de laboratorio programados y las razones por las cuales se programaron ese tipo de ensayos en particular. Se presentarán los resultados de los ensayos de laboratorio y se describirán los cálculos de capacidad de carga y de asentamientos efectuados. Se concluirá indicando los resultados de los cálculos y las recomendaciones de cimentación para cada uno de los apoyos de los puentes. El informe se acompañará con la memoria de cálculo en la que se presenten con todo orden y detalle todas las hipótesis, métodos de cálculo, teorías, análisis y los cálculos finales con el resultado que concluya con la información de capacidad de carga, nivel de desplante y asentamientos esperados.

**Proyecto geométrico.**

**Alineamiento horizontal.-** La base del proyecto ejecutivo de una carretera, así como el emblema y representación de todos los estudios, trabajos y proyectos de este gran proyecto de inversión, es el plano con el proyecto en planta de una carretera.

La planta de un proyecto ejecutivo es la representación gráfica en un plano horizontal, de la superficie de la tierra, sobre la que se dibuja la traza del eje del proyecto. Es una vista desde arriba del trazo de la carretera sobre el terreno natural. Esta representación de la superficie de la tierra es la que se ha obtenido a través de todos los estudios topográficos y fotogramétricos realizados, y en ella se observan con detalle todos los accidentes topográficos, todas las construcciones, linderos y terrenos, así como todos los puentes, túneles y entronques proyectados.

La planta de la carretera que representa el alineamiento horizontal definitivo, es el resultado de un largo proceso que se ha estado desarrollando desde que se idealizó, y que se ha ido elaborando paso a paso, con la finalidad de obtener el trazo que mejor satisfaga las demandas del proyecto.

Debe recordarse que el planteamiento de la demanda fue establecido, ya sea por medio del monitoreo del tránsito en la zona, por planes de desarrollo regional, por planeación de nuevas zonas de desarrollo, por incremento del producto regional, por planes de integración nacional, etc. Una vez planteada la demanda de un servicio, se hizo un estudio de ingeniería de tránsito en el que se obtuvo con todo detalle el volumen de tránsito al que debería darse el servicio, las mejoras que deberían obtenerse respecto a otras opciones de viaje sin el proyecto de una nueva carretera y, sobre todo, los beneficios que se obtendrían al construir una nueva carretera.

El trazo de la carretera representado por el alineamiento horizontal, corresponde a la ruta definitiva elegida entre otras por ser la que proporciona el servicio al menor costo de operación. El alineamiento horizontal debe proporcionar al usuario un manejo fluido de su vehículo, sin sobresaltos ni sorpresas, en armonía con la topografía o accidentado del terreno, con curvas adecuadas a la velocidad de operación y con la visibilidad adecuada. La tecnología para lograr este cometido, ya fue aplicada al elaborar el proyecto de trazo definitivo sobre los planos de topografía obtenidos de las fotos aéreas. Ahora ya se tiene la topografía levantada en campo con mayor precisión y se procede a elaborar los planos de proyecto ejecutivo empezando por la planta del trazo.

Con el detalle de la topografía levantada en campo, debe hacerse una revisión del proyecto definitivo del trazo. Respecto al alineamiento horizontal, en esta etapa no suele haber ajustes importantes, salvo condiciones muy especiales que desde luego deben tomarse en cuenta.

La planta con el proyecto ejecutivo, se dibuja en planos de kilómetro, es decir se dibuja un plano por cada uno de los kilómetros de que consta el proyecto. La planta debe contener en primer lugar la topografía de toda el área de la carretera comprendida por lo menos en todo el ancho del derecho de vía; debe tener dibujadas las curvas de nivel representativas de niveles a cada metro, estar señalados los bancos de nivel cuya información detallada de ubicación, referencias y coordenadas incluyendo cota de nivel del banco, se indicarán en un cuadro adjunto a la planta.

El dibujo se hará con escala 1:2,000 en documento electrónico Autocad, y se dejarán referencias considerando que el dibujo se ajustará al tamaño necesario para su fácil manejo. Además de la topografía, el plano deberá contar con la cuadrícula de coordenadas a las que estará referido el trazo.

Sobre la topografía de la planta se dibujará el eje del trazo con todo el detalle de sus curvas y tangentes, indicando todos los puntos significativos que fueron implantados en el campo, como los puntos de curvas, Tangente–Espiral (TE), Espiral–Curva (EC), Curva–Espiral (CE) y Espiral–Tangente (ET), se indicarán también los puntos sobre tangente que hayan sido colocados en el campo.

Todos estos puntos permiten rehacer el trazo en el campo y se presentan los datos de las curvas y espirales en una tabla adjunta al plano. En esa tabla se indican en orden progresivo de cadenamamientos los datos de tangentes y curvas con toda la información necesaria para rehacer o reproducir el trazo en el campo. También en tabla adjunta deben presentarse las referencias para ubicar los puntos originales que fueron implantados en el campo.

Además del eje del trazo, se debe representar en la planta el ancho de la calzada dibujando la franja correspondiente; también se debe dibujar el límite del derecho de vía. Otra información que debe dar la planta mediante el dibujo, es la de las dimensiones de los cortes y terraplenes; se debe dibujar el inicio de los cortes o terraplenes así como la distancia horizontal hasta la que va a llegar el terraplén o la excavación del corte. Con esto se tiene un panorama completo del proyecto ejecutivo de la carretera visto en planta.

Esta información acerca de los cortes y terraplenes no puede obtenerse sino hasta después de que hayan sido terminados los estudios de rasante y movimiento de tierras, y que se hayan determinado y calculado las secciones transversales de construcción. En la práctica se va elaborando el dibujo de la planta en paralelo con el avance del resto de los estudios y diseños del proyecto ejecutivo, y el dibujo de la planta se va completando conforme se tengan los datos necesarios.

Por último, el dibujo de la planta debe contar con la toponimia. Para fines del proyecto ejecutivo de carreteras, el término se aplica únicamente al señalamiento de los nombres propios del lugar y de los terrenos afectados por el trazo, indicando si son pequeñas propiedades o ejidos, los nombres de los dueños de los ranchos o predios, el nombre del ejido, etc.



No debe olvidarse el nombre del municipio y el estado por el que se desarrolla el trazo y señalar todos los pueblos o rancherías cercanas. Si se cruza un camino o vereda, se debe señalar hacia qué población se dirige en ambos lados. Todos los linderos de los ranchos, ya sea que separen potreros o que sean límites de propiedad, deben ser también señalados.

La revisión del alineamiento horizontal, y el diseño final expresado por medio del plano con la planta del trazo aquí descrito, está a cargo del ingeniero proyectista del diseño geométrico y director general del proyecto. Este ingeniero encabeza a un equipo de ingenieros especialistas en diseño geométrico y en sistemas de cómputo, así como un grupo de auxiliares técnicos y dibujantes que se encargan del diseño final y preparación del proyecto geométrico ejecutivo. Una parte del diseño lo constituye el alineamiento horizontal, que como ya se dijo, se hace en paralelo con otras actividades del proyecto, de manera que no es conveniente individualizar al personal encargado de la elaboración del plano, sino que en conjunto se describirá al equipo y los rendimientos para el diseño geométrico y proyecto ejecutivo en su conjunto.

**Alineamiento Vertical.**- El alineamiento vertical se refiere al perfil topográfico de la carretera. Es una vista de perfil, en la que se pueden visualizar las subidas, bajadas, tramos planos, etc., con lo que se aprecia el desplazamiento del trazo en relación con el terreno natural, observándose si el camino va sobre un terraplén o por un corte, si la pendiente es muy fuerte, si la distancia de subida con pendiente fuerte es grande, si los terraplenes son altos, etc.

Cuando se diseñó el trazo definitivo en los planos obtenidos de las fotos aéreas, se hizo un diseño del alineamiento vertical; sin embargo, entonces no se contaba con el estudio geotécnico definitivo que determina las inclinaciones de los taludes y el tipo de material que se obtendría de las excavaciones; toda esta información se manejó de manera preliminar. Ahora que ya se ha implantado en campo el trazo definitivo y que se tiene la topografía con detalle obtenida de un levantamiento topográfico, y que se tiene además el estudio geotécnico definitivo, se debe revisar y ajustar el diseño. Es decir, ahora se debe hacer el diseño definitivo y elaborar el proyecto ejecutivo.

Debe recordarse que el diseño geométrico está regido por una velocidad de proyecto que fue determinada en base a la demanda del servicio obtenida de un estudio de ingeniería de tránsito. Una vez establecido el volumen y composición del tránsito de proyecto y la velocidad de proyecto, mediante el diseño geométrico se debe lograr dar un servicio de manejo fluido, seguro, en armonía con la topografía y con el paisaje, logrado todo esto con el menor costo posible y con el menor impacto ambiental.

El proyectista debe dominar todos los elementos técnicos del diseño y armonizarlos con las condiciones topográficas, las necesidades del usuario, la economía del proyecto, las condiciones ambientales, de uso de suelo, de paisaje, etc. Debe reconocerse el trabajo del ingeniero de diseño geométrico, como un oficio artesanal que imprime un sello personal al diseño, que el usuario nota y agradece.

El diseño del alineamiento vertical, consiste en el ajuste del perfil de la carretera para lograr que, por un lado las subidas y bajadas no sean muy pronunciadas, o en otras palabras, que las pendientes no sean muy fuertes y largas. Que los cortes y los terraplenes no sean muy altos, y que al igual que en el alineamiento horizontal se tenga una circulación cómoda, fluida y segura, dentro de los límites de la velocidad de proyecto de la carretera.

En el diseño del alineamiento vertical deben calcularse las distancias de visibilidad de parada y vigilar que se cumplan de preferencia mucho más allá de los mínimos, para comodidad de los usuarios. El alineamiento vertical debe estar combinado con el alineamiento horizontal de manera que funcionen en forma armónica dando al usuario el mayor confort y seguridad. Para una combinación adecuada del alineamiento horizontal con el perfil, se puede mencionar, como ejemplo, que deben cumplirse las consideraciones siguientes:

- Las curvas de la carretera deben estar balanceadas con las pendientes. Curvas amplias o grandes tangentes no son compatibles con fuertes pendientes o con pendientes en longitudes grandes, así como con curvas cerradas con pendientes pequeñas o terrenos planos. Ambas situaciones deben evitarse pues constituyen un mal diseño.
- Curvas verticales superpuestas con curvas horizontales, generalmente constituyen un buen diseño, aunque es necesario analizar cuidadosamente cada caso particular. Cambios sucesivos en el perfil sin una combinación con curvas horizontales podrían dar por resultado una serie de jorobas visibles desde cierta distancia por los conductores, lo cual no es un buen diseño.
- Curvas horizontales cerradas no deben ubicarse en la cresta o cerca de la cresta de una curva vertical pronunciada. En esta condición el conductor puede no percatarse del cambio horizontal del alineamiento especialmente de noche.
- En las intersecciones, tanto las curvas horizontales como las verticales deben hacerse lo más planas que sea posible, ya que la distancia de visibilidad en esos casos es muy importante puesto que los vehículos en la intersección pueden disminuir la velocidad o incluso parar.

Una vez que se ha conformado el alineamiento vertical o perfil, con el alineamiento horizontal o planta del trazo definitivo, y que también se tiene definida tanto la ubicación con detalle como la forma en que se han resuelto los entronques, túneles, viaductos, y que se tiene también la lista de los sitios donde se ubicarán pasos a desnivel con su respectiva solución en cuanto al tipo de pasos, se procede entonces a la elaboración del proyecto ejecutivo.

La solución o diseño final del alineamiento vertical, implica diseñar en conjunto las secciones transversales constructivas y el cálculo de volumen de masas o movimiento de tierras, que antiguamente se conocía como cálculo de “curvamasa”.

El diseño del alineamiento vertical consiste en ir ubicando en el perfil del terreno natural la línea conocida como subrasante, logrando todos los objetivos y consideraciones ya señalados. La línea subrasante representa una línea sobre el eje de la carretera, ubicada en la parte inferior del pavimento o, igualmente, en la parte superior de los terraplenes y a lo largo de toda la carretera.

El ingeniero proyectista del diseño geométrico procede, por tanteos, y aplicando su buen criterio y experiencia, a trazar una subrasante y revisarla. Una vez revisada se ajusta buscando optimizar los objetivos de proyecto y se revisa nuevamente; se procede así las veces que sea necesario hasta que el proyectista logra su objetivo.

Cada subrasante tiene diferentes secciones transversales de construcción y tiene diferentes volúmenes de tierras en cortes y en terraplenes. Para cada uno de los tanteos y las revisiones descritas, es necesario obtener las secciones transversales y la volumetría correspondientes a la rasante revisada.

Diseñar la rasante definitiva, o del proyecto ejecutivo, implica la obtención en consecuencia de las secciones transversales de construcción y los volúmenes de materiales que se deben excavar, transportar, y compactar para formar terraplenes.

También se tendrán los volúmenes de terraplenes que hay que formar con material acarreado de los bancos señalados en el estudio geotécnico, y en general todo el estudio de movimiento de tierras que se representa mediante el llamado diagrama de masas. Este diagrama es una representación gráfica de los volúmenes que se moverán, y acarrearán, indicando los sitios donde excavará y se colocará el material, ya sea de excavación de los propios cortes de la carretera o de los bancos de materiales para terracerías.

El diseño del alineamiento vertical, es decir, de la rasante definitiva, es el que determina las alturas de los cortes y los volúmenes de excavación en los diferentes materiales; las distancias de transporte (acarreo) de los diferentes materiales y los volúmenes de materiales que se necesita compactar para formar terraplenes. Estos conceptos de obra constituyen una parte fundamental del costo de la carretera.

El ingeniero especialista en diseño geométrico tiene bajo su responsabilidad los dos más importantes objetivos del proyecto: elaborar un diseño de carretera que proporcione al usuario el servicio más seguro y confortable de acuerdo a la velocidad de proyecto, y diseñar una carretera al menor costo posible.

Para el análisis de los diferentes planteamientos para la ubicación idónea de la subrasante, el ingeniero cuenta con programas de cómputo especializados en el tema de movimiento de masas. Con ellos, el proyectista hará los cálculos matemáticos necesarios, (matematización) para cada una de las posibilidades de subrasante hasta lograr la definitiva.

El programa de cómputo es un programa al que se debe alimentar con los datos del perfil topográfico del terreno; las secciones transversales de topografía levantadas en campo al hacer la implantación del trazo definitivo; las medidas exactas de la sección transversal de la carretera; los datos de las curvas horizontales (alineamiento horizontal) con sus sobrecanchos y elevaciones correspondientes; los datos de la inclinación de los taludes de los cortes y de los terraplenes obtenidos del estudio geotécnico; los datos de los coeficientes de variación volumétrica de los materiales de cada corte obtenidos del estudio geotécnico; el uso que deba darse a los materiales excavados de cada uno de los cortes; la dificultad de excavación de los materiales en cada corte; y, por último, la ubicación exacta de la subrasante de proyecto.

Con toda esa información el programa deberá proporcionar: todos los datos topográficos para dibujar las secciones de construcción a cada 20 m y en los puntos intermedios significativos; el cálculo de las áreas de corte o terraplén de cada una de las secciones transversales; el cálculo de los volúmenes entre cada dos secciones transversales sucesivas; el cálculo de los volúmenes acumulados progresivamente en cada sección; y el dibujo del diagrama de masas en el que se apreciará si en algún tramo del proyecto haga falta material para formar terraplenes, en cuyo caso tiene que considerarse obtenerlo del banco de materiales más cercano, o si sobra material que deberá transportarse a un banco o lugar destinado a colocar material de desperdicio.

Conviene recordar que los cálculos matemáticos para lograr conocer los volúmenes de material indicados, es a lo que se conoce como matematización, que ahora se hace con un programa de cómputo y que antiguamente se hacía en forma manual y se conocía como cálculo de “curvamasa”.

Con la finalidad de que el proyectista pueda tener una visión de conjunto de la carretera, se dibujan planos del perfil que representen una longitud de por lo menos cinco kilómetros, en los que se hacen los diseños de la ubicación de la subrasante, hasta lograr la subrasante definitiva. Con estos planos llamados planos de trabajo se hacen los cálculos y se obtiene toda la información del proyecto, que será copiada a los planos de kilómetro para facilidad del manejo de la información durante la construcción.

Con los datos del proyecto del alineamiento horizontal y del alineamiento vertical, se elaboran los “planos de kilómetro” del proyecto ejecutivo.

Cuando se describió el diseño del alineamiento horizontal para el proyecto ejecutivo, se dijo que los resultados del diseño se presentan en planos conocidos como “planos de kilómetro”. En cada uno de estos planos se presentan todos los datos del proyecto ejecutivo correspondientes tanto del alineamiento horizontal como del alineamiento vertical.

En cada plano se dibuja un kilómetro de carretera con toda la información para que se pueda rehacerse en el campo el trazo de la carretera y que se puedan conocer los movimientos de tierras diseñados, es decir la magnitud de los cortes y terraplenes, la geometría del camino tanto horizontal como vertical, la longitud de los acarrees o distancias a las que deben transportarse los materiales excavados y la ubicación de los bancos de materiales.

El proyecto ejecutivo para la construcción de terracerías está formado principalmente por estos planos de kilómetro, solo complementados con los planos de las secciones de construcción que se presentan por separado, y por los documentos de los procedimientos de construcción. El proyecto ejecutivo para la construcción de toda la carretera se complementará con los planos y documentos para cada una de las estructuras adicionales, como puentes, viaductos, túneles, pasos a desnivel, entronques y obras de drenaje menor.

El diseño del alineamiento vertical se presenta en los planos de kilómetro junto con el alineamiento horizontal, y también en los planos de las secciones transversales de construcción.

En el perfil que se dibuja en los planos de kilómetro, se incluyen los diagramas de masas, donde se indica por ejemplo que el material obtenido de los cortes efectuados entre los puntos delimitados por ciertos kilometrajes, deberá transportarse para formar terraplenes ubicados entre otros kilometrajes. Con estas indicaciones se deben elaborar los programas de construcción y de movimientos de maquinaria. También junto con los diagramas de masas se indica la ubicación y principales características de los bancos de materiales para complementar terracerías y formar las capas superiores de la terracería conocidas como capa subrasante y capa subyacente.

En la parte inferior del plano del perfil se indican los niveles del terreno natural y de la subrasante a cada veinte metros, cuya diferencia es la altura de los cortes o terraplenes en cada punto. Se incluyen también los datos principales del estudio geotécnico, consignando la estratigrafía y todas las características geotécnicas de los materiales en los diferentes tramos en que se hayan encontrado en el kilómetro que corresponde al plano, constituyéndose así el plano del perfil del camino en un plano de perfil estratigráfico.

Tanto en el plano de la planta como en el del perfil, se dibujan, ubicadas en sus kilometrajes exactos, las estructuras de los puentes, túneles, pasos a desnivel y obras de drenaje menor. En el caso de los entronques, solamente se señala la zona destinada al entronque sobre el diseño normal de los alineamientos horizontal y vertical de la carretera principal, a la que deberán ajustarse las ramas y estructuras del entronque.

Con el diseño del alineamiento vertical, constituido por el diseño de la subrasante definitiva, se tienen los datos de las secciones transversales de construcción. Las secciones representan una vista de un corte transversal de la carretera en la que puede verse el ancho de la calzada y los taludes de los cortes o terraplenes con sus inclinaciones correspondientes de acuerdo con los datos proporcionados por la geotecnia. Estas secciones transversales son un dato indispensable para la construcción, pues en ellas se encuentran los niveles que se deben alcanzar en campo en todo el ancho de la corona del camino y en los taludes de terraplenes y cortes hasta alcanzar el terreno natural.

En los planos de kilómetro no caben los dibujos de las secciones transversales, de manera que se presentan en planos por separado. Generalmente, en campo, los ingenieros constructores, superintendentes, supervisores, topógrafos, jefes de laboratorio, jefes de frente, etc. manejan los planos de kilómetro impresos en tamaños adecuados para su manejo en el campamento o en campo, de 60 x 90 cm, o en tamaño doble carta. Las secciones transversales las manejan normalmente en documento electrónico para consulta en computadora y principalmente los consultan los topógrafos, los supervisores y los superintendentes.

Con el diseño del alineamiento vertical, constituido por el diseño de la subrasante definitiva, también se tienen los volúmenes de obra. El cálculo de estos volúmenes es producto de la matematización, y se obtiene por medio de los programas de cómputo, que documentan sus cálculos mediante listados de las secciones transversales que se convierten en dibujos con el mismo programa, y mediante listados de los volúmenes calculados. Los listados tanto de secciones como de volúmenes forman parte de las memorias de cálculo como respaldo del proyecto, pero los resultados de los cálculos de volúmenes sí se incluyen en los planos de kilómetro.

En los planos de kilómetro se dibuja en la parte superior la planta con toda la información del proyecto como se indicó cuando se describió el diseño del alineamiento horizontal y en la parte inferior se dibuja el perfil con los datos del alineamiento vertical como fue descrito en este apartado. Del lado izquierdo de los dibujos se presentan todos los datos topográficos detallados para que el trazo de la carretera pueda ser restituido cuantas veces sea necesario durante la construcción.

Del lado derecho de los dibujos se presentan los datos de los volúmenes correspondientes al kilómetro en cuestión. Estos datos son: volúmenes de cortes o de excavación, volúmenes de terraplenes, volúmenes de acarrees procedentes de cortes con sus distancias de acarreo, y volúmenes de acarrees o transporte procedente de banco de préstamo con

sus correspondientes distancias. También se indican los volúmenes de material que será transportado a desperdicio. Con esta información de volúmenes de corte y de terraplén, distancias de acarreo, etc., complementada con la información geotécnica acerca de las dificultades para excavación de cada uno de los materiales que se encontrarán en ese kilómetro, se puede hacer un análisis de costos, así como una planeación del uso de maquinaria necesaria y programas de trabajo.

Con el diseño del alineamiento horizontal y la elaboración de los planos de kilómetro, se completa el proyecto ejecutivo del diseño geométrico de la carretera.

En resumen, el proyecto ejecutivo de la geometría de la carretera (diseño geométrico), está conformado por:

- Planta de kilómetro, donde vienen los datos de planta y perfil, con datos de volúmenes acarrees y bancos de terracerías, el número de estos planos es de uno por cada kilómetro de carretera.
- Planos de Secciones Transversales de construcción, una sección a cada veinte metros, con toda la información topográfica del terreno natural y del diseño, para excavación de cortes y formación de terraplenes.
- Documento con los procedimientos de construcción y especificaciones de construcción.
- Memoria de cálculo del diseño de la subrasante y cálculo de volúmenes y movimientos de masas.

Este proyecto ejecutivo de la geometría, que es el proyecto ejecutivo para construcción de terracerías, debe acompañarse de los estudios que le sirvieron de apoyo. El estudio de Ingeniería de Tránsito que asignó el tránsito de diseño y en consecuencia el ancho de calzada. Las fotografías aéreas en vuelos alto y bajo, con los mosaicos de la ruta definitiva. Los estudios geológicos en las etapas preliminares del proyecto. Los Estudios Hidrológicos preliminares. El estudio Geotécnico preliminar. Y por último, el Estudio Geotécnico definitivo.

Además del proyecto ejecutivo para construcción de terracerías, se requieren los proyectos ejecutivos de cada una de las obras que complementan la carretera: Puentes, Túneles, Pavimento, Entronques, Pasos a Desnivel, Obras de Drenaje Menor y Obras Complementarias de Drenaje.

#### **Proyecto de puentes.**

Antes de llegar a esta etapa en la que se hará el diseño de la estructura del puente y el proyecto ejecutivo para su construcción, ya se han hecho varios estudios previos e indispensables. En la etapa de elección de ruta se estudiaron los sitios más adecuados para efectuar el cruce sobre el río o la barranca con ayuda de los estudios geológico y geotécnico. En esa misma etapa se hicieron estudios hidrológicos preliminares para estimar las dimensiones del puente. Al seleccionarse una ruta definitiva, se afinaron los estudios preliminares geológico, geotécnico e hidrológico, con la finalidad de elaborar el trazo definitivo y en consecuencia el cruce final de los puentes.

Con el proyecto del trazo definitivo y con los estudios preliminares geotécnico e hidrológico, se elabora el proyecto conceptual del puente, mediante el cual se dimensiona la estructura y se decide el número de apoyos o pilas del puente y la longitud de los claros entre las pilas. Se elabora un perfil del proyecto conceptual del puente con información acerca de los sitios en que podrían estar ubicados los apoyos del puente, la altura de las pilas para los apoyos, el orden de magnitud del peso que soportarían esos apoyos que se sabría en función de la altura y separación entre ellos, con lo que se conocería la longitud total del puente.

El proyecto conceptual del puente, toma en cuenta principalmente el aspecto estructural. De acuerdo con el claro que se necesita salvar, con las características de la corriente del río, la topografía del sitio, la altura del puente y demás consideraciones de ese tipo, se ubican los apoyos con la propuesta de los claros a la mejor conveniencia estructural y geométrica.

El aspecto arquitectónico y de impacto visual, se considera solo en forma preliminar; aunque hay excepciones, en las que las dimensiones, o ubicación de un puente, lo destacan en forma particular, hasta particularizarlo y considerarlo un proyecto especial independiente de la carretera, en cuyo caso estos aspectos, arquitectónico y de impacto visual, predominan sobre el aspecto estructural en el diseño.

Con el proyecto conceptual del puente, al tiempo que se hace la implantación en campo del trazo definitivo de la carretera, se hacen los estudios de campo para el puente: Topohidráulico e Hidrológico y de Cimentación. No se puede elaborar el diseño estructural del puente si no se tienen los resultados de estos estudios.

**Tipo de Puente y Diseño Arquitectónico.-** Al contar con los estudios Topohidráulico e Hidrológico y de Cimentación, el proyecto conceptual del puente se estudia, se complementa, y sirve de base para la elección del tipo de puente y su diseño arquitectónico.

Los puentes tienen un impacto visual muy importante; inevitablemente atraen la atención tanto de los usuarios de la carretera como de los vecinos del lugar y, en muchos casos, constituyen por sí mismos el paisaje; este impacto visual puede inclusive ser negativo o desagradable si se incurre en un diseño inadecuado.

Los puentes son también monumentos de referencia, impactan visualmente de tal manera, que se convierten en referencias regionales, como una escultura propia de la región y de sus habitantes en ocasiones durante varias

generaciones, e incluso siglos como los puentes romanos o los puentes de tiempos de la Colonia en México.

Todas las carreteras tienen uno o varios puentes que deben identificarse como casos especiales o de excepción, a los que se deben dar una atención exclusiva en su diseño, o inclusive considerarlos de una importancia similar al resto de la carretera y administrarlos como una obra independiente. En estos casos, se debe pensar que se diseña una escultura monumental. En México tenemos ejemplos de este tipo de puentes como el Puente Baluarte, Tampico, el Coatzacoalcos II, el Metlac, el Mezcala, Barrancas, entre otros.

Sobre la base del proyecto conceptual se revisan y afinan los requerimientos estructurales del puente. Con los resultados de los estudios Topohidráulico e Hidrológico y de Cimentación definitivos, se ajustan las dimensiones del puente, ya que estos estudios determinan la cantidad de agua que pasará bajo el puente y la altura mínima para permitir el libre paso del agua, considerando ya, la restricción que significan los apoyos del puente. También se definirá la longitud total del puente ya que los estudios determinarán la longitud mínima necesaria de la sección hidráulica para dejar pasar la corriente en condiciones de máximas avenidas.

Ajustada la geometría básica del puente, se procede a revisar si se requieren más sondeos profundos para la cimentación, ya que lo más conveniente es tener un sondeo en cada uno de los sitios donde se desplantará un apoyo, y es probable que con los ajustes que se hagan, alguno de los sondeos haya quedado fuera del sitio de apoyo, en cuyo caso conviene programar nuevos sondeos que deberán realizarse con celeridad para tomarlos en cuenta en el diseño final del puente. De manera preliminar y de acuerdo con la geología particular del sitio, se extrapolan los resultados del sondeo más cercano, en espera de la confirmación mediante el nuevo sondeo.

Con las dimensiones básicas: altura de los apoyos, número de claros y longitud de los claros, se procede al diseño arquitectónico consistente en una creación escultural, que resuelva también las necesidades estructurales. Este proceso creativo es de libertad absoluta, es elaborado por el equipo de diseñadores de puentes, y avalado por el Director General del Proyecto, y su Consejo de Gerencia de Proyecto. Solo cabe mencionar algunos conceptos básicos que se deben tomar en cuenta desde el punto de vista estructural:

Para la ubicación del sitio en que se construirá el puente, puede considerarse la utilización de piezas prefabricadas para la construcción de la superestructura, sin embargo, está sujeta a que se cuente con caminos de acceso para transportar piezas de grandes dimensiones. Piezas pequeñas como vigas preesforzadas tipo AASHTO hasta de 30 m de longitud, pueden fabricarse en el sitio sin necesidad de grandes instalaciones. Piezas mayores requerirían para su fabricación de la construcción de talleres que quizá no pudieran instalarse en la obra, o bien se necesitaría construir un camino exclusivamente para su transporte al lugar.

En primer lugar es necesario elegir el tipo de superestructura y el material que se usará para construirla. La superestructura es la parte del puente que se encuentra en la parte superior; es la estructura que se apoya en los apoyos y soporta la losa que sirve para la circulación de los vehículos.

En puentes chicos puede ser una losa de concreto reforzado apoyada directamente en las apoyos. En puentes un poco mayores será necesario que la losa tenga nervaduras para reforzar la estructura. A medida que crece la longitud del puente será necesario recurrir a vigas que se apoyen en los apoyos y que soporten la losa del puente.

Si el claro del puente crece, se pensará en vigas de acero, o en vigas de concreto preesforzado, vigas prefabricadas o postensadas. Así al ir creciendo el claro, seguirá creciendo la demanda de resistencia y se pensará en estructuras especiales como vigas en cajón de concreto preesforzado o de acero, armaduras de acero, puentes en arco de acero o de concreto, puentes atirantados o puentes colgantes, o procedimientos especiales como pueden ser los puentes empujados en doble voladizo.

Como puede verse, la decisión del tipo de puente y tipo de materiales, debe pasar por considerar muchas posibilidades que es necesario evaluar adecuadamente, tomando en cuenta las posibilidades de obtención de materiales, los costos, los procedimientos de construcción, el tiempo de construcción, el acceso al sitio de la obra, el tipo de carretera. También debe considerarse el número de puentes de la carretera, ya que si hay muchos de dimensiones chicas o medianas debe pensarse en un diseño uniforme que facilite la fabricación y construcción.

Planteadas las necesidades estructurales del puente, el diseño escultural o arquitectónico pudiera variar un poco la geometría del puente sin desatender las necesidades estructurales, pero atendiendo la demanda indispensable de impacto visual. Esto generalmente aumentaría el costo, lo cual es necesario evaluar, ya que en muchos casos este aumento sería indispensable ante la posibilidad de que una solución que atienda estrictamente las necesidades estructurales al menor costo, podría tener un impacto visual negativo, desvirtuando todo el trabajo del diseño geométrico elaborado hasta ahora.

Como ejemplo se puede mencionar las estructuras de los pasos inferiores en las que el conductor de la vía principal pasa por debajo y puede encontrarse con dos o tres a cada kilómetro. Estas estructuras deben ser muy bien estudiadas desde el punto de vista geométrico, ya que el impacto visual es muy importante y debe procurarse que sea muy positivo para hacer más confortable el viaje.

Este trabajo de elección del tipo de puente, tipo de materiales y diseño arquitectónico lo hace el equipo de ingenieros estructuralistas especializados en puentes. Dicho equipo está formado por ingenieros en diferentes disciplinas, ingenieros

civiles, ingenieros arquitectos, e ingenieros en sistemas de cómputo.

**Procedimiento Constructivo.-** En puentes grandes, el procedimiento de construcción determinará la manera en la que hay que hacer el diseño estructural. En consecuencia, antes de entrar al diseño de la estructura se deberá definir el procedimiento de construcción.

El procedimiento de construcción ha sido estudiado en forma preliminar o conceptual al escoger el tipo de estructura. Deberá ahora diseñarse y presentarlo como proyecto ejecutivo, ya sea en planos o en documentos explicativos y con especificaciones particulares.

Naturalmente el procedimiento será más sencillo entre más pequeño sea el puente y menos complicada su estructura. Sin embargo, toda obra debe tener especificado su procedimiento de construcción. En puentes chicos se hace una descripción de los trabajos, con especificaciones especiales acerca de la excavación para la cimentación, de la verificación de la profundidad de desplante, las plantillas de cimentación, de cómo debe tratarse el nivel freático en caso de encontrarlo, de cómo debe verificarse el armado de las zapatas y los niveles de las cimbras, etc. Es decir, debe describirse todo el proceso de construcción, especificando con detalle las verificaciones de calidad y de geometría hasta la terminación del puente. Para la elaboración de este documento y/o planos, se puede contar con el auxilio de las Normas SCT, y de las internacionales como AASHTO y ASTM.

Para los puentes grandes el procedimiento de construcción es más complicado y es definido en esta etapa con una retroalimentación de información con el constructor para considerar equipo y herramientas disponibles para lo que se detalla mediante los planos, documentos y especificaciones.

Según el tipo de puente la superestructura puede ser prefabricada parcialmente o totalmente, transportada al sitio y colocada mediante grúa.

La subestructura, formada por la cimentación, las pilas o columnas y los cabezales de las columnas, normalmente es de concreto reforzado y es colada (fabricada) in situ.

Puentes de claros medianos, digamos de 25 a 45 m y alturas pequeñas como los pasos a desnivel, se solucionan con vigas prefabricadas, de acero o de concreto preesforzado, que son colocadas sobre los apoyos terminados, por medio de grúas. El diseño estructural que se hará enseguida, debe considerar que las vigas prefabricadas, aguanten los esfuerzos provocados por las maniobras de izamiento y colocación, y tengan previstos los ganchos para que la grúa asegure la viga y proceda a izarla sin riesgo de fractura.

En estructuras más grandes, se prefabrican dovelas con la sección completa incluyendo el ancho de calzada; una dovela es simplemente una pequeña porción de la estructura del puente que se irá ensamblando con otras dovelas hasta completar la longitud total. Este procedimiento de construcción está sujeto a que se tenga la posibilidad de contar con un taller de prefabricado cercano a la obra.

En caso de puentes en caminos, está sujeto a que se pueda justificar la instalación de un taller, la construcción de caminos de acceso y contar con un volumen de obra adecuado. En estos casos, el diseño estructural es más complicado y se prevé tanto las maniobras de transporte y colocación, como la unión entre las dovelas al colocarlas para el correcto trabajo estructural dentro del conjunto de la estructura del puente, además de aplicar un postensado en obra para la unión de las dovelas si es necesario. Las dovelas son izadas con grúas de gran capacidad y colocadas en su sitio, y sujetas conforme al sistema diseñado.

Otra solución aplicada, cuando los puentes son muy altos y los claros muy grandes, es la conocida como doble voladizo, en la cual las dovelas no son prefabricadas sino que se van colando en el sitio; mediante este procedimiento se prescinde del uso de grúas para izado de dovelas. El colado in situ se hace una vez que se tienen las columnas del puente. Desde la parte superior de la columna se van construyendo dovelas en voladizo, es decir gravitando sobre una columna y avanzando hacia el vacío y apoyando una cimbra metálica conocida como carrito que se apoya en lo ya construido y se proyecta hacia adelante soportando el colado o construcción de concreto de una nueva dovela. Este proceso es continuo hasta unir el puente con el avance que viene en sentido contrario, o bien hasta alcanzar el otro apoyo.

En ambos casos, ya sea con dovelas prefabricadas o dovelas coladas en el sitio, se generan en la estructura esfuerzos y deformaciones durante el proceso de construcción, muy importantes y muy diferentes de los que ocurrirán durante la vida de la estructura, por lo que el diseño estructural deberá tomar muy en cuenta el proceso de fabricación, transporte, montaje y operación en obra de la estructura en construcción. El procedimiento de construcción, en primer lugar, será proporcionado al encargado del diseño estructural para que lo tome en cuenta en su diseño.

Los mismos conceptos serán aplicados si el tipo de superestructura de puente escogida es con cajones de acero, con armaduras de acero, con arco de acero, con arco de concreto, con vigas prefabricadas de acero; si la estructura es fabricada en un extremo del puente y empujada hacia los apoyos; si es fabricada en el fondo y luego izada para montarla; si es un puente atirantado con diversas modalidades estructurales y esculturales; si es suspendido con cables, etc.

En todos los casos deben prepararse planos y documentos con la descripción detallada del procedimiento de construcción y las especificaciones que deberán cumplirse durante ese procedimiento. En primera instancia esos planos

y documentos pasarán al siguiente proceso que es el diseño estructural.

**Diseño Estructural.-** El diseño estructural consiste en lograr que el tipo de estructura ya seleccionada, tenga los espesores, refuerzos, resistencia, calidad, durabilidad, resistencia al intemperismo y en general que resista todos los esfuerzos que pudieran generarse desde que se fabrica la estructura hasta que concluya su vida útil, sin olvidar que dichos esfuerzos son generados por todas las diversas fuerzas y causas posibles. Hay que lograr que las deformaciones causadas por dichos esfuerzos, estén dentro de lo tolerable para el buen funcionamiento de la estructura. La estructura, en general, se diseña para soportar todas las cargas y fuerzas que pudiera tener durante su vida útil.

Dentro de las cargas que soporta un puente, están las de los vehículos que pudieran pasar sobre el puente y el peso propio de la estructura. Con respecto a las fuerzas actuantes se pueden mencionar las de sismo, las de viento, las provocadas por cambios de temperatura y las que pudiera ocasionar una avenida sobre el cauce de una corriente de agua. Adicionalmente pueden considerarse cargas de personal y equipo de construcción durante el proceso constructivo; fuerzas de tensión y de inercia durante la carga y montaje.

Como ya se ha mencionado, en esta etapa ya se tienen los estudios Topohidráulico e Hidrológico y de Cimentación, que fueron indispensables para llegar hasta aquí. Para casos especiales de puentes muy grandes, se requieren adicionalmente dos estudios: el Estudio de Riesgo Sísmico Local y el Estudio de Incidencia de Viento. En caso de puentes medianos y chicos, se aplican parámetros regionales producto de la experiencia nacional.

Un primer paso en el diseño, es conocer los materiales con que se cuenta para la construcción del puente. En caso de puentes muy pequeños se tendrá que utilizar lo que se tenga en la región. En puentes grandes se pensará en transportar los materiales necesarios desde donde sea necesario. En el caso del concreto se necesita conocer las características del que se pueda fabricar en el sitio de la obra o en los talleres de prefabricado, tomando en cuenta su módulo elástico y su resistencia a la ruptura en compresión. El acero debe adquirirse con las características ofrecidas por los fabricantes en cuanto a módulo de elasticidad y resistencia máxima a la tensión directa.

En el caso más general de diseño, conociendo los parámetros que caracterizan a los materiales que se utilizarán en la construcción y la geometría general del puente, se inician los análisis proponiendo geometrías o formas de los diversos elementos de concreto que componen la superestructura, elaborando un modelo matemático que represente a la superestructura y a las cargas y fuerzas a que estará sujeta en diferentes circunstancias y haciendo todos los cálculos necesarios para conocer los esfuerzos que se producirán en cada punto de la superestructura.

Se analizarán esfuerzos principales normales de compresión, de tensión de cortante, de flexión y de torsión. Si se exceden los esfuerzos de compresión que resiste el concreto, será necesario ajustar los espesores de los elementos para que eso no suceda. En las zonas de esfuerzos de tensión, se reforzará el concreto con acero para absorber dichos esfuerzos de tensión y/o se aplicará preesfuerzo al concreto en sentido contrario para contrarrestar dichos esfuerzos de tensión.

Se necesita elaborar varios modelos matemáticos con cálculos diferentes y estudiar el comportamiento de toda la superestructura del puente en un modelo, además de hacer otros modelos para cada tipo de pieza prefabricada en sus diferentes etapas de transporte y de izado. Otros modelos serán necesarios para la etapa de construcción del puente y un modelo para los cambios volumétricos de la estructura.

Es importante que al elaborar los modelos matemáticos para cálculo, se consideren todas las cargas y fuerzas, colocadas en la situación más desfavorable. Los análisis matemáticos de los modelos generalmente se hacen en un plano, o de dos dimensiones, pero en casos especiales como puentes atirantados, es necesario hacer análisis tridimensional y análisis dinámicos considerando las fuerzas del viento.

Hasta hace unos pocos años, se necesitaban unos despachos enormes de matemáticos que resolvían los diversos modelos planteados para la solución del puente. Ahora se cuenta con herramientas o programas de cómputo muy especializados que facilitan en gran medida la solución de estos problemas matemáticos.

Las dimensiones de diseño, es decir, la sección de diseño de la estructura será la de sección mínima y mínimo refuerzo y preesfuerzo, que sea capaz de resistir todos los casos con diferentes tipos de cargas según se vayan presentando durante el proceso de construcción y operación del puente así como un comportamiento funcional y de confort durante su vida útil.

Además de las dimensiones de diseño de la superestructura se seleccionan y detallan cada una de las piezas complementarias del puente, como pudieran ser soportes laterales de los cabezales, diafragmas, contrafuertes, aleros de los estribos, juntas de dilatación, tipos de apoyos en trabes y elementos principales, etc.

Los equipos para la construcción, como cimbra deslizante metálica o "carrito" para el colado in situ de dovelas en puentes en voladizo, o cualquier equipo planteado en los procedimientos de construcción también serán diseñados en esta etapa.

El diseño de la subestructura, que en muchos casos comprende la cimentación compuesta por el cabezal sobre los pilotes, o bien una zapata para apoyo directo, la pila de apoyo y su cabezal para soporte de la superestructura y los estribos con sus cabezales, se diseñan también por este equipo de especialistas, aunque los cálculos suelen ser más

tradicionales y menos complicados que en la superestructura, salvo en el caso de diseños especiales de las pilas por requerimientos arquitectónicos o por necesidades de resolver fuerzas transversales.

El producto final del diseño estará presentado principalmente en las memorias de cálculo, diagramas y croquis con secciones transversales de diseño de los diferentes elementos. Toda esta información se convertirá en el proyecto ejecutivo con el trabajo del grupo al que corresponde la siguiente etapa que es la elaboración del Proyecto Ejecutivo.

**Elaboración del Proyecto Ejecutivo.-** La elaboración del proyecto ejecutivo para la construcción de un puente consiste en la elaboración de los planos y documentos con descripción de los trabajos, procedimientos de construcción y especificaciones, suficientes para que la idea elaborada para su concepción sea transformada físicamente en el puente. Se recopilarán todos los estudios previos que sirvieron de apoyo al proyecto, incorporándolos en la memoria de cálculo. De estos estudios se tomará toda la información para generar el proyecto ejecutivo. Uno de los principales planos es el plano de cimentación basado principalmente en el estudio geotécnico para cimentación.

Un segundo plano elemental es el plano general del puente, en el que se presenta en primer lugar un perfil del terreno natural con el perfil del puente, en el que se muestra el nivel de cimentación, consistente en el trazo del perfil de la zapata con su nivel de desplante, o en su caso, el nivel del cabezal que cubre a los pilotes.

Se trazan también en este plano los perfiles de las pilas, hasta el nivel de la rasante de la carretera, su ubicación con sus cadenamamientos y niveles exactos y toda la geometría general. En el perfil de la superestructura se muestra si la solución es mediante dovelas o mediante vigas.

Se acompaña en el mismo plano una planta con la topografía por lo menos hasta el derecho de vía, donde se plasma el eje de la carretera con sus cadenamamientos y el ancho del puente. Se traza una sección transversal de la superestructura con lo cual se define el tipo de puente, ya sean vigas, cajones, dovelas etc.

Se indican los cadenamamientos exactos de las pilas y se proyecta la planta de la zapata y de las pilas sobre las zapatas. En este mismo plano se describen los materiales de construcción, sus características, resistencias por cumplir y especificaciones a las que hay que sujetarse; un croquis con la ubicación del puente, una lista con los nombres de los planos que constituyen el proyecto ejecutivo y sobre todo, una lista de los materiales que se utilizarán para la construcción del puente y las cantidades de cada uno de ellos que será necesario utilizar para la construcción. Este plano general es una descripción de la geometría general del puente con sus dimensiones, materiales de construcción y cantidades de obra.

Además del plano general, se elaboran planos detallados de cada uno de los elementos que constituyen el puente en el orden en el que será necesario que se construyan. Se empezará por la cimentación de cada uno de los apoyos, es decir, los dos estribos y cada una de las pilas de apoyo. Debe recordarse que cada uno de los elementos descritos en los planos ya fue diseñado estructuralmente, es decir calculado para que resista todas las cargas, y que en esta etapa, se trazaran los elementos calculados con su geometría exacta en relación con el terreno natural y con los otros elemento que constituyen el puente y con los cuales se conecta o interactúa. Estos planos contienen los detalles suficientes para que los elementos del puente en ellos descritos puedan construirse tal como fueron concebidos.

De la cimentación en primer lugar se necesita un plano con la geometría del elemento descrito. El plano con la geometría indicará la profundidad o nivel hasta el cual será necesario excavar, la inclinación de los taludes de corte de la excavación, las dimensiones y niveles topográficos exactos necesarios para las maniobras de excavación e instalación de maquinaria. Por ejemplo si la cimentación es mediante pilotes, en el plano de la geometría se indicará la longitud de los pilotes y su diámetro o sección transversal, si son pilotes de concreto o de acero y el estrato en el que deberán incrustarse.

Además del plano con la geometría, se dibujará el plano o planos que se necesiten para la descripción del elemento y su construcción. Este plano se llama refuerzo del elemento, ya que se dan todos los detalles del acero de refuerzo, o el preesfuerzo necesario, y en general todos los datos para la fabricación del elemento. En este plano de refuerzo del elemento se presenta la lista de materiales con sus cantidades necesarias para la fabricación de esa pieza en particular.

De cada uno de los elementos que se necesitan para ir construyendo el puente, se van elaborando los planos necesarios. En muchos casos, se necesitan dos planos para cada pieza o elemento, estos planos son: el plano con la geometría y el plano con el refuerzo. Algunas veces se necesita para el refuerzo más de un plano por requerimientos de la complejidad de la pieza, como sería el caso de las dovelas cuyo tamaño abarca la sección transversal completa de la superestructura del puente.

En el caso de cimentación profunda se necesitan planos tanto de geometría como de refuerzo para los pilotes, planos para el cabezal sobre los pilotes y planos para el arranque o unión de la pila con el cabezal. Se necesitan planos independientes para cada uno de los apoyos del puente.

En el caso de cimentación por apoyo directo mediante zapatas, se necesitan planos para la zapata y en su caso para la unión o arranque de la columna. Igualmente se necesitan planos para cada una de las zapatas y también de los estribos.

Para las pilas o columnas también se elaboran planos para su geometría y planos para su refuerzo. Se requieren planos para cada una de las pilas y para sus cabezales.



Se debe recordar que todos los planos de refuerzo de cada uno de los elementos, tiene su lista de materiales, con las cantidades necesarias de cada material requerido. Tiene también una descripción del procedimiento de construcción con el suficiente detalle para que un técnico en la materia pueda interpretarlo adecuadamente.

Igualmente para la superestructura se requieren planos tanto de la geometría como del refuerzo de cada uno de los elementos, ya sean vigas pre fabricadas de concreto con preesfuerzo o postensado o vigas de acero. Si se trata de dovelas igualmente se dibujan todos los planos necesarios según el procedimiento de construcción del puente, ya que pueden ser prefabricadas y colocadas luego con grúa o coladas en el lugar y post tensadas in situ. En todos los casos se proporciona todos los datos, tanto de geometría como de refuerzo en la cantidad de planos que sean necesarios para que quede muy claro lo que se requiere en el puente.

En el caso de los elementos postensados, se necesitan además de los planos particulares de cada dovela, un plano de conjunto en el que se indique con detalle el proceso de preesfuerzo en todo el conjunto estructural y datos del tensado inicial de los cables de preesfuerzo.

Se termina con los planos para la losa superior para el paso de vehículos en el caso de puentes de vigas, ya que en el de dovelas viene comprendida en la sección, y con el plano para los parapetos del puente. En este plano se incluyen detalles de las juntas de dilatación, bancos de apoyo, tipos de apoyos de traveses y accesorios.

En el caso de puentes especiales, como los atirantados o suspendidos, los planos requeridos son completamente similares. La diferencia es el requerimiento adicional de que las pilas o algunas de ellas se prolonguen hacia arriba para convertirse en el pilón o mástil sobre el que se apoyarán los cables de los tirantes y que se dibujarán según el diseño estructural previo. En cuanto al tablero de la superestructura, se forma también mediante dovelas que pueden ser igualmente prefabricadas, de acero o de concreto, o coladas in situ según las condiciones muy particulares de cada lugar.

Dependiendo del tamaño del puente, un proyecto ejecutivo puede estar formado por entre 20 y 100 planos. Además, el proyecto debe acompañarse de todos los estudios previos realizados, que son: Topohidráulico e Hidrológico, Cimentación, Riesgo Sísmico Local y de Incidencia de Viento. Se acompaña de un documento en el que se realiza una descripción de los trabajos y de las Especificaciones de Construcción del Puente. Un documento especial es el de la descripción detallada del procedimiento de construcción.

El documento del Procedimiento de Construcción, que fue elaborado en la etapa previa al cálculo estructural, se acompaña por los planos descriptivos necesarios, y que comprende las etapas de prefabricación, transporte, montaje y operación durante la construcción; es muy importante cumplir con toda precisión durante la construcción, ya que el diseño de la estructura fue elaborado siguiendo ese proceso y cualquier cambio invalidará el diseño y puede provocar un colapso.

#### **Proyecto de pavimento.**

El pavimento es el primero que “da la cara” ante el usuario que juzgará el servicio que le proporcione una carretera. El grado de confort que sienta el usuario al conducir un vehículo en la carretera, estará regido por la rugosidad del pavimento, y la rugosidad es producto de la calidad del diseño, de la construcción y de la conservación de la carretera. La mínima rugosidad, proporcionará una superficie tersa y un alto confort en el manejo. La rugosidad aumenta si se tiene un diseño con espesores de pavimento insuficientes, si la calidad de los materiales es mala, o si la construcción es deficiente.

Aún si la calidad del diseño y construcción son muy buenas, y recién construida la carretera la rugosidad es mínima, a medida que empieza a circular el tránsito, el pavimento empieza su proceso de deterioro. El pavimento es una estructura en la que cada una de las cargas del tránsito que pasa por ella, consume un porcentaje de su resistencia, ocasionando una deformación permanente.

A medida que van circulando los vehículos por el pavimento, sobre todo los vehículos pesados, se van acumulando pequeñas deformaciones, que con el tiempo producen rugosidad en el pavimento. Además, el mismo paso de los vehículos y el agua de lluvia, deterioran la superficie de rodadura, produciendo el pulimiento de los materiales que hace resbaladizo al pavimento, ocasionando erosiones, desprendimientos y deformaciones superficiales de la carpeta; estos deterioros, sumados a las deformaciones permanentes acumuladas, van ocasionando un aumento en la rugosidad del pavimento en detrimento del confort que inicialmente pudo haber tenido la carretera. Es labor de los equipos de conservación mantener la rugosidad al mínimo posible, haciendo conservación adecuada.

El pavimento debe diseñarse para soportar las cargas impuestas por el tránsito, es decir, por el paso de los vehículos sobre la superficie de rodadura. Las cargas se miden por el número acumulado de vehículos que vayan a pasar durante el período de diseño; este número es un pronóstico de acuerdo al estudio de tránsito que dio origen a la necesidad de proyectar la carretera.

El período de diseño es producto de una estrategia de inversión, ya que se puede hacer un diseño con resistencia de las capas inferiores para un período de 30 años, pero con resistencia de la carpeta o superficie de rodadura para un período que pudiera variar de 5 a 15 años, dependiendo de la estrategia de manejo de inversión y flujo de caja.

Esta práctica se debe a que, si las capas inferiores del pavimento fallan, la reparación demandaría restaurar todo el espesor del pavimento, pero si la falla se ubica solo en la parte superior, cualquier restauración será más fácil y menos costosa; por ello un buen cimiento de la estructura del pavimento hará que la vida útil se prolongue por un muy largo tiempo, rehabilitando solo la capa superior cada vez que sea necesario; sin embargo, cualquiera que sea la estrategia aplicada, debe cuidarse que siempre se mantenga un nivel de servicio adecuado al confort de manejo del usuario.

**Diseño de la Estructura del Pavimento.-** El diseño del pavimento debe ser más que el planteamiento teórico para determinar los espesores de las diferentes capas. El proyectista debe conocer con exactitud los materiales con los que se construirá la terracería, su procedimiento de construcción, los bancos de materiales y los ensayos de laboratorio y todo lo concerniente con la calidad de materiales con los que contará para la realización de su diseño.

Debe conocer a fondo las características del drenaje y subdrenaje que se haya diseñado para la carretera, así como las condiciones hidrológicas de cada tramo, el tiempo de duración de las lluvias, su intensidad y el ciclo de ocurrencia de las precipitaciones anuales. Todos estos factores tienen incidencia directa en el diseño del pavimento.

Al llegar a esta etapa correspondiente al diseño del pavimento, ya se cuenta con el Estudio Geotécnico para el Diseño del Pavimento; este estudio se hizo junto con el Geotécnico para Proyecto de Terracerías, inmediatamente después de la topografía para la implantación en campo del trazo definitivo de la carretera.

Estos estudios forman parte del proyecto de pavimento, y de ellos el proyectista obtiene los datos de la resistencia de los materiales que constituyen la cimentación del pavimento, que en este caso es la parte superior de la terracería formada por una capa llamada capa subrasante. Mediante el estudio geotécnico de terracerías se tienen los bancos de préstamo de donde se tomarán los materiales necesarios para formar esta capa; a estos materiales se les hicieron ensayos de laboratorio para determinar su calidad y sus parámetros de resistencia. Es muy importante la cimentación del pavimento que estará formada con el material de la capa subrasante.

Uno de los problemas del diseño de pavimentos es que la resistencia de los materiales con que se construyen y, sobre todo, los de la cimentación donde se apoyan, varía constantemente; las variaciones se suceden muchas veces en un mismo día y sobre todo con las diferentes estaciones o épocas del año. El material de la subrasante o cimentación del pavimento es suelo areno-arcilloso, cuya resistencia medida con su módulo resiliente, varía notablemente al variar el contenido de agua y al variar también su densidad; en el campo, durante la vida útil del pavimento, la humedad y densidad de este material está variando constantemente en ciclos anuales, por lo que es necesario que el proyectista considere esta situación y conforme a los resultados del laboratorio del material, pondere su comportamiento y seleccione los parámetros de diseño adecuados a cada situación.

La carpeta asfáltica tiene también variaciones constantes en su resistencia, en ciclos diarios y estacionales. La variación de la resistencia de la carpeta asfáltica se debe principalmente a cambios en la temperatura que a su vez producen cambios en la viscosidad del asfalto con incidencia directa en la resistencia de la carpeta. La elección del tipo de asfalto es muy importante en el diseño de pavimentos, y deberá hacerse en función de las temperaturas esperadas durante la vida útil del pavimento y en función de una estrategia de mantenimiento de un buen servicio del pavimento y un buen programa de aplicación de recursos o flujo de caja.

Los vehículos para los que debe diseñarse un pavimento son de pesos muy diferentes entre sí; la cantidad de vehículos que pasarán durante el período de diseño se obtiene a base de un pronóstico elaborado con datos históricos de crecimiento aunados a los pronósticos de desarrollo regional y de tránsito generado por la construcción de la carretera. Son datos imprecisos que deben manejarse cuidadosamente y que inciden notablemente en el diseño del pavimento.

El diseño del pavimento de una carretera es un asunto delicado que requiere de aplicación de criterio por parte del ingeniero especialista en geotecnia para la aplicación de los datos adecuados de diseño y de la estrategia de construcción, mantenimiento y rehabilitación del pavimento; etapas que deberán ser previstas desde el diseño original.

Dada la variabilidad de las características de los materiales con los que se construyen los pavimentos, así como de los materiales de su cimentación y de las cargas que soportará el pavimento, los métodos de diseño son de tipo "Mecanicista"; es decir, en base a un planteamiento analítico teórico de análisis de distribución de esfuerzos y deformaciones en las diferentes capas, se hacen ajustes correspondientes a lo observado en modelos de comportamiento de pavimentos en tramos de prueba. Con esos ajustes a los resultados analíticos se obtienen diseños que toman en cuenta tanto los fundamentos teóricos, como los resultados de comportamiento real medidos en los tramos de prueba.

Por la razón anteriormente expuesta hay varios métodos de diseño de pavimentos, más prestigiosos entre más recursos apliquen los organismos que los patrocinan para la construcción y monitoreo constante de tramos de prueba y equipo de investigadores que analicen y apliquen constantemente los resultados de dichos tramos de prueba a los métodos de diseño.

El método más reconocido internacionalmente es el Método de Diseño de Pavimentos de la AASHTO, que es la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales. Esta Asociación americana cuenta con los mayores recursos para mantener un constante monitoreo de sus tramos de prueba y de su equipo de investigadores.

Debido a que los tramos de prueba AASHTO están sujetos a condiciones de temperatura humedad y medioambiente

correspondientes a Estados Unidos, el mismo método recomienda que para su aplicación en otras regiones, se hagan observaciones y ajustes de acuerdo con la experiencia local.

En México, el Instituto de Ingeniería de la UNAM desarrolló un método de diseño similar con tramos de prueba patrocinados por la SCT. Este método, con su actualización de 1999, se aplica en México en forma satisfactoria; sin embargo, el diseño de un pavimento no es simplemente la aplicación de un método para obtener espesores de las diferentes capas del pavimento. El diseño implica que el proyectista conozca el sitio donde se construirá el pavimento y sus condiciones de variación estacional del clima, las condiciones del drenaje natural y el proyecto de drenaje y subdrenaje de la carretera, las condiciones geotécnicas que se encontrarán en los cortes y terraplenes de la carretera, los bancos de materiales con los que se construirán los terraplenes y el pavimento, los ensayos de laboratorio efectuados a esos bancos y los ensayos que el mismo proyectista programe. En resumen, debe conocer con el mayor detalle posible todos los factores que intervienen en el proyecto y que afectan el comportamiento de los materiales de la estructura del pavimento.

El proyectista debe contar también con el estudio de Ingeniería de Tránsito que sirvió de base para identificar la demanda de servicio que condujo a la necesidad del proyecto carretero y, en conjunto con el Ingeniero en Jefe del Proyecto de Inversión, establecer la estrategia de construcción conservación y mantenimiento de la carretera, a partir de la cual se establecerá el período de diseño del pavimento.

En México se diseña el pavimento flexible o asfáltico considerando los métodos AASHTO y del Instituto de Ingeniería de la UNAM, obteniéndose una estructura de acuerdo con el criterio del proyectista, que será revisada también por el método del Instituto Norteamericano del Asfalto o por algún otro método como pudiera ser el Catálogo Español o el KENLAYER de Kentucky. El pavimento rígido o de concreto hidráulico se diseña por el método de la PCA (Portland Cement Asociación), y se revisa por el método AASHTO.

Una vez que el ingeniero proyectista tiene la información completa de la resistencia de los materiales que va a utilizar en el pavimento, así como del sitio y las condiciones de la obra, y tomando en cuenta también el tránsito que debe soportar el pavimento, procede a elaborar los cálculos utilizando los métodos señalados anteriormente, obteniendo una resistencia que debe soportar la estructura del pavimento (Número estructural AASHTO) y que puede conformarse acomodando espesores de los diferentes materiales con que cuenta para obtener la estructura óptima.

Puede usar por ejemplo base hidráulica y carpeta asfáltica; o base hidráulica, base asfáltica y carpeta asfáltica; sub-base, base hidráulica y carpeta asfáltica; sub-base y concreto hidráulico. El diseñador debe configurar dos estructuras de pavimento con los espesores adecuados para que satisfagan los requisitos de resistencia y que constituyan alternativas para una misma solución que podrán ser analizadas posteriormente cuando el avance en la construcción proporcione información adicional para decidir.

En carreteras de longitud grande, es muy posible que se encuentren tramos con diferentes características, que pueden ser diferentes volúmenes de tránsito y/o diferentes características de los materiales en la carretera y en los bancos de préstamo. En esos casos es necesario zonificar identificando diferentes tramos, cada uno de los cuales se tratará con un diseño de pavimento diferente.

**Proyecto Ejecutivo y Procedimiento de Construcción.-** El proyecto ejecutivo del pavimento se limita a la elaboración de secciones transversales con el detalle de las alternativas de estructura de pavimento para cada una de las zonas en las que se haya dividido la carretera. Las especificaciones de construcción se adjuntarán al documento con los Procedimientos de Construcción.

El documento con los procedimientos de construcción es una descripción detallada del proceso, en la que se van intercalando instrucciones de cómo construir las diferentes capas del pavimento, sus espesores, niveles y tolerancias, con las especificaciones que se deben cumplir en cuanto a calidad de materiales, calidad de acabados y de procedimiento constructivo.

Se hace mención de las normas particulares que se deben cumplir para cada tipo de material, y en caso necesario, se establecen especificaciones particulares que requiera el proyectista, y que se deban cumplir como necesidades de su proyecto en particular.

El documento descrito, debe incluir los volúmenes de obra correspondientes a cada una de las capas y materiales que se requieren para la construcción del pavimento.

El diseño de pavimento lo realiza un solo ingeniero con maestría en geotecnia, con un ayudante de ingeniero y el equipo de oficina. El ingeniero proyectista debe estar coordinado por el Director General del Proyecto Ejecutivo, con maestría en Vías Terrestres, con quien debe establecer las estrategias para definir el período de diseño, así como las alternativas de estructuración del pavimento.

#### **Proyecto de muros de contención.**

Los muros de contención, son estructuras que esencialmente sirven para sostenimiento de tierras. En carreteras se aplican principalmente para sostener terraplenes en laderas en las que de no colocar un muro, el terraplén se extendería hacia abajo de la ladera en una longitud tan grande que prácticamente no podría sostenerse. En estos casos el muro puede colocarse en la orilla de la corona del camino, o bien a media ladera. También los muros son necesarios

en los accesos a los puentes o viaductos y en los estribos de los mismos puentes o viaductos, en cuyo caso su diseño y proyecto constructivo se elaboran junto con el diseño del puente.

En los entronques y pasos a desnivel es común que se necesiten muros. En todos los puentes se necesita por lo menos un muro en cada uno de los estribos para sostener el terraplén de acceso, evitando su derrame hacia la parte central del puente; comúnmente los aleros son muros laterales a los estribos de los puentes, que sirven para sostener el terraplén en la transición o llegada al sitio del puente.

Hay casos especiales en los que se requieren muros para sostener taludes en los cortes de la carretera. Esta necesidad normalmente se detecta durante la etapa de construcción, y es hasta entonces que se puede hacer el diseño correspondiente. Esta situación es especial y corresponde a una partida de imprevistos que debe considerar todo proyecto para cubrir las incertidumbres propias de una obra de gran magnitud.

Los muros pueden construirse de concreto reforzado, de mampostería, de mampostería seca, de tierra armada, de gaviones simples y de gaviones con tierra armada. Hay muchas empresas especializadas en la construcción de muros que han patentado su propio sistema con alguna variante de los materiales y sistemas arriba indicados.

Para el diseño de un muro, se necesitan en primer lugar los datos geotécnicos. Se necesita conocer la profundidad a que puede cimentarse el muro; sobre qué material o formación geológica puede apoyarse; con qué capacidad de carga debe diseñarse; y con qué tipo de material puede formarse el muro.

Esta información se requiere para cada sitio en particular donde se deba diseñar el muro y forma parte del estudio geotécnico que debe hacerse enseguida de la implantación en campo del trazo definitivo; para la realización de este estudio geotécnico, se cuenta ya con la planta del trazo definitivo y con el perfil deducido de dicho trazo; aún no se tienen las secciones transversales sobre las que se diseñan los muros, pero el proyectista del geométrico debe indicar al geotecnista los probables sitios donde se requeriría muro, con la finalidad de que sean estudiados y se conozca la geotecnia con el detalle de los datos de cimentación para el muro.

**Diseño Estructural del Muro.-** La primera decisión importante que debe tomar el estructurista es la de escoger el tipo de material con el que deba construirse el muro. Esta decisión debe basarse tanto en el informe geotécnico acerca de los materiales disponibles en el sitio, como en la geometría del terreno natural y el terraplén proyectado, es decir, del análisis de la sección transversal de proyecto de la carretera. Los muros de mampostería y los de gaviones dependen de la posibilidad de conseguir roca de los cortes de la carretera y son preferibles ante la posibilidad de construir muros de concreto reforzado.

En el caso de puentes, viaductos y pasos a desnivel, es común el uso de muros de concreto reforzado, para poder evitar erosión, reducir espacios, dar sensación de seguridad al usuario, etc. En estos casos el proyecto de los muros forma parte del proyecto estructural del puente.

El diseño de un muro requiere de un análisis de capacidad de carga de la zapata de cimentación; de estabilidad del conjunto cimentación terraplén retenido y muro; y un análisis y diseño de la estructura del muro, que requiere su dimensionamiento y el cálculo del refuerzo necesario. Mediante el análisis de capacidad de carga de la zapata de cimentación, se debe dimensionar una zapata y analizar los esfuerzos que transmitiría al terreno de cimentación, hasta alcanzar unas dimensiones óptimas de la zapata tales que los esfuerzos transmitidos al terreno correspondan al máximo permisible por compresión y a cero de tensión.

Mediante el análisis de estabilidad del conjunto se revisan todos los posibles círculos y planos de falla, para que en ninguno de ellos el factor de seguridad sea inferior a 1.5, o al factor acordado en cada caso; los círculos y planos de falla analizados incluirán aquellos que pasan por el terraplén y el terreno natural bajo el muro, así como los que pasan por la propia estructura del muro en casos de mampostería seca o gaviones.

Con el análisis estructural del muro, una vez que se cuenta con el análisis de estabilidad del conjunto, se calculan los esfuerzos producidos por los empujes de tierras sobre el muro y se calcula la dimensión y refuerzo necesarios para soportar dichos esfuerzos. Con este último análisis se obtiene el diseño del muro, es decir, sus dimensiones, tipo de material con que debe construirse y el refuerzo y características particulares del material estructural.

En cualquier diseño del muro el drenaje juega un papel primordial. Si el material del terraplén que debe retener el muro, se llena de agua, el empuje sobre el muro se aumenta potencialmente, ya que además del empuje de tierras se tendría el empuje del agua (hidrostático); esto debe evitarse diseñando un sistema de drenaje en el muro que elimine el agua del trasdós lo más rápidamente que sea posible; este sistema de drenaje se resuelve normalmente colocando un filtro de material permeable, graduado adecuadamente, en todo el respaldo o trasdós para que se recoja rápidamente toda el agua que pudiera presentarse y que se drene hacia afuera del muro colocando todas las salidas que sean necesarias a través del muro y especialmente en la parte inferior. Situaciones especiales podrán resolverse con el uso de materiales geotextiles y soluciones especiales se tendrán en los casos de muros de gaviones.

Como resultado del trabajo, se deben tener las memorias de cálculo con los datos de los muros y las secciones transversales con su dimensionamiento y del conjunto terraplén-terreno natural-muro.

**Proyecto Ejecutivo y Procedimiento de Construcción.-** Esta etapa del proyecto de muros consiste en la elaboración de los planos necesarios para la construcción de la obra. De cada muro es necesario elaborar en primer lugar un plano

general, que como en todas las obras presenta la ubicación particular y las dimensiones generales respecto al camino y al terraplén que se requiere sostener.

En este plano general se presenta una planta, un perfil y secciones transversales del camino y del muro; en ellas se detallan todas las dimensiones y los niveles del conjunto tal como fueron concebidas en la etapa anterior de diseño estructural y como se indican en la memoria de cálculo; también se presenta en la descripción detallada de los materiales con los que deberá construirse el muro y sus especificaciones; por último, este plano debe contener la lista con las cantidades de materiales y los volúmenes de obra necesarios para la construcción del muro.

El plano general se complementará con el número de planos necesarios para proporcionar todos los datos estructurales del muro. Se necesita un plano con los detalles de la cimentación donde se indicará el tipo de material en el que debe cimentarse el muro y las medidas que deben tomarse como acondicionamiento de la cimentación.

Se debe hacer la descripción geotécnica del sitio y de la cimentación como fue indicada en el estudio geotécnico; se darán en este plano todos los niveles y cadenamamientos con precisión y se indicará un procedimiento de construcción particular para la cimentación. Desde luego se presentarán proyecciones en planta, perfil y secciones de la cimentación o zapata del muro, con todas las especificaciones que se deben cumplir en la zapata y en el terreno de cimentación.

Se necesitan los planos estructurales con el detalle del cuerpo del muro. En estos planos se presenta la geometría del muro y su refuerzo. Igualmente se presentan proyecciones en planta, en perfil y en secciones, para la comprensión exacta de lo que fue concebido en el diseño estructural; se presentan por último las características y especificaciones que deben cumplir los materiales de construcción.

Un plano especial es requerido para la solución del drenaje. En este plano se presenta con detalle la ubicación de las diferentes soluciones que haya considerado el diseño del muro; es muy importante que este plano refleje con exactitud lo que se tenga considerado en el diseño estructural. Debe contener las especificaciones que deben cumplir los materiales necesarios para el drenaje, la ubicación y dimensiones de los desagües y todo lo necesario para el cumplimiento de los sistemas de drenaje.

Los procedimientos de construcción pueden ir detallándose en cada uno de los planos. En el plano general puede indicarse el procedimiento general para la secuencia de los procesos de construcción y sus especificaciones, y en cada uno de los otros planos se puede ir estableciendo el procedimiento de construcción para cada una de las etapas de construcción de las diferentes partes del muro, como pueden ser: acondicionamiento de la cimentación, colocación de la zapata del muro, etc., y así en cada uno de los planos del muro hasta terminar con el plano del drenaje.

#### **Proyecto de entronques.**

El diseño de los entronques se hace en forma preliminar durante la etapa en la cual se hace también el diseño del trazo definitivo de la carretera. En esa etapa se tiene la topografía restituida de los vuelos bajos con escalas de 1:10,000 y/o 1:5,000, de los cuales se restituyen planos con escala 1:2,000 y con curvas de nivel a cada metro. Sobre esa topografía se diseña el entronque, obteniéndose planos de planta detallada del entronque pero con perfil deducido.

Al igual que en lo que respecta al trazo definitivo de la carretera, para los entronques se hace también el estudio topográfico de campo consistente en la implantación del proyecto obtenido de los planos restituidos.

El resultado final de este estudio de topografía para los entronques son los siguientes planos:

1. *Planta General del Entronque*; con los datos topográficos en planta de los caminos principal y secundarios con los datos de todos los puntos característicos del camino principal, de los cruces con los caminos secundarios, actual, y del proyecto de entronque así como con todos los datos de las ramas del entronque, destacando las referencias y los bancos de nivel, con el objetivo que todo el entronque pueda ser replanteado en campo antes de su construcción todas las veces que sea necesario.
2. *Planta Topográfica General*; de todo el entronque con curvas de nivel a cada metro.
3. *Perfil del Camino Principal*; en toda la zona del entronque.
4. *Perfiles Topográficos*; de cada una de las ramas del entronque.
5. *Planta Topográfica de Detalle*; de cada una de las zonas donde se requiera una estructura, puente o paso peatonal.

Con toda esta información topográfica se procede a la elaboración del proyecto ejecutivo del entronque.

**Diseño.-** El diseño del entronque toma en cuenta el tránsito, la topografía, el tipo de caminos que hay que enlazar, la arquitectura, los carriles de aceleración y desaceleración y todos los temas que influyen en el diseño. En esta etapa se tenía ya prácticamente el diseño definitivo, a no ser por las dudas en cuanto a la precisión de la topografía. En esta etapa, el diseño consiste en la revisión de la topografía respecto a la rasante en cada una de las gasas, haciendo los ajustes que se ameriten y dibujando las secciones transversales de cada una de las gasas.

Ya se había establecido el ancho de corona, el alineamiento horizontal y vertical, datos de curvas horizontales y verticales, etc., quedando pendiente para esta etapa solo la elaboración de los perfiles con la topografía levantada en campo, las secciones transversales de construcción y el cálculo de volúmenes de cada gasa.

Para el diseño de entronque debe contarse con el estudio geotécnico correspondiente, mediante el cual se puede conocer la inclinación de taludes de los cortes, el terreno natural sobre el que se desplantarán los terraplenes, los bancos de materiales para la construcción de terracerías y los espesores especificados para las capas de terracería y de pavimento. El diseño geométrico en esta etapa termina con la elaboración de los diagramas de movimiento de tierras correspondientes a cada una de las gazas.

Un diseño especial para los entronques es el del señalamiento. En una planta del entronque se estudia la necesidad de señales, las cuales deben ubicarse a las distancias adecuadas para informar a los usuarios de la cercanía de un entronque, de los destinos a los que se puede ingresar, la distancia a que se encuentran esos destinos, el número de las carreteras, si son libres o de cuota, etc.

También debe guiarse al usuario del entronque regulando su velocidad, introduciéndolo a los carriles de desaceleración correspondientes y proporcionándole un acceso seguro a la nueva carretera. El señalamiento debe diseñarse de acuerdo a las normas SCT.

El diseño debe cuidar de la ubicación precisa de la señal en sitios muy visibles pero sin constituir un obstáculo que pueda representar algún peligro, lo cual también está previsto en las Normas. El resultado del diseño es un plano con las indicaciones de los sitios en los que se necesitan las señales; plano que se completará y detallará en la elaboración del proyecto ejecutivo.

**Proyecto Ejecutivo y Procedimiento de Construcción.-** El proyecto ejecutivo consiste en la elaboración de los planos constructivos. En primer lugar se tiene el plano de la planta general del entronque, el cual presenta el entronque completo en todo su conjunto. En una sección de este plano se muestra la topografía detallada del sitio y la ubicación del entronque y de todas las carreteras que enlaza.

En otra parte del plano se presenta la planta del entronque con todo el detalle de su geometría, es decir con los datos precisos de sus curvas horizontales, anchos y sobre anchos de calzada, referencias topográficas y tablas con datos geométricos para que la planta del entronque pueda ser reproducida en campo durante la construcción cuantas veces sea necesario. En este plano también se presentara el resumen con los volúmenes totales de obra desglosado en sus diferentes conceptos, como corte, terraplén, pavimento, entre otros.

En planos diferentes se presenta para cada una de las gazas del entronque un plano con la planta, perfil y secciones de construcción, cada uno de estos conceptos se muestra con toda la información similar a la presentación de los planos de kilómetro del proyecto del trazo definitivo; por ejemplo, el perfil tiene las elevaciones del terreno natural, de la subrasante, los datos de geotecnia, un diagrama de movimiento de tierras con la indicación de la ubicación del banco o bancos de materiales, la ubicación de bancos de nivel y referencias, así como toda la información necesaria para la construcción del entronque.

El plano de señalamiento es una planta del entronque con la ubicación y descripción de las señales necesarias, indicando la norma que deben cumplir y la leyenda correspondiente en el caso de las señales informativas. En este plano debe incluirse el resumen del volumen de obra, que en este caso es la lista de señales necesarias.

En un documento por separado se hace la descripción de los trabajos por ejecutar, en la que en una secuencia ordenada se describen los procedimientos de construcción y las especificaciones que deben cumplirse para la correcta elaboración de los trabajos.

#### **Proyecto de señalamiento.**

Las señales en una carretera cumplen una función primordial. Nuevamente se tiene el caso de que no basta con que una carretera tenga un excelente diseño geométrico y un pavimento en magníficas condiciones, ya que si no se tiene un buen señalamiento, no se puede dar el servicio y se desvirtúa todo el trabajo que se hizo en otras áreas. La operación de la carretera se maneja a través de un señalamiento adecuado.

Las señales en carreteras son dispositivos de control del tránsito para protección e información al usuario. Mediante las señales se canaliza el tránsito en los carriles adecuados según la ruta que necesite el usuario, se le informa y restringe sobre la velocidad a la que debe circular y se le da todo tipo de información sobre su viaje.

Se le llama señalamiento horizontal al que se pinta sobre la superficie del pavimento y señalamiento vertical al que se presenta mediante tableros sostenidos con postes. Dentro del señalamiento vertical, se destacan las señales informativas digitales o luminosas diseñadas de tal manera que difícilmente pasen desapercibidas.

De acuerdo con lo que se pretenda señalar, se clasifican en señales preventivas, restrictivas, informativas, marcas en el pavimento y señales de protección en obras. Las dimensiones de las señales, su ubicación, materiales con los que deben construirse, tipo de pintura, etc., están reguladas por las Normas Oficiales Mexicanas de Señalamiento y de las Normas SCT, las que a su vez están coordinadas con normas internacionales.

**Diseño.-** El diseño del señalamiento, tiene como finalidad: en primer lugar detectar los sitios en los que indispensablemente debe colocarse una señal, en segundo lugar decidir y redactar en su caso lo que deba decir esa señal y, en tercer lugar, calcular con exactitud el punto del camino en el que deba colocarse la señal.

Un ingeniero especialista en Ingeniería de Tránsito, en gabinete, estudiando los planos de planta y perfil de la carretera y tomando en cuenta todos los accesos, paraderos, pasos a desnivel, entronques, así como el entorno de la carretera, y

sobre todo, la topografía y curvas horizontales y verticales de la carretera, debe elaborar el proyecto de señalamiento.

Los sitios en los que se necesitan señales se deciden en función de la operación general de la carretera, su topografía y curvaturas, accesos y entronques. En esta etapa se decide qué tipo de señal debe colocarse y qué información se debe proporcionar.

El siguiente paso es la ubicación de las señales en el punto exacto. De acuerdo con la velocidad de operación de la carretera, las señales deben colocarse de manera que si es necesario que el usuario tome una decisión, o tenga que frenar, los tiempos de reacción y de frenado sean suficientes para que pueda realizarse cualquier maniobra con seguridad.

Los tamaños de las señales preventivas y restrictivas, así como de las rayas que deben pintarse sobre el pavimento, son estándar y deben apegarse a lo especificado por las normas. Los tamaños de las señales informativas se ajustarán al mensaje que se quiera transmitir. En todos los casos, los colores y material reflejante con el que deben pintarse las señales, también lo especifican las normas.

**Proyecto Ejecutivo.-** En los planos de la planta de cada kilómetro se dibujan los puntos exactos en los que deben colocarse las señales. Si se trata de señales estandarizadas, basta un croquis de la señal con el cadenamamiento en el que debe colocarse, y en tabla adjunta en el mismo plano se describe la especificación que debe cumplir. En el caso de señales informativas se dibuja la leyenda o letrero que deben tener, se describe el tipo de señal, ya sea tablero, bandera o señal digital en puente, y en la tabla adjunta se especifican lo que debe cumplir la señal en cuanto a tamaño de letras, pintura, material de la señal, entre otros.

#### **Estudio de impacto ambiental.**

El objetivo de la elaboración del estudio de Manifestación del Impacto Ambiental es el de detectar todos los impactos negativos que causará la construcción de la carretera y, sobre todo, elaborar el proyecto de medidas de mitigación de dichos impactos, documento conocido como MIA que deberá ser aprobado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

La SEMARNAT, es la Secretaría de Estado, la cual en el ámbito de sus funciones federales está la de evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado; resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como sobre los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica; es por ello que el proyecto ejecutivo de una carretera, para poder construirse debe contar con la aprobación de la SEMARNAT mediante la presentación de la MIA, quien además estará al pendiente de que se cumpla con lo manifestado en el documento y que se lleven a cabo las medidas de mitigación manifestadas.

**Descripción del Estudio.-** El estudio para la Manifestación del Impacto Ambiental, debe elaborarlo personal especializado en temas ambientales. Tradicionalmente han sido Biólogos los profesionales encargados de hacerlo; sin embargo, recientemente se han implantado carreras universitarias de Ingenieros Ambientalistas que se estarán incorporando a la realización de esta tarea. De cualquier manera, estos profesionales deben conocer perfectamente el proyecto de carreteras y deben estar muy involucrados también en los aspectos de su construcción para que sean tomados en cuenta en el estudio de Impacto Ambiental.

La SEMARNAT tiene un instructivo de cómo debe presentarse una MIA para proyectos de vías generales de comunicación, que es necesario seguir puntualmente para que la Secretaría pueda revisarlo y, en su caso, aprobarlo. El instructivo está a disposición del público general en internet, y en general se pide lo siguiente:

En primer lugar se debe preparar un documento titulado “Caracterización de las Obras y Actividades” en el cual se debe informar de los temas siguientes:

1. Características generales
2. Parámetros de operación
3. Infraestructura adicional
4. Túneles
5. Puentes

Mediante este primer informe, se pretende que la Secretaría se percate de la magnitud y alcances de la obra, y al mismo tiempo tenga una primera idea de los impactos ambientales tanto positivos como negativos que pudiera generar. En el capítulo de características generales, se debe informar a la SEMARNAT todos los datos que identifiquen al tipo de carretera que se va a construir, como son su longitud total, ancho de corona y carriles de circulación, velocidad de operación, tipo de pavimento, pendientes máximas y mínimas, y grados de curvatura.

En el capítulo parámetros de operación se informa sobre el tránsito de diseño de la carretera y los tipos de vehículos que circularán. En el capítulo de infraestructura adicional, debe describirse las obras como entronques, pasos a

desnivel, paraderos, casetas, rampas, etc. En los capítulos de túneles y puentes, deben incluirse además de los planos constructivos, los estudios geotécnicos e hidrológicos que se hayan realizado.

Se requiere también un segundo informe titulado “Obras y Actividades Provisionales Asociadas”. En este capítulo se deben describir detalladamente las obras provisionales como caminos de acceso, almacenes, campamentos, dormitorios, instalaciones sanitarias, bancos de materiales, plantas de tratamiento de aguas residuales, ductos, subestaciones eléctricas, y líneas de transmisión.

Estas obras provisionales asociadas son de importancia fundamental en los impactos ambientales; basta como ejemplo los bancos de materiales para la construcción y los caminos de acceso, cuya longitud la mayoría de las veces rebasa con mucho la propia longitud del camino que se construirá. La Secretaría prestará mucha atención en la vigilancia de que estas obras provisionales tengan un tratamiento muy adecuado en cuanto a minimizar los impactos ambientales negativos y a la aplicación estricta de medidas adecuadas de mitigación.

Un tercer informe se titula “Actividades del Proyecto para la Preparación del Sitio”. En este informe se describen con detalle las actividades siguientes: Desmontes y despalmes, excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones, cortes, rellenos en zona terrestre y rellenos en cuerpos de agua o en zonas de inundación, dragados, desviación de cauces y cualquier otro tipo de actividades que amerite la construcción de la carretera.

En este informe, se deben dar con detalle y acompañadas de los planos correspondientes, la ubicación donde se desarrollará cada actividad, los volúmenes que manejarán los métodos y procedimientos de construcción en cada caso, y sobre todo, aquí ya se describirán las afectaciones o impactos ambientales que se ocasionarán, señalando las especies afectadas y la magnitud de las afectaciones.

Se presentará para su análisis a la SEMARNAT un juego de planos constructivos completos de la carretera y de cada una de las obras asociadas como puentes, túneles, entronques y pasos a desnivel; así como un informe de los impactos ambientales tanto negativos como positivos, y las medidas de mitigación propuestas. Con toda esta información se producirá el dictamen correspondiente, ya sea aprobando las medidas de mitigación propuestas o estableciendo nuevas medidas producto de su análisis.

Durante la construcción, SEMARNAT tiene inspectores que están al tanto de que se cumpla con lo dictaminado, y que no se tengan excesos en cuanto a las áreas de proyecto para caminos de acceso, bancos, etc.

Como ya se ha visto, es necesario preparar un informe completo de la carretera, con planos, cálculo de áreas, de volúmenes, y hacer una descripción detallada de los procedimientos de construcción, y sobre todo establecer con detalle la magnitud de las afectaciones o impactos ambientales negativos a la flora y a la fauna en todas las áreas de la construcción (carretera, caminos de acceso, bancos, campamentos, almacenes, etc.).

Esto significa un enorme trabajo y sobre todo requiere un profundo conocimiento en asuntos ambientales. Para la elaboración de estos estudios se requiere la participación de un equipo de Biólogos o Ingenieros Ambientalistas, los cuales preparan el informe y lo presentan y gestionan ante la SEMARNAT hasta obtener la aprobación correspondiente.

#### **Presentación del proyecto ejecutivo.**

**Liberación del derecho de vía.-** La liberación del derecho de vía consiste en la compra del terreno por el que tiene que construirse la carretera, o en caso necesario, la expropiación correspondiente. Este asunto debe iniciarse lo más pronto posible, ya que nunca se sabe cuánto tiempo podrían tardarse las gestiones y, en muchos casos se ha visto retrasada la construcción, con todos los costos indirectos que ello implica, por no tener liberado el derecho de vía. Tan pronto como se tenga definido el proyecto definitivo y los recursos para la compra de los terrenos, deben iniciarse las gestiones de adquisición del derecho de vía.

La SCT comisiona a un gestor, que puede tener cualquier profesión, pero que debe tener cualidades de gran negociador. En principio, con contadas excepciones, las personas no están resignadas a deshacerse de una parte de su terreno sobre todo si en él tienen algunas construcciones o sembradíos, o su vivienda. El negociador debe empezar explicando la necesidad de la carretera, los beneficios colectivos y también individuales que se obtendrán con su construcción; por otra parte, debe negociar el precio justo de los terrenos, construcciones y sembradíos existentes en el predio y gestionar que en el menor tiempo posible se haga el trámite para el pago de los terrenos y obtener así su liberación.

Constitucionalmente todos los terrenos son de la nación, y la propiedad privada opera y es respetada mientras que la nación no requiera el terreno para un bien colectivo plenamente justificado; en este caso, ante situaciones extremas de negativa de algún propietario a vender su terreno, puede aplicarse la ley de expropiaciones. Debe tratar de evitarse esta situación llegando a un acuerdo razonable con todos los propietarios, pero de ninguna manera pueden alargarse las negociaciones ni retrasarse la construcción de la obra por negativas irracionales de cooperación, debiendo de aplicarse sin titubeos la ley de expropiación en los casos necesarios.

La liberación del derecho de vía, aunque forma parte del proyecto ejecutivo, es una actividad que no requiere, como las otras actividades, de un diseño y un proyecto constructivo. Es una actividad muy importante; de no llevarse a cabo, el proyecto ejecutivo pasa a ser inviable, y todo el trabajo que se haya efectuado hasta el momento, se pierde en su



totalidad. Aquí es donde puede aquilarse el trabajo que se hace en la Primera Parte, donde en la etapa de Planeación debe estudiarse la factibilidad socioeconómica mediante un estudio que se presenta a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público como apoyo, entre otros, del estudio de costo – beneficio que avala la factibilidad del proyecto de inversión. Este estudio de factibilidad socioeconómica en la etapa de planeación, debe prever los problemas sociales que podría acarrear la obra y prever cómo podrían solucionarse, o abortar el proyecto de esa alternativa desde la etapa de planeación.

El gestor negocia la compra de los terrenos y de los bienes que en él se encuentren, e integra una carpeta con toda la documentación que acredite dicha compra. El gestor (o gestores) debe estar apoyado por un equipo de abogados o Departamento Jurídico, y por el Notario Público correspondiente. El tiempo necesario para lograr esta gestión es muy variable según las circunstancias de cada carretera, por lo que debe iniciarse tan pronto se tenga la aprobación del trazo definitivo y los recursos para la compra. Si se requiere, para fines de programación, estimar un tiempo para esta gestión, debe considerarse un tiempo de tres meses para un tramo de 30 kilómetros.

**Elaboración de la carpeta técnica.-** Formar la carpeta técnica es labor de la Gerencia de Proyectos. Esta gerencia se forma al inicio de la elección de ruta descrita en la segunda parte y corresponde al siguiente paso después de que se aprueba el proyecto de inversión por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. En proyectos elaborados en la SCT, la gerencia la asume una de las Direcciones Generales, normalmente la Dirección General de Carreteras. En algunos proyectos se licita el proyecto ejecutivo y se asigna a una empresa la Gerencia del Proyecto. En cualquier caso, la SCT revisa y, en su caso, aprueba los proyectos cuidando que se cumpla con las Normas SCT.

Además de la recopilación ordenada de los proyectos ejecutivos de las diferentes partes de la carretera, la Gerencia debe hacer una revisión con la finalidad de que todos los proyectos sean claros y suficientes, puesto que la finalidad es entregar la carpeta técnica al constructor, para que las obras sean construidas sin ninguna duda, teniendo información suficiente.

Durante la construcción de la carretera, debe haber un vínculo con la Gerencia de Proyectos. En el asunto de la geotecnia, tanto en el tema de las inclinaciones de los taludes de los cortes, como del sostenimiento en los túneles, es indispensable un seguimiento geotécnico durante la construcción; a medida que avanzan las excavaciones en la obra, se deben ir adecuando y ajustando los proyectos de sostenimiento y protección en los túneles, y de protección de taludes en los cortes; este seguimiento geotécnico debe estar avalado por la Gerencia de Proyectos, quien designará a los ingenieros encargados del seguimiento.

Si durante la construcción se detectara la posibilidad de efectuar alguna modificación en el proyecto, aparentemente para mejorarlo o para disminuir costos, deberá esta modificación ser presentada a la Gerencia de Proyectos para que sea analizada y, de ser aprobada, requerirá ser consignada y firmada en el plano correspondiente, o consignar en ese mismo plano la creación de un nuevo plano. De no ser aprobada la modificación, no podrá hacerse ninguna modificación al proyecto y, de hacerlo se puede incurrir en problemas legales.

El CONTRATISTA de los servicios elaborará de manera detallada, la [Cuantificación de volúmenes de trabajo](#), que para el caso de la topografía, será mediante la utilización del software apropiado para tal efecto. Se presentarán los volúmenes, de todos los conceptos cuantificables, cuyas unidades deberán ser las apropiadas.

El CONTRATISTA de servicios elaborará las [Especificaciones Generales de Construcción y las Especificaciones Particulares de Construcción](#), en base a la Normativa SCT que emite el Instituto Mexicano del Transporte. Las especificaciones particulares incluirán los alcances de las mismas, y dado que éstas se utilizarán para la elaboración de los análisis de precios unitarios, se especificará cada actividad que se deberá tomar en cuenta para su inclusión en el precio unitario. Finalmente se especificará la unidad de medición y la base de pago en todas y cada una de las especificaciones particulares que se generen.

El CONTRATISTA de los servicios propondrá de manera detallada la descripción del [Procedimiento de ejecución de los trabajos](#); Considerará las restricciones técnicas que pudieran presentarse en el transcurso de la ejecución de la obra y describirá claramente la utilización de los recursos materiales, humanos y de equipo, necesarios, así como la cronología del procedimiento. Dicho procedimiento de ejecución de los trabajos se presentará mediante archivo de procesador de texto y de manera impresa.

[Catálogo de conceptos, Análisis de precios Unitarios y Programa de ejecución de los trabajos](#) - El CONTRATISTA de los servicios elaborará, en paquete de cómputo, el [Catálogo de conceptos](#), en base a los trabajos y volúmenes de obra por ejecutar, y anotará de acuerdo con el anexo 6, la descripción, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios con número y letra e importes por partida, sub partida, concepto y del total de la proposición. Este documento formará el presupuesto de la obra que servirá como referencia para el fallo de la licitación que proceda; Se verificará que los importes de los precios unitarios sean coincidentes entre sí y con sus respectivos análisis; La suma de los importes totales de todos los conceptos, representará el monto total de la proposición, la que deberá anotarse con número y letra en la última hoja de este documento, así como el Impuesto al Valor Agregado en el porcentaje que corresponda según lo disponga la LEY en la Materia, y la suma que resulte de los dos importes anteriores en el lugar asignado para ello.

El CONTRATISTA de servicios elaborará los **Análisis de Precios Unitarios**, mediante un programa de cómputo especializado expofeso, compatible con Excel, de todas y cada una de las especificaciones particulares que se hayan generado. El precio unitario se integrará con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad y los cargos adicionales. El costo directo incluirá los cargos por conceptos de materiales, mano de obra, maquinaria, equipo de construcción, de instilación permanente y herramienta, que se obtengan de los análisis respectivos para la obtención de los datos básicos de: percepciones del personal, materiales y costo de maquinaria y equipo, respectivamente, con sus correspondientes rendimientos. El costo indirecto estará representado como un porcentaje del costo directo y de conformidad a los Artículos 211 a 213 del REGLAMENTO. El costo de financiamiento de los trabajos, estará representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 214 al 218 del REGLAMENTO. Los cargos adicionales no deberán ser afectados por los porcentajes determinados para los costos indirectos y de financiamiento ni por el cargo de utilidad. Cada cargo adicional deberá agregarse al precio unitario después de la utilidad, y solamente serán ajustados cuando las disposiciones legales que les dieron origen, establezcan un incremento o decremento para los mismos. Los análisis no deberán contener lotes por concepto de materiales, personal, equipo, ni destajos por concepto de estos dos últimos. Si el CONTRATISTA de los servicios estructura sus análisis de precios unitarios mediante Análisis de Precios Unitarios Básicos Auxiliares, obligatoriamente deberá presentar, el análisis detallado de cada uno de éstos.

El CONTRATISTA de servicios elaborará en paquete de cómputo, el **Programa de ejecución de los trabajos**, en base al formato anexo, dividido en partidas y sub partidas; donde cada uno de los montos asentados en las columnas correspondientes a las semanas comprendidas en el periodo de ejecución por concepto, de acuerdo a lo contenido en el documento PE-04.- Catalogo de conceptos; deberá corresponder a la cantidad semanal de obra por ejecutar, multiplicado por el precio unitario por concepto, consignado en el propio documento, y cuya suma por renglón, deberá corresponder al monto consignado en la columna del subtotal por partida y/o concepto en el presente documento. A su vez los montos consignados por en la columna del subtotal por concepto, deberán ser el resultado de multiplicar las cantidades de obra por ejecutar, por sus correspondientes precios unitarios consignados en el mismo; En la parte inferior se deberán señalar los montos parciales y acumulados semanalmente, hasta llegar al monto total de la propuesta. El programa se estructurará semanalmente, dividido en partidas y sub partidas, y cuyo sub total por concepto será la suma por renglón de cada semana.

Debido a que el CONTRATISTA de servicios es el único responsable de la calidad de los trabajos, en caso de que éste no cumpla con lo requerido, se obliga a ejecutarlo nuevamente a satisfacción del representante de API sin derecho a retribución por este hecho. El CONTRATISTA de servicios deberá tomar las precauciones necesarias para evitar daños a terceros; En caso de presentarse éstos, las reparaciones correspondientes serán por cuenta del contratista y a satisfacción del representante de API, sin tener derecho a retribución por dichos trabajos.

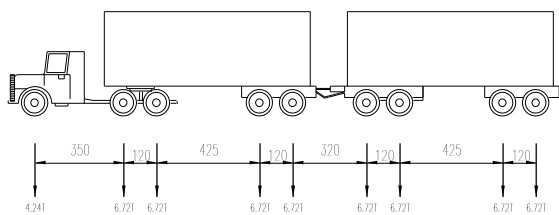
**Este precio incluye lo correspondiente por:**

1. Valor de adquisición de todos los materiales, licencias, así como la mano de obra especializada, consumibles, equipo y herramienta.
2. Traslado del personal y equipo al sitio de los trabajos de campo y de gabinete.
3. Ejecución de aforos, monitoreo de tránsito, Obtención de estadísticas del INEGI, Dirección General de Servicios Técnicos, Banco de México, SHCP y demás instituciones requeridas.
4. Elaboración de: Levantamiento fotogramétrico; Estudios de: Geotecnia regional; Ingeniería de tránsito; Selección de entronques y pasos a desnivel; Drenaje; así como Planta y perfil topográficos.
5. Utilización de equipo especializado para la identificación de puntos y su representación gráfica en planos.
6. Utilización de equipo topográfico Estación Total, y localizador GPS, estacas, trompos y todo lo necesario para la identificación de puntos y su representación gráfica en planos.
7. Trabajos de gabinete para el procesamiento de los datos de campo.
8. Entrega al Representante de la API, de dos (2) juegos de las memorias de los proyectos en carpeta plástica color blanco y cubiertas de cartulina tipo Opalina, en sus tres bolsas exteriores, su interior con tres arillos "O" con capacidad apropiada, con bolsa interior; Impresiones en papel Bond tamaño carta de 75 gr/m2, reciclado, engargoladas. Los planos se imprimirán en papel albanene de 110-115 gr/m2 en formato ISO A1 (tamaño 60 cm x 90 cm) o a escalas apropiadas según las Normas SCT y se realizarán empleando el formato que API proporcionará con toda oportunidad. El cuadro de notas indicará los días en que se efectuaron los levantamientos, marca, modelo y número de serie de los equipos con que se efectuaron los trabajos; Escala gráfica y numérica; Simbología empleada y norte (astronómico y magnético); Cuadro de referencias; Firmas de conformidad de la API; Los planos

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*

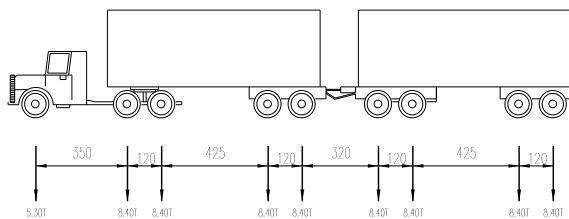
se elaboraran a escalas convenientes, procurando obtener dibujos de la mayor dimensión posible. Igualmente se entregará al Representante de la API, el Proyecto en archivo electrónico, a la dirección de correo de la Gerencia de Ingeniería, <a href="mailto:gingeneria@puertomanzanillo.com.mx">gingeneria@puertomanzanillo.com.mx</a> , así como a la dirección de correo electrónico del coordinador responsable de la obra por parte de la API. Los archivos electrónicos, se entregarán en procesador de texto, hoja electrónica y dibujo Autocad, en versiones recientes, así como todo el proyecto en formato para almacenamiento de documentos (PDF), versión reciente.
9. Los tiempos de inactividad de todo el equipo y personal a consecuencia de condiciones meteorológicas adversas, traslados, instalaciones y esperas conforme los programas de ingreso de embarcaciones al puerto interior.
10. Equipo, herramienta, mano de obra y todo lo que corresponda para la correcta ejecución del concepto de trabajo.
11. Limpieza de la zona de trabajo, durante y al término de los mismos.
12. Materiales, consumibles, mano de obra, herramienta, equipo y demás cargos correspondientes para la correcta ejecución de los trabajos.
13. Reporte fotográfico, antes, durante y posteriormente a la ejecución de los trabajos así como la entrega de las fotografías vigentes en cada estimación.
<b>Medición y pago:</b>
El volumen cuantificado se medirá tomando como unidad el <b>estudio (est.)</b> , con aproximación <b>a la unidad (1.0)</b> , presentado forma impresa y en archivo electrónico elaborado en Autocad, versión reciente, aprobado, de acuerdo con lo solicitado en esta especificación, pagado por unidad de obra terminada (PUOT).

Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.



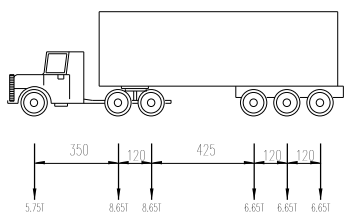
**CAMION T3-S2-R4 TIPO II**

**PESO = 58.0 TON.**



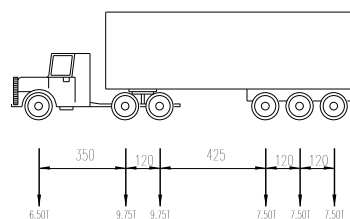
**CAMION T3-S2-R4 TIPO I**

**PESO = 72.5 TON.**



**CAMION T3-S3 TIPO II**

**PESO = 43.0 TON.**



**CAMION T3-S3 TIPO I**

**PESO = 48.5 TON.**

*Servicios de consultoría para la ampliación de la carretera a Jalipa, a partir del cadenamiento 0+000 en el arranque de la carretera a Minatitlán, de seis (6) a ocho (8) carriles, hasta los puentes del libramiento Manzanillo – Cihuatlán, y a partir de dicho tramo, de dos(2) a cuatro (4) carriles hasta la población de Jalipa, en, Manzanillo, Col.*