

LIBRO: **PRY. PROYECTO**

TEMA: **CAR. Carreteras**

PARTE: **1. ESTUDIOS**

TÍTULO: 03. Estudios Geológicos

CAPÍTULO: 002. Fotogeología y Levantamientos Geológicos

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios generales para ejecutar los trabajos de fotogeología y del levantamiento geológico que se indican en las Fracciones E.2. y E.3. de la Norma N·PRY·CAR·1·03·001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, respectivamente, que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

B. REFERENCIAS

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

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios Geológicos.....	N·PRY·CAR·1·03·001
Presentación del Estudio Geológico.....	N·PRY·CAR·1·03·003

C. FOTOGEOLOGÍA

Los trabajos de fotogeología a que se refiere la Fracción E.2. de la Norma N·PRY·CAR·1·03·001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, comprende los trabajos necesarios para realizar un análisis estereoscópico de las fotografías aéreas y/o imágenes de satélite que se indican en la Fracción D.6. de esa Norma, con la finalidad de identificar e interpretar con fines geológicos, los rasgos de la superficie terrestre que se muestran en ellas y deben ser ejecutados por un geólogo o ingeniero geólogo, especializado en fotointerpretación, considerando los siguientes aspectos:

C.1. EQUIPO MÍNIMO NECESARIO

Para realizar los trabajos de fotogeología se requiere, cuando menos, de un estereoscopio de espejos cuyos objetivos tengan los aumentos suficientes para observar detalladamente las fotografías aéreas y una adecuada fuente de iluminación, y el equipo de cómputo y programas que se requieran para procesar, en su caso, las imágenes de satélite.

C.2. FOTOGRAFÍAS AÉREAS

Las fotografías aéreas que se utilicen para la fotogeología, pueden ser en blanco y negro o a color, de vuelos altos o bajos, según se requiera, a las escalas que se indican en la Fracción D.6. de la Norma N-PRY-CAR-1-03-001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, de acuerdo con el propósito y tipo del estudio geológico; sin embargo, en cualquier caso es conveniente contar con el apoyo de fotografías de vuelos altos y/o imágenes de satélite, pues ellas permiten identificar la influencia que las estructuras geológicas mayores pueden tener en las áreas de tamaño reducido, al mismo tiempo que auxiliar a la cartografía en la programación del levantamiento geológico.

C.3. FOTOINTERPRETACIÓN

La fotointerpretación, que consiste en analizar estereoscópicamente los rasgos de la superficie terrestre (morfología) en las fotografías aéreas y/o imágenes de satélite, tiene el propósito de definir la geología del sitio, principalmente el tipo de roca, las estructuras geológicas y su relación entre ellas, a través de la observación de:

- C.3.1.** El o los sistemas de drenaje superficial, los que auxilian en la definición de la litología del sitio.
- C.3.2.** Los contactos de las diferentes unidades de roca, ya sean por cambios litológicos o tectónicos.
- C.3.3.** Todas las estructuras geológicas, tales como fallas, sistemas de fracturamiento, rumbos y echados de estratos, flujos de lava y zonas de deslizamientos, entre otras.
- C.3.4.** Las zonas de vegetación alta, zonas inundadas o inundables y cualquier rasgo o alteración natural que sirva como auxiliar para el estudio geológico.

C.3.5. Los puntos de verificación que convenga inspeccionar durante el levantamiento geológico a que se refiere la Cláusula D. de esta Norma, con el propósito de corroborar las inferencias que se desprendan de la fotogeología.

C.3.6. Los rasgos físicos tales como los caminos, brechas y veredas; poblados, ranchos y casas aisladas, así como las cercas o cualquier otra construcción o alteración hecha por el hombre.

C.4. PRESENTACIÓN DE LA FOTOGEOLOGÍA

Con los datos observados y las inferencias que se desprendan de la fotogeología, se elabora un plano fotogeológico que muestre claramente la zona estudiada, las diferentes unidades litológicas identificadas y en general todos los rasgos mencionados en la Fracción anterior, así como un informe fotogeológico donde se describan las características de las fotografías y/o imágenes de satélite estudiadas, los análisis estereoscópicos efectuados y detalladamente toda la información que se presente en el plano.

D. LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO

El levantamiento geológico a que se refiere la Fracción E.3. de la Norma N-PRY-CAR-1-03-001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, incluye todos los trabajos de campo, laboratorio y gabinete necesarios para inferir las características de las diferentes unidades de roca y suelo en el sitio que se estudie, con la finalidad de integrar un modelo geológico conforme a lo señalado en la Fracción E.4. de esa Norma y debe ser ejecutado por un geólogo o ingeniero geólogo, especializado en geotecnia, considerando los siguientes aspectos:

D.1. RECORRIDO DE CAMPO

Con apoyo en los planos topográficos a que se refiere la Fracción D.5. de la Norma N-PRY-CAR-1-03-001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, así como en los datos e inferencias que se desprendan de la fotogeología a que se refiere la Cláusula C. de esta Norma, se efectúa un recorrido de campo para inspeccionar el área por levantar, con el detalle que se requiera según el tipo de estudio que se ejecute, realizando las siguientes actividades:

- D.1.1.** Inspeccionar todos los puntos de verificación que se hayan establecido durante los trabajos de fotogeología, para corroborar o corregir las observaciones e inferencias de la fotointerpretación.
- D.1.2.** Identificar las diferentes unidades de roca y suelo, definiendo sus características, tales como litología, grado de alteración, fracturamiento, actitud, entre otros.
- D.1.3.** Identificar los límites horizontales y verticales de las diferentes unidades de roca, determinando en lo posible sus espesores y la relación entre ellas, con el objeto de inferir la estratigrafía del sitio.
- D.1.4.** Si el propósito del estudio es la evaluación de sitios para bancos de materiales, inferir y evaluar para cada uno, el tipo, la calidad y volumen de los materiales disponibles.
- D.1.5.** Si el estudio es de detalle, levantar, asentándolos en los planos topográficos, en las fotografías aéreas y, en su caso, en las imágenes de satélite, todos los datos estructurales que se observen en el campo, tales como fallas, plegamientos, estratificaciones, fracturas, foliación y exfoliación, entre otros, que permitan definir la relación estructural que guardan las diferentes unidades litológicas y, en forma ordenada, los sistemas de discontinuidades que afecten al macizo rocoso.

D.2. MUESTREO

Durante el recorrido de campo a que se refiere la Fracción anterior, se recoge para su análisis en el laboratorio, como mínimo, una muestra de cada unidad de roca y/o suelo que se identifique dentro del área en estudio, conforme a lo siguiente:

D.2.1. Muestras de roca

La muestra de cada unidad de roca que se identifique, será un fragmento seleccionado de roca sana y uno de roca alterada si el propósito del estudio lo requiere. El tamaño de los fragmentos será como mínimo de diez (10) centímetros por lado, de manera que permita una adecuada laminación.

D.2.2. Muestras de suelo

De cada horizonte de suelo que se identifique, se toma como mínimo una muestra representativa de no menos de cuatro (4) kilogramos. Cada muestra se envasa en una bolsa de plástico resistente o en cualquier tipo de recipiente que evite su contaminación o pérdida.

D.2.3. Identificación, empaque, transporte y almacenamiento de muestras

Las muestras obtenidas, ya sean de roca o suelo, se identifican, empaquetan, transportan y almacenan, tomando en cuenta lo siguiente:

- D.2.3.1.** Cada fragmento de roca que integre una muestra se identifica marcándole en una de sus caras, con tinta permanente o pintura, el número de muestra que le corresponda, el nombre del sitio que se estudia, la unidad de roca a la que pertenece y la posición que tenía en esa unidad, así como su clasificación visual.
- D.2.3.2.** Cada muestra de suelo se identifica por medio de dos etiquetas una que se fija en su envase y otra que se coloca en su interior, en las que se anotan el número de muestra que le corresponda, el nombre del proyecto para el que se realiza el estudio, el horizonte de suelo al que pertenece y el sitio de donde se obtuvo, así como su clasificación manual.
- D.2.3.3.** Cada muestra de roca o suelo que se tome, se registra en una libreta de campo, asentando el nombre del proyecto para el que se realiza el estudio, su número y tipo de muestra, la unidad de roca o suelo a que pertenece, el sitio de donde se obtuvo, su posición y profundidad, la fecha en que se tomó y todas las observaciones que sean pertinentes, incluyendo su clasificación visual o manual.
- D.2.3.4.** Las muestras de roca y/o suelo se empaquetan correctamente para evitar que durante su transporte, se rompan o contaminen.

D.2.3.5. Para transportar las muestras empacadas, del sitio de su obtención al laboratorio, se acomodan en el vehículo de transporte de tal modo que no se golpeen o dañen y una vez que se reciban en el laboratorio, se registran asignándoles un número de identificación para su análisis.

D.2.3.6. Las muestras se almacenan en el laboratorio dentro de una bodega techada, cerrada, limpia y seca, acomodándolas ordenadamente de tal forma que no se confundan y no puedan sufrir caídas o alteraciones.

D.3. TRABAJOS DE LABORATORIO

A las muestras obtenidas durante el recorrido de campo y que se seleccionen como las representativas de cada unidad de roca o suelo, se someten en el laboratorio a los siguientes análisis o pruebas:

D.3.1. Análisis petrográfico en muestras de roca, ejecutado por un geólogo o ingeniero geólogo especializado en petrografía, para determinar formalmente el tipo, origen y clasificación de la roca.

D.3.2. Granulometría simplificada y límites de consistencia en muestras de suelo, para determinar formalmente su clasificación conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

D.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Con base en el análisis de la información previa a que se refiere la Fracción E.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-03-001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, que incluya los resultados de la fotogeología, toda la información recabada durante el recorrido de campo y obtenida en el laboratorio, se procesa en gabinete con el objeto de determinar las características y la relación que guardan las diferentes unidades de suelo o roca en la zona en estudio, principalmente en los siguientes aspectos:

D.4.1. Las edades relativas de las unidades de roca con base en las observaciones de campo y resultados de laboratorio.

- D.4.2.** Las unidades que afecten en forma directa o indirecta la obra para la que se realice el estudio.
- D.4.3.** La relación que tienen las unidades identificadas en el campo con las unidades cercanas a la zona en estudio, descritas formalmente en la literatura, infiriendo, las variaciones que las primeras pueden tener en sentido vertical y horizontal.
- D.4.4.** Cuando se trate de un estudio geológico de detalle, la influencia que puedan tener en la obra para la que se realice el estudio, los diferentes sistemas de discontinuidades de las unidades de roca identificadas, analizando estadísticamente las estructuras que se presenten, como las fallas, planos de estratificación y fracturas, entre otras, mediante diagramas estereográficos de conteo y de arcos obtenidos con la red de Schmidt, utilizando un programa de computadora que apruebe la Secretaría, haciendo el conteo de las discontinuidades y definiendo sus polos de concentraciones, así como los arcos con sus orientaciones e inclinaciones preferenciales, que representan esos sistemas. Estos diagramas, que se dibujan preferentemente en hojas tamaño carta, además del tipo de litología, la ubicación de los diferentes sistemas de discontinuidades, sus concentraciones relativas y sus orientaciones e inclinaciones preferenciales, mostrarán la identificación del proyecto o la obra para la que se realizó el estudio, así como el número de datos que se procesaron.

D.5. PRESENTACIÓN DEL LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO

Todos los datos obtenidos del levantamiento geológico se presentan mediante el modelo geológico a que se refiere la Fracción E.4. de la Norma N·PRY·CAR·1·03·001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, integrado con la precisión que corresponda según el tipo de estudio ejecutado. Este modelo se expresa con base en los planos topográficos a que se refiere la Fracción D.5. de la Norma N·PRY·CAR·1·03·001, *Ejecución de Estudios Geológicos*, elaborando, como se indica en la Norma N·PRY·CAR·1·03·003, *Presentación del Estudio*, en uno o varios planos según la magnitud del área estudiada, que contengan:

D.5.1. Planta geológica

Que muestre en planta toda la información obtenida y procesada durante el levantamiento geológico.

D.5.2. Secciones geológicas

En cantidad suficiente para definir claramente el modelo geológico, mostrando verticalmente toda la información obtenida y procesada durante el levantamiento geológico.

Si la magnitud del área estudiada lo permite, las secciones se dibujan en el mismo plano que contenga la planta geológica, para facilitar la comprensión del modelo geológico.

