

 REPUBLICA DE CUBA	Proyectos de Construcción CANALES MAGISTRALES	 53-184
	Procedimiento para la ejecución de las etapas de investigaciones ingeniero geológicas	1988

Construction Designs. Main Channels. Procedure for the Execution of Geological Engineering Research Stages

ПРОЦЕДУРА ИСПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ
 ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ ОСНОВНЫХ
 ВОДОСБОРЩИХ КАНАЛОВ

Esta norma establece el procedimiento para la ejecución de las etapas de investigaciones ingeniero geológicas de los canales magistrales y los trabajos mínimos de campo, laboratorio y gabinete a realizar.

Se aplicará en la investigación de los suelos y rocas que conformarán el fondo y taludes de los canales, en las obras auxiliares, así como en la evaluación del material de excavación y zonas de préstamos como material de construcción.

1. Generalidades

- 1.1 Las investigaciones ingeniero geológicas constan fundamentalmente de dos etapas de estudio:
- Estudio para proyecto técnico
 - Estudio para proyecto ejecutivo.
- 1.2 El estudio para proyecto técnico comprende la investigación del trazado del canal con posibles variantes en tramos.
- 1.3 El estudio para proyecto ejecutivo incluye la precisión de las características ingeniero geológicas de los lugares de emplazamiento de las obras auxiliares, así como de aspectos adicionales que requieran mayor definición para el proyecto.
- 1.4 Cuando las condiciones ingeniero geológicas sean favorables y las características de las obras auxiliares estén definidas, las dos etapas anteriores se unificarán, denominándose en este caso estudio para proyecto técnico ejecutivo.

2. Términos y definiciones

- 2.1 Canal magistral. Aquel que denomina toda el área regable y abastece a los canales principales; generalmente se localiza a lo largo de las curvas de nivel, tratando con ello de dominar la mayor superficie de tierra.

COMITE ESTATAL DE NORMALIZACION, Nivel Central, Ejido No. 610 e/ Gloria y Apodaca, Municipio Habana Vieja

Aprobada
 Diciembre 1988

ESTA NORMA ES OBLIGATORIA

Vigente a partir de:
 Diciembre 1989

2.2 Obras auxiliares. Obras que se ubican en los canales magistrales para cumplir objetivos específicos en relación a su funcionamiento, explotación y mantenimiento.

3. Estudio para proyecto técnico

Esta etapa contempla la determinación de la composición litológica, condiciones hidrogeológicas, fenómenos y procesos físicos geológicos, así como las propiedades físico mecánicas de los suelos y rocas presentes en toda la longitud del canal o en tramos del mismo.

3.1 Documentación previa

3.1.1 Tarea técnica. Contendrá los siguientes aspectos:

- Nombre del proyecto
- Categoría de la obra
- Lugar de ubicación
- Consideraciones generales sobre la etapa de proyecto solicitada
- Coordenadas de los puntos inicial y final del trazado y de los puntos de inflexión
- Longitud del trazado y dimensiones de las secciones del canal
- Cota de fondo del canal por tramos
- Gasto del canal (m^3/s)
- Volumen de material de construcción por tramos
- Datos obtenidos a nivel de esquema
- Anexos gráficos.
 - Mapa de microlocalización combinado a escala 1:50 000 y 1:10 000
 - Plano topográfico por el trazado del canal a escala 1:10 000 ó mayor con curvas de nivel cada 0,5 a 1 m en dependencia de la escala de trabajo del proyecto

Perfil topográfico del trazado del canal con señalización de la cota de fondo a escala horizontal 1:10 000 ó mayor en dependencia de la escala de trabajo del proyecto.

Notas:

- 1) La escala vertical se utilizará en función de lograr la representatividad de las condiciones ingeniero geológicas del trazado independientemente de la deformación del perfil, siempre y cuando los elementos de yacencia se deformen consecuentemente
 - 2) Los elementos de localización estarán replantados en el terreno y en cada uno de los extremos del trazado, además de estar monumentadas las inflexiones y reflejadas en el plano con sus cotas y estacionado.
- 3.1.2 Datos de archivo. Informes, publicaciones, fotos aéreas y mapas de la región a investigar, sobre aspectos ingeniero geológicos.
- 3.2 Programa de investigación. Contendrá la cantidad y tipos de trabajo a realizar, así como las metodologías a emplear, de manera que garantice una fundamentación geológica completa y detallada para el proyecto.

Se realizará en base a la tarea técnica, teniendo en cuenta, entre otros, los aspectos siguientes:

- Recopilación de los datos de archivo, literatura y fotos aéreas, elaborándose un esquema geológico de la zona de estudio
- Recorrido por la zona de estudio con el proyectista para examinar el trazado, puntos de inflexión y localización de zonas con complejidad ingeniero geológica o de interés específico para el proyecto.

3.3 Trabajos de campo

- 3.3.1 Topografía. Se realizará el replanteo de los laboreos y puntos de observaciones geofísicos, así como el amarre plano altimétrico de los mismos.
- 3.3.2 Levantamiento ingeniero geológico. Se realizará solo en aquellos lugares que por su importancia así lo requiera, atendiendo a la presencia de fenómenos físicos geológicos, tales como carso, empantanamiento, deslizamientos, erosión y otros que puedan afectar la construcción y explotación de la obra.

El área a levantar estará en dependencia del esclarecimiento del problema específico presente que afecte a la obra.

En el resto del trazado se realizará el reconocimiento del mismo para apoyar la confección de los perfiles ingeniero geológicos.

El levantamiento ingeniero geológico se realizará metodológicamente según la N° 51-24:84 "Investigaciones ingeniero geológicas. Mapas ingeniero geológicas. Procedimiento para su elaboración".

- 3.3.3 Trabajos geofísicos. Se realizará en las zonas de interés para la investigación, para aclarar fenómenos físicos geológicos e hidrogeológicos presentes en el área de estudio y que puedan incidir en la obra.

En los tramos seleccionados se realizará un perfil longitudinal por el trazado, complementándose con perfiles en la dirección óptima que aclaren los objetivos de estudio.

La profundidad de las investigaciones geofísicas, será como mínimo de 5 m por debajo de la cota de fondo del canal, pudiendo aumentarse en función de aclarar fenómenos que puedan incidir en la obra.

El complejo de métodos geofísicos a utilizar estará en función de los aspectos que se requieran determinar.

Para las distancias entre perfiles y puntos de observación véase tabla 1 Anexo A.

- 3.3.4 Trabajos de laboreos. Los trabajos de laboreos estarán encaminados fundamentalmente a la caracterización de las diferentes estructuras geológicas a todo lo largo del trazado, teniendo gran importancia la correcta evaluación de las intercalaciones de suelos débiles yacentes por encima del fondo del canal, por su influencia en la estabilidad de los taludes de las excavaciones.

Se realizarán laboreos a lo largo del trazado a una distancia de 500 a 1 000 m; 250 a 500 m y 100 a 250 m para bases topográficas 1:10 000, 1:5 000 y 1:2 000 respectivamente, teniendo en cuenta para la ubicación de los mismos, entre otros, la complejidad ingeniero geológica (véase NC 51-24, sección 4, tabla 1), la cercanía al eje del trazado de objetos económicos paralelos al mismo (paso de vías permanentes y otros), puntos de interés geológicos, así como las inflexiones del trazado.

Se realizarán perfiles transversales en zonas que por sus condiciones ingeniero geológicas sea necesario detallar, o cualquier lugar donde se necesite aclarar las relaciones mutuas entre los complejos litológicos o tipos ingenieros geológicos importantes, abarcando los mismos una longitud máxima de 50 m a ambos lados del trazado del canal.

La profundidad de los laboreos será de 3 a 5 m por debajo de la cota de fondo del canal. Para los laboreos hidrogeológicos véase tabla 2 Anexo A.

3.3.4.1 Muestreo. El muestreo se realizará en suelo en toda la longitud del trazado, de forma tal que se caractericen todos los tipos litológicos que vayan a conformar los taludes del canal, así como los coincidentes con la cota de fondo del mismo.

Se tomarán muestras semialteradas (pomos o monolitos de rotaria) para la determinación de las propiedades físicas de humedad natural y peso específico natural; muestras alteradas para los ensayos de clasificación y muestras inalteradas (bloque, shelby o deninson) para la determinación de las propiedades mecánicas y de hinchamiento.

En la roca se realizará solamente una documentación detallada de sus características.

Si de acuerdo a las especificaciones del proyecto el canal está concebido en semi-excavación, se tomarán muestras alteradas integrales en el intervalo de excavación previsto, donde en caso de dos tipos litológicos muy diferentes y de no ser posible la mezcla integral de los mismos, se muestrearán por separado, siempre cuando sean aprovechables ambos y en todo su intervalo, para la determinación de sus características de compactación y recomendarlo como material de construcción.

3.3.5 Trabajos hidrogeológicos. Las investigaciones hidrogeológicas en el trazado del canal posibilitará la evaluación definitiva de las pérdidas por filtración, la afluencia del agua hacia las excavaciones, y otros fenómenos hidrogeológicos incidentes.

La cumplimentación de estos trabajos requiere el análisis conjunto de los factores que se expresan a continuación:

- Documentación de todas las fuentes de agua existentes en el área de estudio y en las áreas adyacentes (manantiales, pozos criollos activos y pasivos, ríos, arroyos, lagos y otros), así como todas las características hidrogeológicas relacionados con la obra.
- Determinación del coeficiente de permeabilidad mediante pruebas de vertimiento y recuperación (cubeteos).

Se realizarán las pruebas de manera que se determinen los coeficientes de permeabilidad de todos los tipos litológicos de suelo y rocas que vayan a formar parte de los taludes y fondo del canal, o de cualquier otro cercano al fondo que pueda tener incidencia en el mismo.

La cantidad mínima de determinaciones por tipos litológicos será de 6 para obras de categoría III y IV, así como 9 y 12 para categorías II y I respectivamente, aumentándose estas cifras en dependencia del desarrollo de los mismos en extensión.

- Determinación de la profundidad de yacencia de las aguas subterráneas.

Se realizarán observaciones del régimen una o dos veces al mes, teniendo en cuenta que los laboreos para tal fin no sobrepasen los 500 m de distancia entre sí. En caso de zonas en que el régimen hidrogeológico sea afectado por procesos físicos geológicos o próximos a la cota de fondo del canal se realizarán observaciones en todos los laboreos.

Las mediciones sistemáticas para las observaciones del régimen no diferirán entre sí más de una semana, siempre y cuando durante ese período no se presenten fenómenos que alteren la estabilidad de los niveles.

Se determinará el nivel freático crítico (fin de período húmedo) como mínimo y de la oscilación temporal del mismo.

Como puntos de medición se incluyen las demás fuentes de agua existentes en el área.

- Determinación de la composición química y agresividad de las aguas.

Se tomarán muestras de agua en aquellos tramos del canal en que el nivel freático incida en la cota de fondo del mismo, teniendo en cuenta los cambios litológicos o de formación, así como de la fuente.

3.3.6 Materiales de construcción. Véase Anexo B

- 3.3.7 Control periódico de los trabajos de campo. Se realizarán controles programados para mantener una información actualizada y garantizar la continuación de las tareas orientadas, así como verificar el correcto cumplimiento de los trabajos comprendidos en el programa de investigación.

3.4 Trabajos de laboratorio

- 3.4.1 Laboratorio de mecánica de suelos y rocas. En la tabla 3 del Anexo A de establecen los tipos y cantidades mínimas de ensayos representativos requeridos por tipos litológicos.

- 3.4.2 Laboratorio de petrografía y paleontología. Estos ensayos se realizarán a criterio del investigador.

- 3.5 Trabajos de gabinete. El mismo tiene como objetivo analizar los trabajos realizados con relación a los resultados de las investigaciones de campo y laboratorio de forma tal que exista una correlación entre ambos, con vistas a ofrecer una respuesta adecuada para la ejecución del proyecto.

Después de recopilado, analizado y correlacionado todo el trabajo, se elaborará el informe ingeniero geológico que constará de los aspectos siguientes: texto y anexos.

- 3.5.1 Texto. Comprende la parte escrita, pudiendo incluirse algunas tablas al respecto y constará del contenido siguiente:

3.5.1.1 Introducción

- 3.5.1.2 Características físico geográficas y económicas de la región.

- 3.5.1.3 Grado de estudio de los trabajos realizados en la zona.

Se realizará una evaluación de los trabajos realizados de interés para la investigación.

- 3.5.1.4 Cantidad, tipos de trabajo y metodologías de los trabajos de campo y laboratorio realizados.

Se ofrecerá en forma tabulada, agrupándose la parte metodológica por tema.

- 3.5.1.5 Características geológicas e hidrogeológicas de la región.

- 3.5.1.6 Características ingeniero geológicas de la zona de estudio.

- 3.5.1.7 Materiales de construcción

- 3.5.1.8 Conclusiones y recomendaciones.

- 3.5.1.9 Bibliografía consultada.

- 3.5.2 Anexos. Comprende los planos y gráficos que complementan la parte escrita del informe y aclaraciones al respecto.

- 3.5.2.1 Copia de la tarea técnica.

- 3.5.2.2 Mapa de microlocalización combinado a escala 1:50 000 y 1:10 000.

- 3.5.2.3 Mapa geológico regional a escala 1:50 000 o menor.

- 3.5.2.4 Plano de materiales reales a escala 1:10 000 o mayor

- 3.5.2.5 Plano ingeniero geológico a escala 1:10 000 o mayor
- 3.5.2.6 Perfiles ingeniero geológicos a escala horizontal 1:10 000 o mayor
- 3.5.2.7 Gráficos de cada uno de los métodos geofísicos aplicados
- 3.5.2.8 Columnas litológicas de los laboreos realizados.
- 3.5.2.9 Tabla o gráfico de las observaciones sistemáticas del régimen de las aguas subterráneas.
- 3.5.2.10 Tabla con los resultados de los ensayos de permeabilidad.
- 3.5.2.11 Tabla con la composición química y agresividad de las agua.
- 3.5.2.12 Tabla con las coordenadas y cotas de los laboreos realizados.
- 3.5.2.13 Rango granulométrico con curva promedio de cada estrato de suelo.
- 3.5.2.14 Rango del próctor estandar con curva promedio indicando el rango de humedad de trabajo y el 95 y 100 % de compactación del material de excavación.
- 3.5.2.15 Tabla resumen de ensayos con índices de cálculo.
- 3.5.2.16 Gráfico de resistencia al esfuerzo cortante indicando el ángulo de fricción interna y la cohesión normativa y de cálculo.
- 3.5.2.17 Los anexos correspondientes a los materiales de construcción serán los siguientes:
- Plano de ubicación de los laboreos con curvas de nivel cada 0,5 ó 1 m con señalización de los perfiles ingeniero geológicos y su amarre topográfico al trazado del canal, a escala 1:1 000 ó 1:2 000.
 - perfiles ingeniero geológicos a escala horizontal 1:1 000 ó 1:2 000 y escala vertical 1:100 ó 1:200.
 - Plano de cálculo de reservas con manumentación topográfica a escala 1:1 000 ó 1:2 000 que incluya:
 - . Ubicación de laboreos con las potencias de capa vegetal, potencia útil y sus correspondientes cotas
 - . Tabla con el cálculo de reservas.

- Columnas litológicas de los laboreos realizados
- Rango granulométrico con curva promedio
- Rango del próctor estandar con curva promedio, indicando el rango de humedad de trabajo y el 95 y 100 % de compactación en dependencia del mismo
- Gráfico de resistencia al esfuerzo cortante indicando el ángulo de fricción y la cohesión normativa y de cálculo
- Tabla resumen de ensayos con índices de cálculo.

Notas:

1. Las escalas de los planos y perfiles geofísicos estarán acordes con las escalas de los planos y perfiles ingeniero geológicos
2. Para la escala vertical véase apartado 3.1. nota 1.

4. Estudio para proyecto ejecutivo

4.1.1 Tarea técnica. Se confecciona en base a la ubicación de las obras en el trazado y a sus características técnicas, así como a aspectos adicionales de interés para el proyecto, conteniendo los siguientes aspectos:

- Nombre del proyecto
- Lugar de ubicación
- Características técnicas de las obras, lugar de ubicación y sus límites
- Consideraciones generales sobre la etapa de proyecto solicitada
- Anexos gráficos:
 - Mapa de microlocalización combinado a escala 1:50 000 y 1:10 000 con ubicación de las obras
 - Plano topográfico a escala 1:200 a 1:1000 con curvas de nivel cada 0,5 a 2 m
 - Perfiles topográficos por los ejes de las obras a escala horizontal 1:200 a 1:1 000 y escala vertical 1:20 a 1:100.

Nota. Los elementos de localización estarán replanteados en el terreno y reflejados en el plano con sus cotas.

4.1.2 Datos de archivo. Informe correspondiente al estudio para proyecto técnico.

4.2 Programa de investigación. Véase apartado 3.2

4.3 Trabajos de campo

4.3.1 Topografía. Se realizará el replanteo de los laboreos y de los puntos de observación geofísicos, si se realiza este trabajo, así como el amarre plano altimétrico de los mismos.

4.3.2 Levantamiento ingeniero geológico. En esta etapa sólo se realizarán trabajos de levantamiento en los sectores de elevada complejidad previa argumentación para precisar detalles.

4.3.3 Trabajos de geofísica. Los mismos se realizarán para estudios muy detallados de algún fenómeno físico geológico que lo requiera, previa argumentación, quedando a criterio del investigador el tipo y cantidad de trabajo a realizar en función del problema específico a resolver.

4.3.4 Trabajos de laboreos

En las obras se realizarán perfiles ingeniero geológicos cuyos laboreos tendrán una distancia máxima de 50 m y con una profundidad de hasta 5 m por debajo del fondo. Cada obra se caracterizará en general con un mínimo de tres laboreos.

4.3.4.1 Muestreo. Se realizará según se establece en el apartado 3.3.4.1, teniendo en cuenta la necesidad de caracterizar fundamentalmente los tipos litológicos a partir de la rasante de las obras.

4.3.5 Trabajos hidrogeológicos. Estos trabajos estarán encaminados a esclarecer las siguientes cuestiones:

- Determinación de la profundidad de yacencia de las aguas subterráneas en el intervalo de perforación previsto.

Se realizarán observaciones del régimen una o dos veces al mes durante el proceso de investigación, para lo cual se preparará para ese fin un laboreo como mínimo en cada obra.

- Determinación de la agresividad del agua al hormigón y a los metales.

Se tomarán muestras por cada obra, excluyéndose aquellas en que el nivel de las aguas subterráneas no vaya a tener contacto con la cimentación de la misma.

- 4.3.6 Materiales de construcción. Se realizará en caso de ser necesario para precisar detalles.
- 4.3.7 Control periódico de los trabajos de campo. Véase apartado 3.3.7.

4.4 Trabajos de laboratorio

- 4.4.1 Laboratorio de mecánica de suelos. Los ensayos a realizar serán con el objetivo de lograr la precisión de las características que garanticen los cálculos de posibles soluciones de cimentación.

Para las obras se tendrá en cuenta la caracterización de los tipos litológicos a partir de la rasante de las mismas.

Se realizarán los ensayos de humedad y peso específico natural con un mínimo de 10 determinaciones. Si los resultados obtenidos de dichos ensayos, concuerdan con los del rango establecido en la etapa de proyecto técnico, se recomendarán los mismos valores de resistencia al esfuerzo cortante, de no ser así se realizarán como mínimo 3 determinaciones, aumentándose esta cifra en dependencia de los resultados obtenidos y de la magnitud de la obra.

Si el suelo presenta características expansivas se realizarán ensayos de hinchamiento controlado para precisar el mismo, con un mínimo de 3 determinaciones.

El ensayo de consolidación se realizará según NC 54-135:88 "Materiales de la construcción. Suelos. Ensayo de consolidación" y sólo para obras de magnitud, o en caso de presentarse suelos con características desfavorables desde el punto de vista deformacional, utilizándose el esquema saturado con carga máxima de 400 kPa.

Los índices de las rocas se brindarán de acuerdo a lo establecido en la tabla 3 Anexo A.

- 4.4.3 Laboratorio de petrografía y paleontología. Véase apartado 3.4.3.

- 4.5 Trabajos de gabinete. Se realizará el informe ingeniero geológico que constará de dos aspectos fundamentales: texto y anexos.

4.5.1 Texto

4.5.1.1 Introducción

- 4.5.1.2 Cantidad, tipos de trabajos y metodologías de los trabajos de campo y laboratorio realizados.

Véase apartado 3.5.1.4.

4.5.1.3 Características ingeniero geológicas de las obras objetos de estudio.

4.5.1.4 Resultados de los estudios realizados.

Este capítulo abarcará aspectos adicionales solicitados en la tarea técnica.

4.5.1.5 Conclusiones y recomendaciones

4.5.1.6 Bibliografía consultada

4.5.2 Anexos

4.5.2.1 Copia de la tarea técnica

4.5.2.2 Mapa de microlocalización combinado a escala 1:50 000 y 1:10 000

4.5.2.3 Plano de materiales reales a escala 1:200 a 1:1 000.

4.5.2.4 Perfiles ingeniero geológicos por las obras a escala horizontal 1:200 a 1:1 000 y escala vertical 1:20 a 1:100.

4.5.2.5 Columnas litológicas de los laboreos realizados.

4.5.2.6 Tabla o gráfico de las observaciones sistemáticas del régimen de las aguas subterráneas.

4.5.2.7 Tabla con la composición química y agresividad de las aguas.

4.5.2.8 Tabla con las coordenadas y cotas de los laboreos realizados.

4.5.2.9 Tabla resumen de ensayos con índices de cálculo.

Notas:

- 1) Se utilizará en la confección del informe los datos obtenidos en la etapa de proyecto técnico
- 2) De solicitarse aspectos adicionales en la tarea técnica se confeccionarán todos los anexos necesarios para la aclaración de lo solicitado.

COMPLEMENTO

Normas estatales de referencia:

- NC 54-135:88 Materiales de la construcción. Suelos. Ensayo de consolidación
- NC 54-141:86 Materiales y productos de la construcción. Suelos. Determinación de la permeabilidad en el laboratorio
- NC 54-139:87 Materiales y productos de la construcción. Suelos. Determinación de los límites de plasticidad
- NC 54-143:84 Materiales y productos de la construcción. Suelos y rocas. Determinación del peso específico. Método de ensayo
- NC 54-148:88 Materiales de la construcción. Suelos. Ensayo de compactación próctor
- NC 54-166:78 Suelos. Determinación de la densidad natural
- NC 54-169:78 Suelos. Determinación de la granulometría
- NC 54-172:78 Suelos. Determinación de la materia orgánica
- NC 54-249:83 Materiales y productos de la construcción. Suelos. Determinación de la resistencia al esfuerzo cortante
- NC 54-350:86 Materiales y productos de la construcción. Suelos. Ensayo de hinchamiento controlado
- NC 54-353:86 Materiales y productos de la construcción. Suelos. Determinación de la humedad en el laboratorio
- NC 51-24:84 Investigaciones ingeniero geológicas. Mapas ingeniero geológicos. Procedimiento para su elaboración

Normas estatales consultadas:

- NC 48-31:84 Ingeniería Hidráulica. Posibilidad de diseño y comprobación para protección contra inundaciones de avenida de las obras. Especificaciones de proyecto
- NC 53-135:84 Elaboración de Proyectos de Construcción. Canales Magistrales. Especificaciones de proyecto y método de cálculo

Bibliografía consultada:

- Instructivo sobre investigaciones ingeniero geológicas para canales. CUBA. ENIA. 1980
- Instructivo metodológico para la aplicación de los métodos geofísicos a las obras lineales. CUBA. ENIA. 1982
- RODRIGUEZ, A Investigaciones hidrogeológicas. CUBA. ENIA. 1981
- ISRAELSEN, O y HAUSEN V. Principios y aplicaciones del riego. Edición Revolucionaria. LA HABANA. 1967.

ANEXO A

Tabla 1 Red de observaciones para los métodos geofísicos de perfilaje

Escala	Distancia entre puntos de observación	Distancia entre perfiles longitudinales
	m	
1:200	0,40 a 1,00	2 a 5
1:500	1,00 a 2,00	5 a 10
1:1 000	2,00 a 5,00	10 a 25
1:2 000	5,00 a 10,00	25 a 50
1:5 000	10,00 a 20,00	50 a 100
1:10 000	20,00 a 40,00	100 a 200

Tabla 2 Profundidad de los laboreos hidrogeológicos en función del gasto del canal

Gasto del canal (m ³ /s)	Profundidad (m)
≤ 1	3
> 1 ≤ 3	5
> 3 ≤ 20	10
> 20	15

Notas:

- 1) Las profundidades se establecen a partir de la cota de fondo del canal.
- 2) De detectarse el nivel freático antes de la profundidad establecida, los laboreos tendrán una profundidad que exceda de 1 a 1,5 m en dicho nivel.

Tabla 3 Cantidad mínima de ensayos representativos por tipos litológicos en dependencia de la categoría de la obra

Tipo de ensayo	Categoría		Normas Cubana
	I y II	III y IV	
Humedad natural			54-353
Peso específico natural	20	14	54-166
Granulometría (1)			54-169
Límites de plasticidad			54-139
Peso específico de los sólidos	12	9	54-143
Próctor estandar (2)			54-148
Hinchamiento controlado (3)			54-350
Resistencia al esfuerzo cortante (4)	9	6	54-249
Sales solubles			

Notas:

- 1) Se incluye la realización del hidrómetro
- 2) Solamente al material de excavación
- 3) Se realizará a los suelos que presenten características expansivas o límite líquido mayor de 50 %
- 4) Esquema de corte directo rápido, saturado, sin preconsolidar con cargas de 50; 100 y 200 kPa. En el material de excavación se realizará el ensayo cuando la altura del dique sea mayor de 3 m; en caso de ser menor los valores de resistencia se darán por tablas
- 5) La cantidad mínima establecida aumentará en dependencia de la distribución del tipo litológico en el trazado y de sus características homogéneas o heterogéneas. En todos los casos se caracterizarán todos los laboreos con ensayos de humedad y peso específico natural
6. Los índices de las rocas se brindarán por tablas y analogía excepto sus propiedades de filtración.

Tabla 4 Tipos y cantidad mínima representativa requerida por tipos litológicos a utilizar como material de construcción

Ensayo	Norma cubana	Area (m ²)					
		Homogéneo	Heterogéneo	Homogéneo	Heterogéneo	Homogéneo	Heterogéneo
		≤ 50 00		> 50 000 ≤ 100 000		> 100 000 ≤ 200 000	
Granulometría (1)	54-169	10	10	10	14	14	18
Límites de plasticidad	54-139	6					
Peso específico de los sólidos	54-166	6	6	6	8	6	10
Próctor estandar	54-148	9	9	9	12	12	15
Resistencia al esfuerzo cortante (2) (3)	54-249						
Permeabilidad (2)	54-141	6					
Químicos (2) (4)	-	8	6	6	8	6	8
Hinchamiento controlado (2) (5)	54-350						
Humedad natural	54-353	A todos los laboreos cada 1,5 m como máximo de no haber cambio litológico					

Notas:

1) Se incluye la realización del hidrómetro

2) Cuando existan dos o más zonas de préstamos con características físicas y de compactación similares, estos ensayos se realizarán considerando las distintas áreas como un solo préstamo, distribuyéndose los ensayos en las distintas zonas, de forma tal que se caractericen equitativamente las mismas

- 3) Esquema de corte directo rápido, saturado, sin preconsolidar, con cargas de 50 - 100 y 200 kpa
- 4) Se realizará materia orgánica según NC 54-172:78 "Suelos. Determinación de la materia orgánica" Determinación de la materia orgánica" y sales solubles
- 5) A suelos con características expansivas o límite líquido mayor de 50 %.

ANEXO B

MATERIALES DE CONSTRUCCION

Para la proyección de canales magistrales en terraplén se investigan materiales de construcción para conformar los diques, el cual desde el punto de vista técnico, debe reunir las características de estabilidad e impermeabilidad requeridas y, desde el punto de vista económico, que se encuentren cercanos a la obra y en cantidad suficiente que permita la ejecución de la misma sin interrupciones.

1. Trabajos de campo

1.1 Selección de zonas. Durante el reconocimiento del trazado se localizan las zonas perspectivas para las investigaciones de los materiales de construcción, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- Localización de las zonas de préstamos por tramos, con el fin de hacer mínima la distancia de tiro del material
- Distancia mínima del préstamo al pie del talud del dique de 50 m en dependencia de las condiciones ingeniero geológicas.

1.2 Topografía. Se realizará el levantamiento topográfico a escala 1:1 000 ó 1:2 000 con curvas de nivel cada 0,5 ó 1 m, así como el replanteo de los laboreos y el amarre plano altimétrico de los mismos.

1.3 Trabajos de laboreos. Se realizarán laboreos (calas, barrenos, calicatas y trincheras) en cuadrículas de 50 a 100 m para categoría B de investigación.

Del total de laboreos, el 30 % como máximo, correspondrán a calas para la determinación de la potencia útil, cuya profundidad estará en dependencia del volumen requerido.

Los laboreos para muestreo y observación se realizarán posteriormente, abarcando el 70 % como mínimo, y su profundidad dependerá de la potencia útil probable del préstamo, pero nunca menos de 6 laboreos.

1.3.1 Muestreo. Se tomarán muestras en pomos o de monolitos en todos los laboreos, para la determinación de la humedad natural, en intervalos de 1,50 m como máximo, de no haber cambio litológico, y muestras alteradas de todo el intervalo de explotación previsto, siempre y cuando se detectase más de un tipo litológico con características similares permita su integración, de lo contrario se muestrearán por separado.

2. Trabajos de laboratorio

Los ensayos a realizar, así como la cantidad mínima representativa se establecen en la tabla 4 Anexo A.

3. Trabajos de gabinete

Analiza y consolida los trabajos de campo y laboratorio realizados, con vistas a ofrecer las propiedades geotécnicas de los materiales investigados, que permitan ofrecer una respuesta adecuada para el proyecto.

3.1 Cálculo de reservas. El mismo se realiza aplicando el método de cálculo adecuado, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Se adoptará como límite en planta en préstamos homogéneos, la tercera parte de la distancia entre los laboreos, siempre y cuando no existan obstáculos naturales. En préstamos heterogéneos se tomará como límite el propio laboreo
- Los límites en profundidad se establecerán de forma tal que permita el drenaje natural de las aguas superficiales
- La profundidad de explotación sobre el nivel freático en período húmedo será de 0,5 m para arcillas arenosas, arenas arcillosas y gravosos con finos plásticos; y de 1,00 m para arcillas
- La reserva real del préstamo se determinará dividiendo el volumen entre el factor de reducción 1,3 para categoría B de investigación.