

INSTRUCCION TECNICA SOBRE ESTUDIOS GEOTECNICOS
PARA FUNDACIONES DE OBRAS DE ARTE

GERENCIA DE VIA Y OBRAS

MAYO DE 1990

I

GVO(OA)

006

INSTRUCCION TECNICA PARA ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA
FUNDACIONES DE OBRAS DE ARTE

1 - OBJETO DE ESTA ESPECIFICACION

La presente especificación establece los estudios geotécnicos cuya realización deberá ser exigida para determinar el tipo y dimensiones de las fundaciones de cualquier obra de arte a ejecutar, indicándose además la cantidad y características de los mismos.

No se incluyen en ésta, los ensayos que deban realizarse sobre roca.

2 - CONSIDERACIONES GENERALES

Las indicaciones para la determinación de los métodos de exploración de suelos necesarios para cada tipo de obra dadas a continuación, deben servir de referencia para asegurar el mínimo de datos necesarios para un correcto diseño de las fundaciones de la estructura.

Consideraciones en cada obra, como ser antecedentes de otras obras realizadas en la zona, la magnitud del emprendimiento en relación a los plazos disponibles, lo errático o sencillo de la formación geológica y de la estructura de suelo que se presente, etc., pueden variar sensiblemente en más o en menos la cantidad de estudios respecto de los sugeridos.

Asimismo, es a la luz de los resultados de las perforaciones exploratorias, sondeos, auscultaciones, ensayos, etc., aquí indicados, cuando debe decidirse por continuar los estudios con ensayos complementarios (como pueden ser permeabilidad de las arenas, compresibilidad de las arcillas y otros) o considerarlos suficientes.

3 - CLASIFICACION DE LAS OBRAS DE ARTE

La siguiente clasificación se realiza a solo efecto de determinar el tipo y cantidad de estudios geotécnicos necesarios en cada caso, siendo esto función del costo relativo entre obra y ensayos y de las consecuencias en que podría derivar una falla en la estructura.

- a) Conductos (flexibles o rígidos).
- b) Muros de sostenimiento.
- c) Puentes.

En términos generales se ordenaron las obras desde las menos comprendidas, teniendo en cuenta las tensiones unitarias y asentamientos que originan en el suelo, hasta las más exigentes.

Si bien se ha elegido como denominación de cada grupo a la estructura que mejor o describe, cada uno abarca una serie de estructuras de similares características desde el punto de vista de sus fundaciones.

4 - ESTUDIOS GEOTECNICOS MINIMOS A REALIZAR

Se detalla para cada uno de los casos anteriores los estudios geotécnicos mínimos a realizar en caso de no poseer ninguna información.

4.a) Conductos (Flexibles o rígidos)

Quedan comprometidos en este grupo las alcantarillas, desagües, obras de drenaje subterráneo, pasos inferiores, túneles de servicios, etc.

Si se los construye en acero (corrugado o no) se trata de un conducto flexible. Generalmente se los construye mediante el montaje de elementos independientes (chapas) unidos entre sí por medio de bulones, grampas o elementos similares.

Cuando se los construye mediante la sucesiva colocación de caños de hormigón armado se trata de un conducto rígido. Dichos caños se unen entre sí generalmente por sistema del tipo espiga enchufe complementados con juntas de diversos tipos que aseguran su continuidad y estanqueidad.

En el caso de conductos flexibles la función principal que debe cumplir el suelo de apoyo es mantener la elevación y la pendiente del fondo de la estructura en la posición proyectada evitando puntos de concentración de tensiones que puedan deformarla.

Cuando se trata de conductos rígidos las condiciones anteriores se tornan más exigentes ya que una deformación del terreno inadecuada puede romper la estructura en cualquiera de sus elementos con más facilidad debido a su rigidez, o bien provocar la fisura o agrietamiento en las juntas.

4.a.1) Estudios necesarios

- 4.a.1.1) Observación de la zona de implantación de la estructura determinando la existencia de discontinuidades en la formación del suelo (depósitos sedimentarios, afloramientos rocosos, etc.), que puedan dar origen a asentamientos relativos importantes en la estructura.

La existencia de afloramientos rocosos puede generar puntos de concentración de tensiones sobre los conductos, pudiendo producirse fisuras y hasta la rotura de la estructura o sus elementos en el caso de conductos rígidos.

- 4.a.1.2) Determinación de la resistencia a la penetración mediante ensayos S.P.T., para establecer la existencia o no de estratos blandos o la posición del lecho rocoso.

En estructuras de largo menor a veinte metros se realizará una auscultación en el eje transversal de la misma; en estructuras de más de veinte metros de largo se realizará una auscultación cada veinte metros o fracción menor.

Se determinará un valor del S.P.T. cada metro de profundidad en la perforación, o cambio de estrato de suelo.

La profundidad de las perforaciones será como mínimo tres veces el diámetro del conducto (o la máxima dimensión en el caso de conductos no circulares). Si en el momento de llegar a esa profundidad se estuviera en presencia de un estrato blando, se proseguirá hasta el fin del mismo.

Estos mínimos no son válidos en caso de llegarse al lecho rocoso o a valores de rechazo del S.P.T. en profundidades menores.

- 4.a.1.3) Se extraerán muestras del suelo con el sacamuestras adecuado durante el ensayo indicado en el punto anterior, o mediante perforaciones, realizándose una descripción detallada de los mismos y determinando en el laboratorio la humedad natural, granulometría (por lavado en los tamices más finos si fuera necesario), límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, procediéndose a su clasificación según el Sistema Unificado de Suelos.

- 4.a.1.4) Para conductos de pequeñas dimensiones puede resultar económico, e igualmente aceptable, la realización de pozos a cielo abierto para proceder así al reconocimiento de los suelos y a la extracción de muestras para su estudio.

- 4.a.1.5) En caso de detectarse mantos de arcilla cuyo espesor pueda influir en el asentamiento de la estructura, se realizará la determinación de la actividad de la misma mediante el ensayo de hinchamiento.

- 4.a.1.6) Se indicará en nivel freático, realizándose un estudio químico sobre la

agresividad de las aguas que la conforman, en caso de encontrarse cercana a la estructura o en contacto con ella.

Se ejecutarán ensayos de este tipo sobre las aguas superficiales del lugar.

4-b) Muros de sostenimiento

Se incluyen en este grupo toda aquella obra de arte donde se presuma la fundación directa del tipo zapata, zapata continua, zapata combinada, plateas, etc.

Lo importante en este tipo de fundaciones consiste en determinar la máxima presión unitaria que puede aplicarse al terreno al cual se transmiten las cargas, buscando no sobrepasar las tensiones de rotura ni producir asentamientos excesivos.

Es importante destacar lo independiente que resultan dichos parámetros entre sí, ya que sin sobrepasarse las tensiones admisibles del terreno, y aún estando lejos de ella, pueden producirse en ciertos casos asentamientos no compatibles con la estructura.

4.b.1) Estudios necesarios

- 4-b.1.1) Observación de la zona de implantación de la estructura, tratando de identificar la formación geológica correspondiente, deteniéndose especialmente en depresiones, fracturas, márgenes de cursos de agua, etc., que puedan dar idea de la estratificación del suelo y sus componentes.
- 4-b.1.2) Se realizará una auscultación cada 50 metros cuadrados de superficie estimada de apoyo, con ejecución del ensayo de resistencia a la penetración S.P.T. cada metro de profundidad o cambio de manto.

La profundidad de estos sondeos deberá ser mayor que **Dmax**, siendo ésta la máxima profundidad para la cual la presencia de un suelo altamente compresible (generalmente mantos potentes de arcilla blanda con alto límite líquido), puede ejercer una influencia considerable sobre los asentamientos.

Como **Dmax** sólo puede ser calculado con los resultados obtenidos en los ensayos, deberá estimarse su valor en base a datos conocidos de zonas cercanas o similares, o bien fijar un valor del mismo y efectuar sondeos de reconocimiento con esa profundidad, para luego verificar si es necesario ampliar la información profundizando los mismos.

Como valor básico tentativo puede tomarse:

Dmax = 3.b ≥ 6m medidos desde la cota de fundación supuesta, siendo **b** el lado menor de la fundación que a priori se considera suficiente.

- 4-b.1.3) De los suelos extraídos se realizará una descripción detallada, determinando en el laboratorio la humedad natural, granulometría (por lavado en los tamices más finos si fuera necesario), límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, procediendo a su clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- 4-b.1.4) Se determinará la densidad de las arenas encontradas a través de los resultados del S.P.T.

En caso de decidir fundar sobre arena y en función de la importancia de la obra, se podrá realizar un ensayo normal de carga. Se extraerán muestras inalteradas de las arcillas encontradas a las que se les realizarán ensayos triaxiales consolidados no drenados para determinar **Ccu** (condición $\phi = 0$ en caso de ser arcillas saturadas) y con ella el valor de la tensión admisible sobre el terreno.

Si bien la condición anterior es la más desfavorable para arcillas saturadas, deberá evaluarse la posibilidad de realizar ensayos parcialmente consolidados o drenados que tengan en cuenta una relación presunta entre incremento de velocidad de carga y drenaje del suelo.

- 4-b.1.5) En caso de encontrarse mantos de arcilla de espesor tal que puedan incidir

en los asentamientos de la estructura se realizarán los ensayos de consolidación e hincharamiento.

- 4-b.1.6) Se determinará el nivel freático, realizándose un estudio químico de la agresividad de las aguas superficiales así como de las que conforman la napa freática en caso de encontrarse cercana a la estructura o cercanos a ella.
- 4-b.1.7) Cuando la magnitud de la obra lo justifique pueden realizarse pozos a cielo abierto o calicatas de donde se analizará la conformación del terreno y se extraerán las muestras necesarias para su total conocimiento.

4-c) Puentes

Abarca este grupo a todas aquellas obras donde cargas importantes se descargan en lugares comprometidos, ya sea por las características del suelo (conocidas previamente) o por la ubicación de las mismas (cursos de agua, bañados, etc.).

Se trata de estructuras que requieren generalmente fundaciones sobre pilotes, y que la magnitud e importancia de las mismas justifica un estudio detallado del suelo.

4-c.1) Estudios necesarios

- 4-c.1.1) Observación detallada de la zona de implantación de las obras, con descripción de la formación geológica correspondiente.

Cobra fundamental importancia, por tratarse de obras generalmente sobre cursos de agua, la observación de depósitos sedimentarios o zonas erosionadas, para ir formando la idea de cómo contrarrestar el problema de la socavación.

Deberá describirse toda discontinuidad o característica particular que pueda ayudar a definir el tipo de depósito del cual proviene el suelo (depósito fluvial, eólico, glaciar, etc.) y con ello estimar el tipo de estratificación existente.

- 4-c.1.2) Se realizarán auscultaciones con determinación de la resistencia a la penetración mediante ensayos S.P.T.

Como generalmente el tipo de superestructura se encuentra, si no definido, si acotado (por ejemplo, longitud de los tramos de puente), se realizará por lo menos una auscultación en correspondencia con cada fundación incluyéndose además los estribos.

La profundidad de las mismas debe ser determinada para cada obra en forma específica. Una regla conservadora fija para puentes sobre cursos de agua permanente o no, una profundidad de por lo menos cuatro veces la diferencia entre la máxima crecida y el máximo estiaje del curso de agua en cuestión.

Sin embargo este criterio (basado en la cota de fundación necesaria para evitar el problema de la socavación), puede resultar excesivo o insuficiente y por lo tanto debe ser tomado como una referencia solamente.

La profundidad de las auscultaciones debe ser determinada en definitiva por una especialista a la luz de los resultados que se vayan presentando durante la realización del ensayo.

- 4-c.1.3) Se tomarán muestras con **e-1** sacamuestras correspondiente a cada tipo de suelos, procediéndose a describirlo y ejecutar en el laboratorio los trabajos necesarios para determinar su humedad natural, granulometría (por lavado en los tamices más finos si fuera necesario), límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, densidad aparente, clasificándolo luego según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

- 4-c.1.4) Se tomarán muestras inalteradas de los suelos que se presenten, determinando mediante ensayos triaxiales los valores de cohesión **c** y fricción **Ø**, fundamentales para el dimensionamiento de los pilotes.

Salvo condiciones particulares, suele ser suficiente los valores de cohesión y

fricción obtenidos mediante ensayos triaxiales escalonados rápidos no drenados.

- 4-c.1.5) Para fundaciones en cursos de agua no permanentes o fuera de cursos de agua, se determinará el nivel de la napa freática.

En todos los casos se realizará un análisis químico de las aguas superficiales o no, que estén en contacto con la estructura, para determinar la agresividad de las mismas.

- 4-c.1.6) Los estudios para fundaciones de este tipo deben incluir el análisis hidrológico de la cuenca y el estudio de la socavación general y localizada, ambos fundamentales, que se describen en especificaciones similares a la presente.

5 - INFORMES

Todos los estudios (observaciones, ensayos, descripciones, etc.) indicados en los puntos anteriores, deberán presentarse a modo de informe conteniendo:

- 5-a) Una descripción detallada de los trabajos realizados.
- 5-b) Tablas y gráficos de los resultados obtenidos, agregando todas las observaciones que resulten necesarias para una interpretación correcta de los trabajos.
- 5-c) A modo de conclusión, se enumerarán los puntos destacables del estudio y se indicará la fundación que resulte adecuada.

Los estudios deberán ser realizados y firmados por un profesional especializado en mecánica de suelos, el que deberá ser aceptado formalmente por Ferrocarriles Argentinos, previamente a la ejecución de los trabajos.