



## ESPECIFICACIONES PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS GEOFISICOS Y GEOHIDROLOGICOS

### 1. - PROPÓSITO

Establecer los lineamientos para la presentación y elaboración de los Estudios Geofísicos – Geohidrológicos y asegurar la autorización para la validación oportuna del expediente de perforación de pozo profundo para agua potable.

### 2. - ALCANCE

Estos Términos de Referencia aplican a todos los Organismos Operadores, Presidencias Municipales, comunidades del Estado de Nayarit y contratistas Estatales y Foráneos que requieran y se dediquen a realizar Estudios Geofísicos–Geohidrológicos respectivamente.

### 3. – REFERENCIAS

Estos Términos de Referencia forma parte del Procedimiento para Revisión de Proyectos de Perforación de la Comisión Estatal del Agua de Nayarit, para la elaboración de Estudios Geofísicos-Geohidrológicos.

### 4. – RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Jefe del departamento de Geología y Perforación o su asignado a la aplicación e implantación de estos Términos de Referencia así como mantener actualizados los conceptos y datos que intervienen en el mismo. Es responsabilidad del Jefe del Departamento de Geología y Perforación o su asignado la elaboración o modificación de estos Términos de Referencia. La autorización de estos Términos de Referencia es responsabilidad del Secretario Ejecutivo de la Comisión Estatal del Agua de Nayarit.





## 5. – CONTENIDO

Todos los estudios Geofísicos-Geohidrológicos deben contener y desarrollar los siguientes conceptos para su validación. Para su revisión se utilizará el formato “FO-GP-01” del Departamento de Geología y Perforación y las observaciones pertinentes se realizaran en el formato “FO-GP-07”.

### ÍNDICE

- I.- INTRODUCCIÓN
- II.- OBJETIVO
- III.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA GEOLÓGICO
- IV.- ESTUDIO DE EXPLORACIÓN GEOFÍSICA
- V.- PRESENTACIÓN DEL INFORME
- VI.- ENTREGA DEL INFORME



## II.- OBJETIVOS

Establecer un criterio definido para la ejecución, procesamiento e interpretación de sondeos eléctricos verticales de resistividad, que determinarán las condiciones geológicas del subsuelo en zonas donde existen acuíferos cuya geometría no se conoce en forma precisa o bien para la localización de nuevos almacenamientos de aguas subterráneas susceptibles de explotación.

## III- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA GEOLÓGICO

La complejidad en la definición del marco geológico en que se encuentran localizados los acuíferos, generan la necesidad de efectuar estudios geológicos a detalle que deberán de ser apoyados con la exploración geofísica.

Antes de efectuar actividades de carácter geofísico es fundamental establecer perfectamente cual es el problema geológico a resolver, ya que en innumerables casos, por precisas que sean las mediciones de campo y excelente el procesamiento e interpretación, la información geofísica obtenida no resuelve o aclara a medias el verdadero problema geológico; el hidrogeólogo deberá definir con claridad las incógnitas que desea conocer y apreciar por geología superficial las probables capas, estructuras y características generales que deberán sujetarse a investigación.

## IV.- ESTUDIOS DE EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

En el caso particular de la exploración de las aguas subterráneas, los métodos geofísicos de mayor utilización son: el eléctrico, en la modalidad de sondeos eléctricos verticales y el de tendidos electromagnéticos, los cuales se fundamentan en la medición de la resistividad eléctrica de los materiales del subsuelo.

Como parte del estudio de exploración geofísica y geohidrológica que se requiere desarrollar se deberán realizar las actividades siguientes:

**1.- Recopilación y análisis de información**

**2.- Descripción del marco físico de referencia y geología de la zona**





**NAYARIT**  
ORGULLO QUE NOS UNE



**CEA**  
COMISIÓN ESTATAL  
DEL AGUA NAYARIT

*3.- Realización de sondeos eléctricos verticales, dipolo-dipolo o tendidos electromagnéticos*

*4.- Reconocimiento hidrogeológico de la área*

*5.- Procesamiento de los datos geológicos, geofísicos e hidrogeológicos obtenidos*

*6.- Reinterpretación de información geofísica previa (en caso de existir)*

*7.- Integración y correlación de resultados.*

Cada una de las actividades anteriormente señaladas se llevarán a cabo tomando como base los procedimientos siguientes:

### **1.- Recopilación y análisis de información**

Es obligación de los contratistas recopilar y analizar toda la información geológica, geofísica e hidrológica existente, es obligatorio consultar los estudios hidrogeológicos y modelos matemáticos de los acuíferos del estado de Nayarit, realizados por la CEA, se realizará un censo de los aprovechamientos más cercanos, pozos, norias, manantiales, etc., anotando sus principales características: ubicación (con GPS), hidrogeoquímica, topográfica, climatológica, número de usuarios a beneficiar, y toda aquella de interés geohidrológico que exista sobre la zona de estudio, para un mejor conocimiento técnico del área de trabajo y un óptimo desarrollo del estudio, una vez recopilada esta información, se procederá a su revisión y análisis.

### **2.- Descripción del marco físico de referencia y geología de la zona**

Se deberán describir las condiciones físicas y geológicas que caracterizan a la región y a la zona de estudio.

### **3.- Realización de sondeos eléctricos verticales, dipolo-dipolo o Tendidos electromagnéticos.**

Se deberán de realizar como mínimo tres sondeos geofísicos ya sea eléctricos verticales y/o tendidos electromagnéticos, de acuerdo a la zona de interés y profundidad que se requiera estudiar; los cuales se indicarán claramente en un plano topográfico esc. 1:50 000 señalando el rumbo de la línea de tendido, así como fotografías mostrando el equipo en cada “SEV” o “TEM” realizado.

En caso de existir algún pozo cercano al área de estudio, se deberá efectuar un sondeo de calibración. Por resultar de mayor valor práctico, será imperativo que en todos los sondeos que se realicen se utilice el dispositivo tetraelectrodico schlumberger, y de ser necesario efectuar una o varias líneas de dipolo-dipolo, con estaciones a cada 50 metros y una longitud total de mil metros (según lo determine





**NAYARIT**  
ORGULLO QUE NOS UNE



el departamento de geología y perforación de la C.E.A.G.).

Para realizar el conjunto de operaciones de medición que constituyen un sondeo eléctrico vertical, es necesario que se cuente con el equipo adecuado para cubrir el objetivo deseado. Este equipo deberá ser de marca de fabricación de reconocido prestigio y su circuito de emisión o transmisor será capaz de introducir y hacer circular por el terreno una corriente eléctrica de intensidad constante hasta de 10 amperes utilizando voltaje de salida entre 100 y 1200 volts con capacidad de lectura hasta de un miliamper.

En el circuito de recepción o de potencial se debe emplear un instrumento de gran impedancia de entrada, mínimo de un megaohm, capaz de medir tensiones comprendidas desde fracciones de mili volts hasta rangos de 10 ó más volts.

Para el proceso de ejecución de los “*S.E.Vs.*”. El equipo deberá estar provisto del cable suficiente para cubrir distancia con **AB** final de 3000 metros, además de todos los accesorios y herramientas complementarias.

En el caso de los Tendidos Electromagnéticos “**TEM**” se debe cumplir con las siguientes pruebas de campo:

- Pruebas de funcionamiento del equipo.
- Pruebas de la resistividad del circuito de transmisión y recepción.
- Análisis de intensidad de corriente circulante de emisión.
- Análisis de ruido y respuesta del equipo con diferentes ganancias.
- Análisis de la penetración de la señal en el subsuelo (profundidad de investigación).
- Análisis de la repetibilidad de la respuesta medida por el equipo.
- Determinación de los parámetros de registro a utilizar.

Las anteriores pruebas se deben realizar en diferentes sitios de la zona de interés con la finalidad de que sean representativos de las condiciones generales, se debe utilizar un tendido máximo (loop) de 300 x 300 mts.

#### **4. - Reconocimiento hidrogeológico del área**

Con el fin de obtener un mayor conocimiento de las características hidrogeológicas de la zona, se deberá recabar, verificar en campo y analizar la información hidrogeológica necesaria para dar apoyo a los objetivos del estudio.

Se deberá recabar datos de los aprovechamientos existentes, indicando el número y tipo de ellos, sus características constructivas, profundidad total del pozo, diámetro de ademe, nivel estático, nivel





**NAYARIT**  
ORGULLO QUE NOS UNE



**CEA**  
COMISIÓN ESTATAL  
DEL AGUA NAYARIT

dinámico, gasto actual, tipo y capacidad de la bomba, longitud de columna, corte litológico, elevación topográfica, calidad y temperatura de agua, deberán quedar ubicados en un plano topográfico esc 1: 50 000, además se realizara una tabla comparativa de estos pozos. Se anexa formato de tabla.

En el caso de manantiales, se obtendrá de la manera más precisa el gasto aproximado ubicándolos correctamente en el plano respectivo, además deberá presentar un croquis de acceso a ellos y una descripción hidrogeológica de su origen.

### **5.- Procesamiento de datos geológicos, geofísicos e hidrogeológicos obtenidos**

Una vez efectuada la recopilación y análisis de la información de apoyo existente, haber descrito el marco físico de referencia y la geología de la zona, además de realizados los sondeos eléctricos verticales y efectuado el reconocimiento hidrogeológico del área, se deberán procesar todos los datos obtenidos, para lo cual se elaborará el plano geológico respectivo y un mínimo de dos secciones geológicas esquemáticas utilizando la esc. Vert 1: 5000 y esc. hor. 1: 50,000.

Se deberá presentar la columna estratigráfica del área y se efectuara la descripción de las unidades litoestratigráficas del área, además de indicar sus rasgos geomorfológicos y estructurales, así como todas aquellas características que resulten de interés geohidrológico.

Como parte del procesamiento de los datos geofísicos, se deberá presentar la siguiente información:

- a) Un plano topográfico y uno geológico esc. 1 : 50 000 con la ubicación precisa de los sondeos efectuados y rumbo con el cual se efectuaron los tendidos.
- b) Un anexo que contenga los originales de las hojas de mediciones de campo con sus respectivas curvas logarítmicas de resistividad aparente.
- c) Curvas logarítmicas de campo suavizadas para su interpretación manual mediante el empleo de las curvas patrón y sus gráficos auxiliares, señalando los resultados de espesores y resistividad obtenidas para las capas del modelo geoelectrico inicial.
- d) Resultados de espesores y resistividades obtenidas mediante el empleo de programas de computadora, presentando para cada sondeo la grafica con la curva logarítmica de campo y la ajustada mediante el proceso computarizado.



Tablas que incluyen todos los sondeos ejecutados, con información concentrada del espaciamiento utilizado en la abertura de los electrodos de corriente ( $AB/2$ ) así como las respectivas resistividades aparentes obtenidas.

f) Resultados gráficos de los sondeos eléctricos verticales a través de:

i) Perfiles geoelectricos con espesores y resistividades reales calculadas.

ii) Secciones geológicas esquemáticas de cada perfil geofísico realizado, utilizando las mismas escalas horizontales y verticales de los perfiles geoelectricos.

g) Un análisis amplio y detallado indicando las características principales de los perfiles geofísicos y de los sondeos realizados, mediante una interpretación descriptiva de los resultados de cada perfil.

## 6.- Reinterpretación de información geofísica previa

Independiente de las actividades generadas por la ejecución del estudio, es necesario que se recopile, analice, reinterprete, describa, integre y correlacione los resultados obtenidos mediante los estudios geofísicos previos que la CEA, y otras dependencias del gobierno federal hayan efectuado en la zona o en las proximidades del área de estudio.

## 7.- Integración y correlación de resultados

Con base a los resultados geofísicos obtenidos, y a la información geológica, hidrogeológica e hidrogeoquímica de la zona, se deberá efectuar una integración y correlación de resultados que tendrá como objeto presentar las conclusiones y recomendaciones del trabajo efectuado.

Es de gran importancia indicar que los resultados finales del estudio deberán estar enfocados desde el punto de vista geohidrológico por lo que deberá anotarse claramente la identificación de las áreas con posibilidades acuíferas y las zonas (“puntos”) más favorables para la ubicación de perforaciones exploratorias, indicando claramente las profundidades de exploración recomendadas, así como presentar un diseño de pozo de acuerdo a la información y resultados obtenidos.



## V.- PRESENTACIÓN DE INFORME

El informe final deberá estar integrado de acuerdo con el siguiente:

### Contenido

#### Generalidades

Antecedentes  
Objetivo del estudio  
Localización y descripción del área

#### Métodos de trabajo

II.1 Actividades de campo  
II.2 Actividades de gabinete

#### III. Geología

III.1 Fisiografía  
III.2 Geomorfología  
III.3 Estratigrafía  
III.4 Geología estructural

#### IV. Hidrogeología

IV.1 Unidades hidrogeológicas  
IV.2 Acuíferos del área

#### V. Exploración geofísica

V.1 Generalidades  
V.2 Fundamentos básicos  
V.3 Características del equipo empleado  
V.4 Metodología  
V.5 Interpretación





**NAYARIT**  
ORGULLO QUE NOS UNE



**CEA**  
COMISIÓN ESTATAL  
DEL AGUA NAYARIT

V.6 Características y descripción de los perfiles  
geofísicos

## **VI. Integración y correlación de resultados**

### **VII. Resumen**

### **VIII. Conclusiones y recomendaciones**

VIII.1 Conclusiones

VIII.2 Recomendaciones

### **IX. Anexos**

IX.1 Planos

IX.2 Secciones

IX.3 Perfiles geofísicos

IX.4 Tablas de sondeos y curvas logarítmicas

IX.5 Gráficas de curvas computarizadas

IX.6 Fotografías

## **VI.- ENTREGA DEL INFORME**

Este se entregara de forma oficial en original y copia impresos, así como en medios magnéticos (CD o disket), incluyendo planos y secciones a la dirección de agua potable, para ser turnado al departamento de geología y posteriormente al departamento de estudios y proyectos.

## **6.- GLOSARIO**

**Acuífero.-** Unidad geológica constituida por material saturado, permeable, del que se puede extraer agua en condiciones económicas.

**Acuífero confinado, artesiano o cautivo.-** Acuífero limitado en sentido vertical por rocas impermeables y sometido a una presión hidrostática superior a la atmosférica.

**Acuífero libre o freático.-** Acuífero que tiene su limite superior definido por el nivel freático sometido a la presión atmosférica.

**Ademe ciego (liso). –**Tubo cerrado lateralmente que no permite el paso del agua al interior del pozo.





**NAYARIT**  
ORGULLO QUE NOS UNE



**Ademe de pozo.-** Revestimiento de las paredes del pozo, destinado a evitar su caída o colapso.

**Aforo.-** Prueba de bombeo a caudal variable para establecer el caudal óptimo de explotación de un pozo.

**Anión.-** Ion con carga eléctrica negativa.

**Ánodo.-** Electrodo cargado positivamente.

**Arcilla.-** Material clástico en que predominan los tamaños menores a 1 / 256 de mm.

**Arreglo granulométrico.-** Distribución en por ciento y por tamaño de los gránulos que integran una muestra.

**Azolve .-** Material sólido en suspensión proveniente del acuífero que se va depositando en el interior del pozo.

**Bentonita.-** Arcilla plástica altamente coloidal, del grupo de las montmorillonitas, caracterizada por la propiedad de aumentar varias veces su volumen al ponerse en contacto con el agua.

**Caliza.-** Roca sedimentaria formada por la precipitación de carbonato de calcio, principalmente en forma de calcita y pequeñas cantidades de impurezas arcillosas.

**Capacidad específica. -** Relación entre el caudal extraído de un pozo y el descenso del nivel dinámico. Generalmente se expresa en l/s/m.

**Carbonato .-** Mineral formado por la precipitación orgánica ó inorgánica, en una solución acuosa de calcio, magnesio o hierro.

**Catión.-** Ion con carga eléctrica positiva.

**Cátodo.-** Electrodo cargado negativamente.

**Caudal.-** Volumen de líquido que atraviesa una sección durante la unidad de tiempo.

**Caudal óptimo.-** Caudal al que se puede explotar un pozo eficientemente.

**Cedazo.-** Ademe con aberturas de forma, tamaño y espaciamiento diseñado en función de las características del acuífero, que permite el paso del agua al interior del pozo.



**Cono de abatimiento.-** Depresión del nivel freático o piezométrico, con forma de cono invertido, con el pozo como eje, y ocasionado por la pérdida de carga del agua al fluir hacia el pozo. Define el área de influencia del pozo.

**Desarrollo del pozo.-** Conjunto de actividades físicas o químicas tendientes a mejorar las condiciones hidráulicas de un pozo.

**Descenso real del pozo o abatimiento del pozo.-**Diferencia entre el nivel dinámico y estático.

**Descenso teórico del pozo.-** Parte del descenso real del pozo que se origina por pérdidas de carga del acuífero.

**Eficiencia de pozo.-** Relación entre descenso teórico y el descenso real, expresado en porcentaje. La máxima eficiencia hidráulica de un pozo en unas condiciones dadas, se obtiene cuando el producto del caudal por la capacidad específica es máximo.

**Espacio anular .-** Espacio comprendido entre la pared de la perforación y el ademe del pozo. Frecuentemente aloja al filtro granular.

**Estratigrafía.-** Parte de la Geología que trata del estudio de los estratos geológicos; su origen, distribución espacial, forma de depósito y edad.

**Estudio Geofísico – Geohidrológico.-**Es aquel estudio que se realiza para ubicar la mejor zona y punto para perforar, que presente la mayor certidumbre para obtener agua subterránea, utilizando como herramientas básicas: métodos geofísicos, la Geología regional, Geología local, Estratigrafía, Geomorfología, Geología Estructural, Hidrología.

**Filtro granular.-** Material granular redondeado, natural, de tamaños seleccionados especialmente para retener los gránulos de un acuífero.

**Fluidos de perforación.-** Agua con aditivos, aire o aire con espumantes, empleados en las labores de perforación rotatoria de pozos, para remover el corte del fondo, enfriar y limpiar la barrena, mantener estables las paredes del pozo y reducir la fricción entre las paredes del pozo y la herramienta de perforación.

**Flujo laminar.-** Movimiento de un fluido en que sus partículas fluyen en líneas paralelas a las paredes del ducto, sin interferir entre sí. Es característico del movimiento del agua subterránea.

**Flujo turbulento.-** Movimiento de un líquido en el que las líneas de flujo se desplazan siguiendo trayectorias confusas y heterogéneas. Está asociado a velocidades mayores que en el laminar.





**NAYARIT**  
ORGULLO QUE NOS UNE



**CEA**  
COMISIÓN ESTATAL  
DEL AGUA NAYARIT

**Gradiente Hidráulico.**- Relación del cambio de carga por unidad de distancia en un flujo de agua.

**Grava.**- Material clástico en que predominan los tamaños superiores a 2 mm.

**Ion.**- Átomo o conjunto de átomos cargados eléctricamente.

**Limo.**- Material clásico en el que predominan los tamaños que varían entre 1 /16 y 1/256 de mm.

**Nivel dinámico.**- cota del agua en un pozo al ser bombeado a un caudal dado.

**Nivel estático.**- Nivel del agua en un pozo cuando no esta afectado por el bombeo.

**Nivel freático.**- Limite entre la zona de aireación y la de saturación. Este término se emplea solo en acuíferos libres.

**Nivel piezométrico.**- Elevación que alcanza el agua en un pozo artesiano al conectar el acuífero con la atmósfera.

**Oxidación.**- Combinación de un elemento con oxígeno.

**Perforación a percusión.**- Sistema de perforación en el cual se fragmenta la roca por medio del golpeo de una herramienta pesada, extrayéndose los detritus con una cuchara.

**Perforación rotaria con circulación directa** .- Sistema de perforación en el cual el fluido penetra al pozo a través de la tubería de perforación y asciende por el espacio anular entre la tubería de perforación y el agujero.

**Permeabilidad.**- Capacidad de un material para transmitir un fluido. Caudal del agua que se filtra a través de una sección de terreno de área unitaria, bajo la carga producida por un gradiente hidráulico unitario a una temperatura constante de 20 ° C.

**Peso específico.**- Relación que existe entre el peso de un cuerpo y un volumen semejante de agua, al nivel del mar y a una temperatura de 4° C.

**pH (potencial hidrogeno).** - Medida de la acidez o alcalinidad de una solución. Un pH de 7 indica una solución neutra: bajo el 7 la solución es ácida y sobre él es alcalina o básica.

**Porosidad efectiva** .- Relación entre el volumen de vacíos comunicados de una muestra y el volumen total de ella.





**Pozo artesiano.**- Pozo que contiene o del que se explota agua proveniente de un acuífero confinado.

**Pozo de observación (piezométrico).**- Pozo perforado con el objeto de observar parámetros del acuífero como; niveles, temperatura, contaminantes, etc. Sea en condiciones estáticas o dinámicas.

**Radio de influencia.**- Distancia radial entre el centro de un pozo de explotación y el punto más cercano en el que no se observen efectos de abatimiento del nivel estático o del piezométrico.

**Rocas carbonatadas.**- Rocas sedimentarias formadas por la precipitación y acumulación de carbonatos. Las más abundantes son la caliza y la dolomía.

**Rocas clásticas.**- Rocas sedimentarias compuestas principalmente por fragmentos de roca de diferentes tamaños, erosionados y depositados a cierta distancia de la roca madre.

**Viscosidad.**- Propiedad de los fluidos en los cuales el roce entre las moléculas dificulta el movimiento uniforme de la masa.

**Zona de aireación.**- Aquella en la que existe aire en contacto con el agua.

\*Con la finalidad de enriquecer los términos de referencia anteriormente descritos se conmina a geólogos, geofísicos, hidrólogos, contratistas que se desarrollan en el entorno de la hidrogeología y en general a todas las presidencias municipales, organismos operadores y comunidades del estado de Nayarit para los cuales es finalmente todo nuestro apoyo y esfuerzo, a que viertan por escrito cualquier comentario o recomendación para mejorarlos, ya que de los buenos resultados obtenidos de dichos estudios dependerá el mejor aprovechamiento de los recursos económicos disponibles para la perforación de pozos para agua potable, que en la actualidad en los tiempos difíciles que está viviendo la economía nacional es urgente aprovecharlos acertadamente. Para cualquier comentario, sugerencia o aclaración favor de enviarla al departamento de geología y perforación de la Comisión Estatal del Agua de Nayarit.

