

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**

**DIRECCIÓN DE DERECHOS DE AGUA Y VERTIDOS**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA - ELABORACIÓN DE ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO  
PARA SOLICITAR TÍTULO DE CONCESIÓN PARA APROVECHAMIENTO DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS**

**I. JUSTIFICACIÓN**

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), en su calidad de órgano superior en materia hídrica, está facultada para ejercer la gestión, manejo y administración de los recursos hídricos en el ámbito nacional. En este sentido, el artículo 26 de la Ley N.º 1046 inciso g) otorgar, modificar, prorrogar, suspender o extinguir los títulos de concesión, permisos y licencias para el uso o aprovechamiento del agua y sus bienes, de las licencias de operación y acuerdos de concesión de los prestadores de servicios y de los permisos para el vertido de las aguas residuales en cuerpos de dominio público.

Para efectos de otorgar un derecho de uso de agua, es de carácter obligatorio por parte del solicitante la realización y presentación de estudios hidrogeológicos y análisis para determinar la calidad de las aguas, todo conforme al artículo 45 literal h) de la Ley N.º 620 y al artículo 87 del Decreto N.º 44-2010, Reglamento a la Ley N.º 620, para este fin se establecen los términos de referencia (TDR) para la elaboración de estos estudios, a como lo mandata el artículo 88 inciso b) del Reglamento a la Ley N.º 620.

Con base a lo anterior, los TDR son una guía práctica para los diferentes usuarios, a fin de facilitar el proceso de elaboración del estudio, el cual contenga los aspectos más relevantes que permitan demostrar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.

**II. CONTENIDO DEL ESTUDIO**

El estudio hidrogeológico deberá contener **como mínimo** lo descrito en los numerales siguientes. En dependencia del área de influencia, éste debe ser elaborado con enfoque de acuífero o unidad hidrográfica.

La Autoridad Nacional del Agua tiene la competencia de requerir cualquier otra información, datos o modelación que considere necesaria para sustentar y corroborar la solicitud.

## 1. Introducción

Describir los aspectos relevantes del estudio, haciendo énfasis en los alcances del mismo.

## 2. Antecedentes

Citar estudios previos realizados en el área, los cuales puedan ser utilizados como línea base en los contenidos o como referencia para la discusión de resultados obtenidos.

Los datos a considerar pueden incluir: meteorológicos, potencial subterráneo, relación agua superficial-subterránea, capacidad de infiltración, tipo de recarga del acuífero, monitoreo del nivel freático, parámetros hidráulicos (conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento y capacidad específica) y análisis hidroquímico de la zona de estudio.

## 3. Objetivos del estudio

Deben ser fundamentados con respecto al propósito del estudio, dirigido a la evaluación del estado actual del recurso hídrico subterráneo que se pretende aprovechar.

## 4. Caracterización del área de estudio

### 4.1 Delimitación del área de estudio

Indicar el punto de extracción respecto a la unidad hidrográfica y acuífero. Delimitar el área donde se realizará el estudio, considerando las características del medio hidrogeológico y/o condiciones geomorfológicas.

Incluir mapa de la ubicación del sitio de extracción detallado a escala local. Las coordenadas deben ser proyectadas en el sistema UTM WGS-84 Zona 16N. Asimismo, deberá incluirse la ubicación política administrativa del área de estudio.

Por otro lado, se indicará si el sitio de aprovechamiento se encuentra dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y/o territorios de vulnerabilidad determinados por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).

### 4.2 Climatología

La representatividad, calidad, extensión y consistencia de los datos meteorológicos, es esencial para el inicio del estudio; para esto se recomienda contar con un mínimo de **15 años**, con un máximo de dos (02) años de antigüedad respecto al año en curso de la realización del estudio.

En el caso de realizar relleno de la información meteorológica será necesario obtener coeficientes de correlación en el rango de 0,70 - 1,0 para asegurar que los datos generados sean lo más confiables en el estudio.

Las estaciones consideradas en el área de estudio, serán representadas en un mapa temático.

#### **4.2.2 Variables climáticas**

Describir las variables de precipitación, temperatura y evapotranspiración.

Incluir mapas temáticos, gráficos y tablas consolidadas que ayuden en la descripción de la información presentada. Los datos de las fuentes empleadas se deben presentar en Anexos.

#### **4.3 Geomorfología**

Exponer los aspectos topográficos y geomorfológicos de mayor relevancia existentes en la zona de estudio. Se debe elaborar mapa geomorfológico a escala local.

#### **4.4 Geología**

Presentar información correspondiente a la geología regional y local, y perfil estratigráfico. Asimismo, considerar el ambiente estructural (fallas, fracturas, lineamientos y estructuras principales). Incluir mapa a escala local.

#### **4.5 Suelo**

Describir los tipos y usos de suelo presentes en el área de estudio. Se deberán realizar pruebas de infiltración por tipo de suelo, con el propósito de estimar la capacidad de infiltración y textura de los mismos.

Elaborar mapas de tipo y uso de suelo actual a escala local.

#### **4.6 Hidrología**

Realizar inventario de fuentes superficiales que permitan valorar la interferencia entre agua superficial con el sitio de aprovechamiento. Elaborar mapa de inventario de fuente superficial.

### **5. Caracterización hidrogeológica**

#### **5.1 Análisis del medio hidrogeológico**

El análisis consiste en presentar todas las características del medio geológico, comprendida en la geometría del acuífero, la composición y las propiedades hidráulicas inherentes al tipo de roca, esto deberá conllevar a presentar en qué tipo de acuífero se está realizando el estudio. Así mismo, se deberá hacer una valoración bibliográfica o específica del basamento hidrogeológico

y la deposición lito estratigráfica del entorno. Igualmente, incluir los espesores permeables y valoraciones de la permeabilidad.

Presentar mapas del medio acuífero y corte hidrogeológico, con información existente o bibliográficos.

### **5.2 Inventario de pozos**

Inventariar pozos dentro de la zona de estudio, incluyendo el pozo en estudio, con la información siguiente:

- Nombre o propietario
- Coordenadas en UTM WGS-84 zona 16N
- Elevación (msnm)
- Tipo de pozo
- Uso
- Profundidad del pozo (m)
- Nivel estático del agua (m)
- Nivel dinámico del agua (m)
- Volumen de extracción (m<sup>3</sup>/d o m<sup>3</sup>/mes)

### **5.3 Datos técnicos del pozo**

Presentar el diseño preliminar o definitivo del pozo, equipamiento (tubo piezométrico, caudalímetro, tubería de descarga, equipo de bombeo, entre otros) y método de perforación. En caso de encontrarse perforado y contar con la información se deberá incluir la descripción del perfil litológico.

Cabe mencionar que esta información debe presentarse en unidades de medida del Sistema Internacional.

### **5.4 Análisis de características hidráulicas**

Realizar prueba de bombeo a caudal constante, considerando que en medios porosos la duración deberá ser de 24 horas para pozos que operan con caudales mayores a 113,55 m<sup>3</sup>/h, de lo contrario 12 horas como mínimo. En medios fracturados se deberá realizar la prueba por 8 horas como mínimo. Cabe destacar que el caudal de bombeo empleado debe ser igual o mayor al caudal de aprovechamiento. Anexar datos de la prueba.

Basándose en los datos obtenidos en la prueba de bombeo, calcular los parámetros hidráulicos del pozo:

- Transmisividad (m<sup>2</sup>/d)
- Conductividad hidráulica (m/d)
- Coeficiente de almacenamiento (adimensional)
- Capacidad específica (m<sup>3</sup>/h/m)

Por otra parte, se deberá estimar el radio de influencia, debiendo valorar la interferencia con los pozos inventariados.

Especificar los métodos de cálculo empleados en el procesamiento e interpretación de los resultados obtenidos, así como los gráficos/figuras/tablas necesarias para la representación de los mismos (todos estos cálculos deberán ser presentados en anexo para su validación).

En caso que el estudio corresponda a solicitud de permiso de perforación de pozo, lo anterior no aplica; por tanto, se podrá utilizar información bibliográfica de estudios previos realizados en el área. No obstante, se hace la salvedad que, al momento de realizar las correspondientes pruebas de bombeo y se demuestre que existe interferencia en pozos aledaños existentes, esta Autoridad se reserva el derecho de otorgar o cancelar (según corresponda) el título de concesión de aprovechamiento de agua.

### **5.5 Análisis de características hidrodinámicas**

El análisis debe incluir la información siguiente:

- Nivel piezométrico
- Dirección del flujo del agua subterránea
- Gradiente hidráulico
- Zonas de recarga y descarga
- Interrelación de agua subterránea y superficial

Para la representación espacial se deberá presentar mapas: piezométricos y de isopropundidad a escala local.

### **5.6 Recarga de acuífero**

Estimar la recarga potencial del acuífero, a partir de los métodos aplicado para esta variable (Schosinsky y/o permeabilidad geológica), el cual debe ser justificado, basándose en las características hidrogeológicas del medio.

El método utilizado deberá ser descrito en el estudio, incorporando todas las variables utilizadas, anexando la memoria de cálculo.

En caso de utilizar la metodología de Schosinsky, se deberá considerar las horas de lluvia, en dependencia de la zona de estudio.

## **6. Uso y consumo**

### **6.1 Aprovechamiento del sitio de solicitud**

Justificar y describir los diferentes usos y volumen de agua a ser aprovechado en función de los rubros o actividades de la empresa o persona natural, tomando como referencia los usos establecidos en el artículo 46 de la Ley 620 "Ley General de Aguas Nacionales".

Cuando el uso sea industrial, se deberá realizar descripción de proceso productivo, estableciendo cada una de las operaciones unitarias durante el proceso.

En el caso del uso para consumo humano se deberán realizar los cálculos con base a las dotaciones establecidas en la NTON 09 007 19 (Norma técnica para el diseño de sistema de abastecimiento. Agua potable).

Asimismo, para el uso agrícola y pecuario se deberán realizar los cálculos en dependencia del tipo de cultivo, área de riego (hectárea), sistema de riego y cantidad de cabezas de ganado (bobino, porcino, ovino, entre otros), tomando como referencia los requerimientos técnicos para cada tipo de cultivo y especie animal.

Se deberán incluir las memorias de cálculos en las que se definan los volúmenes máximos mensuales a utilizar, reflejar las variaciones en época seca y lluviosa.

## 6.2 Consumo de agua de otros usuarios

Presentar la cuantificación del uso y consumo en el área de estudio a través de un levantamiento de usuarios del recurso hídrico, el cual permita valorar el aprovechamiento actual del acuífero. Para esto, se deben incluir gráficos y tablas que ayuden al sustento de la información.

## 7. Calidad de aguas subterráneas

En dependencia de la actividad socioeconómica que se realicen en la zona y el uso del sitio de aprovechamiento, se deberá de presentar resultados de análisis de laboratorio con los parámetros descritos a continuación:

- **Fisicoquímicos:** aniones y cationes mayoritarios, temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, dureza, alcalinidad total, amonio, fluoruro, hierro y boro;
- **Microbiológico:** coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*;
- **Metales:** arsénico, cadmio, cianuro, cromo, manganeso, mercurio y plomo;
- **Plaguicidas:** organoclorados y organofosforados;
- **Hidrocarburos.**

Para todos los tipos de usos se deberán presentar análisis fisicoquímico, microbiológico y arsénico.

Esta información deberá ser presentada en formato establecido por esta Autoridad, la cual se ubica en anexo de los TDR.

Asimismo, se debe presentar la debida interpretación de los resultados comparándose con las normas nacionales e internacionales vigentes, según el caso. En el caso que amerite, se debe mencionar el sistema de tratamiento previo a la utilización del recurso.

Los análisis deben ser realizados por laboratorios acreditados por la Oficina Nacional de Acreditación (ONA) adscrito al Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC).

Igualmente, se debe abordar la hidroquímica del agua en el área, describiendo el método utilizado para su determinación, así como los diagramas correspondientes. Se incluirá mapa hidroquímico de la zona de estudio a escala local, en dependencia del área de estudio.

## 8. Sitios potenciales de contaminación

Identificar y describir los posibles focos de contaminación, tanto naturales como antropogénicos, detallando coordenadas y distancia con respecto al sitio de aprovechamiento. Estos podrían incluir: tanques sépticos, plantas de tratamiento de agua residual, puntos de vertidos, gasolineras, áreas de uso de agroquímicos, industrias, entre otros. Presentar mapa con los sitios previamente identificados.

## 9. Conclusiones

Presentar los principales hallazgos del estudio que deberán responder a los objetivos propuestos.

## 10. Recomendaciones

En dependencia de los resultados obtenidos se describirán alternativas de manejo del recurso hídrico en el área de estudio, las cuales permitan establecer criterios de aprovechamiento sostenible.

## 11. Bibliografía

Señalar cada una de las fuentes consultadas, de acuerdo con las normas establecidas por la Asociación Americana de Psicología (APA) séptima edición.

## 12. Anexos

Incluir cualquier otra información o documentación que sustente los datos presentados en el estudio.

## III. OBSERVACIONES

- Todo consultor que presente o someta estudio a revisión ante la Autoridad Nacional del Agua deberá **contar con la certificación** otorgada por el Registro Público Nacional de Derechos de Agua y Prestadores de Servicios (RPNDAPS).
- El estudio debe ir debidamente firmado por el consultor encargado de la realización del mismo;
- Toda la información presentada debe auxiliarse de figuras, mapas, tablas y gráficos que faciliten la comprensión y validen los datos que representan;
- La proyección de coordenadas debe ser en UTM WGS-84 Zona 16N;

- La información de pruebas de bombeo tendrá una antigüedad máxima de cinco (05) años. En el caso de análisis de calidad de agua, deberán tener una antigüedad no mayor a seis (06) meses con respecto a su presentación ante esta Autoridad;
- Todos los datos deben ser presentados utilizando unidades del Sistema Métrico Internacional;
- La información meteorológica utilizada en el estudio debe ser proporcionada por fuentes lícitas, comprobables y fidedignas como el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). En lugares en que no se cuenta con la información de INETER, se puede hacer referencia a estudios científicos realizados dentro del territorio nacional;
- En el caso de la utilización de modelos y métodos, presentar la justificación de su uso y agregar la validación de los resultados mediante los datos de línea base utilizados;
- Si el proyecto se encuentra en áreas costeras, se deberá incluir una evaluación por intrusión salina;
- Cuando el sitio se ubique cerca de un cuerpo de agua superficial, se deberá evaluar la interacción entre ambos;
- Todos los cálculos realizados en el estudio deberán ser entregados en una memoria de cálculo debidamente organizada y descrita de acuerdo con la metodología aplicada.

#### IV. ANEXOS

**Tabla 1.** Formato de parámetros fisicoquímicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Resultado
Temperatura	°C			
pH				
Conductividad eléctrica	µS/cm			
STD	mg/L			
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>			
Cloruros	mg/L			
Sulfatos	mg/L			
Carbonatos	mg/L			
Bicarbonatos	mg/L			
Calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>			
Magnesio	mg/L CaCO <sub>3</sub>			
Sodio	mg/L			
Potasio	mg/L			
Nitratos	mg/L			
Nitritos	mg/L			
Amonio	mg/L			
Hierro	mg/L			
Fluoruro	mg/L			
Boro	mg/L			

**Tabla 2.** Formato de parámetros bacteriológicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Resultado
Coliforme termotolerante	NMP/100 mL			
Coliformes totales	NMP/100 mL			
<i>E. coli</i>	NMP/100 mL			

**Tabla 3.** Formato de parámetros de metales

Parámetro	Unidad	Valor máximo admisible	Resultado
Arsénico	µg/L		
Cadmio	µg/L		
Cianuro	µg/L		
Cromo	µg/L		
Manganeso	µg/L		
Mercurio	µg/L		
Plomo	µg/L		

**Tabla 4** Formato de parámetros de plaguicidas

Parámetro	Unidad	Valor máximo admisible	Resultado
Plaguicidas organoclorados	µg/L		
Plaguicidas organofosforados	µg/L		

Para cualquier duda o aclaración, dirigirla a la "Dirección de derechos de agua y vertidos" de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).