



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Guía Técnica

para la Elaboración de Estudios Hidrogeológicos

Dirección General de Evaluación y Cumplimiento
5 de marzo de 2019

Contenido

1.	Introducción	2
2.	Objetivo del Estudio Hidrogeológico	2
3.	Base legal	3
4.	Generalidades.....	3
5.	Contenido de un Estudio Hidrogeológico	4
1.1	Portada	4
1.2	Créditos	4
1.3	Resumen ejecutivo	4
1.4	Objetivos específicos.....	4
1.5	Antecedentes y contexto.....	4
1.5.1	Ubicación del proyecto	4
1.5.2	Acceso al proyecto.....	5
1.5.3	Población y demanda.....	5
1.5.4	Estudios previos realizados en la zona.....	5
1.6	Geología y topografía	5
1.7	Hidrología.....	5
1.7.1	Características de la cuenca hidrográfica.....	6
1.7.2	Climatología de la zona	6
1.7.3	Escorrentía superficial	6
1.7.4	Usos de agua en la cuenca.....	6
1.7.5	Inventario de cuerpos de agua	6
1.8	Hidrogeología	6
1.9	Aprovechamiento subterráneo	7
1.9.1	Inventario de pozos.....	7
1.9.2	Características hidráulicas del acuífero.....	7
1.9.3	Posible radio de influencia y zona de captura del pozo.....	7
1.9.4	Zona de protección.....	8
1.10	Balance hidrológico	8
1.10.1	Potencial hídrico de la zona	8
1.10.2	Pruebas de infiltración.....	8
1.10.3	Cálculo del balance hidrológico	8
1.11	Calidad del agua.....	9
1.11.1	Calidad del agua superficial y subterránea	9
1.11.2	Riesgos de contaminación	9
1.11.3	Vulnerabilidad del acuífero	9
1.12	Conclusiones y recomendaciones.....	9
1.13	Bibliografía	10
1.14	Anexos	10

1. Introducción

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en cumplimiento a la Ley del Medio Ambiente (LMA), y a su misión ha venido implementando una serie de modificaciones al proceso de evaluación del impacto ambiental y a la evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), requeridos por la LMA para el inicio de actividades, obra o proyecto.

El EsIA determina la viabilidad ambiental de un proyecto, por lo que es necesario contar con información clara, precisa, pero sobre todo real y actualizada, para su elaboración. Si bien la LMA establece el contenido mínimo de tales estudios, se necesita contar con una herramienta que guíe el proceso de elaboración de todos los estudios técnicos que darán soporte a la evaluación del desempeño ambiental de todo proyecto.

Por otra parte, las aguas que fluyen bajo el suelo son un recurso muy valioso que puede resultar muy perjudicado por las diferentes actividades humanas, ya sean industriales, agrícolas, agroalimentarias, o de cualquier otra índole. Por ello, es necesario conservar las fuentes de recursos de agua para garantizar un suministro de calidad en el futuro.

Es así como en este documento se presenta una Guía Técnica para la elaboración del Estudio Hidrogeológico que debe realizarse, como parte de un EsIA.

2. Objetivo del Estudio Hidrogeológico

Mediante los estudios hidrogeológicos se consigue mejorar la gestión del agua, evitar que los acuíferos y las captaciones de pozos se contaminen, evitar la sobreexplotación de acuíferos y aumentar los recursos hídricos disponibles.

Por tanto, en estos estudios se debe analizar las características hidrogeológicas del medio físico que sería afectado por la construcción de un proyecto y/o la perforación de un pozo para extraer agua del acuífero.

Así mismo, en los estudios hidrogeológicos se define el rendimiento, calidad y caudal óptimo para la captación de agua o las condiciones, limitaciones y concentraciones máximas de posibles vertidos que puedan dañar las cuencas subterráneas. Además, se determinan las direcciones de flujo subterráneo para asegurar la sostenibilidad del acuífero, tanto en rendimiento como en calidad.

3. Base legal

Artículos 117 de la Constitución de la República de El Salvador, 1, 2, 5, 22 y 23 de la Ley del Medio Ambiente; 14 literal c), 15 literal c); y 19 numeral 4 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente.

4. Generalidades

- El estudio debe ser realizado o dirigido por un profesional competente, debidamente autorizado para ejercer su profesión; el responsable deberá ser un Ingeniero Civil (o similar, si se graduó en el exterior) con credencial vigente emitida por el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU) o un profesional con estudio superiores en el área de la hidrogeología, quien deberá firmar el documento responsabilizándose por su contenido.
- Deben especificarse los datos y contactos de los especialistas involucrados en la realización y elaboración del estudio.
- La información debe auxiliarse de figuras, mapas, tablas, gráficos y anexos que faciliten la comprensión y validen los datos que representen.
- La validez del estudio tendrá una vigencia máxima de dos (2) años, al momento de ser presentado al MARN.
- Los datos deben ser presentados utilizando el Sistema Métrico Internacional.
- Usar un tamaño de fuente de un mínimo de doce (12) puntos, evitando los tipos de letra “comic”.
- La información presentada en el estudio debe ser proporcionada por fuentes lícitas, comprobables y fidedignas, las cuales deberán ser debidamente referenciadas.
- En caso que el proyecto se encuentre en áreas costeras, se deberá incluir un estudio de evaluación sobre el riesgo de contaminación por intrusión salina.
- En caso que el proyecto se ubique cerca de un cuerpo de agua superficial, se deberá evaluar la interacción entre ambos a través del análisis e interpretación de resultados obtenidos de las mediciones in-situ pertinentes.
- El estudio debe ser elaborado con un enfoque de cuenca, sub-cuenca o micro-cuenca, dependiendo del área del proyecto.

5. Contenido de un Estudio Hidrogeológico

I.1 Portada

La portada deberá incluir lo siguiente: título del documento, nombre del proyecto, ubicación, titular del proyecto, fecha de realización del estudio.

I.2 Créditos

Deben especificarse los datos (nombre, profesión, números de registros) y contactos (número telefónico, correo electrónico) de todos los especialistas involucrados en la realización y elaboración del estudio, indicando claramente su participación. Cada profesional deberá firmar en aceptación de su responsabilidad.

I.3 Resumen ejecutivo

Hacer una breve descripción del contenido del informe enfatizando en sus aspectos relevantes y sus principales resultados. Máximo tres (3) páginas.

I.4 Objetivos específicos

Explicar los aspectos de evaluación hídrica del estado actual del recurso que se pretende aprovechar, en el área de influencia del proyecto. Por tanto, se debe referir de manera clara al propósito del proyecto.

Se debe describir la necesidad de la extracción que se pretende realizar o que ya se está llevando a cabo.

I.5 Antecedentes y contexto

Se debe incluir los puntos siguientes:

I.5.1 Ubicación del proyecto

Definir las coordenadas representativas del proyecto (principal punto de acceso, por ejemplo) y su elevación en m.s.n.m., nombrar el cantón (si aplica) y municipio, indicando la unidad hidrográfica (cuenca/subcuenca/microcuenca) al que pertenece.

1.5.2 Acceso al proyecto

Describir la ruta de acceso al proyecto, incluyendo carreteras principales, calles secundarias, caminos vecinales, etc., así como poblaciones o puntos de referencia.

1.5.3 Población y demanda

Describir y cuantificar la población usuaria del proyecto, así como la demanda actual y proyectada (mínimo 5 años) y los usos del agua, justificando el volumen que será extraído anualmente. Agregar la memoria de cálculo correspondiente.

1.5.4 Estudios previos realizados en la zona

Si se conocen, resumir los resultados de estudios previos que hayan sido realizados en el sitio de extracción, que puedan servir como referencia para la discusión de resultados obtenidos en el presente estudio¹.

Dentro de los datos a considerar se encuentran: meteorológicos, de balance hídrico y potencial subterráneo, porcentaje de infiltración y tipo de recarga del acuífero, datos de monitoreo del nivel freático, análisis hidroquímico de la calidad del agua, datos de pruebas de bombeo (descenso en función del caudal y tiempo), parámetros hidráulicos (conductividad hidráulica, transmisibilidad, coeficiente de almacenamiento y capacidad específica).

1.6 Geología y topografía

Exponer los aspectos topográficos y geomorfológicos de mayor relevancia existentes en la zona de estudio.

Incluir la descripción de la columna litológica (depósito, tipo de roca, grano, grado de consolidación) incluyendo el ambiente estructural (fallas, fracturas, lineamientos y estructuras principales).

Si el proyecto incluye la perforación de pozo(s), se debe presentar la posible ubicación del (de los) pozo(s) en un mapa geológico a escala 1:10,000 o 1:25,000, con su respectivo perfil estratigráfico.

1.7 Hidrología

Se debe incluir los puntos siguientes:

¹ El MARN debería poner a disposición del público los estudios realizados. En todo caso, esta iniciativa podría vincularse con los estudios de acumulación de impactos ambientales.

1.7.1 Características de la cuenca hidrográfica

Describir la cuenca a la que pertenece el proyecto, incluyendo elevaciones máximas y mínimas, longitud de la cuenca, red hídrica o drenajes permanentes, etc.

1.7.2 Climatología de la zona

Referir en tablas los datos recolectados por la estación meteorológica más próxima, relativos a temperatura, precipitación, evaporación, etc.

1.7.3 Escorrentía superficial

Presentar un análisis de flujo base y la interacción de las aguas superficiales con las subterráneas.

1.7.4 Usos de agua en la cuenca

Presentar una tabla resumen de las captaciones superficiales dentro de la cuenca, incluyendo: ubicación, caudal de explotación estimado, uso (consumo humano, riego, ganadería, industrial, etc.).

1.7.5 Inventario de cuerpos de agua

En este apartado se debe incluir un inventario de los cuerpos de aguas superficiales existentes en un radio de 3 km con la información siguiente: Tipo de cuerpo de aguas superficiales (río, lago, laguna, manantial, estero, mar) y Nombre, ubicación y coordenadas (x, y, z) del punto más cercano a la fuente o fuentes proyectadas, si el proyecto lo(s) incluye.

1.8 Hidrogeología

Describir la caracterización hidrogeológica, incluyendo la siguiente información: nombre del acuífero (si está identificado), tipo de acuífero (libre, confinado, semi-confinado, colgado, fracturado), delimitación geométrica (bordes hidrogeológicos y basamento), espesores de la(s) formación(es) y espesor saturado, dirección del flujo del agua subterránea (mapa piezométrico a escala 1:10,000 o 1:25,000), zonas de recarga y descarga, etc. Asimismo, se debe incluir el mapa hidrogeológico del área estudio.

I.9 Aprovechamiento subterráneo

Se debe incluir los puntos siguientes:

I.9.1 Inventario de pozos

Incluir un inventario de pozos existentes dentro del área de cuenca en estudio con la información siguiente:

Identificación de los pozos							
Referencia	Ubicación	Propietario	Tipo de pozo	Estado	Uso	Fecha de perforación	Régimen de operación
(código)	(lugar)	(nombre)	(excavado, perforado)	(producción, observación)	(consumo, riego, ganado, etc.)	(fecha)	(permanente, ocasional, industrial)

Datos de los pozos							
Referencia	Coordenadas	Profundidad	Diámetro	Nivel estático del agua	Equipo de bombeo	Caudal de extracción	Distancia al proyecto
(código)	(x,y)	(m)	(m)	(m)	(manual, vertical, sumergible)	(l/s)	(m)

I.9.2 Características hidráulicas del acuífero

Describir las características del acuífero incluyendo la siguiente información: extensión, posibles barreras hidráulicas, conductividad hidráulica, transmisibilidad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica y radio de influencia.

I.9.3 Posible radio de influencia y zona de captura del pozo

Si el proyecto incluye la perforación de un pozo, determinar su posible radio de influencia y zona de captura. Presentar la correspondiente memoria de cálculo.

Partiendo del radio de influencia estimado, se debe presentar un análisis de posible afectación a los pozos existentes identificados, tanto privados como públicos.

I.9.4 Zona de protección

Si el proyecto incluye la perforación de un pozo, a partir de su posible radio de influencia y zona de captura, determinar la zona de protección correspondiente. Presentar la correspondiente memoria de cálculo.

I.10 Balance hidrológico

Se debe incluir los puntos siguientes:

I.10.1 Potencial hídrico de la zona

Presentar una evaluación objetiva, debidamente sustentada y/o argumentada, del potencial hídrico disponible (con base en la recarga estimada versus extracción proyectada) del área (preferiblemente a nivel de acuífero). Esto podrá realizarse con base en un análisis de la información recopilada (resultados de estudios previos) y de las mediciones que fuese posible de llevar a cabo en el campo, o bien, con datos de referencia debidamente referenciados.

I.10.2 Pruebas de infiltración

Presentar los resultados de las pruebas de infiltración realizadas en los puntos de interés de la zona de estudio (tabla con los parámetros obtenidos). Esto con el propósito de utilizar los parámetros propios del sitio del proyecto. En su defecto, podrán utilizarse datos de referencia debidamente sustentados y referenciados.

I.10.3 Cálculo del balance hidrológico

Presentar la memoria de cálculo correspondiente, incluyendo una descripción de la metodología empleada, con el debido sustento de los parámetros utilizados. Se recomienda utilizar los métodos más conocidos en el ámbito tropical como Hargreaves, Thornwaite y L. Serra. Opcionalmente, podrá utilizarse el método RAS/FORGAES/MARN. En todo caso, en anexo se deberá presentar la sustentación técnica del método empleado.

I.11 Calidad del agua

I.11.1 Calidad del agua superficial y subterránea

Presentar los resultados de los análisis de laboratorios de parámetros físico-químicos y bacteriológicos (coliformes totales, coliformes fecales y E. coli).

Si fuese el caso de una zona que ha experimentado algún grado de exposición o posea historial de contaminación, deberán realizarse los análisis correspondientes, por ejemplo: metales pesados y Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), plaguicidas e hidrocarburos.

Asimismo, se debe presentar la debida interpretación de los resultados comparándose con límites permisibles tomando como referencias normas nacionales, regionales e internacionales, según sea el uso del recurso y la zona de estudio.

En todo caso, los análisis deberán ser realizados por laboratorios certificados, y deben ser recientes (máximo un año al momento de presentar el Estudio).

I.11.2 Riesgos de contaminación

Si el proyecto incluye la perforación de pozo(s), identificar y analizar las posibles fuentes de contaminación cercanas al sitio propuesto de la perforación (en un radio de 3 km). Algunas fuentes potenciales pueden ser: fosas sépticas, plantas de tratamiento, estaciones de servicio, plantaciones de cultivo en donde se utilice agroquímicos, industrias, entre otros. Para esto se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad que localice los posibles focos de contaminación identificados.

I.11.3 Vulnerabilidad del acuífero

Presentar un mapa (escala 1:10,000) del acuífero con la identificación de los posibles focos de contaminación u otras afectaciones que pudieran comprometer la disponibilidad del recurso hídrico, en calidad, cantidad o tiempo.

I.12 Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones del informe deben ser claras, precisas y concretas al determinar la interacción del proyecto con la cuenca hidrográfica y los acuíferos presentes en la zona, y deben establecer con la misma claridad las medidas a implementar para proteger la disponibilidad del recurso hídrico, en calidad, cantidad o tiempo.

Si el proyecto incluye la perforación de un pozo, o la explotación de uno existente, se deberán presentar, además, las recomendaciones específicas para esta actividad, de tal forma que sea sostenible.

I.13 Bibliografía

En todo el texto del documento, donde corresponda, debe citarse los autores de los libros, revistas, publicaciones o cualquier documento que haya servido de sustento o de fuente de información. En este apartado deben detallarse las referencias, siguiendo las normas internacionales.

I.14 Anexos

En este apartado deben incluirse todos los documentos que sean necesarios para ampliar y/o detallar la información presentada, así como los planos de soporte necesarios.

Los planos del proyecto deben presentarse con las escalas recomendadas.

Los mapas hidrológicos, geológicos y/o de cuencas podrán presentarse en escalas de 1:10,000 o 1:25,000, según su tamaño.

Incluir al menos, los siguientes planos/mapas:

- General del proyecto, con ubicación del mismo.
- Topográfico de la cuenca/sub-cuenca/micro-cuenca en estudio y la hidrología.
- Geomorfología de la zona en estudio.
- Geología de la zona en estudio.
- Hidrogeológico de la zona en estudio.
- Inventario de pozos y captaciones de agua en un radio de 3 km del proyecto.
- Ubicación de las medidas ambientales de protección de la zona de influencia (si el proyecto incluye la explotación de un pozo nuevo o existente).



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv

