



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

NORMA TÉCNICA DE AYA PARA EMITIR AVAL TÉCNICO
PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO
HUMANO EN INMUEBLES QUE INTEGRAN EL PATRIMONIO
NATURAL DEL ESTADO

(Artículo 18 bis de la Ley Forestal N° 7575
modificado mediante Ley N° 9590)

El agua es vida ¡ Cuidémosla !

ÍNDICE

1. Objeto y campo de aplicación	3
2. Términos y definiciones	3
3. Siglas	4
4. Requisitos de las organizaciones que brindan el servicio público de agua potable para abastecimiento poblacional	4
5. Requisitos técnicos aplicables a proyectos para el abastecimiento poblacional mediante servicio público de agua potable.....	4
6. Disposiciones administrativas para emitir el aval	8
7. Disposiciones complementarias.....	9
8. Anexos	10
9. Bibliografía	36
10. Descriptores	36
11. Control de versiones	36

**NORMA TÉCNICA DE AyA PARA EMITIR AVAL TÉCNICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE
AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN INMUEBLES QUE INTEGRAN
EL PATRIMONIO NATURAL DEL ESTADO**

(Artículo 18 bis de la Ley Forestal N° 7575 modificado mediante Ley N° 9590)

1. Objeto y campo de aplicación

Esta norma técnica establece los requisitos que dan sustento técnico a toda resolución que emita la Presidencia Ejecutiva de AyA, para otorgar el aval técnico para el aprovechamiento de agua para un abastecimiento poblacional imperioso, en los términos que señala la Ley N° 9590 y su reglamento, mediante la cual se adiciona el artículo 18 bis a la Ley N° 7575, Ley Forestal del 13 de febrero de 1996.

Lo anterior, únicamente para los proyectos que incluyan la captación de fuentes superficiales que se ubiquen en inmuebles que integran el Patrimonio Natural del Estado, incluidas Áreas Silvestres Protegidas y, cuando este recurso hídrico sea requerido por un ente operador autorizado para brindar el servicio público de agua potable para abastecimiento poblacional.

2. Términos y definiciones

Son de aplicación las definiciones que se indican en el artículo 18 bis de la Ley Forestal N 7575 modificado mediante Ley N° 9590 y su reglamento, así como, lo que corresponda a la aplicación de la “Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial” emitida por AyA en su versión vigente.

Adicionalmente, se aplican las siguientes definiciones:

2.1. Documento Descriptivo del Proyecto: es el conjunto de toda la documentación que se incorpora al expediente público del proyecto que se somete a aval técnico de AyA, y que permite la caracterización del proyecto de infraestructura pública para un abastecimiento poblacional imperioso; según el objeto y campo de aplicación que se establecen en esta norma técnica.

2.2. Ente operador: prestador legalmente constituido o cuya administración ha sido delegada por AyA, para brindar los servicios públicos de abastecimiento de agua potable o de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales a la población según su área de cobertura.

3. Siglas

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía

4. Requisitos de las organizaciones que brindan el servicio público de agua potable para abastecimiento poblacional

Los entes operadores que se indican en el artículo 18 bis de conformidad con la Ley N° 9590, Ley para autorizar el aprovechamiento de agua para consumo humano y construcción de obras conexas en el Patrimonio Natural del Estado, en calidad de entes autorizados para someter a aval técnico del Instituto, aquellos proyectos que requieran del aprovechamiento de fuentes superficiales cuya captación se ubique en inmuebles que integran el Patrimonio Natural del Estado; cuando este recurso hídrico sea requerido por el ente operador, para brindar el servicio público de agua potable para abastecimiento poblacional.

En el caso específico de las Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados, éstas deben contar con el respectivo convenio de delegación suscrito con el AyA.

Cuando por acto motivado, un acueducto que es administrado y operado por un Municipio o una ASADA, sea asumido directamente por el AyA, a partir de la fecha que se indique en dicho acto, se reconocerá al Instituto como el único ente operador autorizado de ese acueducto.

5. Requisitos técnicos aplicables a proyectos para el abastecimiento poblacional mediante servicio público de agua potable

5.1. Caracterización del proyecto de infraestructura pública para el abastecimiento poblacional con agua potable

Todo proyecto de infraestructura pública para el abastecimiento poblacional que contemple el aprovechamiento de fuentes superficiales, cuya captación se ubique en inmuebles que integran el Patrimonio Natural del Estado; debe someterse al aval técnico del AyA, para lo cual debe presentar una solicitud dirigida a la Presidencia Ejecutiva acompañada del Documento Descriptivo del Proyecto, cuyo contenido y detalle explicativo debe ser consistente con lo establecido en la Guía Metodológica de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Acueducto y Alcantarillado Sanitario en Costa Rica, emitida por MIDEPLAN en su versión vigente.

El Documento Descriptivo del Proyecto debe entregarse en original firmado por quien tenga la representación de parte del ente operador, su contenido y detalle explicativo debe proporcionar como mínimo la siguiente información:

- 5.1.1. Nombre.
- 5.1.2. Descripción del proyecto según sus componentes de infraestructura y procesos o tecnologías de tratamiento y potabilización.
- 5.1.3. Objetivo general.
- 5.1.4. Objetivos específicos.
- 5.1.5. Resultados o productos por objetivo específico.
- 5.1.6. Vinculación del proyecto con políticas, planes o estrategias de desarrollo.
- 5.1.7. Grupo meta o beneficiarios directos (domiciliarios y no domiciliarios).
- 5.1.8. Características del servicio que se brindará con la ejecución del proyecto, cumpliendo en lo correspondiente, con los requisitos técnicos establecidos en la “Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial”, emitida por AyA; específicamente:
 - a. período de diseño,
 - b. dotación (litros/persona/día),
 - c. calidad del agua de la(s) fuente(s) que se propone para el abastecimiento poblacional, cuya composición es determinante de los procesos o tecnologías de tratamiento y potabilización,
 - d. caudal requerido de la(s) fuente(s) que se propone captar (l/s) para el abastecimiento poblacional,
 - e. caudal del agua de calidad potable (l/s) que se propone producir con el proyecto,
 - f. esquema operativo y mapa de la zona de influencia del sistema público de abastecimiento poblacional existente o propuesto (**ver anexo 1**),
 - g. esquema operativo y mapa de la zona de influencia del sistema público de abastecimiento poblacional según el proyecto propuesto (**ver anexo 1**),
 - h. detalle explicativo y gráfico que permita identificar y ubicar las obras de captación (incluido el desgravador o desarenador cuando lo contemple), conducción, impulsión, almacenamiento y distribución, dentro o fuera del inmueble que integran el Patrimonio Natural del Estado; lo anterior según la concepción del anteproyecto, que incluye la huella, elementos gráficos e iconográficos, movimiento de tierras, accesos y todos los elementos que hacen operativos todos los componentes del acueducto.

- i. detalle explicativo y gráfico que permita identificar y ubicar dentro del sistema de abastecimiento propuesto, el sitio donde se llevará a cabo el tratamiento y potabilización del agua.
- j. detalle explicativo y gráfico que permita identificar y ubicar dentro del sistema de abastecimiento propuesto, el sitio donde se llevará a cabo el tratamiento y disposición de los residuos sólidos o líquidos producto de los procesos de captación, transporte, tratamiento o potabilización.

5.2. Caracterización del recurso hídrico dentro de la zona de influencia del proyecto de abastecimiento de agua potable

Todo proyecto de infraestructura pública para el abastecimiento poblacional que se someta al aval técnico del AyA, debe presentar los siguientes estudios o documentos técnicos, cumpliendo en lo correspondiente, con los requisitos técnicos establecidos en la “Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial”, emitida por AyA.

Estos estudios deben entregarse en original, firmados por el o los profesionales responsables de su elaboración, estos documentos también serán incorporados al expediente del proyecto conjuntamente con el Documento Descriptivo del Proyecto; a saber:

- 5.2.1.** Estudio del área de impacto y del área de influencia del proyecto propuesto, que incluya la identificación de las poblaciones que serán beneficiadas directamente con el proyecto y de las poblaciones que aún cuando no serán abastecidas con el caudal que se propone captar, están dentro de la zona de influencia del proyecto.
- 5.2.2.** Estudios de estimación de demanda, oferta y demanda insatisfecha, incluidos todos los análisis de la capacidad hidráulica del acueducto y el detalle de los parámetros utilizados para el cálculo de: demanda poblacional de agua potable, capacidad hídrica, capacidad de producción, capacidad de almacenamiento y cualquier otro cálculo requerido que incida en la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable, en el que se sustenta el proyecto que se somete a aval técnico.
- 5.2.3.** Estudio de alternativas para solucionar la demanda insatisfecha y cualquier otra condición que debe ser atendida con el proyecto de abastecimiento de agua potable, incluidos los criterios para generar esas alternativas y para seleccionar la óptima, según los objetivos planteados.

Este estudio debe detallar los criterios técnicos y valoraciones correspondientes, que demuestren la razonabilidad de la alternativa seleccionada, así como la identificación y caracterización del recurso hídrico que puede ser aprovechado para el abastecimiento poblacional, que se ubica dentro de la zona de influencia del proyecto; ello incluye, la razonabilidad técnica respecto al aprovechamiento de las fuentes superficiales que se ubican en inmuebles que integran el Patrimonio Natural del Estado.

5.2.4. Estudios técnicos complementarios de aquellas fuentes superficiales y subterráneas que se ubican dentro de la zona de influencia del sistema público de abastecimiento poblacional, según el proyecto propuesto:

- a. Si el proyecto incorpora de manera complementaria otras fuentes, cuya captación no se proyecte ubicar en inmuebles Patrimonio Natural del Estado; respecto de las cuales el MINAE no le ha otorgado la concesión o el derecho de uso al operador, debe presentar lo siguiente según corresponda:
 - b.1. Estudio de caudales mínimos de cada fuente superficial **(ver anexo 2)**. Se debe incluir el registro de datos mensuales que contemple al menos los últimos dos años.
 - b.2. Estudio de disponibilidad hídrica de cada fuente subterránea, a partir del análisis de una celda de flujo **(ver anexo 3)**.
- b. Estudio de caudales mínimos de cada una de las fuentes superficiales cuya concesión o derecho de uso ya le fue otorgado por el MINAE al operador, las cuales no están siendo captadas por el operador y se ubican dentro de la zona de influencia del sistema público de abastecimiento poblacional según el proyecto propuesto **(ver anexo 2)**. Debe incluir el registro de datos mensuales que contemple al menos los últimos dos años.
- c. Registro de medición de caudales de producción total de cada fuente superficial que ha sido otorgada en concesión o derecho de uso por MINAE al operador y, que se ubican dentro de la zona de influencia del sistema público de abastecimiento poblacional según el proyecto propuesto y cuyo caudal autorizado se capta total o parcialmente por el operador. Debe incluir el registro con datos mensuales que contemple al menos los últimos dos años.

El registro debe contemplar al menos la información que se detallan en el **anexo 2**.

- d. Resultados de la prueba de bombeo de cada pozo construido, cuya concesión o derecho de uso ya le fue otorgada por el MINAE al operador y, que se ubican dentro de la zona de influencia del sistema público de abastecimiento poblacional según el proyecto propuesto, estén siendo aprovechados o no por el operador (**ver anexo 4**).

La prueba de bombeo debe tener al menos 6 meses de realizada de forma previa a la fecha de entrega de toda la documentación del proyecto, que se presenta al AyA para el aval técnico según el alcance de la presente norma

- e. Análisis de calidad del agua de cada fuente superficial y subterránea, tanto las concesionadas (captadas o no) como las fuentes complementarias que se proponen captar con el proyecto, incluyendo los fisicoquímicos y microbiológicos, así como cualquier otro análisis de contaminantes a criterio del operador. Lo anterior, de los períodos más recientes y de conformidad con el Reglamento para la calidad de agua potable.
- f. Resoluciones emitidas por MINAE de cada una de las fuentes superficiales y subterráneas, otorgadas al operador en concesión o derecho de uso para su aprovechamiento; se deben incluir tanto las que tiene captadas total o parcialmente como las que no están siendo aprovechadas por el operador.

Estas resoluciones deben indicar el caudal existente en la fuente y el caudal ecológico o ambiental, de conformidad con la metodología y disposiciones del MINAE.

6. Disposiciones administrativas para emitir el aval

- 6.1.** Para toda solicitud de aval técnico que presente todo operador autorizado, requerida de previo para gestionar la declaratoria de interés público según los términos que se indican en el Reglamento al artículo 18 bis de la Ley Forestal N 7575 modificado mediante Ley N° 9590; el AyA procederá a abrir un expediente para el proyecto según el objeto y campo de aplicación que se establecen en esta norma técnica, el cual será de consulta pública.

La solicitud debe presentarse con la documentación que contenga la información y estudios indicados en el apartado 5 de esta norma técnica.

- 6.2.** Toda resolución que sea emitida por AyA dentro del contenido y alcance de la presente norma técnica, se sustentará en la información contenida en los documentos y estudios técnicos aportados por el ente operador autorizado, siempre que de los mismos se derive el razonamiento técnico suficiente y necesario para determinar la existencia de una demanda insatisfecha, en términos del caudal

requerido para el abastecimiento de un núcleo de población en l/s o m³/día dentro de un período de diseño.

La estimación del caudal debe contemplar los distintos criterios o parámetros establecidos en la “Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial”, emitida por AyA en su versión vigente, según corresponda.

- 6.3.** El AyA una vez realizada la valoración técnica de todos los requisitos y estudios que se detallan en la presente norma técnica; emitirá a través de la Presidencia Ejecutiva, una resolución razonada y justificada técnicamente sobre el proyecto propuesto. Si corresponde otorgar el AVAL TÉCNICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN INMUEBLES QUE INTEGRAN EL PATRIMONIO NATURAL DEL ESTADO, tal señalamiento se incluirá en dicha resolución; caso contrario, se comunicará al operador el no otorgamiento del aval técnico del proyecto respectivo.

7. Disposiciones complementarias

- 7.1.** El AyA se reserva el derecho de verificar en cualquier momento el origen, razonabilidad y sustento técnico de los estudios, documentos e información presentada; así mismo, podrá solicitar aclaraciones, modificaciones o ampliaciones a los mismos y actualizaciones de los estudios o pruebas para contar con información más reciente si así lo considera pertinente.

Lo anterior, dentro de los alcances de la presente norma técnica o en relación con las disposiciones establecidas en el artículo 18 bis de la Ley Forestal N° 7575 modificado mediante Ley N° 9590 y su reglamento, según su ámbito de competencia.

- 7.2.** El aval técnico que emita el AyA dentro del contenido y alcance de la presente norma técnica, no exime al operador de someter el proyecto y sus planos de construcción al trámite de “Revisión de los Planos para la Construcción”, que se rige por el Decreto N° 36550-MP-MIVAH-S-MEIC y sus reformas; así mismo, deberá el operador mantener la caracterización del proyecto en los términos en que fue sometido al AyA y por el cual le fue otorgado el aval técnico.

Para tales efectos, el AyA trasladará internamente todo expediente de proyectos que reciban dicho aval, al área funcional que tiene a cargo el proceso directamente vinculado con el trámite electrónico simplificado de revisión de planos constructivos, al amparo del Decreto que se indica en este apartado.

7.3. En caso de que el AyA, una vez revisado el proyecto de conformidad con lo establecido en el Decreto N° 36550-MP-MIVAH-S-MEIC y sus reformas, determine que dicho proyecto ha sido objeto de cambios o modificaciones que a criterio del Instituto varían sustancialmente las características o condiciones, por las cuales se le emitió el AVAL TÉCNICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN INMUEBLES QUE INTEGRAN EL PATRIMONIO NATURAL DEL ESTADO, se procederá con la revocación del acto, de conformidad con el procedimiento legal normado en la Ley General de Administración Pública No. 6227, Capítulo Quinto.

De revocarse el acto, el mismo será a comunicarlo a la SETENA y a la Dirección de Agua, para que resuelvan de conformidad con la Ley 9590 y su reglamento en atención a sus competencias.

8. Anexos

8.1. El anexo que se ha enumerado con el 1, amplían o complementa los requisitos técnicos detallados en el presente documento, en consecuencia corresponde su aplicación de forma conjunta con los requisitos establecidos. Por su parte, los anexos enumerados del 2 al 3 definen una guía en su forma y contenido, para cumplir con los requisitos establecidos en la presenta norma, a lo cuales se vincula cada anexo.

Anexo 1: Esquema Operativo y mapa de la zona de influencia del sistema público de abastecimiento poblacional

Esquema Operativo

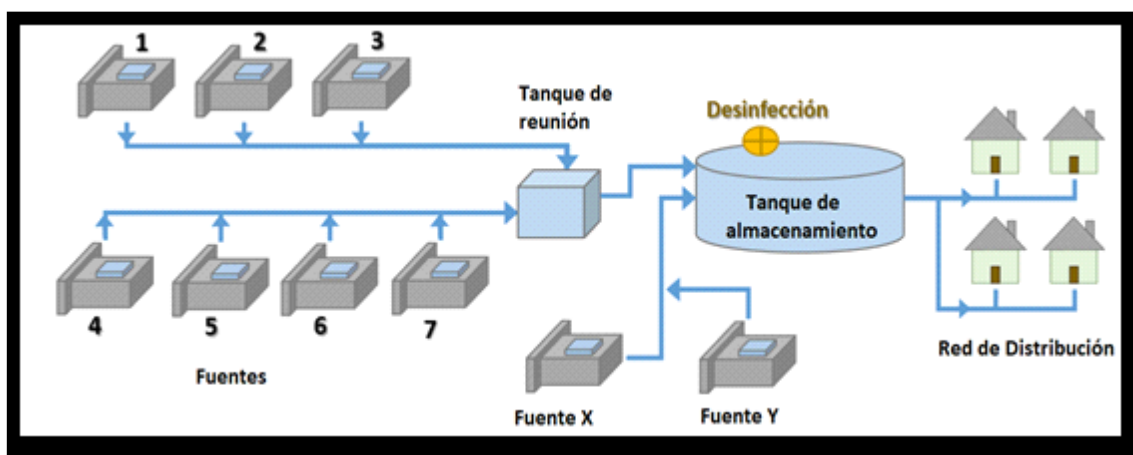
El esquema operativo debe permitir la visualización gráfica e integral del acueducto y la configuración de cada sistema, a través de sus componentes de infraestructura, desde la captación de la(s) fuente(s) superficial(es) o subterránea(s) hasta la red de distribución; identificando dentro del esquema, a cada población que será directamente beneficiada con el proyecto.

Si el proyecto propuesto contempla o se vincula con sistemas de abastecimiento existentes, también deben entregarse los esquemas operativos de estos sistemas; de forma tal, que se puedan identificar las distintas interacciones entre todos los sistemas, entre ellos: trasvases de agua, la dirección del flujo desde las fuentes superficiales o subterráneas hacia los componentes de almacenamiento y zonas poblacionales de abastecimiento, etc..

Si el proyecto contempla más de un sistema independiente desde la captación hasta la población beneficiada, se deben entregar el esquema operativo de cada sistema.

El esquema debe construirse utilizando símbolos gráficos como los que se detallan en la siguiente figura e incorporarse dicha simbología en el esquema.

Figura 1.1. Ejemplo de esquema operativo de un sistema de abastecimiento de agua potable



Mapa de la zona de influencia

El mapa de la zona de influencia debe entregarse en un archivo de imagen de al menos 200 dpi. Asimismo, deben entregarse las capas que se utilizaron para conformar el mapa, las cuales pueden

estar en alguno de los siguientes formatos: SIG, autocad o Google Earth, es decir en archivos tipo “.shp”, “.dxf” o “.kml”. Tanto el mapa como las capas deben estar referenciados en el sistema de coordenadas CRTM05, oficial para Costa Rica; el mapa y las capas deben incluir los siguientes elementos:

- a. Punto representativo de la ubicación de cada una de las comunidades que se beneficiarán directamente con el proyecto propuesto, que actualmente son abastecidas;
- b. Punto representativo de la ubicación de cada una de las comunidades que se beneficiarán directamente con el proyecto propuesto, que actualmente no son abastecidas;
- c. Punto representativo de la ubicación de cada una de las comunidades que se ubican dentro del área donde se proyecta la construcción de las obras, pero que no serán beneficiadas con dicho proyecto;
- d. Punto por cada fuente superficial o subterránea, respecto de las cuales ya le fue otorgado al operador la concesión o el derecho de uso y cuyo caudal se capta de forma parcial o total, que se ubican dentro de la zona de influencia del proyecto propuesto.
- e. Punto por cada fuente superficial o subterránea, respecto de las cuales ya le fue otorgado al operador la concesión o el derecho de uso y cuyo caudal no está siendo aprovechado por el operador, que se ubican dentro de la zona de influencia del proyecto propuesto; independientemente de si estas fuentes serán o no captadas a partir del proyecto para el que se solicita el aval técnico.
- f. Punto por cada fuente superficial o subterránea, que el operador propone incorporar al proyecto, cuya captación no se ubicará en inmuebles Patrimonio Natural del Estado, para las que requiere solicitar la concesión o el derecho de uso.
- g. Punto por cada fuente superficial, que el operador propone incorporar al proyecto, cuya posible captación se ubicará en inmuebles Patrimonio Natural el Estado incluidas las Áreas Silvestres Protegidas, para las que requiere solicitar la concesión o el derecho de uso.
- h. Capa de los inmuebles Patrimonio Natural del Estado incluidas las Áreas Silvestres Protegidas, donde se ubican la(s) fuente(s) superficiales que se propone captar con el proyecto, tomando de referencia los mapas actualizados que tiene a disposición el MINAE (Directriz N° 0001-2020 publicada en el Diario Oficial La Gaceta Digital N° 47 del martes 10 de marzo, 2020).

Anexo 2: Guía para el Estudio de Caudales Mínimos y registro de mediciones

El Estudio de Caudales Mínimos, contempla un estudio hidrológico que debe ser realizado por un profesional o empresa consultora, según se estipula en el Reglamento para servicios de consultoría en ingeniería y arquitectura del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, artículo 19; dicho estudio debe entregarse en original y firmado por el o los profesionales responsables de su elaboración.

Este estudio debe contener la información de carácter técnico que se detalla a continuación y su contenido debe ordenarse por capítulos y secciones:

- Portada (incluir el nombre y firma del o de los profesionales responsables de su elaboración).
- Capítulo 1. Introducción.
 - Antecedentes.
 - Planteamiento del tema.
 - Objetivos.
 - Alcances.
 - Limitaciones.
- Capítulo 2. Marco teórico.
- Capítulo 3. Metodología.
- Capítulo 4. Análisis de datos y resultados.
- Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones.
- Capítulo 6. Bibliografía.
- Capítulo 7. Anexos.

Se detallan a continuación el contenido mínimo de la información requerida respecto a los primeros cuatro capítulos.

Capítulo 1: Introducción

Se deben indicar las características o condiciones con las que se inicia el proyecto, estructurado con las siguientes secciones:

1.1 Antecedentes

Contempla el detalle de los eventos que dan origen a la necesidad de llevar a cabo el estudio, ello incluye a quién o el fin al que responde el estudio.

Se pueden incluir a manera de referencia estudios afines en la zona de estudio.

1.2 Planteamiento del tema en estudio

En esta sección se explica la problemática que se pretende resolver con la realización del estudio, ello incluye la necesidad de abastecer una determinada población.

Se pueden adjuntar mapas de la localidad o fotos del lugar.

1.3 Objetivos

Se debe indicar el objetivo general y los específicos, estos últimos cuando se considere necesario, describiéndose de forma clara y concisa el resultado o resultados que se pretenden alcanzar por medio del estudio.

Se solicita que tanto el objetivo general como los específicos, tengan relación directa con la caracterización del recurso hídrico superficial, que debe ser analizado según la naturaleza y alcance del proyecto que se somete a aval técnico.

1.4 Alcances

Se debe indicar de forma clara el alcance del estudio tomando en cuenta las condiciones que incidieron en su elaboración; ello incluye, un detalle descriptivo de los registros utilizados, es decir, si el estudio se hizo con registro de caudales aforados o registro de caudales medidos por medio de sensores de nivel. También, forma parte de su alcance la identificación y descripción del área geográfica que contempla el estudio.

1.5 Limitaciones

En todo estudio hidrológico, existen limitaciones relacionadas con el procedimiento de elaboración del estudio. En el caso de estudios de mínimos no sólo la estadística de distribuciones de probabilidad tiene su peso, también se debe de tomar en cuenta la periodicidad del registro de caudales aforados y todas aquellas situaciones que se presenten al momento de realizar el estudio y que puedan afectar los resultados obtenidos. Lo anterior incluye, la no disponibilidad de datos registrados, cambios en el sitio de aforo, negación de terceros a facilitar información, entre otros.

Capítulo 2: Marco Teórico.

Dentro de esta sección se deben incluir todos los conceptos teóricos que se utilizan para la realización del estudio. Cómo mínimo debe incluir los siguientes conceptos:

Periodo de retorno.

Análisis de datos dudosos (cuando aplique).

Distribución de probabilidad.

Pruebas de bondad de ajuste.

Mediana, Cuartiles y Percentiles.

Capítulo 3: Metodología.

Se definen y describen todos los procedimientos realizados desde el inicio del estudio hasta su conclusión, según los objetivos y el alcance propuesto. Lo anterior incluye giras, reuniones, cronogramas, aforos, entre otros.

Capítulo 4: Análisis de los datos y resultados

En este capítulo se detallan los datos y se explican los conceptos teóricos relacionados con la información recopilada para la elaboración del estudio de caudales mínimos. El procedimiento debe considerar lo siguiente:

4.1. Se debe obtener el registro de caudales en el punto de estudio, de forma tal que sea posible relacionar los niveles con los caudales, esto se logra si se cuenta con un sensor de nivel para tales efectos. De esta manera se tendría un registro continuo en el tiempo del sitio. Algunos textos recomiendan utilizar un registro igual o mayor a $T/2$, donde T es el periodo de retorno para el cual se pretende realizar el estudio. Es deseable tener un registro cincominutal de los caudales.

4.2. De manera opcional, se pueden utilizar los caudales registrados mediante aforos, esta práctica tiene sus limitaciones, pues uno de los conceptos fundamentales cuando se usan distribuciones de probabilidades, es obtener un registro lo suficientemente extenso para que los datos de la extrapolación sean lo más precisos y representativos al comportamiento real del cuerpo de agua en el lugar. Si este es el caso, como mínimo se deberá tener, para la elaboración del estudio, un registro de aforos de 25 años. Esta recomendación está basada en los años de experiencia del AyA en este campo. Es por ello que, queda a criterio del profesional utilizar una cantidad menor. Si quien realiza el estudio define un registro de aforos por un período inferior al señalado, debe sustentar técnicamente esa decisión.

4.3. Si no se cuenta con la información de niveles registrados por un sensor, ni con caudales aforados en el sitio, se puede realizar un traslado de caudales registrados por una estación hidrológica ubicada en otro río o quebrada, siempre y cuando se logre establecer técnicamente una equivalencia entre las características morfológicas de las cuencas. También, se pueden realizar aforos en el sitio, en ausencia de información y, compararlo con el caudal máximo, promedio y mínimo registrado en el sitio que si cuenta con niveles registrados por un sensor. No se recomienda hacer traslado de caudales utilizando caudales aforados en otro río, pues la representatividad de los datos no se considera técnicamente suficiente debido a que el aforo es un valor muy puntual del sitio aforado.

4.4. En el caso de que no se cuente con ningún tipo de información de caudales del sitio de interés y que no se logre establecer una relación entre las cuencas para realizar un traslado de caudales, lo que se recomienda es agregar el punto de interés a un programa quincenal de aforos como mínimo por un periodo de dos años.

4.5. A partir del registro de caudales y antes de trabajar con las distribuciones de frecuencia, se debe aplicar a los datos una prueba de datos dudosos, la cual consiste en eliminar los datos del registro que no sean representativos. Las causas de la no representatividad pueden ser diversas, desde desperfectos mecánicos de la estación hasta una mala práctica de los encargados de mantenimiento.

La siguiente ecuación se utiliza para detectar los datos dudosos altos (Chow (1994); si los logaritmos de los valores en una muestra son mayores que y_H , entonces se consideran como datos dudosos altos:

$$y_H = \bar{y} + K_n S_y$$

dónde:

y_H = umbral del dato dudoso alto en unidades logarítmicas.

K_n = factor que depende del tamaño de la muestra. Ver tabla 1.

$\bar{y}$ = media aritmética de los logaritmos de la variable.

S_y = desviación estándar de los logaritmos de la variable.

De acuerdo con el Water Resources Council (1981), citado por Chow (1994, p.415), si existe información disponible que indica que un dato dudoso alto es el máximo sobre un período extendido, el dato dudoso es tratado como información histórica de crecientes y es excluido del análisis, de lo contrario deben ser retenidos como parte del registro sistemático.

Los datos dudosos bajos se detectan mediante la siguiente ecuación:

$$y_L = \bar{y} - K_n S_y$$

dónde:

y_L = el umbral del dato dudoso bajo en unidades logarítmicas.

K_n = factor que depende del tamaño de la muestra. **Ver tabla 1.**

$\bar{y}$ = media aritmética de los logaritmos de la variable.

S_y = desviación estándar de los logaritmos de la variable.

Tabla 2.1. Valores de K_n . Fuente: (Chow, et al., 1994, p.416)

Valores de K_n							
n	K_n	n	K_n	n	K_n	n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Según Chow (1994), si los logaritmos de los valores en una muestra son menores que y_L , entonces se consideran como datos dudosos bajos. De acuerdo con el Water Resources Council (1981), citado por Chow (1994, p.416), los picos de crecientes considerados como datos dudosos bajos se eliminan del registro.

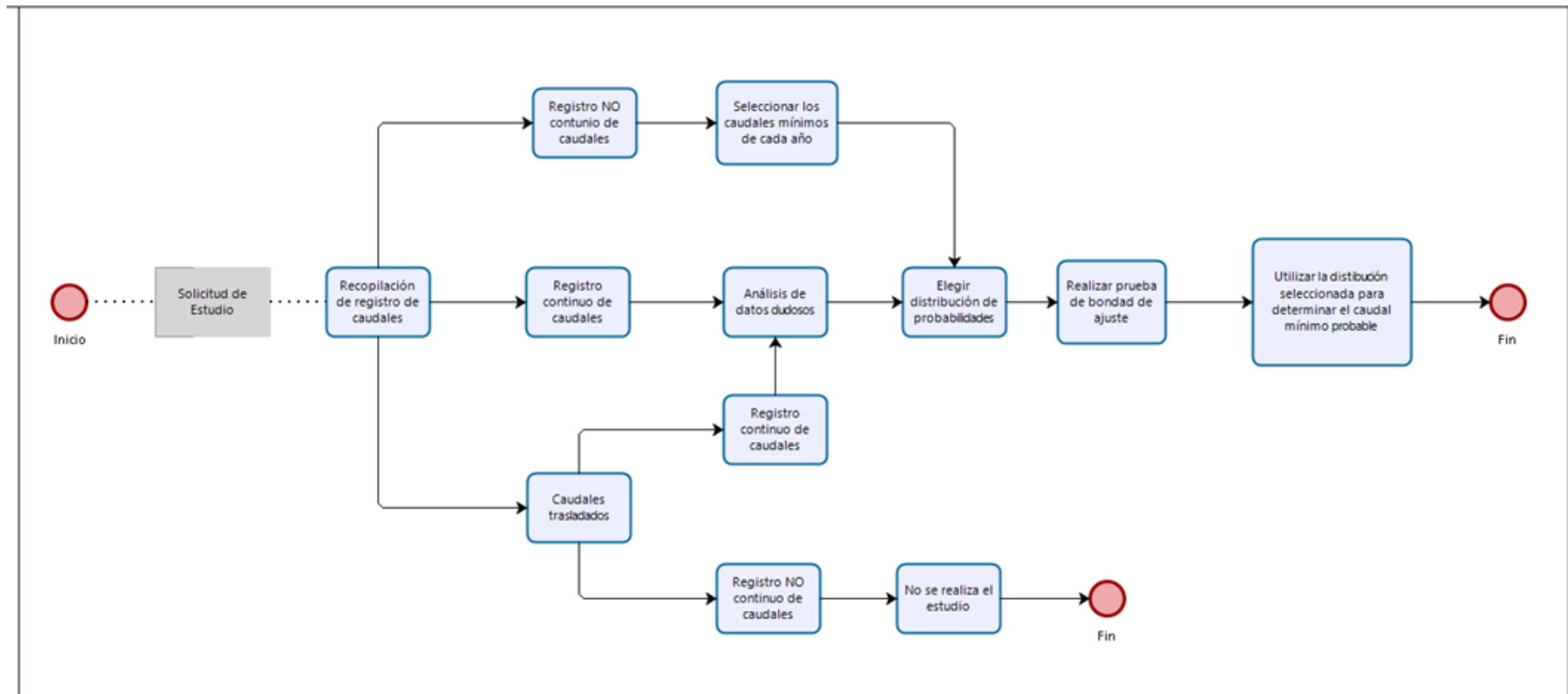
4.6. Seguidamente, se debe trabajar con distribuciones de frecuencia, las más usuales son las que se aplican a valores de precipitación y caudales, específicamente: distribución Normal estándar, distribución Gumbel y distribución Log Pearson tipo III.

Un aspecto importante que se debe de tomar en cuenta, es que los datos de los caudales que se deben de utilizar en el estudio corresponden a los caudales mínimos registrados. Por ejemplo, si se tiene un registro cincominutal de caudales recopilados por una estación hidrometeorológica, y el periodo de retorno que se va a utilizar en el proyecto es de 50 años, se debería de obtener, un registro de 25 años de la estación. Con ese registro se selecciona el valor cincominutal mínimo registrado en 24 horas, luego se compara con los demás días para determinar el mínimo registrado en el mes y después de comprar con el dato análogo de los otros meses, se determina el mínimo anual cincominutal. Se trabaja entonces con una tabla de 25 datos que corresponden a los mínimos cincominutales de cada año.

Cuando se trabaja con diferentes distribuciones de frecuencia, se debe determinar cuál de todas se ajusta mejor al comportamiento de los datos aforados. Para ello se realizan pruebas de bondad de ajuste, algunas de las más conocidas son: la prueba de S-K (Smirnov-Kolmogorov), la prueba de Chi-cuadrada y la prueba de Anderson-Darling.

4.7. Adicional a los resultados de los caudales mínimos esperados utilizando las distribuciones de frecuencia, se recomienda complementar el estudio con un análisis de Mediana, Cuartiles y Percentiles para describir la dispersión de los datos. Se estimará como mínimo confiable, el valor de caudal que es superado en el 75% de los casos (cuartil 25). Debe tomarse en cuenta que este dato no es una proyección, a diferencia de los datos obtenidos mediante distribuciones de frecuencia.

Figura 2.1. Diagrama de flujo del procedimiento mediante distribuciones de frecuencia



Bibliografía

Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). Hidrología Aplicada. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
 Villón Béjar, M. (2006). Hidrología Estadística. Cartago: Tecnológica de Costa Rica.

Registro de mediciones

El registro de medición de caudales de producción total de cada fuente superficial se debe presentar según el detalle del siguiente cuadro (datos mensuales):

Cuadro 2.1. Detalle de información de mediciones en la fuente superficial (captado o no)

Fecha	Nombre del sitio	Caudal total del aprovechamiento (l/s)	Caudal Captado (l/s)	Método de Medición del caudal	Condiciones del entorno
				Se puede indicar: volumétrico, por vertedero, corrientómetro, perfilador acústico, otros.	Se puede indicar: día soleado, con lluvia, agua con turbiedad, limpia, etc.

Anexo 3: Guía para el Estudio de Disponibilidad Hídrica Subterránea (CELDA DE FLUJO)

El Estudio de Disponibilidad Hídrica Subterránea a partir del análisis de una celda de flujo, debe contemplar la siguiente información, para que se garantice el cumplimiento técnico del estudio.

El estudio hidrogeológico debe ser realizado por un profesional en Hidrogeología o Geología con experiencia en hidrogeología. Dicho estudio debe entregarse en original y firmado por el o los profesionales responsables de su elaboración.

- Portada (incluir el nombre y firma del o de los profesionales responsables de su elaboración).
- Capítulo 1. Introducción.
 - o Antecedentes.
 - o Planteamiento del tema.
 - o Objetivos.
 - o Alcances.
 - o Limitaciones.
- Capítulo 2. Marco teórico.
- Capítulo 3. Metodología.
- Capítulo 4. Análisis de datos y resultados.
- Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones.
- Capítulo 6. Bibliografía.
- Capítulo 7. Anexos.

Se detalla a continuación un resumen explicativo de las secciones que definen el contenido del estudio de los primeros 4 capítulos, del Disponibilidad Hídrica Subterránea, a partir del análisis de una celda de flujo

1.1 Antecedentes

Contempla el detalle de los eventos que dan origen a la necesidad de llevar a cabo el estudio, ello incluye a quién o el fin al que responde el estudio.

Se pueden incluir a manera de referencia estudios afines en la zona de estudio.

1.2 Planteamiento del tema en estudio

En esta sección se explica la problemática que se pretende resolver con la realización del estudio, ello incluye la necesidad de abastecer una determinada población.

Se pueden adjuntar mapas de la localidad o fotos del lugar.

1.3 Objetivos

El estudio tiene por objetivo el realizar estudios hidrogeológicos con énfasis en disponibilidad hídrica, dentro de una celda de flujo de agua subterránea de un acuífero determinado, de forma tal que sea insumo para determinar si es factible la ubicación de un sitio para la perforación de un pozo de exploración-producción de agua subterránea, con probabilidades de prospección para el abastecimiento público o por el contrario descartar hidrogeológicamente la posibilidad de explotar un sector específico.

1.4 Alcances

El alcance del estudio está supeditado a toda localidad que requiera estudio o evaluación hidrogeológica con énfasis en disponibilidad hídrica, para conocer el aporte de agua subterránea de un determinado acuífero en un punto o sector establecido del mismo.

1.5 Limitaciones

En todo estudio hidrogeológico, existen limitaciones relacionadas con el procedimiento de elaboración del estudio. En el caso de estudios de disponibilidad hídrica se consideran los caudales de los pozos y aprovechamientos subterráneos inscritos ante la Dirección de Agua del MINAE, sin considerar que efectivamente se aproveche más o menor cantidad del caudal concesionado. De igual manera no se incluyen pozos ilegales.

Capítulo 2: Marco Teórico

Dentro de esta sección se deben incluir todos los conceptos teóricos que se utilizan para la realización del estudio. Cómo mínimo debe incluir los siguientes conceptos:

- 2.1 Parámetros hidráulicos del acuífero o acuíferos.
- 2.2 Análisis de datos recopilados.
- 2.3 Ecuación Darcy ($Q = TIL$).
- 2.4 Pruebas de bombeo
- 2.5 Caracterización hidrogeológica (modelo hidrogeológico).

Capítulo 3: Metodología

La metodología conlleva el detallar todos los procedimientos realizados desde el inicio del estudio hasta la obtención de los resultados, según los objetivos y el alcance propuesto. A continuación se detallan las acciones más relevantes:

3.1. Se realiza la búsqueda y recopilación de información hidrogeológica básica para dar inicio a los estudios pertinentes. Se requiere consultar varias fuentes de datos confiables a nivel nacional; entre ellas:

- Bases de datos de pozos, nacientes o captaciones, en las instituciones pertinentes: SENARA, Dirección de Aguas, Unidad Técnica de Perforaciones de AyA, Área Funcional de Estudios Básicos de AyA.
- Información geológica hidrogeológica previamente generada por el Área Funcional de Hidrogeología del AyA, o de otras instancias competentes: SENARA, Escuela Centroamericana de Geología de la UCR, informes realizados por servicios de consultoría, entre otros.
- Información topográfica-cartográfica (física y digital), de la zona de estudio y sus alrededores.

3.2. Se llevan a cabo visitas de campo: El Profesional en Geología lleva a cabo la visita de campo, en la cual realiza el levantamiento de información geológica e hidrogeológica, la cual debe contener como mínimo:

- Levantamiento de la geología local y su respectiva descripción (mapa de afloramientos litológicos, cartografiado de contactos geológicos y de estructuras geológicas encontradas en el campo).
- Levantamiento de las fuentes de agua observados en el campo y su respectiva descripción (pozos, nacientes o captaciones).
- Recolección de muestras litológicas macroscópicas y su respectiva descripción.
- Levantamiento de cualquier otro detalle del entorno físico que sea considerado necesario y su respectiva descripción (aspectos geomorfológicos, presencia de manglares o similares, puntos de control en cauces de ríos o quebradas, en laderas, en zonas de inundación de ríos o quebradas, de distanciamiento o cercanía a la línea de costa, de distanciamiento o cercanía de divisorias de aguas locales, entre otros).
- Trazo general del modelo de las líneas de flujo del agua subterránea de la localidad.

Capítulo 4: Análisis de los datos y resultados

En el análisis de datos, se considera la integración de la información obtenida de manera previa con la consulta bibliográfica así como la obtenida en el trabajo de campo:

- 4.1. Se debe sistematizar la información geológica-hidrogeológica recolectada en el campo.
- 4.2. Se amplía y retroalimenta el análisis con la información geológica-hidrogeológica referencial (bibliográfica y de bases de datos).
- 4.3. Se debe generar el modelo geológico local (mapa geológico local, columna lito-estratigráfica).
- 4.4. Se debe generar el modelo hidrogeológico local (mapa hidrogeológico o de elementos hidrogeológicos y perfiles hidrogeológicos).
- 4.5. Se debe generar el modelo de celda de flujo de 500 m.
- 4.6. Se debe realizar el cálculo de los parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas de interés para la investigación, identificadas en el campo o prospectadas a través de la modelación y de datos pre-procesados (de las fuentes bibliográficas o de bases de datos existentes).
- 4.7. Se debe realizar el cálculo del caudal que aporta el acuífero en estudio en la celda de flujo de 500m.
- 4.8. Se debe realizar el cálculo del caudal aprovechado por otras fuentes (pozos, nacientes u otros), dentro de la celda de flujo de 500 m en el acuífero en estudio.
- 4.9. Se debe determinar el porcentaje del caudal de resguardo para el acuífero en la celda de flujo de 500 m.
- 4.10. Se debe realizar el cálculo de la disponibilidad hídrica final de la celda de flujo de 500m, aprovechable para fines de extracción, según se requiera.

Anexo 4: Guía para la Prueba de bombeo de un pozo para abastecimiento poblacional

La Prueba de Bombeo en pozos de abastecimiento poblacional deben tener el siguiente contenido a efectos de que se pueda valorar el potencial de extracción de agua subterránea de un pozo, así como determinar las características hidráulicas del acuífero.

La prueba debe ser supervisada e interpretada por un profesional en Hidrogeología o Geología con experiencia en hidrogeología; el documento debe entregarse en original y firmado por el o los profesionales responsables del mismo, y debe ordenarse por capítulos, según el siguiente detalle:

- Portada (incluir el nombre y firma del o de los profesionales responsables de su elaboración).
- Capítulo 1. Introducción.
 - o Antecedentes.
 - o Planteamiento del tema.
 - o Objetivos.
 - o Alcances.
 - o Limitaciones.
- Capítulo 2. Metodología.
- Capítulo 3. Análisis de datos y resultados.
- Capítulo 6. Bibliografía.
- Capítulo 7. Anexos.

Seguidamente, se brinda de forma resumida un detalle explicativo de las secciones que definen el contenido de los estudios y pruebas a considerar en una prueba de bombeo.

1.1 Antecedentes

Contempla el detalle de los eventos que dan origen a la necesidad de llevar a cabo el estudio, ello incluye a quién o el fin al que responde la realización de la prueba.

1.2 Planteamiento del tema en estudio

En esta sección se explica la problemática que se pretende resolver, debe contemplar entre otros aspectos, lo relativo al potencial de extracción del pozo en análisis, así como las características del acuífero.

1.3 Objetivos

Se tienen por objetivos, los siguientes:

- Determinar el caudal de extracción de agua subterránea a través de un pozo sin que se genere afectación al acuífero ni al pozo.
- Determinar las características hidráulicas del acuífero.
- Determinar la calidad del agua del acuífero una vez se haya sometido el pozo a un régimen de bombeo continuo de 72 horas.

1.4 Alcances

El alcance de la prueba de bombeo está supeditada a las características estructurales del pozo, así como a las condiciones geológicas de sitio localmente.

1.5 Limitaciones

En todo estudio hidrogeológico, existen limitaciones relacionadas con las condiciones e información con la que se dispone en el momento de realizar la prueba de bombeo, siendo la ausencia de información litológica (para pozos en los que no se cuenta con un registro de perforación) un escenario que afecta los resultados obtenidos. Aplica de la misma manera el correcto funcionamiento de los elementos asociados a electricidad, capacidad de la bomba, entre otros.

Capítulo 2: Metodología.

La metodología conlleva el detallar todos los procedimientos realizados desde el inicio del estudio hasta la obtención de los resultados, según los objetivos y el alcance propuesto. A continuación, se detallan las acciones más relevantes:

A. Grabación video cámara

Consiste en introducir una cámara sumergible en el pozo con el objetivo de realizar un video en el cual se pueda constatar el armado del pozo así como el estado del mismo estructuralmente, mineralizaciones, sedimentos entre otros.

B. Limpieza y desarrollo

Consiste en la limpieza exhaustiva con materiales químicos especializados y limpieza mecánica para la remoción de los materiales impregnados en las tuberías, tanto ciegas como rejillas.

Se debe incluir la descripción de cada uno de los aspectos fundamentales para la ejecución de la limpieza y desarrollo del pozo, por lo tanto, cada uno de los procesos que a continuación se describen, deben ser ejecutados para este pozo.

Se debe incorporar al expediente de la prueba, una lista con el detalle de los productos que se utilizan en la remoción de los materiales según se indica, señalando el nombre comercial del producto y el nombre y código de la norma técnica y del organismo que la emite; la norma técnica a la que se hace referencia, es la que establece las pruebas a las que debe ser sometido el producto para determinar que el mismo no genera afectación a la salud de las personas.

Como parte del expediente, se debe incorporar la certificación emitida por el Organismo Evaluador de la Conformidad (OEC), de tercera parte, que llevó a cabo las pruebas indicadas en la normativa técnica que se cita en la certificación, conjuntamente con el detalle de los contaminantes identificados y los valores detectados para cada uno, según los resultados obtenidos en las pruebas.

Un OEC debe estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17065 (en su versión más actualizada) o su norma homóloga en el país de origen (en su versión más actualizada); esta acreditación deber ser

otorgada por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) o por una entidad acreditadora reconocida por el ECA.

B.1. Proceso mecánico y desinfección

Consiste en la aplicación de un cepillo de acero, esto con el propósito de remover las incrustaciones y sedimentos existentes en las ranuras de la rejilla. El diámetro del cepillo debe de ser igual al diámetro externo de la tubería de armado del pozo.

La aplicación del cepillo debe ser realizada en toda la longitud del pozo (tubería ciega y rejillas).

Una vez cepillado el pozo, se debe de realizar un “pistoneo” a cada sección de rejilla de este, actividad que consiste en la aplicación de un pistón construido con materiales de polietileno alternados con madera de forma circular y cuyo diámetro externo es ligeramente mayor al diámetro de la tubería, por medio de su movimiento vertical a lo largo de cada rejilla, se genera una limpieza efectiva de la grava que circunda el pozo.

Durante este proceso mecánico se debe aplicar de manera paralela productos químicos especializados y certificados para la remisión de incrustaciones y bacterias, El proceso de pistoneo debe de ser realizado por el tiempo que sea necesario, a fin de alcanzar una taza de ingreso de arena máxima de 30 cm por dos horas de pistoneo.

B.2. Proceso de limpieza de sólidos sedimentados

Se deberá de realizar la extracción de los sólidos sedimentados en el pozo a partir del cepillado y pistoneo, así como los sólidos existentes de previo a la labor. Se deberá de realizar extracción de los sólidos dentro del pozo hasta que se encuentre aceptable.

B.3. Proceso de limpieza definitiva

Una vez realizada la extracción de los sólidos sedimentados dentro del pozo, se deberá de realizar una extracción de todos los materiales finos tanto en suspensión, como los existentes en la sección de rejillas, empaque de grava y la formación acuífera, por medio de la aplicación del “air lift” (inyección de aire con herramienta especializada, tipo jet) en conjunto con la aplicación de un agente espumante. El cual de ser de previo presentado y avalado por el Inspector de la obra. Esta labor deberá de ser realizada hasta que se garantice la limpieza del agua extraída durante la aplicación.

Finalmente se deberá de realizar un vaciado del pozo, con el objetivo de extraer los materiales finos sedimentados en el fondo, por medio de la aplicación de un sifón o “air lift”, el cual sea capaz de extraer los materiales del fondo hasta la superficie del terreno.

C.Pruebas de Bombeo

La prueba de bombeo se debe ejecutar de la siguiente manera:

C.1. Prueba por etapas

La prueba por etapas consistirá en la ejecución de cuatro etapas de bombeo con una duración por etapa de una hora, bombeando consecutivamente en cada etapa.

C.2. Prueba a caudal constante

La prueba de bombeo a caudal constante será realizada bajo el caudal óptimo definido en la Prueba por Etapas.

La Prueba de bombeo a caudal constante, tendrá en total una duración de 72 horas de bombeo en el pozo, realizando medidas de niveles de abatimiento.

Se deben realizar análisis microbiológicos y fisicoquímicos (completo según niveles N1 N2 y N3) por un laboratorio acreditado por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) en el Laboratorio Nacional de Aguas, todo de conformidad con lo establecido en el Reglamento Calidad del Agua Potable (Decretos Ejecutivos N° 41499-S, N° 39144-S y 38924-S y sus reformas) una vez se completen las 72 horas de bombeo continuo.

C.3. Prueba de Recuperación

Una vez finalizada la prueba de bombeo a caudal constante en el pozo, se deberá de registrar las variaciones del nivel de recuperación, hasta que el nivel de recuperación del acuífero alcance la posición del nivel estático medido al arranque de la prueba a caudal constante, o bien se recupere en un 80%; se debe generar el Reporte de Prueba de Bombeo, en el que se especifican los respectivos tiempos de mediciones a realizar, tanto en la prueba de bombeo por etapas, como en la prueba de bombeo constante y así mismo en la prueba de recuperación.

Este reporte debe presentarse como se detalla en el formulario que se incluye al final de este anexo (figura 4.1).

Capítulo 3: Análisis de los datos y resultados

En el análisis de datos, se considera la generación de un informe con la integración de la información obtenida durante la prueba de bombeo campo, a saber:

- Sistematización de la información obtenida en la prueba por etapas.
- Sistematización de la información obtenida en la prueba de bombeo.
- Sistematización de la información obtenida en la prueba de recuperación.
- Estimación de propiedades hidráulicas del acuífero.
- Definición del caudal de extracción del pozo.
- Planteamiento de conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 4: Anexos

- Grabación del interior del pozo.
- Registro de la prueba por etapas, bombeo continuo (72 horas) y de recuperación.
- Análisis de calidad de agua (Informe explicativo de los resultados, análisis realizados y planes de acción cuando éstos correspondan).

Figura 4.1 Reporte de Prueba de Bombeo

 Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Reporte de prueba de bombeo	
Lugar: _____	
Provincia: _____	Cantón: _____ Distrito: _____
Ubicación del pozo: _____	
Fecha: _____	
Profundidad del pozo: _____	metros.
Profundidad de colocación de la bomba: _____	metros.
Diámetro tubería de descarga (cachera): _____	milímetros
Diámetro tubería de succión (columna): _____	milímetros
Diámetro encamizado del pozo: _____ mm.	PVC ☐ Acero ☐
Características de la bomba de pruebas:	
Marca: _____	
Modelo: _____	
Potencia: _____	
Diámetro: _____	
Condiciones climatológicas:	
Verano ☐ Invierno ☐ Lluvia ☐	Sí ☐ No ☐
Temperatura ambiente: _____ °C	_____ °F
Características del punto de muestreo:	
Terreno: Plano ☐ Ladera ☐ Quebrado ☐	
Vegetación: Mucha ☐ Poca ☐ Ninguna ☐	
Condiciones higiénicas:	
Hay animales: Sí ☐ No ☐	(vacas, caballos, cerdos, gallinas, patos, perros, etc.)
Cercado del lote en el que se ubica el pozo: Sí ☐ No ☐	
Características de la muestra de agua:	
Olor: Sí ☐ No ☐	
Turbia: Mucho ☐ Poco ☐	No ☐
Color: ☐ Sí _____ No ☐	
Temperatura: _____ °C	_____ °F



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Prueba de bombeo a caudal variable

Lugar:

Nivel estático al inicio de la prueba: _____ metros

Caudal inicial de bombeo Q_1 : _____ L/s

Fecha de inicio de la prueba:

Hora		Tiempo desde el inicio (min.)	Nivel dinámico (m)	Caudal (L/s)	Observaciones
AM	PM				
		0.0			
		0.5			
		1.0			
		1.5			
		2.0			
		2.5			
		3.0			
		3.5			
		4.0			
		4.5			
		5			
		7			
		9			
		11			
		13			
		15			
		20			
		25			
		30			
		40			
		50			
		60			
		0.0			$Q_2: 1.5 Q_1$
		0.5			
		1.0			
		1.5			
		2.0			
		2.5			
		3.0			
		3.5			
		4.0			
		4.5			



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Prueba de bombeo a caudal variable

Lugar:

Hora		Tiempo desde el inicio (min.)	Nivel dinámico (m)	Caudal (L/s)	Observaciones
AM	PM				
		5			
		7			
		9			
		11			
		13			
		15			
		20			
		25			
		30			
		40			
		50			
		60			
		0.0			$Q_3: 2.2 Q_1$
		0.5			
		1.0			
		1.5			
		2.0			
		2.5			
		3.0			
		3.5			
		4.0			
		4.5			
		5			
		7			
		9			
		11			
		13			
		15			
		20			
		25			

Medidas hechas por: _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____

Supervisión realizada por: _____

Fecha: _____



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Prueba de bombeo a caudal variable

Lugar:

Hora		Tiempo desde el inicio (min.)	Nivel dinámico (m)	Caudal (L/s)	Observaciones
AM	PM				
		30			
		40			
		50			
		60			
		0.0			$Q_4: 3 Q_3$
		0.5			
		1.0			
		1.5			
		2.0			
		2.5			
		3.0			
		3.5			
		4.0			
		4.5			
		5			
		7			
		9			
		11			
		13			
		15			
		20			
		25			
		30			
		40			
		50			
		60			
Medidas hechas por:		_____	de las _____	a las _____	
		_____	de las _____	a las _____	
		_____	de las _____	a las _____	
		_____	de las _____	a las _____	
		_____	de las _____	a las _____	
Supervisión realizada por:		_____			
Fecha: _____					



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Prueba de bombeo a caudal constante

Lugar: _____

Nivel estático al inicio de la prueba: _____ metros

Caudal de prueba: _____ L/s

Fecha de inicio de la prueba: _____

Hora		Tiempo desde el inicio (min.)	Nivel dinámico (m)	Caudal (L/s)	Observaciones
AM	PM				
		0.0			
		0.5			
		1.0			
		1.5			
		2.0			
		2.5			
		3.0			
		3.5			
		4.0			
		4.5			
		5			
		7			
		9			
		11			
		13			
		15			
		20			
		25			
		30			
		40			
		50			
		60			
		75			
		90			
		105			
		120			
		150			
		180			

Medidas hechas por: _____ de las _____ a las _____
_____ de las _____ a las _____
_____ de las _____ a las _____

Supervisión realizada por: _____

Fecha: _____



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Prueba de bombeo a caudal variable

Lugar:

Hora		Tiempo desde el inicio (min.)	Nivel dinámico (m)	Caudal (L/s)	Observaciones
AM	PM				
		210			
		240			
		300			
		360			
		420			
		480			
		540			
		600			
		660			
		720			
		780			
		840			
		900			
		960			
		1020			
		1080			
		1140			
		1200			
		1260			
		1320			
		1380			
		1440			
		1500			
		1560			
		1620			
		1680			
		1740			
		1800			
		1860			
		1920			
		1980			

Medidas hechas por: _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____
 Supervisión realizada por: _____
 Fecha: _____



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Prueba de bombeo a caudal variable

Lugar:

Hora		Tiempo desde el inicio (min.)	Nivel dinámico (m)	Caudal (L/s)	Observaciones
AM	PM				
		2040			
		2100			
		2160			
		2220			
		2280			
		2340			
		2400			
		2460			
		2520			
		2580			
		2640			
		2700			
		2760			
		2820			
		2880			
		2940			
		3000			
		3060			
		3120			
		3180			
		3240			
		3300			
		3360			
		3420			
		3480			
		3540			
		3600			
		3660			
		3720			
		3780			
		3840			

Medidas hechas por: _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____

Supervisión realizada por: _____

Fecha: _____



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Prueba de bombeo a caudal variable

Lugar:

Hora		Tiempo desde el	Nivel dinámico	Caudal (L/s)	Observaciones
AM	PM	inicio (min.)	(m)		
		3900			
		3960			
		4020			
		4080			
		4140			
		4200			
		4260			
		4320			
		0.0			Recuperación
		0.5			
		1.0			
		1.5			
		2.0			
		2.5			
		3.0			
		3.5			
		4.0			
		4.5			
		5			
		7			
		9			
		11			
		13			
		15			
		20			
		25			
		30			
		40			
		50			
		60			

Medidas hechas por: _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____
 _____ de las _____ a las _____
 Supervisión realizada por: _____
 Fecha: _____

9. Bibliografía

Los requisitos que se integran en esta norma técnica, se sustentan en criterios técnicos según ámbitos de competencia y en documentos normativos de referencia.

10. Descriptores

10.1. Acueducto; recurso hídrico.

11. Control de versiones

Acuerdo de Junta Directiva: 2020-323
Fecha de aprobación: 01/10/2020