

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA, UN INSTRUMENTO
PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

**GROUNDWATER POINTS INVENTORY, AN INSTRUMENT TO WATER
MANAGEMENT**

Diego Fernando Silverio Mantilla Rincón
Ingeniero Geólogo
Bogotá, Colombia.
est.diego.mantilla1@unimilitar.edu.co

Artículo de Investigación

DIRECTOR

Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájjar

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica
de Madrid (España)
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)
Microbióloga Industrial – Pontificia Universidad Javeriana
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS
NATURALES
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
JUNIO DE 2021**

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA, UN INSTRUMENTO PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

GROUNDWATER POINTS INVENTORY, AN INSTRUMENT TO WATER MANAGEMENT

Diego Fernando Silverio Mantilla Rincón
Ingeniero Geólogo
Bogotá, Colombia.
est.diego.mantilla1@unimilitar.edu.co

RESUMEN

Un inventario de puntos de agua subterránea (IPAS) corresponde a un listado de los puntos donde se encuentra el recurso hídrico subterráneo. Este es una fuente de información de alta importancia para el entendimiento del sistema hidrogeológico en un sector y por tanto tiene fuertes implicaciones en la adecuada gestión del recurso. En Colombia existen muchas captaciones de agua subterránea que aún no se han identificado, lo que demuestra que esta herramienta aún no se ha potencializado. En este artículo de análisis se presenta la importancia del inventario de puntos de agua subterránea desde tres perspectivas: técnica, normativa y social, que permiten ver cuál es el aporte de esta información en la caracterización de los acuíferos, cómo es que la normativa, aunque cumpliéndose sigue siendo insuficiente para promover suficientes programas de inventarios de puntos hidrogeológicos, que permitan aumentar en el conocimiento del recurso y a su vez en la promoción de políticas de manejo y finalmente cuál es el rol de la sociedad como los principales consumidores del recurso y cómo a través del IPAS pueden convertirse en promotores de la gestión del recurso hídrico subterráneo.

Palabras clave: Inventario de puntos de agua subterránea, hidrogeología, gestión del agua subterránea, modelo hidrogeológico conceptual, normatividad del agua, sociedad.

ABSTRACT

A groundwater points inventory (IPAS-Spanish acronym) corresponds to a list of the points where the groundwater resource is found. This is a highly important source of information for understanding the hydrogeological system in a sector, therefore, it has strong implications for the proper management of the resource. In Colombia, there are many groundwater catchments that have not yet been identified, which shows that this tool has not yet been potentiated. In this article the importance of the inventory of groundwater points is shown from three perspectives: technical, normative and social, each one, allow see the contribution of this information is the characterization of aquifers. Besides, how the regulations, although being complied, still being insufficient to promote sufficient groundwater points inventory programs to increase

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

hydrogeological knowledge and the promotion of management policies. Finally, it was also shown the role of society as the main consumers of the resource and how they can become promoters of groundwater resource management through the IPAS.

Keywords: Groundwater points inventory, hydrogeology, groundwater management, hydrogeological conceptual model, water policies, society.

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

INTRODUCCIÓN

El agua subterránea corresponde a una de las principales fuentes de abastecimiento de agua, brinda casi la mitad del agua de consumo en el mundo, es utilizada para el riego y para la industria; así mismo, en el ambiente, juega un rol importante ya que contribuye al caudal base en los ríos y soporta algunos ecosistemas (World Water Quality Alliance, 2021).

Dada la importancia del recurso hídrico subterránea es imprescindible que se generen programas adecuados de manejo que lleven a la optimización y cuidado del mismo. El manejo del agua subterránea debe ser un balance entre la demanda de los humanos por el recurso y el aseguramiento de la existencia del mismo en el futuro y a su vez con las características propias de los sistemas hidrogeológicos, así como con otros elementos económicos, ambientales y sociales (Thomann et al., 2020).

El manejo adecuado del agua subterránea requiere el entendimiento de los sistemas hidrogeológicos, dado que conocer su funcionamiento es la clave para pasar de un diagnóstico a una solución cuando se enfrenta directamente a una problemática (Smith et al., 2016).

Los inventarios de puntos de agua subterránea (IPAS) son una fuente de información primaria de los cuales se obtienen datos que ayudan al entendimiento de los sistemas hidrogeológicos, es por esto que corresponden a un instrumento base para la gestión adecuada del recurso hídrico subterráneo.

En Colombia se han identificado 62 sistemas acuíferos, que incluyen 5 acuíferos transfronterizos (IDEAM, 2019), esto refleja el potencial del recurso en el país, sin embargo, no todos están aun completamente caracterizados, y en términos de inventario de puntos hidrogeológicos existen muchos puntos de los que no se tienen conocimiento (IDEAM, 2015),

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

esto se traduce en que hay más captaciones de las que se tiene manejo, lo que demuestra un bajo nivel de gestión del recurso.

Con este artículo de análisis, se quiere entender cuál es la importancia de un inventario de puntos de agua subterránea en el avance del conocimiento de los sistemas hidrogeológicos y cómo esta herramienta se convierte en un mecanismo para la gestión adecuada del mismo.

Para lograr esto, se presenta el inventario de puntos de agua subterránea (IPAS) desde tres perspectivas, desde el punto de vista técnico, desde lo normativo y desde el ámbito social, para finalmente proponer algunas acciones que buscan promover esta herramienta y así brindar un avance en el conocimiento del recurso hídrico subterráneo y su posterior gestión.

MATERIALES Y MÉTODOS

¿Qué es un Inventario de Puntos de Agua Subterránea (IPAS)?

Un inventario de puntos de agua subterránea (IPAS) corresponde a una lista ordenada y georreferenciada de los puntos hidrogeológicos que existen en un sector, esta se recolecta con información de campo e incluyen todos los pozos, aljibes, manantiales (surgencias naturales de agua subterránea) y piezómetros (pozos de diámetro pequeño para el monitoreo del agua) presentes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014a).

En Colombia, el levantamiento de la información de estos puntos se encuentra estandarizado a través del “Formulario Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea - FUNIAS” (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial et al., 2009), éste formulario tiene formato de encuesta, que se compone de 12 segmentos:

Sección	Elementos que contiene
---------	------------------------

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

1. Información general	Información del proyecto, tipo de punto hidrogeológico, condición del punto, datos de identificación del punto
2. Fuentes de información	Datos de quien brinda la información, del propietario o empresa tenedor del punto
3. Información del punto	Localización del punto y estado legal del punto
4. Características de la zona	Información topográfica, climática, geomorfológica y geológica de donde se ubica el punto.
5. Características de pozos y aljibes	Datos de la construcción, regímenes de captación, nivel piezométrico
6. Construcciones adicionales	Construcciones presentes que se utilizan para el almacenamiento del agua
7. Características de manantiales	Información de las emanaciones naturales de agua subterránea: tipo, permanencia y medio de surgencia
8. Parámetros físico-químicos	Características físicoquímicas y organolépticas que se evidencien in situ.
9. Usos del agua	Datos del uso del agua del punto
10. Diagnóstico sanitario	Condiciones sanitarias de cada punto e identificación de fuentes potenciales de contaminación
11. Datos gráficos	Registro fotográfico y croquis de acceso al punto
12. Observaciones generales	Datos adicionales que complementen la información del punto

Tomado y modificado de: Guía Metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014a)

En cada uno de estas secciones se recopila la información que permite conocer de primera mano las condiciones de cada una de las captaciones y que son insumo para la determinación de las características hidrogeológicas del sector donde este proceso se esté llevando a cabo.

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

El desarrollo de este artículo consta del abordaje del inventario de puntos de agua subterránea desde tres aspectos: técnico, normativo y social, analizando las implicaciones de esta herramienta como un mecanismo de gestión del agua subterránea, esto basado en información secundaria, en la normativa vigente y en apreciaciones que se permiten hacer a partir de los datos recopilados. Se desarrollaron tres (3) etapas:

Etapas I, El IPAS como instrumento para el análisis de las características hidrogeológicas:

En esta etapa se identificaron cuáles son cada una de las variables que se recolectan durante un IPAS y que son la fuente de información para la obtención de las propiedades hidrogeológicas de un sector, lo que da importancia al IPAS desde el punto de vista técnico.

Etapas II, El IPAS desde la normatividad colombiana:

Se identificó la normativa que tiene inferencia en la elaboración de los IPAS, quiénes son los que están llamados a realizarlo y cuáles han sido las falencias desde el punto de vista normativo que evitan que se tenga un mayor avance en el conocimiento del agua subterránea teniendo como base la información recolectada en los IPAS en el país.

Etapas III, El IPAS en la sociedad

En esta última etapa, se presentó a la sociedad como la gestora base del agua subterránea, ya que son ellos quienes brindan la información necesaria para un adecuado IPAS, analizando que un correcto programa de IPAS se soporta en una gran mayoría en el acceso que brinden las comunidades a los puntos de captación

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Finalmente, se presenta algunas propuestas para la promoción de los inventarios de puntos de agua subterránea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El IPAS como instrumento para el análisis de las características hidrogeológicas

La protección del agua subterránea de problemas como la sobre-explotación, ocurrencia de contaminación de acuíferos y los potenciales impactos que pueda acarrear el cambio climático debe iniciar con el detallado conocimiento de las propiedades hidrogeológicas de un acuífero (Sun & Goltz, 2016), este conocimiento se logra con la formulación de un Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC), el cual corresponde a la descripción técnica que representa las características hidrogeológicas de un área, que se fundamenta en distintas variables que se relacionan entre sí y dan un entendimiento claro y simplificado del funcionamiento de un sistema hidrogeológico (Brassington & Younger, 2010).

Los modelos hidrogeológicos conceptuales se forman a través de varios pasos y de la conjunción de dos principales elementos: el primero es la estructura del modelo, que hace referencia a la disposición de las unidades del subsuelo, su extensión y las características que permiten el flujo y el almacenamiento del agua; el segundo elemento se asocia a los procesos que ocurren e interactúan dentro de un sistema hidrogeológico (Enemark et al., 2019).

En Colombia, la metodología para la Evaluación Regional del Agua – ERA (IDEAM, 2013b), divide estos dos elementos que conforman un MHC en cuatro (4) componentes: geológico-geofísico, hidrológico, hidráulico e hidrogeoquímico-isotópico, los últimos tres ilustran los procesos que tienen lugar dentro del sistema, mientras que el componente geológico -

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

geofísico representa las condiciones estructurales donde se almacena y transmite el agua subterráneo.

El conocimiento requerido para la formulación de cada uno de estos componentes típicamente requiere grandes esfuerzos de obtención de información de campo (Sun & Goltz, 2016), aquí es donde el IPAS juega su rol fundamental dentro del punto de vista técnico, ya que corresponde a la fuente primaria de información del uso del agua subterránea en una localización.

De la información presente en el IPAS se recolectan datos de campo que permiten establecer el comportamiento hidrodinámico del agua subterránea (redes de flujo) ayudando a proponer zonas potenciales de recarga, descarga y tránsito, así mismo contribuye en el análisis de cómo el sistema hidrogeológico responde a las presiones externas, tales como tasas de extracción y variaciones de los regímenes climáticos en el área de trabajo (Lasagna et al., 2020), todo basado en el análisis los de los niveles piezométricos medidos.

Con el establecimiento del comportamiento hidrodinámico de un sistema hidrogeológico se puede diseñar adecuadamente una red de monitoreo de calidad y de medición de niveles de agua subterránea (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014a).

Por otro lado, con el análisis multitemporal de las evolución de los niveles de agua subterránea obtenidos en el IPAS es posible determinar el abatimiento significativo en la disponibilidad de agua, que ocurre cuando las tasas de extracción del recurso hídrico son mayores a las tasas de recarga en el tiempo (Custodio, 2002).

De igual manera, con la cuantificación de los caudales de extracción de cada captación se pueden soportar las tasas de substracción de agua que corresponden a una entrada para la

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

modelación conceptual y numérica de sistemas hidrogeológicos, así como para la estimación de volúmenes almacenados de agua subterránea (Mustafa et al., 2020).

Adicionalmente, otros datos como: usos del agua, estado sanitario de las captaciones, características de los nacederos y variables hidrogeoquímicas in situ, aportan a la concepción del modelo hidrogeológico conceptual y a la formulación de planes de manejo y uso adecuado del agua subterránea.

Es así como se evidencia la importancia de la realización completa de los IPAS desde el punto de vista técnico y sus distintas aplicaciones durante la formulación de los modelos hidrogeológicos conceptuales; ahora bien, ¿cuál es el estado del inventario de puntos de agua subterránea en Colombia?, ¿Son suficientes los datos reportados para obtener un conocimiento detallado de las condiciones hidrogeológicas de las distintas zonas del país? Es momento de analizar el IPAS desde un contexto normativo.

El IPAS desde la normatividad colombiana

El abordaje de esta sección inicia con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico del año 2010, en la cual una de sus metas involucra la caracterización de la demanda del recurso hídrico a través del inventario y registro de usuarios legales y por legalizar (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), a su vez, dentro de esta política nacional se encuentra inmerso el Programa Nacional de Aguas Subterráneas, en donde se busca la implementación de estrategias que garanticen una adecuada evaluación y gestión del agua subterránea en Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014b), con esta política y posterior programa específico de agua subterránea es claro que desde el contexto

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

normativo nacional se está buscando la promoción del manejo adecuado de este recurso hídrico invisible.

Ahora bien, ¿de quién es competencia llevar a cabo este proceso?, desde la Ley 99 de 1993, se asignó el manejo de las aguas subterráneas al Servicio Geológico Colombiano (SGC), IDEAM y a las Corporaciones Autónomas Regionales (Vélez Otálvaro et al., 2011).

En el caso del SGC, dentro de sus funciones está complementar y apoyar “la labor del IDEAM en las investigaciones y estudios de ambiente físico que tengan por objeto conocer la Tierra, su evolución, su dinámica, sus componentes y recursos, el agua subterránea...” (Congreso de Colombia, 1993), entendiéndose como producir información del conocimiento del subsuelo a escala regional; por su parte, el IDEAM tiene que “obtener, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología...” (Congreso de Colombia, 1993), traducándose en una recopilación y análisis de las características regionales hidrogeológicas del país, con base en información proveniente de las Corporaciones Autónomas Regionales.

Estos dos institutos de conocimiento (SGC e IDEAM) generan conocimiento científico y reportes que se reflejan en informes de carácter regional como los estudios Nacionales de Agua o los estudios de Modelos Hidrogeológicos de los sistemas acuíferos identificados de mayor importancia en el país (IDEAM, 2013a); demostrando que si se han realizado avances en el análisis del conocimiento hidrogeológico en el país.

Entre tanto, la tarea específica de la recolección de puntos hidrogeológicos se encuentra asociada a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), dentro de sus competencias definidas en la Ley 99, el decreto 1323 del 2007 y el decreto 303 del 20120 (posteriormente compilados en el decreto 1076 del 2015); sin embargo, esta ardua tarea se encuentra

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

ampliamente limitada, dado que las CAR reporta la información de los puntos hidrogeológicos que poseen una concesión principalmente, por tanto el total consolidado de estos puntos de importancia hidrogeológica se puede estimar que se encuentra por debajo de los puntos existentes (IDEAM, 2015).

Esta problemática se puede ver ilustrada con un ejemplo asociado al número total de pozos existentes en un área, según CORMACARENA, en el Estudio Nacional del Agua del año 2018 se reportaron un total de 360 pozos dentro de su jurisdicción (IDEAM, 2019), sin embargo, en el IPAS de un estudio de impacto ambiental para un campo de hidrocarburos en el municipio de Puerto Gaitán (dentro de la jurisdicción de CORMACARENA) se identificaron 160 pozos, 135 para uso doméstico en únicamente dos veredas del municipio (HOCOL S.A. & EIATEC S.A.S., 2020), correspondiente al 44% de todos los pozos reportados en la jurisdicción.

La respuesta de esta problemática se asocia a que no todas las captaciones de agua subterránea identificadas en un área necesitan una concesión, según el decreto 1541 de 1978 posteriormente compilado en el decreto 1076, “Los aprovechamientos de aguas subterráneas, tanto en predios propios como ajenos, requieren concesión de la autoridad competente con excepción de los que se utilicen para usos domésticos en propiedad del beneficiario o en predios que éste tenga posesión o tenencia” (Presidencia de la República de Colombia, 2015). Lo anterior demuestra que existe un gran volumen de agua subterránea que está siendo utilizado de manera legal sin tener registro o control, sin contar las extracciones que se hacen de manera ilegal por fuera de protección del mencionado decreto; esto implica que se está perdiendo información que puede ser utilizada para el mejoramiento del conocimiento hidrogeológico del país y que ayuda en la formulación de planes de gestión de este recurso hídrico.

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Así como la realización de los IPAS está inmersa dentro de las funciones de los organismos anteriormente mencionados, existen también leyes que promueven esta actividad, es el caso del decreto 1541 de 1978, compilado posteriormente en el decreto 1076 de 2015, que indica que “en la investigación de las aguas subterráneas se debe contemplar por lo menos (...) la configuración de las elevaciones piezométricas” en el estado actual como a través del tiempo (Presidencia de la República de Colombia, 1978). Así mismo, la resolución 872 del 2006 promueve la utilización de los IPAS para la determinación de caudales de agua subterránea captado para el cálculo del índice de escasez del agua subterránea.

Desde el punto de vista normativo, los organismos encargados del registro de los IPAS están cumpliendo sus funciones, sin embargo, esto no es suficiente para tener un registro completo de las captaciones de agua subterránea que permitan un adecuado manejo del recurso hídrico subterráneo, es aquí donde ingresa un nuevo participante al juego, la sociedad, aunque realmente no es un elemento nuevo, dado que desde el código nacional de recursos naturales 2811 de 1974 en su artículo 65 se establece que los propietarios deben declarar los derechos que tengan sobre el agua permitiendo así su censo dentro de la propiedad privada (Presidencia de la República de Colombia, 1974).

Es así como la sociedad empieza a tomar un rol de importancia ya que son los consumidores directos del recurso, pero a su vez pueden llegar a ser la primera línea de participantes para la gestión adecuada del recurso, pero, ¿cómo ha sido esa interacción entre los entes institucionales y la sociedad en el manejo de recurso del recurso hídrico subterráneo? ¿Cómo los consumidores directos pueden aportar en la gestión del recurso a través del diligenciamiento de un IPAS?

El IPAS en la sociedad

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Desde una perspectiva global, el 22% del agua subterránea extraída es utilizada para fines domésticos, el segundo lugar después del uso para riego (67%), así mismo, provee casi el 50% por ciento del agua para consumo en el mundo (Smith et al., 2016), datos que reflejan la importancia del agua subterránea en el suministro del recurso en el mundo, justificando que los consumidores directos del recurso son los principales beneficiarios del recurso y por tanto deben ser los primeros gestores del recurso.

El estudio del agua subterránea desde un punto de vista social no ha sido de gran demanda en los estudios hidrogeológicos, a pesar de que problemas como sobre explotación y contaminación afectan principalmente a las personas (Jia et al., 2020), a pesar de esto, a lo largo del mundo se han implementado elementos legales que promuevan el manejo adecuado del recurso, sin embargo, estos no tienen el adecuado preparación institucional adecuada o la capacidad operacional para implementarlos (Foster et al., 2013), Colombia es el claro ejemplo, como se mencionó en la sección anterior, a pesar de las políticas promovidas, existe una desarticulación entre la institucionalidad y la sociedad, perdiendo información valiosa para el buen manejo de los recursos.

Para que estas políticas sean eficientes, se requiere que éstas sean socialmente aceptadas y que los usuarios, quienes son los gestores locales entiendan la importancia de su aporte en el manejo adecuado del recurso hídrico (Castilla-Rho et al., 2019).

El registro de los IPAS es una labor de campo, de completo relacionamiento con la comunidad, desde la práctica, corresponde a una encuesta en donde se identifican y consultan todos los datos correspondientes a una captación del agua subterránea, en muchos casos, por desconocimiento, los usuarios se abstienen de permitir el ingreso al punto, brindan información errónea o temen de que sea una visita de la autoridad competente y que sus captaciones son

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

ilegales, en casos más positivos, los usuarios se motivan y consultan el objetivo de este formulario.

Estos IPAS son usualmente registrados para la realización de estudios hidrogeológicos puntuales que finalmente reposan en la base de datos de quien costó el estudio, sin llegar a conformar una base de datos nacional de información de puntos de agua subterránea.

Ahora bien, una vez entendida la importancia de los IPAS desde el punto de vista técnico y cómo aportan desde el punto de vista normativo, por qué no promover la realización de estos desde un contexto social, en donde los usuarios de recurso hídrico entiendan que con únicamente brindar información concreta y directa de sus captaciones dan un aporte importante al proceso del conocimiento de los sistemas hidrogeológicos y de la estimación de la presión sobre el recurso, en miras de la ejecución de correctos mecanismos para la gestión del mismo. ¿Cómo se logra?, a continuación, se presentan algunas propuestas para la promoción del IPAS como el primer mecanismo para la gestión del agua subterránea.

Propuestas para la promoción del IPAS como mecanismo para la gestión del agua subterránea

Desde las instituciones, se propone un mayor acercamiento a las comunidades mediante programas de pedagogía, en donde se presenten cuáles son las ventajas de contar con un inventario actualizado de IPAS, cómo estos aportan al conocimiento de los sistemas hidrogeológicos y cómo los usuarios se convierten en gestores del recurso con la implementación de los mismos. Así mismo, abrir espacios que permitan la inclusión de los nuevos puntos de interés hidrogeológicos (no únicamente aquellos que requieran una concesión).

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Por parte de los usuarios, permitir el acercamiento de las instituciones, participar abiertamente de procesos de pedagogía, atender visitar y ayudar a completar la información del registro, acercarse a una autoridad y presentar el número de captaciones que cuenta dentro de su predio.

CONCLUSIONES

El inventario de puntos de agua subterránea es una herramienta que desde el punto de vista técnico permite obtener información importante que ayudan en la formulación de un modelo hidrogeológico conceptual, el conocimiento del comportamiento hidrogeológico de un sistema acuífero es la base para una adecuada gestión del mismo.

Desde el punto normativo y de los actores llamados a la realización del inventario de puntos hidrogeológicos la tarea no está finalizada, hay cumplimiento de lo necesario, sin embargo, esto no es suficiente para caracterizar las condiciones hidrogeológicas, lo que lleva a desconocer el recurso y por tanto a no generar un adecuado plan de gestión del mismo.

La gestión del agua subterránea tiene un actor importante que corresponde a la sociedad, porque las personas son los llamados proteger el recurso que utilizan, es por esto que la correcta y completa ejecución de un inventario de puntos de agua subterránea también necesita que los actores se involucren, que entiendan la importancia de esta herramienta y que brindar datos verídicos soporta el conocimiento técnico que se traducirá en medidas adecuadas de gestión.

Finalmente, las propuestas para promover los inventarios de puntos de agua subterránea están enmarcadas en dos caminos, el primero es desde la institucionalidad, cómo las entidades promueven herramientas pedagógicas para presentar la importancia de los inventarios de puntos de agua subterránea como un mecanismo de gestión, mientras que un segundo camino es cómo la

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

sociedad se apropia del recurso y permite que se lleven a cabo estos programas de la mejor manera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brassington, F. C., & Younger, P. L. (2010). A proposed framework for hydrogeological conceptual modelling. *Water and Environment Journal*, 24(4), 261–273. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2009.00173.x>
- Castilla-Rho, J. C., Rojas, R., Andersen, M. S., Holley, C., & Mariethoz, G. (2019). Sustainable groundwater management: How long and what will it take? *Global Environmental Change*, 58(February), 101972. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101972>
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993* (p. 59).
- Custodio, E. (2002). Aquifer overexploitation: What does it mean? *Hydrogeology Journal*, 10(2), 254–277. <https://doi.org/10.1007/s10040-002-0188-6>
- Enemark, T., Peeters, L. J. M., Mallants, D., & Batelaan, O. (2019). Hydrogeological conceptual model building and testing: A review. *Journal of Hydrology*, 569(November 2018), 310–329. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.12.007>
- Foster, S., Chilton, J., Nijsten, G. J., & Richts, A. (2013). Groundwater-a global focus on the “local resource.” *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(6), 685–695. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.10.010>
- HOCOL S.A., & EIATEC S.A.S. (2020). *Capítulo 3. Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación e Integración de las licencias ambientales globales para el campo de Exploración Ocelote Este y el Campo de Explotación Ocelote Guarrojo, Puerto Gaitán - Meta.*

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

IDEAM. (2013a). *Aguas Subterráneas en Colombia: Una visión general*.

IDEAM. (2013b). *Lineamientos conceptuales metodológicos para la Evaluación Regional del Agua -ERA* (S. Aguirre (ed.)). Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.

IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*.

IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*.

Jia, X., Hou, D., Wang, L., O'Connor, D., & Luo, J. (2020). The development of groundwater research in the past 40 years: A burgeoning trend in groundwater depletion and sustainable management. *Journal of Hydrology*, 587(April), 125006. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125006>

Lasagna, M., Mancini, S., & De Luca, D. A. (2020). Groundwater hydrodynamic behaviours based on water table levels to identify natural and anthropic controlling factors in the Piedmont Plain (Italy). *Science of the Total Environment*, 716, 137051. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137051>

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, INGEOMINAS, & IDEAM. (2009). *Formulario Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea - Instructivo para diligenciar el formulario* (pp. 1–8).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014a). Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos. In *MADS, Colombia*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014b). *Programa Nacional de Aguas Subterráneas*.

Mustafa, S. M. T., Nossent, J., Ghysels, G., & Huysmans, M. (2020). Integrated Bayesian Multi-

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

- model approach to quantify input, parameter and conceptual model structure uncertainty in groundwater modeling. *Environmental Modelling and Software*, 126(June 2019), 104654. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104654>
- Presidencia de la República de Colombia. (1974). *Decreto 2811 de 1974* (p. 69).
- Presidencia de la República de Colombia. (1978). *Decreto 1541 de 1978* (p. 69).
- Presidencia de la República de Colombia. (2015). *Decreto 1076 de 2015* (p. 648).
- Smith, M., Cross, K., Paden, M., & Laban, P. (2016). Spring - Managing groundwater. In *IUCN*.
- Sun, K., & Goltz, M. N. (2016). Direct estimation of hydraulic parameters relating to steady state groundwater flow. *Environmental Modelling and Software*, 86, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.09.014>
- Thomann, J. A., Werner, A. D., Irvine, D. J., & Currell, M. J. (2020). Adaptive management in groundwater planning and development: A review of theory and applications. *Journal of Hydrology*, 586(March), 124871. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124871>
- Vélez Otálvaro, M. V., Ortiz Pimienta, C., & Vargas Quintero, M. C. (2011). Las aguas subterráneas: un enfoque práctico. In Ingeominas & Universidad Nacional de Colombia (Eds.), *Guías y Manuales*.
- World Water Quality Alliance. (2021). *Assessing Groundwater Quality: A Global Perspective: Importance, Methods and Potential Data Sources. A report by the Friends of Groundwater in the World Water Quality Alliance. Information Document Annex for display at the 5th Session of the United Nations*.