



**Registro y sistematización de la primera especialización de los PUEAA aprobados vigentes
en la jurisdicción de la oficina territorial Aburra Sur de CORANTIOQUIA**

Maria Camila Roa Villanueva

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Ambiental

Asesor

Silvana Arias Arias, Magíster (MSc) en Ingeniería Ambiental

Fabio de Jesús Vélez Macias, Doctorado (Ph. D.) en Geografía

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Ambiental

Medellín, Antioquia, Colombia

2023

Cita

(Roa Villanueva, 2023)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Roa Villanueva, M. C (2023). Registro y sistematización de la primera espacialización de los PUEAA aprobados vigentes en la jurisdicción de la oficina territorial Aburra Sur de CORANTIOQUIA [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: Julio César Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos	12
2 Marco teórico	13
3 Metodología	19
4 Resultados	23
4.1 Modificación de los formatos PUEAA	23
4.2 Base de datos PUEAA	24
4.3 Espacialización de los PUEAA	25
5 Análisis	28
5.1 Modificación de los formatos PUEAA	28
5.2 Base de datos PUEAA	28
5.3 Espacialización de los PUEAA	28
6 Conclusiones	30
7 Recomendaciones	31
Referencias	33
Anexos	35

Lista de tablas

Tabla 1. Metodología de trabajo.....	19
---	----

Lista de figuras

Figura 1. Línea de tiempo del marco normativo - Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.	13
Figura 2. Implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua en CORANTIOQUIA.	14
Figura 3. Espacialización de los 5 expedientes que contienen PUEAA Completo de la Oficina Territorial Aburrá Sur.....	26
Figura 4. Espacialización de los 5 expedientes que contienen PUEAA Simplificado de la Oficina Territorial Aburrá Sur.....	27
Figura 5. Demanda de agua en m ³ /año por Municipio en jurisdicción de CORANTIOQUIA.....	29

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AIRA	Administración Integral del Recurso Hídrico y Atmosférico
CIU	Clasificación de Actividades Económicas
CORANTIOQUIA	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
GIS	Sistema de Información Geográfica
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
PA	Plan de Acción
PCJIC	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
PGAR	Plan de Gestión Ambiental Regional
PMAA	Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos
PNGIRH	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
POI	Plan Operativo de Inversión
PSMV	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
PSMV	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
PUEAA	Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua
SIRH	Sistema de Información del Recurso Hídrico
TUA	Tasa por Uso de Agua

Resumen

El Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), es una herramienta enfocada a la optimización del uso del recurso hídrico. El PUEAA está conformado por el conjunto de proyectos y acciones que le corresponde elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesión de aguas, o licencia ambiental que implique el uso de este recurso, con el propósito de contribuir a su sostenibilidad. El presente proyecto tiene por objetivo crear una nueva base de datos de todos los PUEAA aprobados vigentes por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), que tiene jurisdicción en la oficina territorial Aburrá sur, y a su vez, espacializar los datos obtenidos, por medio de tablas relacionales y sus respectivos atributos consecuentes a la necesidad del proyecto, a través del sistema de información geográfica (SIG) que ofrece el software de ArcGis y línea base de CORANTIOQUIA, con el fin de visualizar eficientemente datos relevantes del PUEAA, en dirección a su respectivo control y seguimiento, reportes al SIRH por medio de los aplicativos del IDEAM y toma de decisiones que la entidad realiza en el ejercicio de Autoridad Ambiental. Para el logro de estos objetivos, se modificaron los formatos para la presentación, evaluación, control y seguimiento del PUEAA completo y PUEAA simplificado que la entidad tiene actualmente, para así obtener eficientemente la información requerida y realizar posteriormente el reporte al IDEAM. Se consolidó su información de 5 expedientes en cada base de datos y se espacializaron. Estos resultados son fundamentales para responder a los requerimientos de: IDEAM, Resolución 1257 de 2018 y toma de decisiones por CORANTIOQUIA cómo ente regulador del recurso hídrico en todos los territorios de su jurisdicción.

Palabras clave: PUEAA, recurso hídrico, concesión de aguas, Licencia Ambiental, espacializar (Sistema de Información Geográfica).

Abstract

The Program for Efficient Use and Saving of Water (PUEAA) is a tool focused on optimizing the use of water resources. The PUEAA is made up of a set of projects and actions to be developed and adopted by users requesting water concessions or environmental licenses involving the use of this resource, to contribute to its sustainability. The objective of this project is to create a new database of all the PUEAA approved by the Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), which has jurisdiction in the Aburrá Sur territorial office, and in turn, georeference the data obtained, using relational tables and their respective attributes consistent with the need of the project, through the geographic information system (GIS) offered by the ArcGis software and CORANTIOQUIA's baseline, to efficiently visualize relevant data of the PUEAA, in the direction of its respective control and follow-up, reports to the SIRH through IDEAM's applications and decision making that the entity carries out in the exercise of its role as Environmental Authority. To achieve these objectives, the formats for the presentation, evaluation, control, and follow-up of the complete PUEAA and simplified PUEAA that the entity currently has were modified, this in order to obtain efficiently the required information and subsequently report to IDEAM. The information from 5 files was consolidated in each database and georeferenced. These results are fundamental to responding to the requirements of IDEAM, Resolution 1257 of 2018, and decision-making by CORANTIOQUIA regarding how water resource regulators in all territories of its jurisdiction.

Keywords: PUEAA, water resource, water concession, Environmental License, georeferencing (Geographic Information System).

Introducción

La demanda del recurso hídrico ha incrementado significativamente con el rápido desarrollo de la sociedad y la economía, el crecimiento de la población y la urbanización acelerada, siendo estos la causa del uso excesivo de este recurso, y los cuales desencadenan una serie de impactos, como la escasez de agua. El recurso hídrico se encuentra bajo una presión sin precedente y de seguir las prácticas actuales de explotación, el mundo enfrentaría un déficit del 40 % entre la demanda prevista y el agua disponible en 2030 (Banco Mundial, 2017).

Colombia es el decimoquinto país a escala mundial en disponibilidad de agua, la cual no se aprovecha de manera eficiente ni se conserva (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). A raíz de la problemática que el planeta enfrenta, y enmarcados dentro de los objetivos de desarrollo sostenible planteados con el fin de lograr la correcta gestión y el uso eficiente de los recursos naturales a 2030 (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Surge la necesidad de adoptar políticas ambientales encaminadas a minimizar y de cierta forma, combatir la degradación medioambiental de este recurso.

En concordancia, las aguas de las quebradas, los ríos y las subterráneas son propiedad del Estado, todos los colombianos tenemos derecho a usarlas y aprovecharlas, pero igualmente tenemos el deber de cuidarlas y velar por su buen uso. De igual forma deben ser reguladas en conformidad de que no afecten o puedan afectar el medio ambiente, por medio de concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para su uso, aprovechamiento o movilización (Colombia. Congreso de la República, 1993).

En vista de las necesidades que enfrenta el país, aparece la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), expedida en el año 2010, donde se establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para el manejo de este recurso, en un horizonte de 12 años (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010). Para suministrar información propicia al PNGIRH, las autoridades ambientales realizan el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), siendo este instrumento de planificación estratégico de largo plazo de las Corporaciones Autónomas Regionales para el área de su jurisdicción, que permite orientar su gestión e integrar las acciones de todos los actores regionales con el fin de que el proceso de desarrollo, avance hacia la sostenibilidad de las regiones. En consecuencia, CORANTIOQUIA

realiza la gestión ambiental con un periodo comprendido entre 2020 a 2031 (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, 2020).

Dentro del Plan de Acción (PA) 2020-2023 ejecutado por CORANTIOQUIA (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, 2020), se incluyen indicadores de medición para las metas trazadas por la entidad, con el fin de evaluar el desempeño de la gestión ambiental sobre los recursos naturales. Entre estos indicadores, se constituye el indicador 4.5.3 del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), que contribuye al comando y control del recurso hídrico. Además, este indicador tiene la cualidad de ser manipulado, de tal forma que la información que contenga pueda ser utilizada para nutrir el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), el cual integra y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de datos, reglamentos y protocolos que facilita la gestión integral del recurso hídrico (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

En el ejercicio de la práctica en CORANTIOQUIA se identifica que el documento que contiene la base de datos del PUEAA, se encuentra en diferentes versiones. Dado que esta información es tercerizada, es recolectada por medio de convenios, lo cual presenta inconvenientes en cuanto a la densidad de los datos, dispersión en la información y su tabla de atributos abarca poca información relevante tanto para la entidad como para el reporte al SIRH a través de los aplicativos del IDEAM, por lo que no permite la eficiente manipulación, interpretación y gestión de la información en el ejercicio como autoridad ambiental.

Por lo tanto, este proyecto buscó generar dos nuevas bases de datos, una para PUEAA simplificado y otra para PUEAA completo, con el propósito de estandarizar las tablas de atributos con las cualidades de aportar información relevante sobre los PUEAA aprobados vigentes por la oficina territorial Aburrá Sur de CORANTIOQUIA y así lograr una sola versión que se entregará a los diferentes convenios suscritos con la entidad. Se recolectó información de 5 expedientes para cada tabla de atributos, las cuales se llevaron a un SIG con el objetivo de implementar un prototipo que facilite el estudio de las características de los lugares que integran dicha territorial e identificar las zonas en las que se efectúa la mayor demanda del recurso hídrico. Por último, se modifica los formatos para la presentación, evaluación, control y seguimiento del PUEAA completo y PUEAA simplificado que la entidad tiene actualmente, para así obtener eficientemente la información requerida y realizar posteriormente el reporte al IDEAM.

Por otro lado, los posibles resultados que se pueden alcanzar a partir de los formatos modificados son: el volumen de agua reducido en m³ por sector productivo que el beneficiario se proyecta reducir anualmente y su valor real verificado, el presupuesto y actores involucrados en cada actividad que se proyecta realizar, entre otros. Estos resultados son fundamentales para responder a los requerimientos: del IDEAM, la Resolución 1257 de 2018 y toma de decisiones por CORANTIOQUIA como ente regulador del recurso hídrico en todos los territorios de su jurisdicción a partir del eficiente control y seguimiento a cada usuario que registre un PUEAA aprobado vigente.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Espacializar los PUEAA aprobados vigentes de Corantioquia por la oficina territorial Aburrá Sur, en un SIG mediante la asignación de atributos a partir de una nueva base de datos, con el fin de mejorar la gestión de la información y la toma de decisiones.

1.2 Objetivos específicos

- Proponer una nueva metodología para la presentación, evaluación, control y seguimiento del PUEAA completo y PUEAA simplificado.
- Consolidar la información de los PUEAA, a través de atributos asignados en la nueva base de datos y la caracterización del estado y calidad de estos.
- Proyectar la base de datos en el SIG, mediante la correlación de la tabla de atributos de los PUEAA y las herramientas de ArcGis.

2 Marco teórico

Para la mejor comprensión del marco teórico que sustenta el desarrollo del presente proyecto, se ilustra el contexto del marco normativo del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, seguidamente se describen normas relevantes para su comprensión (**Figura 1**).

Figura 1

Línea de tiempo del marco normativo - Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua

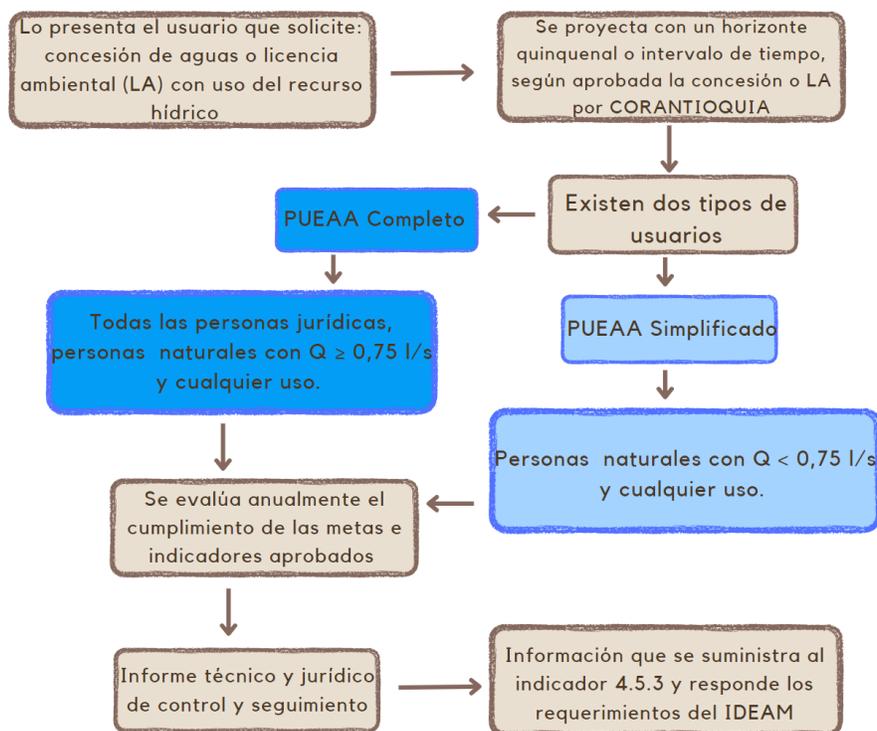


La Ley 373 de 1997 establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua, que deben ejecutar las autoridades ambientales en el país, con la finalidad de que se adapte dentro de los permisos de concesión de aguas y licencia ambiental con uso del recurso hídrico (Colombia. Congreso de la República, 1997). Asimismo, el Decreto 1090 de 2018, reglamenta dicha ley (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). En este sentido, la Resolución 1257 de 2018, establece la estructura y contenido del PUEAA (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Ahora bien, es importante contextualizar al lector acerca de la implementación del PUEAA que ejecuta CORANTIOQUIA en su ejercicio de autoridad ambiental, la cual inicia en la determinación de su directriz interna con número de radicado 160-MEM2006-4020 del 16 de junio de 2020 y su respectiva Resolución corporativa 040-RES2008-4741 del 21 de agosto de 2020, donde se establece los caudales bajos y los formatos a seguir. En consecuencia, se ilustra un breve resumen del contenido de lo antes mencionado (**Figura 2**).

Figura 2

Implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua en CORANTIOQUIA



La información obtenida del PUEAA, además de realizar el ejercicio de alimentar el SIRH, ayuda a medir el avance del cumplimiento del PA 2020-2023 de la Corporación, con la finalidad de evaluar su gestión. Asimismo, la Resolución 667 de 2016, establece los indicadores mínimos de referencia para que las Corporaciones Autónomas Regionales evalúen el impacto generado sobre los recursos naturales, y se construya a nivel nacional un agregado para evaluar la política ambiental (Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Ese sentido, el

ejercicio descrito se realiza desde la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial, y precisamente el grupo interno de trabajo de Administración Integral del Recurso Hídrico y Atmosférico (AIRA), realiza la gestión de control y seguimiento al indicador del PUEAA, con el propósito de administrar el recurso hídrico.

Mediante esta contextualización de los inicios y lo que debe consolidar de forma general el PUEAA en la entidad, es necesario exponer conceptos claves que ayudarán a desarrollar el proyecto, el cual busca consolidar una base de datos de los PUEAA aprobados vigentes por la oficina territorial Aburrá Sur y espacializarlos, para ello, es indispensable las siguientes teorías y conceptos:

→ Selección por atributos: Es uno de los métodos de selección que puede utilizar para seleccionar entidades en una capa, mediante una consulta de atributos. Además, se puede seleccionar entidades en un mapa o escena de forma interactiva o seleccionarlás en función de su atribución. Cuando selecciona por atribución, elija el método de selección y escriba una expresión para seleccionar un subconjunto exacto de entidades. Para seleccionar un subconjunto de entidades en un mapa o escena escribiendo una expresión, use el botón Seleccionar por atributos para abrir la herramienta de geoprocésamiento Seleccionar capa por atributo (Esri, 2016).

→ Filtros de información: Un filtro presenta una vista centrada de una capa de entidades en un mapa. Limitando la visibilidad de las entidades de una capa, se puede revelar lo que es importante. Como autor de un mapa, también puede configurar filtros interactivos que ayuden al público a explorar los datos por su cuenta. Proporcionando indicaciones y consejos sobre los valores disponibles en una capa, guiando al público hacia otros filtros que tal vez quieran aplicar sobre las entidades (Esri, 2020). Se nombra algunos filtros:

- Crear filtros: Puede crear filtros para capas de entidades alojadas, capas de servicios de entidades de ArcGIS Server y capas de servicios de mapas de ArcGIS Server que tengan asociados datos de atributos; no puede crear filtros para notas de mapas o entidades importadas de un archivo. En el mapa solo serán visibles las entidades que cumplan los criterios de la expresión.

-
- Filtrar por fecha: Puede filtrar algunas capas de entidades por fecha. Por ejemplo, puede que desee mostrar las ubicaciones de los terremotos ocurridos durante un rango de fechas especificadas. Entre los operadores disponibles para los filtros de fecha, se incluyen es el, no es el, es anterior a, es posterior a, está entre y no está entre.
- Tablas relacionales: Contar con varias tablas evita la duplicación de información en la base de datos, debido a que almacena la información sólo una vez en la tabla (Esri, 2021). Por nombrar algunos vínculos se nombran los siguientes:
- Relaciones de uno a uno y de muchos a uno: Al unir tablas en ArcMap, se establece una relación de uno a uno o de muchos a uno entre la tabla de atributo de la capa y la tabla que contiene la información que se desea unir. Ejemplo, Suponga que tiene una capa donde cada polígono está clasificado según el tipo de uso del suelo. La tabla de atributos de la capa solo almacena un código del uso del suelo; en una tabla independiente se almacena la descripción completa de cada tipo de uso del suelo. Al unir estas dos tablas, se establece una relación de muchos a uno porque muchos registros de la tabla de atributo de la capa se unen al mismo registro de la tabla de descripciones del uso del suelo.
 - Relaciones de uno a muchos y de muchos a muchos: Al usar datos cuando existe una relación de uno a muchos o de muchos a muchos, debe usar una relación o clase de relación para establecer la relación entre los datasets. Sin embargo, es posible crear una unión bajo estas circunstancias. Cuando se crea una unión en ese caso, existen diferencias entre la forma en que funcionan las herramientas y otras configuraciones específicas a las capas dependiendo de la fuente de datos. Si está usando los datos de geodatabase para crear la unión, se devolverán todos los registros que coinciden. Si está usando datos que no son de base de datos, como shapefiles o tablas dBASE, para crear la unión, solamente se devuelve el primer registro que coincida.
- Operadores booleanos: Los operadores booleanos forman la base de los conjuntos matemáticos y la lógica para la búsqueda en las bases de datos. Estos conectan sus palabras de búsqueda para estrechar o ampliar los resultados (Biblioteca Conrado F. Asenjo, 2021).
- Diseño de geodatabases (datos espaciales): Está basado en un conjunto común de pasos de diseño SIG fundamentales, de modo que es importante comprender la base de estos objetivos y

métodos del diseño SIG, lo cual implica la organización de información geográfica en una serie de temas de datos; capas que se pueden integrar mediante la ubicación geográfica. De modo que tiene sentido que el diseño de geodatabases comience con la identificación de los temas de datos que se van a utilizar y continúe con la identificación del contenido y las representaciones de cada capa temática, esto incluye definir (Esri, 2021):

- Cómo se van a representar las entidades geográficas para cada tema (por ejemplo, como puntos, líneas, polígonos o rásteres) junto con sus atributos tabulares.
- Cómo los datos se organizan en datasets, como clases de entidades, atributos, datasets ráster, etc.
- Qué elementos espaciales y de base de datos adicionales se necesitarán para las reglas de integridad, la implementación de un comportamiento SIG enriquecido (como topologías, redes y catálogos de ráster) y la definición de relaciones espaciales y de atributos entre datasets.

→ **Metadatos:** Los metadatos son archivos de información que recogen las características básicas de algún dato o recurso. Representan el quién, qué, cuándo, dónde, cómo y por qué de ese recurso. Los metadatos geoespaciales se emplean para documentar recursos geográficos digitales tales como una base de datos espacial, un SIG o una imagen de satélite. Un registro de metadatos incluye elementos básicos tales como el título o nombre del recurso, elementos geográficos como la extensión que cubre el dato o el sistema de coordenadas empleado (Olaya, 2014).

→ **Catálogo de objetos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC):** El catálogo de objetos tiene como propósito organizar y documentar los objetos geográficos correspondientes al tema cartografía básica, los cuales son generados dentro de los grupos internos de trabajo de la subdirección de geografía y cartografía de manera estructurada, es por esto que el catálogo, contiene trece (13) grupos correspondientes a puntos de control, edificación obra civil, transporte terrestre, transporte aéreo, y transporte marítimo fluvial, instalaciones construcciones para el transporte, cobertura vegetal, superficie de agua, relieve, entidades territoriales y unidades administrativas, topónimos, Impresión e índice de escala y dentro de ellos, se ubican los objetos que representan los elementos geográficos del paisaje y que en su conjunto constituyen los

productos cartográficos que se disponen a los usuarios de la información geográfica (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2016).

→ Validación de datos: La validación es un proceso mediante el cual se verifican los datos ingresados en la base de datos para asegurarse de que sean sensibles. Por ejemplo, la validación se puede utilizar para verificar que solo se ingrese Hombre o Mujer en un campo de sexo. Se aclara que no se puede comprobar si los datos ingresados son correctos o no, sino que solo se verifica si los datos tienen sentido o no. La validación es una forma de tratar de disminuir el número de errores durante el proceso de entrada de datos. Su propósito, es asegurar que los datos sean lógicos, racionales, completos y dentro de límites aceptables (Tecnología de la información, 2018).

En ArcGIS Data Reviewer es una extensión de ArcGIS que contiene varias herramientas para el análisis y validación de datos. Las verificaciones le permiten realizar varios tipos de análisis sobre los datos en una geodatabase, que incluye evaluar extensiones de las entidades y relaciones espaciales entre entidades. Se pueden agrupar juntos usando trabajos por lotes de manera que pueda comprobar varias condiciones, todas a la vez. Sin embargo, antes de iniciar las tareas de validación y análisis, hay algo de trabajo de configuración involucrado (Esri, 2021).

3 Metodología

Este proyecto se realizó mediante la ejecución de diferentes actividades que permitieron el logro de cada objetivo específico. A continuación, se explica cada una de estas:

Tabla 1

Metodología de trabajo

Objetivo 1. Proponer una nueva metodología de los formatos PUEAA.	Actividad 1: Interpretación de la Norma que establece la estructura y contenido del PUEAA.
	Actividad 2: Verificación de los requerimientos del IDEAM en cuanto al PUEAA.
	Actividad 3: Consolidación de los formatos de presentación, evaluación, control y seguimiento de cada tipo de PUEAA, con sus respectivos instructivos.
Objetivo 2. Consolidar la información de los PUEAA en las nuevas bases de datos.	Actividad 1. Construcción de la tabla de atributos con las variables definidas en Excel.
	Actividad 2. Rastreo de los expedientes con PUEAA aprobados vigentes.
	Actividad 3. Alimentación de la tabla de atributos.
Objetivo 3: Proyectar las bases de datos en el SIG.	Actividad 1: Transformación del formato de las tablas de atributos en Excel.
	Actividad 2: Ubicación de los expedientes registrados en las tablas de atributos en ArcGIS.
	Actividad 3: Diseño del mapa para cada tipo de PUEAA.

Objetivo 1. Proponer una nueva metodología de los formatos PUEAA

Para la modificación del formato de presentación del PUEAA se realizó la debida interpretación de la Resolución 1257 de 2018, Artículo 2 para el PUEAA Completo y Artículo 3 para el PUEAA simplificado, que establecen la estructura y contenido del PUEAA. Además, se agregaron campos para dar respuesta a los requerimientos del IDEAM, como: el volumen de agua

reducido anual en m³ por sector productivo, lo cual aplica solo para el PUEAA Completo y presupuesto para cada meta que se proyecta realizar el usuario en ambos PUEAA, entre otros. Esta labor se realizó en varias reuniones con el apoyo del grupo interno de trabajo AIRA, con el propósito de orientar las modificaciones necesarias a los formatos y para cada modificación se llevó a cabo un instructivo que respalda la explicación del adecuado diligenciamiento de los formatos, tanto para el usuario que presenta el PUEAA, como para el técnico que ejecuta la evaluación, control y seguimiento del PUEAA.

Para una mejor ilustración de los formatos modificados, se recomienda visualizar el **Anexo 1**. Los formatos modificados son en total 6 que se desglosan de la siguiente forma:

- Formato de presentación del PUEAA Completo.
- Formato de evaluación del PUEAA Completo.
- Formato de control y seguimiento del PUEAA Completo.
- Formato de presentación del PUEAA Simplificado.
- Formato de evaluación del PUEAA Simplificado.
- Formato de control y seguimiento del PUEAA Simplificado.

Objetivo 2. Consolidar la información de los PUEAA en las nuevas bases de datos

Esta actividad se desarrolló mediante las funciones y comandos que ofrece el software de Excel. Las variables a trabajar se obtuvieron y se clasificaron de: los formatos para la presentación, evaluación, control y seguimiento del PUEAA completo y PUEAA simplificado actuales de CORANTIOQUIA. Asimismo, del reporte que la Corporación realiza para suministrar información del PUEAA al SIRH, que se hace a través de los aplicativos del IDEAM, también de las bases de datos del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) y Tasa por Uso de Agua (TUA), con el propósito de consolidar atributos relevantes, como lo es la reducción del consumo sectorial anual de agua.

Esta labor se realizó mediante 2 pruebas de tabla de atributos, con el propósito de tener la mejor versión; se construyó la base de datos unificada, es decir, en la que se encontraba los atributos del PUEAA completo y PUEAA simplificado juntos, la cual no resultó siendo viable, debido a que se hacía muy difícil su manipulación, por lo que se procedió dividir esta tabla de atributos en dos

libros de Excel, uno para cada tipo de PUEAA y descartando atributos que no son relevantes para su almacenamiento, siendo esta la versión final.

En el momento de tener consolidado las tablas con sus respectivos atributos, se procede a la construcción del instructivo de cada una de ellas, con el propósito de que las personas que haga uso de estas tengan una orientación de cómo diligenciar las bases de datos y así no encontrar sesgo de la información.

Para el conocimiento de los interesados, con la autorización del grupo interno de trabajo AIRA, estas tablas de atributos se entregaron a los técnicos que hacen parte del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC), suscrito al contrato 040-COV2209-51 de CORANTIOQUIA, ya que dentro del *alcance 5* del Plan Operativo de Inversión (POI) del proceso contractual que actualmente se está ejecutando, se describe el *apoyo de los reportes al SIRH* precisamente en la *actividad 5.1 actualizar, gestionar y transmitir la línea base de expedientes con PUEAA aprobados*. Por lo que las tablas de atributos les facilitará el levantamiento de la información. Esta entrega se realizó con la finalidad de levantar y almacenar la información en la base de datos de los PUEAA aprobados vigentes que la Corporación tiene en su jurisdicción, para luego ser transmitida por medio de los aplicativos del IDEAM.

Se realizó la respectiva búsqueda de los 5 expedientes para cada PUEAA completo y PUEAA simplificado, para un total de 10 expedientes trabajados, estos se encuentran registrados en concesiones de aguas que están otorgados por la oficina territorial Aburrá sur. El rastreo de estos expedientes se obtuvo a partir de la línea base del indicador 4.5.3 denominado, *% de Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua* de CORANTIOQUIA y para obtener la información de cada expediente se realizó la respectiva indagación por medio de los aplicativos de la entidad, como lo son Sirena y e-Sirena.

Una vez definidas las variables en Excel y el adecuado rastreo de la información a trabajar, se inició el almacenamiento de información en las bases de datos construidas. En esta etapa del proyecto se pudo evidenció una falta de información en los expedientes, como: las coordenadas del predio, el nombre y código de la fuente abastecedora, las coordenadas del punto de captación, el tipo de actividad según la Clasificación de Actividades Económicas (CIIU), entre otros. Por lo que se procedió a utilizar Google Earth para facilitar la ubicación del predio y punto de captación, como también la búsqueda del código CIIU de la actividad que realiza el usuario de PUEAA completo.

Objetivo 3: Proyectar las bases de datos en el SIG

Se partió de la transformación de la base de datos obtenida en el paso anterior, es decir, se declaró el formato de cada columna por número o texto, las tablas de atributos quedaron sencillas y se procedió a guardar cada tabla como tipo de *libro de Excel 97 – 2003*, con el propósito de espacializar cada tabla de atributos PUEAA, para lo cual se obtuvo dos mapas (**Figura 3, Figura 4**), para ello se implementó las siguientes etapas:

- Se proyecta las coordenadas de los predios, luego por medio de la herramienta “*Join*” que ofrece ArcGIS se une las entidades para transferir atributos de la capa obtenida que contiene la base de datos, es decir, donde se encuentra toda la información, cabe resaltar que la unión entre las dos tablas se ejecuta por medio del número del expediente, para así obtener las relaciones espaciales y de atributos. Esta relación se ejecutó a partir de uno a uno.
- Seguidamente, se diseña el mapa para una mejor ilustración de los puntos de captación y se define por medio de la herramienta “*quantitative symbology*” que ofrece diferentes clases de símbolos graduados de ArcGIS, con el fin de visualizar las diferentes cantidades de demanda de caudal en m³ de agua anual por usuario.

4 Resultados

A continuación, se presenta la información correspondiente a los resultados obtenidos:

4.1 Modificación de los formatos PUEAA

Los formatos PUEAA se presentan en el **Anexo 1**. Para cada formato, se agregaron y eliminaron celdas de acuerdo a la condición de cada tipo de PUEAA, los cuales fueron:

- Formato de presentación del PUEAA Completo: En la hoja denominada “Formulario” se agregó el numeral 5.3 Inclusión del cronograma para la ejecución y seguimiento del PUEAA, y el numeral 5.4 Proyección de reducción de agua anual con base al Plan de Acción propuesto. Asimismo, la hoja denominada “Metas e indicadores” se añadió la columna Actores involucrados y medio de verificación. De igual forma, para cada modificación se realizó el respectivo instructivo.
- Formato de evaluación del PUEAA Completo: De acuerdo con las modificaciones establecidas en el formato de presentación del PUEAA Completo anterior, en la hoja denominada “Evaluador” se agrega: instrumento de planificación aplicable para la fuente hídrica el Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA), los numerales 5.3 y 5.4 con su respectivo porcentaje, con el objetivo de que el técnico de CORANTIOQUIA diligencie la aprobación o no del PUEAA presentado por el usuario.
- Formato de control y seguimiento del PUEAA Completo: En la hoja denominada “Verificador” se eliminó parte del numeral 2, debido a que se solicitaba información del usuario que dentro del informe de control y seguimiento que se realiza al expediente con concesión de aguas superficiales se repetía, de igual forma se deja solo el numeral 3, para informar sobre requerimientos pendientes por medio de actos administrativos o resolución referente al PUEAA.

Además, al numeral 5 se agrega la unidad de medida de cada meta proyectada por el usuario, el % de cumplimiento de la meta, el consumo de agua anual con base al plan de acción ejecutado en m³, el volumen de agua anual reducido en m³, % de reducción de consumo de agua anual y medio de verificación. De igual forma, para cada modificación se realizó el respectivo instructivo.

Este formato es el más importante de todos, ya que es el medio de verificación que comprueba realmente si el usuario cumple con las metas que se planteó en su PUEAA, siendo estas aprobadas por CORANTIOQUIA en la primera etapa.

- Formato de presentación del PUEAA Simplificado: Se trato de simplificar lo que más se podía de este formato de acuerdo con los criterios mínimos de la norma, por lo que en la hoja denominada “Formulario” se eliminó parte del numeral 2 como; la subzona hidrográfica, nivel subsiguiente, provincia hidrológica y sistema de acuífero y solo se dejó: diligenciar las coordenadas de la(s) fuente(s) abastecedoras para facilidad del usuario. Además, se agregó, la unidad de medida y presupuesto de cada actividad que se proyecta el usuario. De igual forma, para cada modificación se realizó el respectivo instructivo.
- Formato de evaluación del PUEAA Simplificado: En la hoja denominada “Evaluador” se agrega el instrumento de planificación aplicable para la fuente hídrica el Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA).
- Formato de control y seguimiento del PUEAA Simplificado: En la hoja denominada “Verificador” se eliminó parte del numeral 2, debido a que se solicitaba información del usuario que dentro del informe de control y seguimiento que se realiza al expediente con concesión de aguas superficiales se repetía, de igual forma se deja solo el numeral 3, para informar sobre requerimientos pendientes por medio de actos administrativos o resolución referente al PUEAA.

Además, al numeral 5 se agrega la unidad de medida de cada meta proyectada por el usuario, el % de cumplimiento de la meta y medio de verificación. De igual forma, para cada modificación se realizó el respectivo instructivo. Este formato es el más importante de todos, ya que es el medio de verificación que comprueba realmente si el usuario cumple con las metas que se planteó en su PUEAA, siendo estas aprobadas por CORANTIOQUIA en la primera etapa.

4.2 Base de datos PUEAA

Las respectivas bases de datos se presentan en el **Anexo 2**. Los resultados de la base de datos del PUEAA completo, da respuesta a: información del municipio, información del expediente, información del usuario, información de la fuente abastecedora, proyección de demanda anual de agua en m³/año de acuerdo con la línea base, plan de acción y verificación del

cumplimiento de las metas y proyección de reducción de agua anual de acuerdo con el plan de acción en $m^3/año$. De igual forma, el PUEAA simplificado, da respuesta a: información del municipio, información del expediente, información del usuario, información de la fuente abastecedora, descripción del sistema y método de medición del caudal, y acciones de control y ahorro del agua con su respectiva verificación del cumplimiento de las metas.

De los resultados que se lograron extraer de los 5 expedientes para cada PUEAA, se resalta que se pudo obtener en general toda la información de: municipio, expediente, usuario, fuente abastecedora, metas que se proyecta el usuario. Pero desafortunadamente la parte fundamental que es el control y seguimiento del PUEAA no alcanza a ofrecer información, puesto que la mayoría de los técnicos en CORANTIOQUIA desconocen el ejercicio de autoridad ambiental en cuanto a este tema. Por lo que, al revisar las bases de datos, se encontrarán campos diligenciados como N/V que significa NO VERIFICA, es decir, no se tiene información de este.

4.3 Espacialización de los PUEAA

Con el fin de conocer en detalle las respectivas bases de datos transformadas en el formato ideal para la espacialización, se recomienda visualizar el **Anexo 3**. Asimismo, los shapefile y sus mapas espaciales, los cuales se pueden observar en el **Anexo 4**.

De cada tipo de PUEAA se obtuvo información relevante de: Localización de los usuarios que demandan uso del recurso hídrico, densidad espacial de la demanda de agua en el territorio y cantidad de agua demandada en $m^3/año$ respecto a la concesión otorgada por CORANTIOQUIA.

A continuación, se presenta los mapas obtenidos a partir de la espacialización de cada tipo de PUEAA, con sus respectivos expedientes y caudales otorgados (**Figura 3, Figura 4**):

Figura 3

Espacialización de los 5 expedientes que contienen PUEAA Completo de la Oficina Territorial Aburrá Sur

Expedientes PUEAA Completo - Oficina Territorial Aburrá Sur

Autor:
 María Camila Roa Villanueva
 Elaborado a partir de:
 Base Cartográfica de CORANTIOQUIA
 Fecha de elaboración:
 27/12/2022

Convenciones**EXPEDIENTES_PUEAACOMPLETO****CAUDAL TOTAL OTORGADO (m³/año)**

- 2664.792000
- 2664.792001 - 9681.552000
- 9681.552001 - 11526.408000
- 11526.408001 - 20523.628800
- 20523.628801 - 22819.449600

■ BASECARTOGRAFICA.Territoriales_Corantioquia_IGA

Figura 4

Espacialización de los 5 expedientes que contienen PUEAA Simplificado de la Oficina Territorial Aburrá Sur

Expedientes PUEAA Simplificado - Oficina Territorial Aburrá Sur**Convenciones**

Autor:
 María Camila Roa Villanueva
 Elaborado a partir de:
 Base cartográfica de CORANTIOQUIA
 Fecha de elaboración:
 27/12/2022

EXPEDIENTES_PUEAASIMPLIFICADO**CAUDAL TOTAL OTORGADO (m³/año)**

- 53.611200
- 53.611201 - 2188.598400
- 2188.598401 - 2585.952000
- 2585.952001 - 9369.345600
- 9369.345601 - 20167.272000

OT

5 Análisis

5.1 Modificación de los formatos PUEAA

Aunque los formatos son solo una versión más, se analiza que pueden ofrecer información valiosa a la hora de tomar decisiones, como la verificación real de las metas que el usuario programó en su Plan de Acción o Acciones de ahorro y uso eficiente del agua. Asimismo, se puede comprobar la reducción de consumo de agua anual por sector productivo, por medio de los registros de la medición del caudal consumido que el beneficiario debe entregar a CORANTIOQUIA.

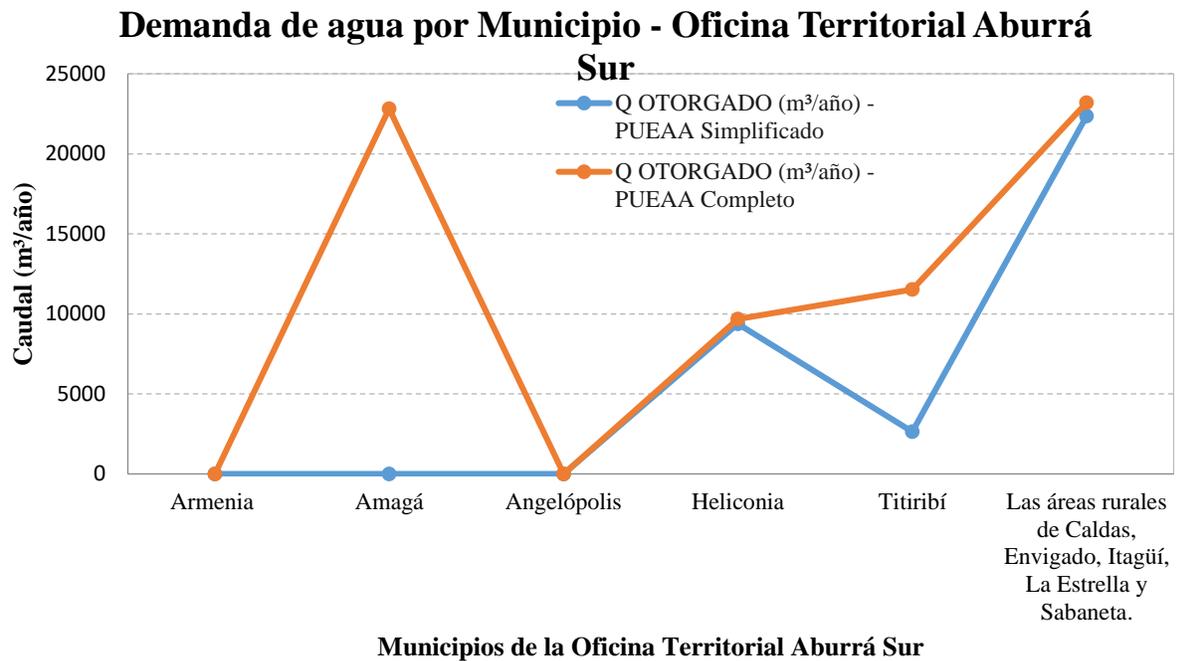
5.2 Base de datos PUEAA

Las nuevas bases de datos PUEAA generarían una estandarización para la obtención de la información requerida por el IDEAM, subsanando dispersión de esta y a su vez contribuyendo de forma positiva el control y seguimiento de los expedientes con PUEAA aprobados por la entidad.

5.3 Espacialización de los PUEAA

Tomando la cantidad de caudales para cada expediente de la **Figura 3** y **Figura 4**. Se analiza que, de acuerdo con los municipios que se encuentran en jurisdicción de CORANTIOQUIA y con base a la información levantada de los 5 expedientes para cada tipo de PUEAA se analiza que la mayor demanda del recurso lo hace el PUEAA completo en el municipio de Amagá, de igual forma para ambos tipos de PUEAA se evidencia una demanda de agua considerable sobre las áreas rurales de Caldas, Envigado, Itagüí, La Estrella y Sabaneta. Valores que se podrían deber al uso del recurso para; industrias, altas temperaturas, problemas sociales, entre otros. Se precisa que esta muestra no es representativa, ya que se sugiere continuar con este prototipo, para así lograr identificar cuál es el origen de la presión sobre este recurso y qué estrategias se pueden proyectar y ejecutar dependiendo de las características del territorio.

A continuación, se ilustra la siguiente gráfica:

Figura 5*Demanda de agua en m³/año por Municipio en jurisdicción de CORANTIOQUIA*

6 Conclusiones

Modificación de los formatos PUEAA:

- Los formatos modificados de presentación, evaluación, control y seguimiento para cada tipo de PUEAA podrán subsanar las dificultades que se tienen actualmente en la entidad, como el debido control y seguimiento a las metas patadas por el usuario durante la aprobación de su PUEAA. Asimismo, darán respuesta a los requerimientos del IDEAM, tales como: la reducción de consumo de agua anual en m³, presupuesto, medio de verificación y unidad de medida para cada actividad que el beneficiario se proyecta cumplir y a su vez el valor y/o cantidad real de estos.

Base de datos PUEAA:

- No hay una estandarización para el tratamiento del PUEAA en los expedientes que reportan un PUEAA aprobado.
- El control y seguimiento del PUEAA actualmente en CORANTIOQUIA es deficiente, debido a que no se reporta los datos de las metas ejecutadas.

Espacialización de los PUEAA:

- La espacialización no es una muestra representativa, ya que no capta todos los PUEAA aprobados vigentes en jurisdicción de CORANTIOQUIA, por lo que se manifiesta que esta gestión se puede seguir implementando, para así lograr un modelo propio de cada territorio.

7 Recomendaciones

Modificación de los formatos PUEAA:

Cabe resaltar que los formatos que se modificaron solo son una versión que se entregaron al grupo interno de trabajo AIRA, de los cuales se recomienda que, CORANTIOQUIA debería ajustar y consolidar los 6 formatos modificados mencionados en el presente proyecto, con todo su equipo de especialistas en el tema, para así lograr una eficiente administración del recurso hídrico en su territorio y a su vez capacitar los técnicos y jurídicos de la entidad y de los convenios que realizan informes de evaluación, control y seguimiento al PUEAA.

Además, se identificó que el usuario del PUEAA Simplificado es una persona natural, generalmente campesino, el cual necesita educación y/o acompañamiento para presentar y emplear un PUEAA acorde a sus características, por lo que se recomienda emplear una cartilla que contenga: un general, corto y llamativo contexto que motive al usuario a realizar un uso eficiente y ahorro del agua, seguidamente, de las diferentes actividades que puede implementar acompañado de trucos y concejos sostenibles, luego, una lista de chequeo que verifique lo proyectado y lo ejecutado en su programa y finalmente una actividad dinámica que evalúe lo aprendido. Esta alternativa de acompañamiento al usuario de PUEAA Simplificado, es con el objetivo de que el usuario se eduque e invite a otras personas que hacen uso del recurso hídrico a realizar cambios positivos desde su conocimiento.

Base de datos PUEAA:

La información que se necesita para reportar al SIRH por medio de los aplicativos del IDEAM, se puede obtener parte de esta una vez se diligencia información de la concesión de aguas por el hilo conductor del aplicativo Sirena de CORANTIOQUIA, solo sería agregar la información que se requiere, para luego extraer esta por medio de la tabla de Excel que se arroja y se complementaría la información que se obtiene a partir de los formatos de control y seguimiento del PUEAA Completo y PUEAA Simplificado.

Espacialización de los PUEAA:

Se recomienda espacializar todos los PUEAA aprobados vigentes que se encuentran en jurisdicción de CORANTIOQUIA con el objetivo de determinar las cantidades y ubicaciones de las demandas del recurso hídrico, para desarrollar estrategias acordes al territorio.

Referencias

- Banco Mundial. (20 de septiembre de 2017). *Gestión de los recursos hídricos*. Banco Mundial. <https://bit.ly/3GLr0hg>
- Biblioteca Conrado F. Asenjo. (3 de septiembre de 2021). *Búsquedas Estratégicamente Efectivas: Operadores Booleanos*. Universidad de Puerto Rico. <https://bit.ly/3CSqqgq>
- Colombia. Congreso de la República (1993). *Ley 99 de 1993 (diciembre 22): por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. Gestor Normativo.
- Colombia. Congreso de la República. (1997). *Ley 373 de 1997 (junio 6): por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua*. Gestor Normativo.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). *Decreto 1090 de 2018 (junio 28): por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones*. Asociación Colombiana de Minería.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Resolución 667 de 2016 (abril 27): por la cual se establecen los indicadores mínimos de que trata el artículo 2.2.8.6.5.3. del Decreto 1076 de 2015 y se adoptan otras disposiciones*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3934*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Resolución 1257 de 2018 (julio 10): por la cual se desarrollan los parágrafos 1 y 2 del artículo 2.2.3.2.1.1.3. del Decreto 1090 de 2018, mediante el cual se adiciona 1076 de 2015*. Asociación Colombiana de Minería.

-
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (2020). *Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR*. <https://bit.ly/3WiKuPM>
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (2020). *Planes de acción*. <https://bit.ly/3XyfaOf>
- Esri. (2016). *ArcGIS Desktop: Usar Seleccionar por atributos*. <https://bit.ly/3wdbiGN>
- Esri. (2020). *ArcGIS Enterprise: Aplicar filtros*. <https://bit.ly/3H9svag>
- Esri. (2021). *ArcGIS Desktop: Acerca de unir y relacionar tablas*. <https://bit.ly/3QLmDqP>
- Esri. (2021). *ArcGIS Desktop: Primeros pasos con el análisis y validación de datos*. <https://bit.ly/3ZAErcx>
- Esri. (2021). *ArcGIS Desktop: Vista general del diseño de geodatabases*. <https://bit.ly/3J1RpKa>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2016). *CÁLOGO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS CARTOGRÁFIA BÁSICA DIGITAL*. <https://bit.ly/3kqBB9y>
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. <https://bit.ly/2CVMSqz>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas.
- Tecnología de la información [TI]. (2018). *Validación de datos*. <https://bit.ly/3w8HUBm>

Anexos

Anexo 1. Formatos modificados. <https://bit.ly/3ISTnws>

Anexo 2. Tablas de atributos del PUEAA Completo y PUEAA Simplificado con sus respectivos expedientes. <https://bit.ly/3Xxlzco>

Anexo 3. Base de datos para espacializar. <https://bit.ly/3iMnPxJ>

Anexo 4. Shapefile y mapas. <https://bit.ly/3GLIH1g>

Anexo 5. Gráfica de Demanda de agua en m³/año por Municipio en jurisdicción de CORANTIOQUIA. <https://bit.ly/3CSzxhe>