
**ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A
LA CONTAMINACIÓN DEL SISTEMA
ACUÍFERO LLANURA ALUVIAL EN EL
CENTRO DE BECERRIL, DEPARTAMENTO
DEL CESAR**

Gonzalo Arturo Castro Córdoba.

Elías Ernesto Rojas Martínez.

1. Resumen

El agua subterránea en Becerril cumple un papel importante porque es un recurso muy utilizado para la agricultura, ganadería, minería y actividades domésticas, pero en muchos de los casos no cuenta con un plan de mitigación a la contaminación. Debido a lo anterior, este trabajo persigue realizar una zonificación de la vulnerabilidad a la contaminación en el Sistema Acuífero Llanura Aluvial en el centro de Becerril – Cesar, para representar las características intrínsecas que determinan su susceptibilidad a ser afectados adversamente por un agente contaminante que produzca cambios químicos, físicos o biológicos que puede ser provenientes de diferentes factores propios de este municipio como actividades ya mencionadas a principio, que sin duda ponen en riesgo la potabilidad y los niveles freáticos del acuífero principal. A partir de los datos obtenidos por Corpocesar en el inventario de pozos hecho en el año 2012 en el centro de Becerril – Cesar, se aplicará la metodología DRASTIC, la cual permite relacionar variables como profundidad del nivel del agua, recarga neta, formación geológica que constituye el acuífero, cubierta edáfica bajo la superficie del terreno, pendiente del terreno, tipo de material geológico de la zona no saturada y conductividad

hidráulica del terreno obteniendo como resultado un mapa que permite evaluar la vulnerabilidad del Sistema Acuífero Llanura Aluvial a contaminarse. Estos mapas son útiles porque instrumentan a las autoridades ambientales para la toma de decisiones con respecto a la gestión del agua (manejo y protección del agua subterránea), con el fin de minimizar impactos negativos que pueden generar en las diferentes actividades antrópicas y mineras.

2. Introducción

Sin duda el agua es un recurso de gran importancia para el desarrollo de muchas actividades productivas que realiza el ser humano. Cada día estas demandan más el uso del agua, situación que exige un mayor interés al tema de gestión de este recurso. Dada las condiciones climáticas en el departamento del Cesar, en ciertos momentos las aguas superficiales no son suficientes para el desarrollo de actividades como la agricultura, ganadería, actividades domésticas y actividad minera, esto ha llevado en temporadas de escasez de agua, utilizar el recurso hídrico subterráneo como fuente de abastecimiento. El mal uso de este puede ponerlo en riesgo, por eso este trabajo persigue cubrir la necesidad y la importancia del estado de las aguas subterráneas en el departamento del Cesar, específicamente en el municipio de Becerril en cuanto a la vulnerabilidad a la contaminación. Es sabido que en este municipio se llevan a cabo diferentes actividades necesarias para el desarrollo social y económico, pero de cierta manera pueden estar afectando este recurso hídrico, y es evidenciado por el descenso de niveles estáticos y dinámicos del agua subterránea reportados por La Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR), además la calidad de agua se puede ver afectada causado por diferentes solutos generados en el desarrollo de las actividades principalmente minera. Por esta razón el objetivo de

este proyecto es realizar el análisis teniendo en cuenta diferentes parámetros hidrogeológicos como la litología, la hidráulica del agua subterránea y el tipo de acuífero y además el tipo de actividad que se realice con el fin de evaluar la vulnerabilidad del principal acuífero del municipio de Becerril. Para ello se utilizará herramientas técnicas ofrecidas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitirán mapear los niveles de vulnerabilidad a la contaminación, de acuerdo a la metodología DRASTIC en donde, relaciona variables como profundidad del nivel del agua, recarga neta, formación geológica que constituye el acuífero, cubierta edáfica bajo la superficie del terreno, pendiente del terreno, tipo de material geológico de la zona no saturada y conductividad hidráulica del terreno, para desembocar en la determinación de la vulnerabilidad a la contaminación del sistema acuífero llanura aluvial así mismo proponer alternativas que promuevan la protección del acuífero.

3. Problema y contexto

En el municipio de Becerril el uso del agua subterránea refleja las apropiadas condiciones geológicas para explotarlo, sin embargo el mal uso o el uso excesivo de este recurso puede atentar contra este. Se ha utilizado mayormente durante años para actividades agrícolas y ganaderas, pero un informe de La Corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpocesar) informa que los acuíferos del departamento del Cesar, específicamente El Sistema Acuífero Llanura Aluvial que se encuentra en el municipio de Becerril, están siendo afectados. Esto primeramente se le atribuye a la actividad minera en esta se genera una pérdida directa de los sistemas acuíferos por ampliación del desarrollo minero que debe levantar los espesores iniciales acuíferos que cubren las formaciones carboníferas y que de acuerdo con la evolución en el tiempo de las explotaciones podrían

alcanzar el 70% de las áreas disponibles para explotación de las aguas subterráneas(Corporación autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR), 2015). Otra causa de la disminución es la sobreexplotación que se vio sometido este recurso debido a la ola de sequía desde 2010 al 2011 en donde se experimentó disminución de la intensidad de las lluvias. Se sabe que la sobreexplotación en el caso de las actividades agrícolas y ganaderas genera beneficios sociales, pero a costo de consecuencias que aunque se notan a largo plazo son irreparables. La extracción excesiva de agua subterránea puede modificar el ciclo hidrogeológico disminuyendo el nivel piezométrico. Esta disminución del nivel puede producir un aumento progresivo de mineralización modificando la calidad por la movilización de aguas de baja calidad (origen natural o procesos de contaminación), generando así procesos de mezcla. Por otra parte La extracción excesiva de agua subterránea puede modificar el ciclo hidrogeológico, disminuye el nivel de esta misma y por ende los flujos subterráneos que de cierta manera alimentan los manantiales y ríos (Sahuquillo, Custodio, & Llamas, n.d.). La disminución del nivel de agua subterránea obligará a las personas a aumentar los costes de explotación ya que tendrán que extraer de una mayor profundidad o simplemente abandonar un pozo o sustituirlo, también se reducirá los caudales fluviales afectando así ecosistemas acuáticos y humedales dependientes del acuífero. Los ríos perderán, pasaran a ser efímeros, circulando únicamente en temporadas invernales lluviosas. Adicionalmente la disminución de niveles de agua subterránea puede producir subsidencia del terreno(Sahuquillo et al., n.d.).

Por lo anterior surge la siguiente pregunta: ¿Qué tan vulnerable a la contaminación es el Sistema Acuífero Llanura Aluvial en el centro de Becerril – Cesar?

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Zonificar la Vulnerabilidad a la contaminación del Sistema Acuífero Llanura Aluvial en el centro de Becerril - Cesar

4.2. Objetivos específicos

- Recopilar información geológica, hidrogeológica e información de pozos de la zona centro del municipio de Becerril – Cesar
- Realizar un análisis y clasificación de los niveles de vulnerabilidad a la contaminación del Sistema Acuífero Llanura Aluvial en el centro de Becerril – Cesar
- Representar en un mapa zonas críticas a la contaminación del sistema acuífero llanura aluvial en el centro de Becerril – Cesar

5. Referentes teóricos

Definición de vulnerabilidad de acuíferos

Existen diferentes definiciones de vulnerabilidad de un acuífero, pero se destaca según Ceballos (2004) que el concepto de vulnerabilidad de un acuífero alude al riesgo de que se produzca un deterioro de la calidad de las aguas subterráneas por vertidos o actividades potencialmente contaminantes

Entonces se entra a definir vulnerabilidad intrínseca y vulnerabilidad específica

- Vulnerabilidad intrínseca
Función de las condiciones naturales o características hidrogeológicas del medio en que se encuentre ubicado el sistema

- Vulnerabilidad específica
Además de las características propias del acuífero se considera el tipo de contaminante en la superficie.

Vulnerabilidad a la contaminación

Tomado de Ríos Rojas, (200(Ríos Rojas & Vélez Otálvaro, 2008)8), según Foster, (1987) considera que la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero como aquellas características intrínsecas de los estratos que separan la zona saturada de la superficie del terreno, lo cual determina su sensibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante proveniente de la superficie.

Método para la vulnerabilidad a la contaminación

La vulnerabilidad a la contaminación se puede evaluar con diferentes métodos, pero para este trabajo se utiliza de acuerdo al ambiente hidrogeológico, es decir se evalúa la vulnerabilidad en términos cualitativos, utilizando una superposición de mapas temáticos

Método DRASTIC

Para aplicar este método se asume que el posible contaminante tiene la misma movilidad en el medio que el agua, que se infiltra en el suelo y es transportado hacia el acuífero por medio de la recarga

Este método utiliza para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación siete parámetros D, R, A, S, T, I y C que dependen del clima, el suelo, el sustrato

superficial y el subterráneo. De acuerdo con las características y el comportamiento, a cada parámetro se les asignan variables que van desde 1 a 10. Además de esto, se asigna un valor de ponderación a cada parámetro, que dependen si el contaminante es un pesticida o no.

$$iV_{DRASTIC} = (D_r * D_w) + (R_r * R_w) + (A_r * A_w) + (S_r * S_w) + (T_r * T_w) + (I_r * I_w) + (C_r * C_w)$$

r: Factor de clasificación o valoración

w: Factor de ponderación

Finalmente estos valores se suman y de acuerdo al valor se clasifica, así tal cual como se muestra en la siguiente tabla

Grados de vulnerabilidad - DRASTIC			
<i>Vulnerabilidad general</i>		<i>Vulnerabilidad pesticidas</i>	
Grado	Vulnerabilidad	Grado	Vulnerabilidad
Muy bajo	23 - 64	Muy bajo	26 - 73
Bajo	65 - 105	Bajo	74 - 120
Moderado	106 - 146	Moderado	121 - 167
Alto	147 - 187	Alto	168 - 214
Muy alto	188 - 230	Muy alto	215 - 260

A continuación se describirá cada uno de los parámetros.

D: Profundidad

Indica el espesor de la zona no saturada que es atravesado por las aguas de infiltración y que pueden traer consigo el contaminante, hasta alcanzar el acuífero

R: Recarga neta

Es la cantidad de agua anual por unidad de superficie, que contribuye a la alimentación del acuífero. La recarga resulta primeramente de la fracción de precipitación que no se evapotranspire y de la escorrentía superficial. Es el principal vehículo transportador de los contaminantes

A: Litología y estructura del medio acuífero

Representa las características del acuífero, en particular la capacidad del medio poroso y/o fracturado para transmitir los contaminantes

S: Tipo de suelo

Representa la capacidad de los suelos para oponerse a la movilización de los contaminantes y corresponde a la parte de la zona vadosa o no saturada, que se caracteriza por la actividad biológica. En conjunto, con el parámetro A, determinan la cantidad de agua de percolación que alcanza la superficie freática.

T: Topografía

Representa la pendiente de la superficie topográfica e influye en la evaluación de aguas con contaminantes por escorrentía superficial y sub – superficial.

I: Naturaleza de la zona no saturada.

Representa la capacidad del suelo para obstaculizar el transporte vertical

C: Conductividad hidráulica del acuífero

Determina la cantidad de agua que atraviesa el acuífero por unidad de tiempo y por unidad de sección, es decir la velocidad

6. Metodología

Para esta propuesta de investigación se diseña un con enfoque cuantitativo de ordenamiento.

Población: Sistema Acuífero Llanura Aluvial

Muestra: agua de 50 puntos de abastecimiento

El siguiente orden es la metodología necesaria para desarrollar el proyecto:

1. Recolección bibliográfica, análisis de las características geológicas e hidrogeológicas de becerril – cesar
2. Revisión de inventario de pozos – creación de tablas en Excel para caracterización hidráulica, física y química
3. Identificación de factores importantes para aplicarlo al método DRASTIC
4. Determinación de los siete factores del método DRASTIC para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación
5. Clasificación por niveles de vulnerabilidad a la contaminación
6. Integración de estos niveles de vulnerabilidad en SIG, asignando atributos respectivos para cada uno

7. Elaboración de un mapa que divida en subareas la vulnerabilidad a la contaminación en becerril – cesar

7. Descripción y desarrollo del proyecto

7.1. Localización

La zona de estudio se encuentra localizada al norte de Colombia, específicamente en el municipio de Becerril, Departamento del Cesar. El terreno tiene un área de 171.635 km², en la cual se encuentran 50 puntos de captación de agua subterránea, que han sido inventariados por corpocesar en el año 2012.

Principalmente en esta zona, utilizan el agua subterránea para abastecimiento en tiempos de sequía o también para el mantenimiento de los cultivos y la ganadería.

7.2. Clima

El clima de Becerril está clasificado como tropical. Los veranos aquí tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los inviernos tienen muy poco. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. En Becerril, la temperatura media anual es de 27.7 ° C. La precipitación es de 1599 mm al año.

7.3. Geología

El área de estudio se encuentra ubicada en la región planicie del Cesar, esta limita

al norte con el departamento de la Guajira, al NW con la Sierra Nevada de Santa Marta y al E con la Serranía del Perijá, litológicamente se encuentra compuesta por sedimentos de edad cuaternaria. Esta región se compone de varias unidades, específicamente en la zona de trabajo se ubica el depósito Llanuras Aluviales (Qlla), compuesto litológicamente por capas de 5 metros de gravas con intercalaciones de limos arcillosos.

7.4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente la zona de estudio se encuentra en la Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar, específicamente en el bloque tectónico Becerril – La loma, esta se caracteriza por presentar un relieve plano a semiplano con algunas colinas de pocos metros, se encuentra influenciada por los ríos Ariguaní, Magdalena y Cesar, y específicamente en la zona de trabajo por el río Maracas, afluente del último mencionado. Litológicamente se compone de rocas vulcanoclasticas del Triásico – Jurásico, rocas sedimentarias del terciario porosas y permeables y depósitos aluviales compuestos de sedimentos con granulometría gruesa.

7.5. Determinación de los parámetros del método DRASTIC.

D: Profundidad

Este parámetro se obtiene mediante el inventario de pozos del año 2012 proporcionado por la Corporación Autónoma Regional del Cesar. Entre más profundo se encuentre el nivel, menos vulnerabilidad habrá

R: Recarga Neta

Se determina por medio del método de balance hídrico, el cual se consideran los flujos de entrada y salida del sistema, la recarga constituye la resta entre estos dos. Los flujos de entrada es el valor de las precipitaciones y la salida del sistema corresponden a las zonas de descarga.

A: Litología y estructura del medio acuífero

En este parámetro se considera que a mayor granulometría y fracturación, mayor permeabilidad y por ende mayor es la vulnerabilidad. La razón es que entre más espacios abiertos, hay una mayor facilidad en el paso del contaminante. Para determinarlo se ha empleado una búsqueda bibliográfica de estudios geológicos realizados en Becerril. Además se pretende realizar un muestro de suelos por medio de apique a dos (2) y cinco (5) metros de profundidad, de una manera aleatoria, para comprobar la información y además hacer un levantamiento geológico a una escala detallada.

S: Tipo de Suelo

La primera porción del suelo, en donde se soporta la actividad biológica, influye en desplazamiento vertical del contaminante hacia el acuífero. Este parámetro se determinará por medio de imágenes satelitales

T: Topografía

Este parámetro se considera pendientes en porcentaje, entre mayor pendiente menor es la vulnerabilidad y la razón es que los contaminantes a mayor pendiente se transportan con más facilidad, disminuyendo la infiltración

I: Zona no saturada

Esta zona se encuentra subyacente de la cobertura vegetal, influye en procesos de disminución de la trayectoria del agua hacia la zona saturada. Aquí se contempla la existencia de acuíferos libres y semiconfinados al momento de darle valor. En caso de ser acuífero libre, entonces se considera con la propia litología del acuífero y para los semiconfinados se toma el material suprayacente

C: Conductividad hidráulica o permeabilidad

Para valorar este parámetro es necesario ensayos de bombeo, pero esto puede ser algo complejo. Por esta razón se emplean los valores estimados para los diferentes materiales. Entre mayor sea la velocidad del fluido en el acuífero, mayor será la valoración de vulnerabilidad

7.6. Aplicación de SIG en el método DRASTIC

En este trabajo se aplica SIG con ArcGIS, el cual brinda herramientas útiles para el objetivo de este trabajo. Para calcular el valor de la vulnerabilidad se debe primeramente generar mapas que representen la distribución geográfica de cada variable. Luego se procede a reclasificarlos de acuerdo a los valores que corresponden en la metodología. Finalmente con los mapas reclasificados se realiza una suma ponderada de cada uno de ellos.

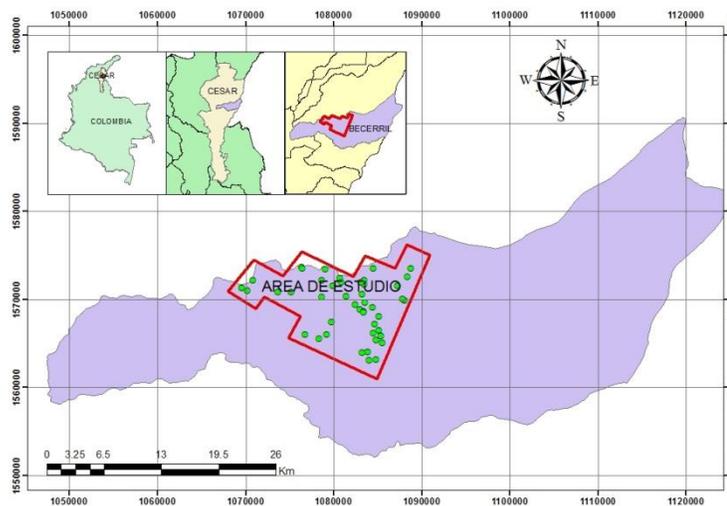
8. Resultados preliminares obtenidos

El proyecto se encuentra en curso, así que a continuación se enumerará los resultados obtenidos hasta el momento.

1. Delimitación de la zona de estudio

Se delimita el área del estudio de acuerdo a los datos de pozos disponibles

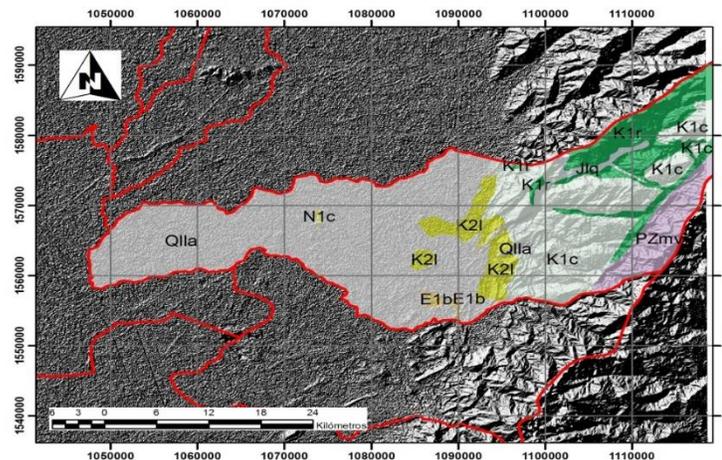
Figura 1 MAPA DE LOCALIZACIÓN



Fuente: este estudio

2. Mapa geológico de Becerril

Figura 2 MAPA GEOLÓGICO DE BECERRIL



LEYENDA

- Qlla Depósitos de llanura aluvial
- N1c Formación Cuesta
- K2l Formación La Luna
- E1b Formación Barco
- K1c Grupo Cogollo
- K1r Formación Río Negro
- J1q Formación La Quinta
- PZmv Unidad Metasedimentaria de La Virgen

MAPA GEOLÓGICO DE BECERRIL

MAPA DE LOCALIZACIÓN



Elaborado por:
Gonzalo Castro

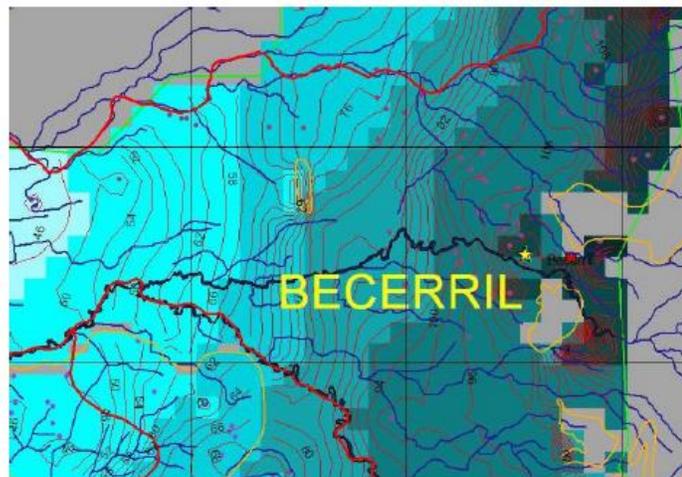
Fuente: Mapa Geológico del Cesar

Este se obtuvo mediante la búsqueda bibliográfica de la geología local del municipio de Becerril, Departamento del Cesar. Esto se complementará con una visita a campo en donde se realizará un levantamiento geológico, de tal manera de hacer un reconocimiento de la geología, geomorfología y las condiciones climáticas y ambientales.

3. Modelo de flujo de becerril

Específicamente este el modelo de flujo del sistema acuífero Llanura Aluvial en el municipio de Becerril, que está mostrando diferentes direcciones. La más predominante es Este – Oeste, indicando que las aguas transitan desde la zona de recarga (Serranía del Perijá) con líneas equipotenciales de 120 m aproximadamente, hacia la zona de descarga (planicie del Cesar) en magnitud de 90 a 40 m

Figura 3 MODELO DE FLUJO DE BECERRIL

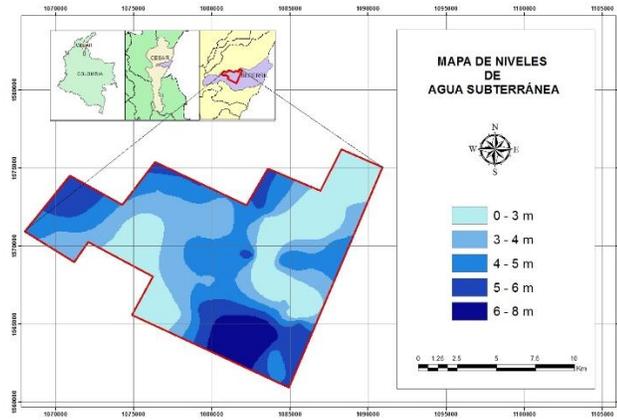


Fuente: (CORPOCESAR, 2006)

4. Mapa de niveles de agua subterránea medidos

Este mapa nos indica las diferentes profundidades en la que se pueden encontrar el agua subterránea para el año 2012 en la zona de estudio.

Figura 4 MAPA DE NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA

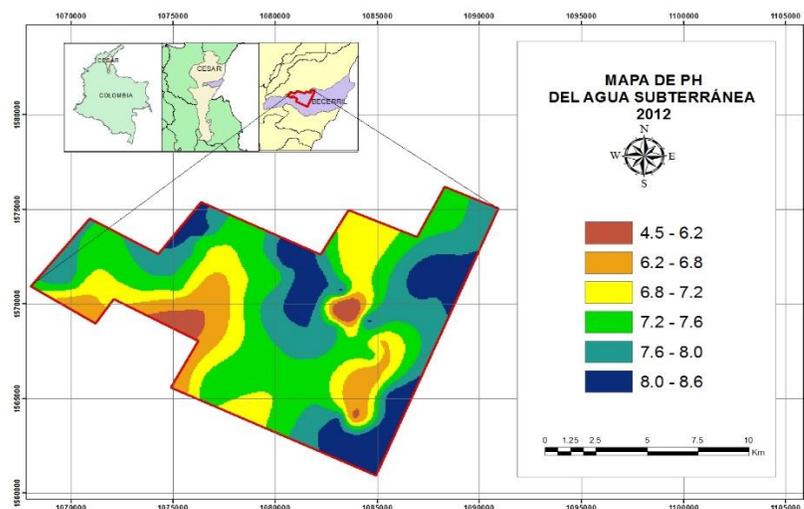


Fuente: inventario de puntos de agua subterránea del año 2012 realizado por corpopcesar

5. Mapa de ph

Se mapeo el grado de ph de las aguas subterráneas en la zona de estudio. De acuerdo a esto se puede determinar las zonas que han recibido una carga contaminante que ha reducido o aumentado el nivel

Figura 5 MAPA DE PH DEL AGUA SUBTERRÁNEA



Fuente: inventario de puntos de agua subterránea del año 2012 realizado por Corpopcesar

9. Impacto

Este trabajo genera tres impactos. **IMPACTO AMBIENTAL:** el conocer las zonas que son más susceptibles, habrá más control en las actividades que afectan directamente al acuífero. Siguiendo esto a cabalidad disminuirán los riesgos a que el nivel del agua subterránea disminuya y además de que cambie su potabilidad. **IMPACTO SOCIAL:** el conocer las zonas que son más susceptibles a contaminarse, puede generar un impacto positivo y negativo en este aspecto. En cuanto al primero, a largo plazo las personas seguirán utilizándolo para sus actividades domésticas y económicas de una manera controlada, pero al mismo tiempo habrá una reducción económica ya que en tiempos de sequía las personas no podrán utilizar el recurso descontroladamente y además realizar actividades sobre zonas vulnerables a contaminarse. **IMPACTO POLÍTICO:** el conocer las zonas más susceptibles, las autoridades ambientales tendrán una mejor gestión en la preservación y cuidado del agua subterránea en esta zona estudiada

10. Presupuesto

PRESUPUESTO ECONÓMICO			
Rubros	Unidad	Valor Cantidad	Total
Equipos			
GPS	1	\$2,000,000.00	\$2,000,000.00
Martillo Geológico	1	\$200.00	\$200.00
Lupa	1	\$100,000.00	\$100,000.00
Brújula	1	\$1,500,000.00	\$1,500,000.00
Sonda	1	\$2,000,000.00	\$2,000,000.00
Bomba de succón	1	\$500,000.00	\$500,000.00
Bibliografía			
Bibliografía	1	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00
Personal científico			
Investigador	1	\$10,000,000.00	\$10,000,000.00
Salidas de campo			
Viaje a Becerril	3	\$1,000,000.00	\$3,000,000.00
Eventos académicos			
Foro Internacional en Mexico	1	\$8,000,000.00	\$8,000,000.00
Software especializado			
Licencia ArcGIS	1	\$1,500,000.00	\$1,500,000.00
		TOTAL:	\$29,600,200.00

11. Cronograma De Actividades

El cronograma se encuentra en ANEXOS

12. Conclusiones

La zona de planicie del municipio de Becerril, es una zona privilegiada porque tanto la litología como la ubicación influyen en la buena cantidad de agua subterránea. La zona limita al este con se la Serranía del Perijá, sistema montañoso el cual es una gran fuente de recarga, algo que se puede observar en el modelo de flujo del Municipio de Becerril. Además la litología es permeable lo

que permite que haya una buena conductividad hidráulica, algo que facilita la aparición de zonas de descarga. Pero al mismo tiempo estas condiciones influyen en la vulnerabilidad del acuífero al ser contaminado. Por eso se hace necesario este tipo de estudio de tal manera de que se pueda tomar mejores decisiones al momento de efectuar una cualquier actividad que genere un gran impacto negativo

13. Recomendaciones

El método DRASTIC es un método empírico, creado por Aller en 1986. Y el objetivo es cualificar parámetros (1 a 10 de vulnerabilidad) de acuerdo a las características físicas de cada uno. Esto tiende a ser impreciso, por eso es recomendable determinar la vulnerabilidad a la contaminación junto con un modelo matemático de flujo del agua subterránea, en el cual se modele el flujo del contaminante de tal manera de tener certeza de las zonas más críticas a ser mayormente afectadas.

14. Bibliografía

- **California Department of Water Resources.** (2003). Chapter 6: Basic Groundwater Concepts. *DWR Bulletin 118*, 79–104.
- **Ceballos, R., & Ávila, J.** (2004). Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación de nitratos en el estado de Yucatán. *Ingeniería*, 1(1), 33–42. Retrieved from <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/vulnerabilidad.pdf>
- **Chilton, J.** (1996). Chapter 9 * - Groundwater. *Water Quality Assessments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*, 5.

- **Corporación autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR).** (2015). *INFORME DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO INVENTARIO DE PUNTOS DE MANIFESTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR, VIGENCIA 2012(JULIO) - 2015(JUNIO).*
- **Evaluación de Recursos Naturales, S. (EVREN).** (1998). *Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por actividades urbanísticas en la comunidad valenciana* (Copyright).
- **Fallis, A.** (2013). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- **La, R. D. E., Redonda, M., Tecnológico, I., España, G. De, & El, F.** (1998). PROTECCIÓN Y GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, 495–504.
- **Mazor, E.** (1995). Aquifer definition: specific (by water properties) or generalized (by stratigraphic or geographic terms), examples from Israel. *IAHS Publications-Series* (232), 183–194. Retrieved from [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Aquifer+definition+:+specific+\(+by+water+properties+\)+or+generalized+\(+by+stratigraphic+or+geographic+terms+\),+examples+from+Israel#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Aquifer+definition+:+specific+(+by+water+properties+)+or+generalized+(+by+stratigraphic+or+geographic+terms+),+examples+from+Israel#0)
- **Publicas, M. D. E. O., & Aguas, D. G. D. E.** (2004). S.D.T.; N° 170 Santiago, 2004.
- **Ríos Rojas, L., & Vélez Otálvaro, M. V.** (2008). Vulnerabilidad a La Contaminación, Zona Sur Acuífero Del Valle Del Cauca, Colombia. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 69–84. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/viewFile/9241/9868>
- **Rodés, A., Miguel, J., Rubio, E., Evange-, M., & Pulido-bosch, I.** (1998). LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS KÁRSTICOS LIGADA A LA SOBREEXPLOTACIÓN, 355–362.
- **Sahuquillo, A., Custodio, E., & Llamas, M. R.** (n.d.). Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente, (1).