

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pag 1 de 16

Bogotá, Enero 25 de 2022

Doctora

Josefina Helena Sánchez Cuervo

Subdirectora de Evaluación de Licencias Ambientales

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA

Carrera 13 A No 34-72 Edificio 13-35 Piso 8 al 11

Centro de Orientación y Radicación de Correspondencia

Carrera 13ª No 34-72 Edificio 13 35

Locales 110 a 112 Bogotá, D.C.

E MAIL: jsanchez@anla.gov.co

Bogotá, D.C.

ASUNTO. Solicitud de información para la evaluación ambiental al Proyecto Piloto de Investigación Integral en Yacimientos No Convencionales con la utilización de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal-FH-PH denominado Kalé, en el municipio de Puerto Wilches en el Departamento de Santander-LAV0077-00-2021.

De acuerdo a su comunicación radicada con No 20222600001712 de 19 de Enero de 2022 en la cual solicita concepto técnico o información pertinente referente a información hidrogeológica y a Fuentes Naturales de Radiación presentada por Ecopetrol S.A. en el Estudio de Impacto Ambiental que el Servicio Geológico Colombiano considere pertinente efectuar sobre la confiabilidad, certidumbre y demás aspectos que sean de importancia mencionar, me permito indicar que una vez revisado y analizados los documentos allegados por parte de los funcionarios de la Dirección Técnica de Geociencias Básicas y de la Dirección Técnica de Asuntos Nucleares se elaboró el documento donde se indica aspectos desde el punto de vista técnico y científico que incorporen las temáticas solicitadas por el ANLA.

1. CONCEPTO TECNICO DE EVALUACIÓN DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO PILOTO DE INVESTIGACION INTEGRAL PPII KALE DE ECOPETROL SOBRE YACIMIENTOS NO CONVECIONALES.

El Estudio de Impacto Ambiental para el componente de aguas subterráneas planea la formulación de un modelo hidrogeológico conceptual para el proyecto piloto de investigación integral PPII Kalé Capítulo 6, ítems 6.1.5 Hidrogeología, cuyo análisis permite indicar los siguientes aspectos en su formulación desde los siguientes tópicos.

20221000002491

Para contestar cite:

Radicado SGC No.: **20221000002491**

25-01-2022

010

Pág 2 de 16

➤ **Geología-Geomorfología.**

Con base en la revisión del capítulo 4.2.1.3.1 correspondiente a la temática de geología, fue posible identificar que, si bien se presentan varios estudios geológicos a diferentes escalas de trabajo, no se observa el producto final a escala 1:10.000 propuesto de tal manera que se documente la cartografía geológica de unidades roca sedimento propuestas que afloran y se extienden en el subsuelo del área de influencia del proyecto PPII Kalé. Adicionalmente se nombran unidades geológicas correspondientes a Terraza Alta, Terraza Media y Terraza Baja identificadas de acuerdo con la caracterización geológica y geomorfológicas local, sin embargo, el documento debe relacionar las características litológicas, texturales, mineralógicas y estructurales y relaciones de campo que evidencia sus contactos con unidades supra o infrayacentes que son de vital importancia posteriormente en la definición de la ocurrencia del agua subterráneas en sistemas o unidades hidrogeológicas donde los flujos de agua ocurren a través de sedimentos o rocas con porosidad primaria o intergranular, o secundaria con porosidad secundaria originada por fracturas o discontinuidades.

Depósitos aluviales recientes ocurren como producto de fenómenos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos recientes en las secciones de ríos o arroyos recientes secundarios que disectan el paisaje y cuyos flujos transitan posteriormente a drenajes principales.

En ese orden se sugiere solicitar a Ecopetrol anexar al EIA para este componente los siguientes nativos (información base) para efectos de darle confiabilidad a el modelo geológico propuesto.

- Mapa geológico a escala 1:10.000 del área de influencia del proyecto PPII Kalé.
- Mapa de control de campo, que indique las estaciones geológicas en el área de estudio, registro fotográfico de los afloramientos, descripción de las columnas litológicas detalladas levantadas en campo, coordenadas, geoformas asociadas y datos estructurales y un perfil geológico.

Para la caracterización geomorfológica realizada para el área de influencia del PPII Kalé, en el municipio de Puerto Wilches, se indica como fuente de información la Cartografía Geomorfológica de la Plancha 108 – Puerto Wilches, Escala 1:100.000 (tabla 4.6), elaborada por la UPTC INGEOMINAS (2012). Cabe destacar que revisando en el Motor de integración de Información Geocientífica MIIG del Servicio Geológico Colombiano la única fuente de información de estudios geomorfológicos realizados para el área del PPII Kalé corresponde a un mapa geomorfológico elaborado por la Universidad de Pamplona y el SGC (convenio 025 de 2013) para caracterizar movimientos en masa plancha 108 Puerto Wilches a escala 100.000, publicada en el año 2015.

La cartografía geológica- geomorfológica propuesta debe soportar el modelo geológico propuesto que permita identificar la extensión de tres depósitos aluviales de terraza en el área de influencia del proyecto Kalé, identificándose como terraza baja, media y alta, además de delimitar la zona de escarpe de terraza, plano anegadizo y el plano o llanura de inundación; ahora, dependiendo de la imagen con que se cuente

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pág 3 de 16

también se pueden incluir geoformas de origen antropogénico como plataformas y plantas compresora de ECOPETROL, estas unidades se pueden delimitar a escala 10.000.

Se recomienda anexar los siguientes archivos nativos al documento del componente geológico-geomorfológico del modelo hidrogeológico conceptual propuesto lo que permite soportar la geometría y extensión de los depósitos cuaternarios de origen aluvial y fluviolacustres propuestos que soportan posteriormente la ocurrencia del agua subterránea en unidades roca-sedimento diferenciadas en el capítulo.

- Mapa geomorfológico a escala 1:10.000 del área de influencia caracterizada para el EIA de Kalé.
- Perfiles longitudinales y transversales donde se observe estos cambios morfológicos, en el área.
- Correlaciones de pozo:

Los análisis petrofísicos, aparte de los registros de Potencial Espontáneo (SP), Gamma Ray (GR) y Resistividades, deberían incorporar el registro de Factor Fotoeléctrico (P_e) con el propósito de refinar la matriz rocosa al interior de la formación (delimitando con mayor detalle los cuerpos arenosos y los lutíticos) y a través de una metodología, como la de Pickett, obtener el logaritmo de la Ecuación de Archie y definir puntos de saturación de agua para definir los mejores intervalos.

Estos análisis petrofísicos permiten también comprender los cambios laterales de facies de las unidades litoestratigráficas de interés.

- Información geofísica (Reflexión 2D/3D)

Los informes entregados por Ecopetrol, profundizan sobre los resultados de los métodos geofísicos eléctricos y de MT, que aunque presentan de forma general un modelo de capas, los mismos deben permitir identificar las características geométricas de los estratos (direcciones y buzamientos), algo que puede resolverse utilizando la imagen de la sísmica de reflexión 2D y 3D, en ese sentido, es muy importante utilizar reprocesos sísmicos de mejor calidad y más recientes a los presentados en el informe sobre las dos líneas del programa sísmico CANTAGALLO YARIGUI-87 (CY-1987-1185 y CY-1987-1485). Sobre la sísmica 2D y 3D es también recomendable aplicar atributos sísmicos que resalten la continuidad de los eventos y las discontinuidades relevantes sobre las formaciones del Grupo Real y las Formaciones Colorado y Mugrosa, donde se encuentra la zona del estudio para delimitar mejor los sistemas hidrogeológicos que ocurren en el subsuelo.

La interpretación estratigráfica y estructural de las principales unidades litoestratigráficas es de suma importancia en la construcción de modelos tridimensionales de propiedades físicas y químicas, para la formulación del modelo hidrogeológico conceptual del PPII de Kalé.

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pág. 4 de 16

➤ **Modelado geológico y geofísico**

Aunque se presenta un modelo geofísico en el informe, no quedan muy claras las particularidades geológicas del Grupo Real y de las formaciones subyacentes de la zona de estudio, sería muy importante considerar el modelado de propiedades petrofísicas y químicas, incluyendo el componente estructural (fallas), con el propósito de identificar entre otros aspectos muy importantes, los cambios laterales de facies, la discriminación refinada de paquetes de arenas y lutitas, así como las direcciones y buzamientos estructurales. Este ejercicio permitiría también, ubicar y diferenciar las zonas de recarga de los sistemas hidrogeológicos más allá del bloque de interés y las fallas que comprometen las unidades terciarias.

➤ **Análisis Físico-Químicos de los acuíferos**

El informe presenta análisis químicos y físicos sobre las aguas de las Formaciones Hiel y Lluvia, cuyas muestras fueron obtenidas del pozo Yariguí-25 y que de acuerdo a los resultados fueron catalogados como acuíferos salobres no aptos para el consumo, pero sería muy importante considerar la continuidad lateral de estos acuíferos, lo cual puede validarse incorporando nuevos pozos para los análisis de este tipo de datos en otros sectores de la zona de estudio.

➤ **Modelo de Flujo**

El inventario de puntos de agua realizado en el área del proyecto PPII Kalé indica una presión en la demanda, por parte de la población para abastecerse con agua subterránea que ocurren en capas someras o de poca a mediana profundidad, a través de aljibes y de pozos.

Los mapas o redes de flujo de aguas subterráneas construidas con base en la información capturada en los aljibes o pozos de poca profundidad que captan los depósitos de terraza alta, media y baja conformarían un solo sistema acuífero de terraza al homogeneizarlos o agruparlos para identificar el origen del agua, su tránsito desde las zonas de recarga, hacia el área de descarga en el cauce del Río Magdalena o en las ciénagas estratégica como la de Yariguí.

Los informes del EIA presentan los mapas de direcciones de flujo de las unidades más superficiales (unidades cuaternarias y sección superior de la Fm. Bagre del Grupo Real), pero no se consideran o proponen desde el punto de vista conceptual los flujos y recarga de los acuíferos más profundos (Hiel y Lluvia) las cuales tiene zonas de recarga a lo largo del cauce del Río Magdalena, específicamente sobre su margen occidental, donde se encuentra aflorando el Grupo Real.

De acuerdo con lo presentado en la determinación del flujo de agua, se presentan dos mapas de interpolaciones de los niveles piezométricos, el primero para captaciones menores de 60 metros (acuífero somero) y mayores a 60 metros (acuífero profundo), sin embargo, no se hace una diferenciación precisa en los depósitos cuaternarios (intervalos arenosos e intervalos arcillosos), de igual forma, no es claro cómo se diferencian las unidades de formación Real puesto que los pozos PCM-1, PCM-2 y ECP-2 son los únicos

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

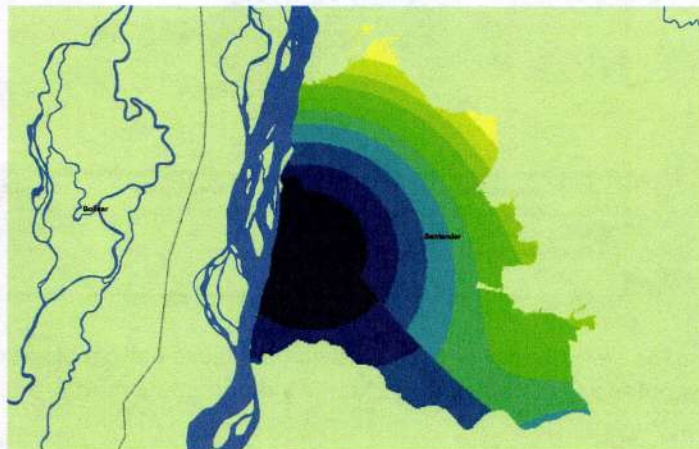
Pag 5 de 16

que por su profundidad podrían estar captando de la Fm. Bagre, pero, según la información de los diseños, estos pozos tienen filtros ubicados a varias profundidades, captando diferentes acuíferos presentando mezcla de aguas. Por lo anterior, es necesario, precisar la dinámica y las características del flujo de agua subterránea que ocurre en el subsuelo.

➤ Balance Hídrico Subterráneo

Estimación de la recarga potencial (item 6.1.5.1.7)

Evaluada la información suministrada en el archivo 6.1.5 Hidrogeologia.rar, carpeta Recarga Potencial Insumos-Cartográficos, se sugiere precisar los resultados de la interpolación que genero el mapa de isoyetas, pues se evidencia que las isolíneas no siguen un patrón normal, el mismo presenta interrupciones o saltos anómalos como se muestra a manera de ejemplo en la siguiente figura correspondiente a el mapa de precipitación promedio mensual multianual del mes de junio.



Se solicita entregar el mapa correspondiente a la precipitación anual multianual, al igual que, de la evapotranspiración en formato digital a escala mensual multianual y anual multianual, para complementar el análisis.

De otra parte, se solicita elaborar un mapa con las unidades de suelo identificadas y en las que se hace el muestreo presentado en la Figura 6-75. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC tiene publicado el estudio general de suelos para el departamento de Santander, por lo que se sugiere incluir este estudio, para complementar la cartografía y los tipos de suelos, como insumo para la definición del balance hídrico.

Con respecto a los resultados de la recarga potencial se solicita aclarar la razón por la cual los resultados espaciales en los que se presenta la máxima y mínima recarga no coinciden con el mapa de potencial de

20221000002491

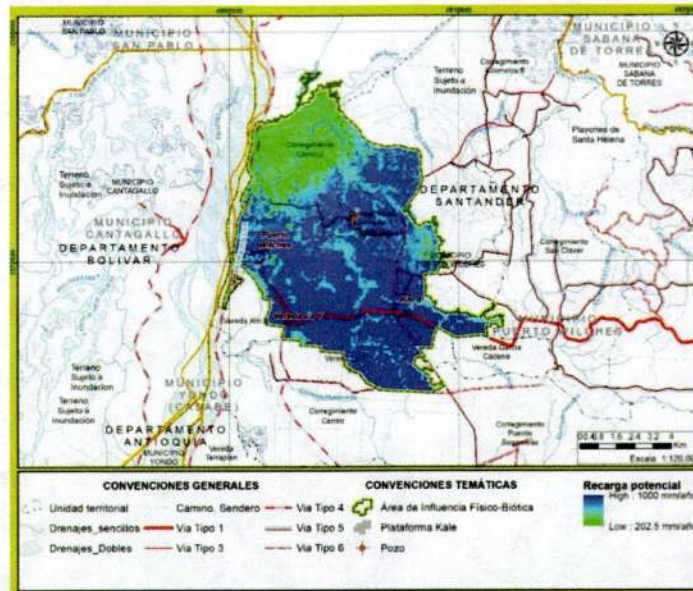
010

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pag 6 de 16

recarga según unidades hidrogeológicas presentado en la Figura 6-87.

Los resultados de la recarga potencial anual presentado en la Figura 6-85 muestran que la recarga potencial máxima se presenta en el suroriente y hacia el centro de la zona de estudio y que la mínima recarga potencial se presenta al noroccidente:



Sin embargo, el mapa de potencial de recarga según unidades hidrogeológicas de la Figura 6-87 indica lo contrario, recarga potencial alto en el noroccidente y moderado a muy baja al suroccidente y centro de la zona de estudio.

20221000002491

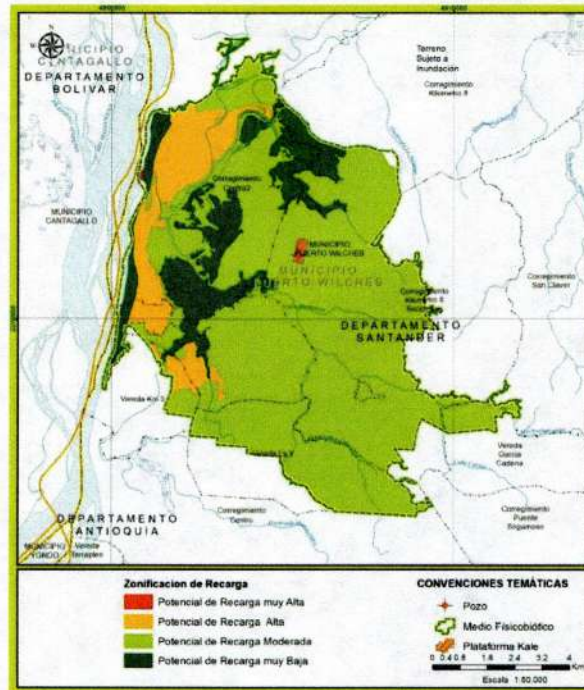
Para contestar cite:

Radicado SGC No.: **20221000002491**

25-01-2022

010

Pag 7 de 16



Por último, precisar el criterio empleado, para estimar la recarga real a partir de un 20% de la recarga potencial (pág. 185). A la escala 1:10.000, presentar las unidades hidrogeológicas y para estas calcular la recarga potencial en unidades de volumen a nivel mensual multianual [m^3/mes] y anual multianual [$m^3/año$].

➤ Hidrogeoquímica

Evaluada la caracterización hidrogeoquímica de las unidades hidrogeológicas, presentada en el EIA del proyecto Kalé, se sugiere complementar algunos aspectos, para efectos de precisar las condiciones de flujo y evolución químicas del agua subterránea a escala local. En ese orden de ideas se sugiere, tener en cuenta los siguientes aspectos:

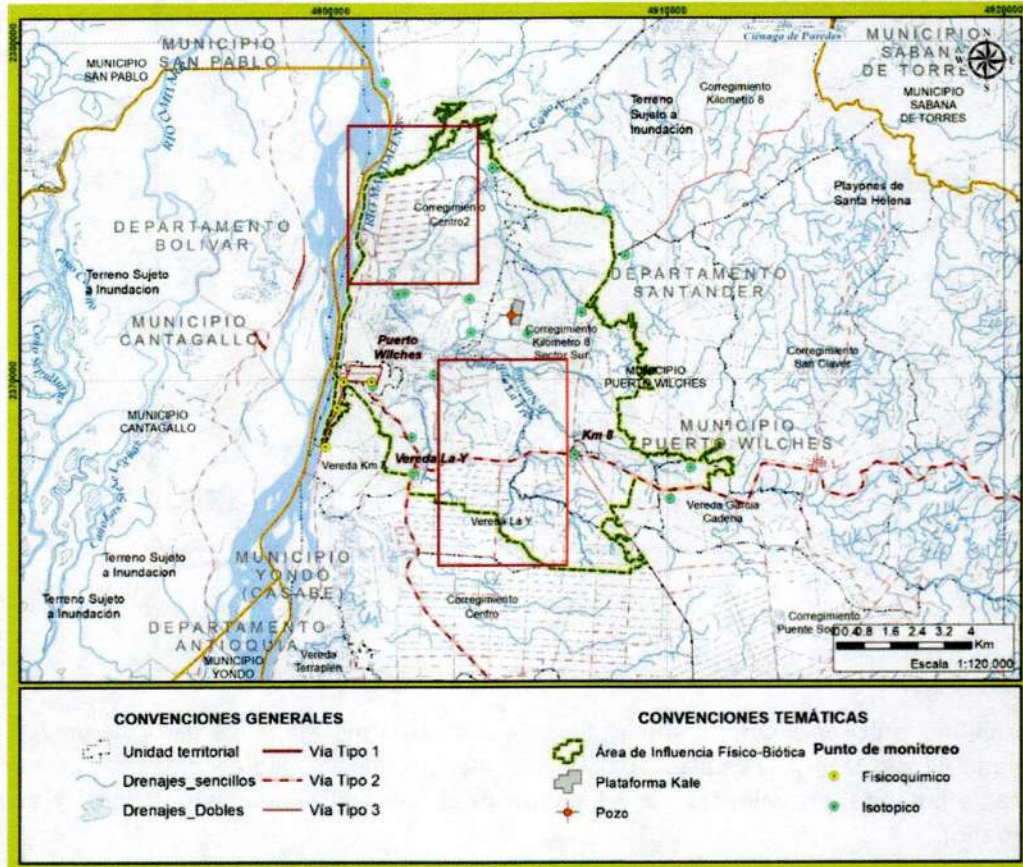
- Indicar los criterios establecidos para la determinación de los puntos de monitoreo, en el sentido de aclarar la distribución espacial presentada y, la representatividad de los puntos en los sistemas acuíferos, considerando que en algunos sectores no se presenta información (recuadros rojos) y en otros se presenta mayor densidad de puntos. Lo anterior, teniendo en cuenta lo estipulado en los TdR: *“tener una distribución espacial adecuada para la realización de mapas hidroquímicos de los parámetros de interés”*.

20221000002491

010

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: 20221000002491
25-01-2022

Pag 8 de 16



Localización muestras de agua subterránea

Fuente: S.G.I. S.A.S. 2021

- Se solicita incluir en el EIA los análisis de confiabilidad de los resultados analíticos del laboratorio, los cuales representan una parte fundamental para el posterior análisis hidrogeoquímico. Por ende, se requiere estimar el error del balance iónico como método de evaluación de errores sistemáticos en lo relacionado con los iones mayoritarios, adicionalmente, presentar relaciones interparamétricas que permitan evaluar la confiabilidad de los resultados analíticos, de manera que, se cumpla con lo indicado en los TdR: "El control en la calidad de los resultados de laboratorio se realizará por medio del error en el balance iónico, se aceptarán análisis con errores analíticos inferiores al 5%, y excepcionalmente al 10% o mayores, considerando la conductividad de las aguas a 25°. Además, se deben reportar las relaciones interparamétricas que se consideren apropiadas para verificar la calidad de los análisis de laboratorio".

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pag 9 de 16

- Con relación a los diagramas Hidrogeoquímicos de Stiff y Piper presentados, se solicita especificar a qué época climática de muestreo corresponde, ya que cada diagrama presentado indica claramente los criterios establecidos para definir que hasta 60 metros se encuentra el acuífero somero y, que entre 60 y 120 metros de profundidad, se encuentra el acuífero intermedio. Lo anterior, teniendo en cuenta que en la determinación del flujo de agua subterránea de la Pág. 166 del EIA se indica lo siguiente: *“Por ende, se puede deducir que probablemente existe una conexión entre estos acuíferos, lo cual se puede corroborar en la Figura 6-67 y Figura 6-68 donde se representan todos los puntos de agua, sin discriminación alguna, y no se observan variaciones en la dirección de flujo o ruidos dentro de estas”*.

De igual manera, se debe incluir el tipo o clasificación del agua subterránea en cada punto de monitoreo establecido mediante los diagramas hidrogeoquímicos, para efectos de complementar la interpretación, a partir de, los diagramas en el sentido de indicar si la composición química puede ser utilizada para conocer su dinámica en el sistema acuífero desde que ocurrió la recarga y establecer los tipos de procesos hidrogeoquímicos, que se presentan a lo largo de la dirección de flujo de agua como reacciones redox, disolución de minerales, intercambio iónico, entre otras.

Por otro lado, en la distribución espacial de los diagramas de Stiff se sugiere evaluar si la mineralización aumenta a lo largo del flujo de agua subterránea hasta alcanzar la saturación en los distintos minerales presentes en el subsuelo.

Con respecto a la caracterización isotópica, se propone que se sugiere complementar algunas consideraciones que se presentan en el documento, para efectos de dar claridad frente a lo observado en las gráficas presentadas, tal es el caso, de las siguientes mencionadas textualmente en el documento:

- *“Mediante el análisis de los isótopos estables del oxígeno e hidrógeno, se pudo observar que las mediciones realizadas en las aguas subterráneas tanto en época seca (Ver Figura 6-147) como en época húmeda (Ver Figura 6-148), se encuentran cerca tanto de la Línea Meteorológica Colombiana (línea discontinua azul) como de la Línea Meteorológica usada para la zona específica del Valle del Magdalena Medio (línea discontinua gris), lo que quiere decir que estos acuíferos están influenciados por la lluvia de la zona y que su recarga se debe principalmente a las precipitaciones presentadas y al aporte de ríos y ciénagas, las cuales pueden tener infiltraciones hacia estos acuíferos en los sectores en que se presenta conexión hidráulica (Pag. 261)”*.

Lo anteriormente descrito indica que la recarga de agua subterránea puede ocurrir por diferentes procesos, sin embargo en la figura 6-147 para la época seca, se observa una relación entre las muestras con respecto a su ubicación en la línea meteórica, que no evidencia procesos de evaporación o de intercambio de minerales, que permita establecer el proceso de recarga por cuerpos de agua superficiales.

20221000002491

010

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pag 10 de 16

De acuerdo con la clasificación realizada, para el segundo grupo el cual se caracteriza por presentar un empobrecimiento en isótopos, en el EIA se indica: *“se puede inferir que su recarga se dio posiblemente en un periodo geológico diferente con condiciones climáticas más frías (Pag. 262)”*. Por ende, se sugiere complementar esta interpretación con el efecto de la altitud en la composición isotópica como herramienta para identificar aguas subterráneas, recargadas en áreas de topografía abrupta (zonas altas), de aquellas recargadas en áreas de relieves de baja altura (zonas bajas), de acuerdo con su empobrecimiento o enriquecimiento isotópico.

Acorde con los análisis de isótopos estables en los cuerpos de agua superficial, se sugiere determinar la ecuación de la pendiente de la recta de evaporación, la cual, debe presentar una pendiente inferior a ocho (8). A partir de ella, se podrán realizar las consideraciones correspondientes a las posibles conexiones hidráulicas entre los cuerpos de agua superficial y, las muestras de agua subterránea. Lo anterior, para dar cumplimiento a lo indicado en los TdR: *“Para validar las conexiones agua superficial y subterránea, se podrán emplear técnicas de evaluación “rápida” en las corrientes de agua superficial, como aforos diferenciales en ríos influentes, mediciones de la variación de la temperatura o mediciones de radón-222, trazadores o isótopos, análisis de flujo base con hidrogramas, entre otros”*.

Con relación al análisis de tritio donde solo se presentaron dos (2) valores cuantificables de diecisiete (17) muestras analizadas, se sugiere que dada la baja concentración de este isótopo en las aguas subterráneas, se debe realizar su determinación en laboratorios que garanticen el enriquecimiento isotópico de las muestras mediante concentración electrolítica.

- Con respecto a la concesión de aguas subterráneas y protección de los acuíferos y ecosistemas conexos.(Capítulo 8)
- Concesión de aguas subterráneas (Item 8.2)

Ecopetrol indica que los estudios de exploración geológica realizados en el área del proyecto PPII Kalé , que involucran la generación de conocimiento geológico, geofísico, hidráulico e hidrogeológico recopilados para la elaboración del presente estudio de impacto ambiental, presentan la completitud adecuada para considerarse formalmente exonerados del permiso de exploración para los acuíferos de la Formación Hiel y la Formación Lluvia del Grupo Real, los cuales, ocurren a profundidades aproximadas de 2460 ft(750 metros) y 3280 ft (1000 metros), respectivamente. Consideran que el estado del conocimiento hidrogeológico presentado en el EIA del proyecto Kalé, que involucró la ejecución de pruebas de bombeo, en el pozo Yariguí–25 y muestreo físico químico de sus aguas salobres de las formaciones acuíferas anteriores, al igual que, de los sistemas acuíferos con agua dulce que ocurren en capas acuíferas superiores del Grupo Real (Formación Bagre), son suficientes para efectos de proyectar su aprovechamiento. Se estima para el proyecto aprovechar un caudal máximo de 50 l/s, de las Formaciones Hiel y Lluvia cumpliendo con lo estipulado en el artículo 2.2.3.2.16.15 del Decreto 1076 de 2015, para considerar la exoneración del permiso y proceso de exploración.

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pag 11 de 16

Las evaluaciones del modelo geológico y geofísico del subsuelo donde se ejecutará el pozo de fracturamiento del PPII Kalé y las evaluaciones hidráulicas de los acuíferos captados en el pozo YARIGUI 25 ubicado a 5 kilómetros aproximadamente del mismo y donde se proyecta el aprovechamiento de las aguas subterráneas de las Formaciones Hiel y Lluvia han permitido prospectar un pozo captador con instalación de filtros frente a estas unidades. Los parámetros hidráulicos estimados de los acuíferos de las Formaciones Hiel y Lluvia, tales como se mencionan en el documento corresponden a interpretaciones que no cumplen las características y las condiciones analíticas, para obtener los parámetros hidráulicos reales de las capas acuíferas captadas (pozo Yarigui 25) a partir de las cuales se cumplen las ecuaciones de Theis o Jacob bajo regímenes de flujo transitorios o estacionario. Es evidente a través del inventario que no existen pozos que capten estas unidades en la actualidad en el área de influencia directa del proyecto Kalé, lo que dificulta la estimación de los parámetros hidráulicos tanto del pozo como de los acuíferos captados y, el comportamiento de los radios de influencia generados, la ocurrencia de drenajes provenientes de las capas suprayacentes que se consideran conceptualmente de naturaleza impermeable.

El deber ser es contar con un pozo de observación que permita estimar y confirmar las estimaciones de los parámetros hidráulicos de la formación hiel y lluvia, realizadas a nivel conceptual y analítico.

- Protección de los acuíferos y ecosistemas conexos en las actividades de FH-PH y de reinyección durante el desarrollo de los PPII (Capítulo 8).

En el EIA y para efecto de protección de los acuíferos, se proponen tres (3) piezómetros que se ubicarán de tal manera que permitirán el monitoreo de las aguas subterráneas de la Fm. Bagre; los pozos alcanzaran una profundidad de 450 metros e incluyen en su diseño doce (12) metros de filtros, distribuidos en tramos de 3 metros entre los 400 – 450 metros y adicionalmente, se indica que para complementar la red de monitoreo de los depósitos cuaternarios se emplearan nueve (9) puntos de agua pertenecientes a la comunidad, con distancias al pozo Kalé que van desde los 750 metros a 3,3 kilómetros.

Por consiguiente, para efectos de un control y seguimiento efectivo de la protección de los acuíferos, se sugiere complementar la red de monitoreo en las capas superiores del subsuelo, donde se encuentra el agua dulce que es aprovechable por la comunidad, tal cual, como se puede evidenciar en el inventario de aguas subterráneas donde se manifiesta que 122 captaciones de un total de 132 presentan profundidades inferiores a los 120 metros. Lo anterior permitirá anticipar y dar alertar tempranas ante la ocurrencia de eventos potenciales de contaminación, que afecten la calidad físico químicas de las aguas subterráneas y permitan definir las medidas necesarias para minimizar los impactos ambientales en los acuíferos presentes en las capas superiores que son demandadas por diferentes sectores socioeconómicos, principalmente el de agua potable y agrícola.

- Manejo de Aguas Subterráneas-Capítulo 11.

El Servicio Geológico Colombiano desde el punto de vista misional no genera datos y conocimiento

20221000002491

010

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pág 12 de 16

hidrogeológicos que permitan pronunciarse en lo relacionados con la Ficha 4.1 ítem 11.1.1.

➤ Programa pozo de inyección para disposición final

El Servicio Geológico Colombiano desde el punto de vista misional no genera datos y conocimiento relacionados con actividades de inyección de aguas asociadas provenientes del fracturamiento hidráulicos de yacimientos no convencionales que involucran perforaciones horizontales tales como se desarrollaran en el proyecto PPII Kalé por lo que no puede emitir conceptos referente a esta temática objeto de consulta de esta comunicación (Ítem 11.1.1. Ficha 18.1).

➤ Seguimiento y monitoreo Aguas Subterráneas

El estudio de impacto ambiental prevé la perforación de tres (3) pozos de monitoreo que capturen capas acuíferas de interés con agua dulce de la Formación Bagre del Grupo Real, ubicados en dirección del flujo subterráneo de esta unidad lo que permite identificar potenciales impactos durante la ejecución del proyecto PPII Kalé (Ítem 11.1.2.2.3).

El diseño de la red de monitoreo a diferentes radios de influencia, que involucra la frecuencia y los parámetros físico químicos propuestos a medir permite monitorear el estado del recurso antes, durante y post al desarrollo del proyecto Kalé, con la instrumentación tecnológica requerida que involucran la instalación de sensores para el seguimiento de la cantidad y calidad permite dar alertas tempranas por parte de Ecopetrol.

2. CONCEPTO TECNICO DE EVALUACIÓN DEL EIA, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN DE LAS FUENTES NATURALES DE RADIACIÓN, EN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA PROYECTOS PILOTO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL –PPII SOBRE YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES.

Respecto a Fuentes Naturales de Radiación, en los términos de referencia para Proyectos Piloto de Investigación Integral -PPII sobre yacimientos no convencionales - YNC de hidrocarburos con la utilización de la técnica de Fracturamiento hidráulico multietapa con perforación horizontal -FH-PH, acogidos mediante resolución 0821 de 2020 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), se establece para los peticionarios de licencia ambiental de este tipo de proyectos en el numeral 6, Caracterización del área de influencia (línea base), Sub numeral 6.2, Medio Abiótico, Sub numeral 6.1.7, Fuentes Naturales de radiación, lo siguiente:

"(...) Se debe tomar una línea base de radiación de fondo natural (natural background) teniendo en consideración registros históricos (como gamma ray y núcleos de perforación) de pozos existentes en el área de influencia y en especial, para las áreas de interés con similitudes geológicas e hidrogeológicas del PPII. De manera puntual, se debe tomar una línea base del fondo radiactivo natural (background) en superficie en las áreas previstas para las actividades del PPII para detección de radiación ionizante alfa,

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pag 13 de 16

beta y gamma, a través de análisis dosimétricos con monitores de mano de amplio espectro.”

“Igualmente, se debe realizar análisis de los radionucleidos para todas las matrices (agua, suelo, aire) donde habrá presencia de los fluidos de retorno o agua de producción (almacenamiento, tratamiento o disposición) o almacenamiento de tubería de perforación. Se deben medir los elementos de la Tabla 11, en relación con cada componente, el Interesado deberá determinar otros más, atendiendo las características previstas de los fluidos del proceso de FH-PH.”

“Se deben aplicar los lineamientos técnicos para el muestreo (etapas, puntos de muestreo y metodología para la toma de muestras) y análisis de laboratorio que suministre el SGC, para la caracterización de las fuentes naturales de radiación.”

“El manejo de sustancias que exceden los límites que establezca el Minenergía, están sujetos a los criterios de vigilancia radiológica asociados con la exposición natural de acuerdo con el instrumento que expida Minenergía para poder dar cumplimiento al Artículo 9 de la Resolución 40185 de 2020 de ese Ministerio. (...)”

Pregunta 1: “Así las cosas y dado que la Sociedad Ecopetrol S.A. solicitó a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, licencia ambiental para la ejecución del “Proyecto Piloto de Investigación Integral - PPII- Kalé”, se hace necesario para esta Autoridad, contar con un concepto técnico del Servicio Geológico Colombiano SGC (dentro de sus competencias), sobre el tema de caracterización del área de influencia del proyecto, específicamente sobre la caracterización de Fuentes Naturales de Radiación del área de ejecución del proyecto “Proyecto Piloto de Investigación Integral - PPII- Kalé”, dentro del trámite de evaluación ambiental de la licencia ambiental.”

Respuesta:

- En el documento suministrado por Ecopetrol de Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Piloto de Investigación Integral – PPI KALÉ”, capítulo 6.1.7 Fuentes Naturales de Radiación Ionizante” es un documento bien estructurado que evidencia que Ecopetrol ha realizado una caracterización completa de las fuentes naturales de radiación en el área de influencia del proyecto. La totalidad de los resultados obtenidos en la caracterización corresponden a valores normales de niveles de radiación y de contenidos de isótopos naturales que demuestran que no existen riesgos radiológicos para el público y el medio ambiente derivados de las características radiológicas actuales en la zona de estudio. No obstante, una vez revisado el documento el Servicio Geológico Colombiano presenta las siguientes observaciones que darán mayor claridad y permitirán dar un mejor soporte a las conclusiones del estudio.

20221000002491

Para contestar cite:

Radicado SGC No.: **20221000002491**

25-01-2022

010

Pag 14 de 16

- Las fotografías 6.1 y 6.2 muestran la realización de mediciones de niveles de radiación con equipos portátiles, en las mismas se observa que dichas mediciones se realizan directamente en la superficie del suelo. Teniendo en cuenta que por lo general las medidas de exposición debida a isótopos naturales del suelo se hacen a un (1) metro de altura con respecto a la superficie del suelo [1], se sugiere sustentar el procedimiento adoptado de medición directamente sobre la superficie.
- Se recomienda presentar los certificados de calibración de los equipos medidores de radiación que se utilizaron para realizar las mediciones de niveles de radiación, lo anterior en cumplimiento de la Resolución No 181434 de 2002 del MME.
- En la figura 6.2 que presentan los resultados de las dosis anuales previstas en los puntos en donde se realizaron las mediciones, los valores obtenidos para las lecturas son bajos y no representan riesgos radiológicos. Sin embargo, se recomienda analizar el caso de los puntos 69, 70, 74, 75 y 77 en donde se encontraron para un área definida del polígono PPII Kale valores por encima del promedio de la zona estudiada, que no obstante lo señalado al inicio de este punto, es importante establecer si dichos valores podrían ser consecuencia de actividades de exploración y/o explotación históricas.
- En el numeral 6.1.7.1.1 se comparan las dosis efectivas por irradiación externa previstas en el proyecto con el promedio mundial de dosis efectiva (2,4mSv). Teniendo en cuenta que este último valor incluye la dosis por irradiación interna y las dosis por irradiación externa, se recomienda hacer la comparación de resultados únicamente con el valor promedio mundial de dosis por irradiación externa que es 0,87mSv.
- En el numeral 6.1.7.2.1 se hace un estudio exhaustivo de emanación y exhalación de radón del suelo, sin embargo, no se incluye una evaluación de las concentraciones de radón existentes en los puntos donde se respirará el aire (así sea baja). Sería deseable calcular una dosis esperada por inhalación de aire con el radón exhalado del suelo o bien medir directamente el radón en exteriores y calcular dosis por inhalación.
- En la figura 6.4 Los valores de concentraciones de radón por emanación graficados para Kalé son muy diferentes a los presentados en las tablas 6.1 y 6.2. Se sugiere revisar la coherencia entre los datos de las tablas de origen y la gráfica.
- 6.1.7.2.2 se afirma que *"Para las mediciones de uranio y torio, debido a su larga vida media se realizó la cuantificación de estos isótopos con una metodología diferente a la espectrometría gamma, por la técnica espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente ICP-MS"* sin embargo es importante aclarar que el no uso de la técnica de espectrometría gamma para determinar uranio y torio no obedece a su larga vida media, sino a que estos isótopos primigenios no emiten fotones gamma con la energía y rendimiento suficientes que la técnica exige.

20221000002491

010

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: 20221000002491
25-01-2022

Pag 15 de 16

- La tabla 6.8 tiene un título que no corresponde al contenido. Se recomienda hacer los ajustes correspondientes.
- En la tabla 6.9 con el fin de demostrar el nivel muy bajo de concentración de radioisótopos naturales, se recomienda informar sobre los valores de límite de detección para Ra-226, Ra-228 y Pb-210.
- En el numeral 6.1.7.2.3 se afirma que *“En las aguas Superficiales no hubo detección de los radio-núclidos de interés, esto es debido a que las aguas superficiales están en continuo movimiento y en continua aeración”*, lo anterior es justificable para el isótopo Rn-222 (radón) pero no necesariamente para los isotopos de radio y plomo.
- En las tablas 6.10, 6.12 y 6.14 se reportan valores numéricos de concentraciones de radón muy por debajo del límite de detección que se declara en el pie de cada tabla (200Bq/L), se recomienda revisar esta inconsistencia técnica ya que valores por debajo del límite de detección no son reportables.

Pregunta 2: “Ahora bien, también se solicita por parte de esta Autoridad, información al Servicio Geológico Colombiano SGC, sobre consideraciones y recomendaciones técnicas, dentro de sus competencias, de valores guía o de referencia de concentraciones de los radioisótopos caracterizados en la matriz de aire, suelo y agua por la Sociedad Ecopetrol S.A. para el área de ejecución del proyecto Kalé, con los cuales se pueda analizar, comparar y considerar (cuantificar y cualificar) las posibles afectaciones que estos isotopos generan sobre los recursos naturales, (aire suelo y agua), flora y seres humanos que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto Kalé.”

Respuesta:

El documento elaborado por Ecopetrol presenta de manera clara y completa valores de referencia con los que se comparan los resultados obtenidos y se realizan con las matrices y radioisótopos establecidos en los documentos de *Lineamientos técnicos de muestreo y análisis de materiales de ocurrencia natural en los PPII* del SGC y los términos de referencia de la Autoridad ambiental ANLA. Todos los parámetros radiológicos contemplados en el estudio permiten demostrar que la línea base de radiación de fondo y que los isótopos naturales corresponden a niveles normales de radiación que se encuentran dentro de valores reportados a nivel internacional y que no existen actualmente riesgos radiológicos en el área de estudio.

El estudio de impacto sobre los recursos naturales, la flora, la fauna y los seres humanos dependerá de los incrementos antrópicos durante las etapas de perforación y producción. Sin embargo, cualquier incremento importante en el fondo natural de radiación debe ser reportado al Grupo de Energías No Convencionales y Asuntos Nucleares del MME, quienes son la autoridad competente en materia de la vigilancia radiológica en proyectos donde se originen concentraciones de materiales radiactivos de ocurrencia natural.

20221000002491

0 1 0

Para contestar cite:
Radicado SGC No.: **20221000002491**
25-01-2022

Pag 16 de 16

REFERENCIAS

- [1] UNSCEAR, *Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. VOL1, vol. I. 2000.*

Revisión técnica, realizada por:

MARIO ANDRÉS CUÉLLAR CÁRDENAS
Director Técnico de Geociencias Básicas

HUGO JESÚS CAÑAS CERVANTES
Coordinador Grupo Aguas Subterráneas

HERNÁN OLAYA DÁVILA
Director Técnico de Asuntos Nucleares

FERNANDO MOSOS PATIÑO
Coordinador Reactor Nuclear

Atentamente,

OSCAR PÁREDES ZAPATA
DIRECTOR GENERAL
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO