

ANEXO E

HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Área del Proyecto MALBEC CENTRO

E.1. Introducción

El presente Anexo tiene por objeto ampliar y complementar la información hidrológica e hidrogeológica descrita en el cuerpo principal del Informe Ambiental del Proyecto (IAP) – Etapa Exploración del Proyecto MALBEC CENTRO, en particular lo consignado en el inciso IV.1.7.

La caracterización del recurso hídrico superficial y subterráneo reviste especial relevancia en proyectos de exploración minera desarrollados en ambientes áridos y semiáridos, como los que predominan en el centro-sur de la Provincia del Chubut, donde la disponibilidad natural de agua es limitada y constituye un componente ambiental sensible.

En este contexto, el presente Anexo se estructura con un enfoque preventivo y de mejora continua, orientado no solo a describir las condiciones hidroambientales regionales y locales, sino también a establecer compromisos claros de generación de información de línea de base y de monitoreo sistemático del recurso hídrico durante toda la etapa de exploración.

Asimismo, este Anexo tiene como objetivo aportar información técnica de valor para los organismos de aplicación competentes, en particular la Autoridad Ambiental Provincial y el Instituto Provincial del Agua (IPA), contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento hidrogeológico regional.

E.2. Hidrología superficial

El área del Proyecto MALBEC CENTRO se emplaza en una región caracterizada por un **régimen hídrico superficial deficitario**, propio de la estepa patagónica central, donde las precipitaciones son escasas, irregulares y de marcada estacionalidad.

La red de drenaje superficial es **poco desarrollada**, con predominio de cursos efímeros o temporarios, que sólo presentan escurrimiento durante eventos de

precipitación intensa o deshielos excepcionales. Estos cursos suelen manifestarse como **cañadones, bajos topográficos y cauces secos**, sin escurrimiento permanente.

En el área de influencia directa del proyecto no se registran ríos ni arroyos de régimen permanente. Los cuerpos de agua superficial identificados corresponden, en general, a **depresiones naturales, aguadas temporarias o pequeños bajos endorreicos**, cuya presencia y extensión varía en función de las condiciones climáticas.

Los relevamientos de campo disponibles indican la existencia de **muy pocos puntos con acumulación superficial de agua**, los cuales han sido oportunamente identificados y muestreados como parte de la línea de base ambiental. Estos sitios constituyen elementos ambientales sensibles y serán considerados de manera prioritaria dentro de los programas de monitoreo ambiental.

Dada la naturaleza de las actividades de exploración previstas, no se contempla la captación directa de agua superficial para uso operativo, ni la alteración de cauces naturales, garantizando así la preservación del escurrimiento superficial natural y de los ambientes asociados.

E.3. Hidrogeología regional y local

Desde el punto de vista hidrogeológico, el área del Proyecto MALBEC CENTRO se inserta en un contexto típico de la **Patagonia extraandina**, caracterizado por la presencia de **acuíferos de comportamiento local a regional**, desarrollados principalmente en unidades sedimentarias continentales y marinas del Cretácico–Paleógeno, así como en depósitos cuaternarios poco consolidados.

A escala regional, la **Formación Salamanca** constituye una de las unidades de mayor interés hidrogeológico, tanto por su extensión como por sus características litológicas, que incluyen areniscas, limos y niveles pelíticos, con intercalaciones que pueden actuar como acuíferos o acuíferos semiconfinados, dependiendo del grado de cementación y continuidad lateral. Estas unidades presentan, en general, **permeabilidades variables**, con sectores favorables para la circulación de agua subterránea y otros con comportamiento más restrictivo.

Los depósitos cuaternarios asociados a **terrazas fluviales, coluvios y aluvios antiguos**, cuando están presentes, pueden albergar acuíferos someros de carácter discontinuo y baja a moderada productividad, generalmente vinculados a zonas de recarga local y con una fuerte dependencia de las precipitaciones.

En términos generales, el régimen hidrogeológico del área se caracteriza por:

- **Bajas tasas de recarga natural**, condicionadas por el clima árido a semiárido.
- **Flujos subterráneos de escasa energía**, controlados por la topografía regional y la estructura geológica.
- **Calidad de agua variable**, con posibles incrementos de salinidad en sectores de circulación lenta o confinada.

La información hidrogeológica específica del área del proyecto es limitada, situación habitual en regiones de baja densidad de uso del recurso hídrico. En este contexto, las actividades de exploración previstas representan una **oportunidad relevante para mejorar el conocimiento hidrogeológico local**, mediante la obtención de datos directos y sistemáticos.

E.4. Uso potencial del recurso hídrico para las actividades de exploración

Las actividades de exploración previstas para el Proyecto MALBEC CENTRO presentan **requerimientos hídricos acotados y temporarios**, propios de una etapa exploratoria, sin contemplar en ningún caso usos intensivos, permanentes ni de carácter industrial.

El consumo de agua asociado a las tareas de gabinete y a los trabajos de campo superficiales es mínimo y se limita a usos sanitarios y logísticos del campamento. En cuanto a las actividades de exploración propiamente dichas, el uso de agua podría verse incrementado **únicamente en el caso de ejecutarse campañas de perforación exploratoria con método diamantina**, dado que este tipo de perforaciones requiere agua para la refrigeración y lubricación del sistema de perforación.

En ese escenario, el abastecimiento de agua se evaluará de manera **técnica, gradual y condicionada**, priorizando:

- la **disponibilidad real del recurso hídrico**,
- la **no afectación de acuíferos utilizados por terceros**,
- la **protección de la calidad del agua subterránea y superficial**,
- y el cumplimiento estricto de la normativa hídrica y ambiental vigente.

La eventual necesidad de contar con un **pozo productor de agua** estará supeditada a la aprobación previa de los organismos competentes (Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable e Instituto Provincial del Agua – IPA), y será precedida por los estudios técnicos específicos que determinen su **factibilidad**

hidrogeológica, su capacidad de producción sostenible y la ausencia de impactos negativos sobre el sistema acuífero.

En todos los casos, el proyecto adopta un **enfoque precautorio**, conforme a los principios de la Ley General del Ambiente, evitando comprometer el recurso hídrico antes de contar con información suficiente y autorizaciones formales.

E.5. Programa de monitoreo hídrico y compromiso de gestión ambiental

En atención a los lineamientos establecidos por la Autoridad Ambiental Provincial y considerando la importancia estratégica del recurso hídrico en el área del Proyecto MALBEC CENTRO, el titular del proyecto asume el compromiso de implementar un **Programa de Monitoreo Hídrico progresivo**, orientado tanto al **control ambiental** como al **fortalecimiento de la línea de base hidrogeológica regional**.

Este programa se diseñará bajo criterios de gradualidad, razonabilidad técnica y adecuación a las actividades efectivamente ejecutadas, y contemplará los siguientes componentes:

E.5.1. Monitoreo de aguas superficiales

Cuando existan cuerpos de agua superficial accesibles dentro del área de influencia directa del proyecto o en sus inmediaciones, se prevé la realización de campañas de muestreo periódico con el objetivo de:

- caracterizar la **calidad físico-química del agua**,
- detectar posibles variaciones temporales asociadas a factores climáticos o antrópicos,
- establecer valores de referencia que permitan comparar eventuales cambios futuros.

Los parámetros a analizar incluirán, según corresponda y disponibilidad hídrica: pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, turbidez, principales iones mayoritarios y trazas relevantes. La frecuencia de muestreo será definida en función de la presencia efectiva de agua superficial, proponiéndose inicialmente campañas **anuales o semestrales**, ajustables conforme a requerimientos de la Autoridad.

E.5.2. Monitoreo de aguas subterráneas

El monitoreo del recurso hídrico subterráneo se desarrollará de manera **oportunistica y técnica**, aprovechando las instancias en las que se genere información hidrogeológica directa, tales como:

- la eventual perforación de un pozo productor de agua para abastecimiento del campamento y/o de perforaciones diamantinas,
- la intercepción de niveles acuíferos durante perforaciones exploratorias profundas.

En dichos casos, se relevará información relativa a:

- profundidad de los niveles freáticos o confinados,
- características litológicas de los acuíferos interceptados,
- parámetros físico-químicos básicos del agua,
- eventuales gradientes hidráulicos y comportamiento dinámico del sistema.

Esta información será sistematizada y puesta a disposición tanto del Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable como del Instituto Provincial del Agua (IPA), contribuyendo al conocimiento regional del recurso hídrico.

E.5.3. Frecuencia y alcance del monitoreo

El programa de monitoreo se concibe como **adaptativo**, ajustándose a:

- la intensidad y tipo de actividades exploratorias efectivamente ejecutadas,
- la disponibilidad real de puntos de muestreo,
- las condiciones climáticas y ambientales,
- y los requerimientos específicos que pueda formular la Autoridad de Aplicación.

En términos generales, se prevé iniciar el monitoreo hídrico **a partir del inicio de la etapa de exploración**, manteniéndolo durante toda la vigencia del presente IAP – Etapa Exploración (hasta dos años), con posibilidad de extensión en función de la continuidad de los trabajos.

E.5.4. Enfoque preventivo y transparencia institucional

El Programa de Monitoreo Hídrico se enmarca en una política de **gestión preventiva del recurso**, orientada a:

- anticipar y evitar impactos ambientales,
- asegurar el uso responsable y sustentable del agua,
- fortalecer la trazabilidad de la información ambiental,

- y promover una relación transparente y colaborativa con los organismos de control.

De este modo, el proyecto no sólo busca cumplir con las obligaciones ambientales vigentes, sino también **aportar información de valor técnico** para la gestión pública del recurso hídrico en una región caracterizada por su vulnerabilidad hídrica natural.

E.6. Consideraciones finales

La caracterización hidrológica e hidrogeológica desarrollada en el presente **ANEXO E** permite establecer un marco técnico adecuado para comprender el funcionamiento del recurso hídrico en el área del Proyecto MALBEC CENTRO, así como para anticipar y gestionar de manera preventiva los posibles efectos derivados de las actividades de exploración minera.

El área del proyecto se inserta en un ambiente árido a semiárido, con disponibilidad limitada de agua superficial y predominio del recurso hídrico subterráneo como fuente potencial de abastecimiento. En este contexto, el enfoque adoptado por el titular del proyecto se basa en los principios de **precaución, uso racional del recurso y gestión adaptativa**, priorizando el conocimiento progresivo del sistema hidrogeológico antes y durante la ejecución de las actividades exploratorias.

La información existente, complementada con los relevamientos de campo realizados y con los estudios que se prevé desarrollar en etapas sucesivas, permitirá fortalecer de manera incremental la línea de base hídrica del área. En particular, las actividades de exploración que involucren perforaciones profundas —tanto aquellas destinadas a la captación de agua como las perforaciones exploratorias diamantinas— constituirán una oportunidad relevante para obtener información directa sobre niveles piezométricos, calidad de agua, características de los acuíferos interceptados y comportamiento de los flujos subterráneos.

El titular del Proyecto asume el compromiso de que toda intervención vinculada al recurso hídrico será ejecutada **previa obtención de las autorizaciones correspondientes**, en coordinación con los organismos competentes, y acompañada por estudios técnicos específicos que garanticen la protección del recurso en términos de cantidad y calidad, evitando interferencias no deseadas entre acuíferos y posibles afectaciones a terceros.

Asimismo, la implementación de un **programa sistemático de monitoreo hídrico**, tanto de aguas superficiales como subterráneas cuando las condiciones lo permitan, permitirá no solo detectar tempranamente cualquier desviación respecto de las condiciones de referencia, sino también generar información de valor para la gestión

ambiental del proyecto y para el fortalecimiento del conocimiento regional del recurso hídrico por parte de las autoridades de aplicación.

En función de lo expuesto, se concluye que las actividades previstas en el Proyecto MALBEC CENTRO, desarrolladas bajo el enfoque propuesto y con la aplicación de las medidas de prevención, control y monitoreo comprometidas, resultan **ambientalmente compatibles con el medio hídrico del área**, manteniendo un nivel de riesgo bajo y controlable durante la etapa de exploración.

FIGURAS

La caracterización hidrológica e hidrogeológica del área del Proyecto MALBEC CENTRO se apoya en información de contexto regional y en relevamientos específicos realizados a escala local.

En la **Figura E.1** se presenta el marco hidrogeológico regional de la Patagonia central, que permite comprender el tipo de ambiente hidrogeológico en el que se inserta el proyecto, caracterizado por condiciones áridas a semiáridas y un predominio del recurso hídrico subterráneo.

La **Figura E.2** muestra la ubicación del proyecto respecto de las principales cuencas hidrográficas regionales, evidenciando que el área de intervención no se localiza sobre cursos de agua permanentes, sino en sectores dominados por drenajes temporarios y escurrimientos episódicos asociados a eventos de precipitación.

su parte, la **Figura E.3** presenta la hidrología superficial local del área del proyecto, junto con la ubicación de los puntos M1 y M2 donde se realizaron muestreos de agua, los cuales constituyen un primer antecedente de campo para la caracterización de la calidad del recurso hídrico. En conjunto, estas figuras permiten establecer un diagnóstico inicial del sistema hídrico del área, que será progresivamente ampliado y actualizado mediante el programa de monitoreo hídrico comprometido durante la etapa de exploración.

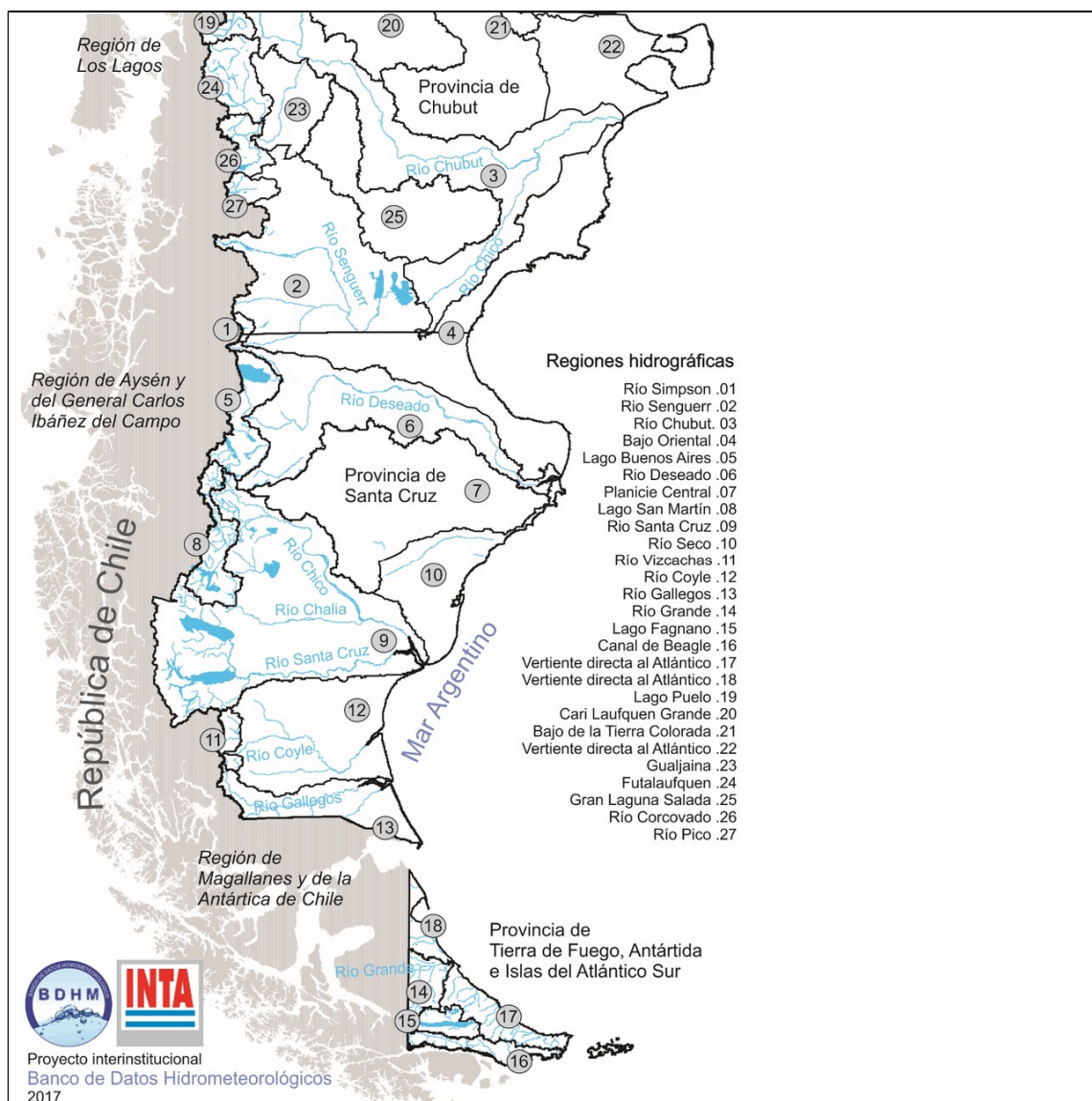
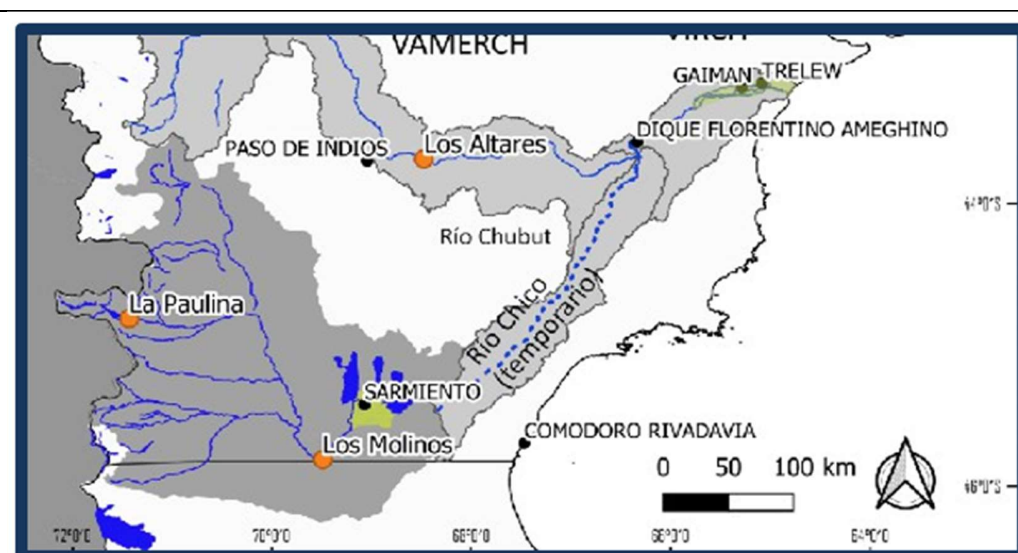


Figura E.1

Contexto hidrogeológico regional de la Patagonia central

Mapa hidrogeológico regional que muestra las principales unidades hidrogeológicas de la Patagonia. El área del Proyecto MALBEC CENTRO se inserta en un ambiente árido a semiárido, con predominio del recurso hídrico subterráneo



Ubicación geográfica de las cuencas de los ríos Chubut y Senguer (sombreados grises), cursos superficiales y lagos

Figura E.2

Mapa de las cuencas de los ríos Chubut y Senguer, cursos superficiales principales y lagos. El área del proyecto no se localiza sobre cursos de agua permanentes, sino en sectores de drenaje temporario

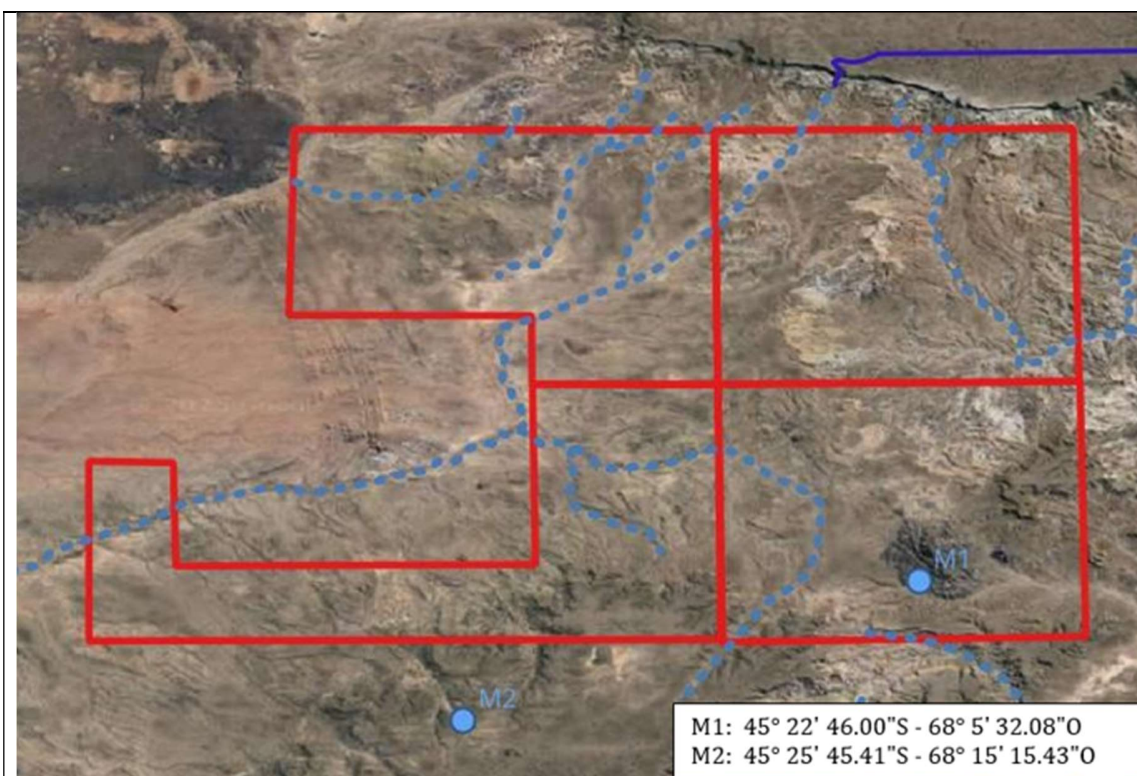
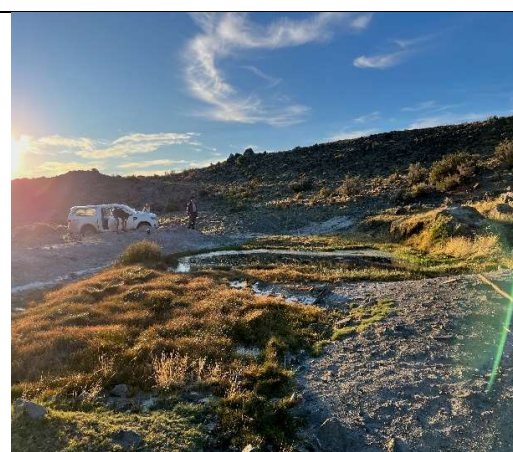
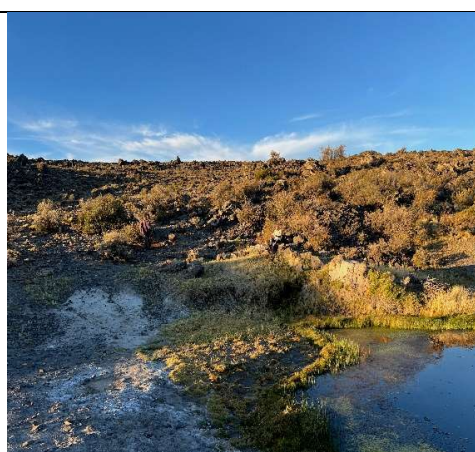


Figura E.3

Hidrología superficial local y puntos iniciales de muestreo de agua

Imagen satelital del área del Proyecto MALBEC CENTRO donde se identifican drenajes superficiales temporarios y los puntos M1 y M2 en los que se realizaron los primeros muestreos de agua.



5 de abril de 2024

COMENTARIO FINAL

La información gráfica incluida en el presente Anexo representa el estado inicial del conocimiento del recurso hídrico en el área del Proyecto MALBEC CENTRO. Dicha información será ampliada, actualizada y validada progresivamente a partir de la ejecución del programa de estudio y monitoreo hídrico comprometido, en paralelo al desarrollo de las actividades de exploración, además de los resultados de los estudios que se obtengan, contribuyendo tanto a la gestión ambiental del proyecto, como al fortalecimiento de la base de información de los organismos de aplicación competentes.