

**EVALUACIÓN PARA DETERMINAR SI LOS EFECTOS DE LA EXTRACCIÓN
DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE MINERA ESCONDIDA EN MONTURAQUI
SON O NO NOTORIOS EN LA ZONA DE VEGETACIÓN EN LAS VEGAS DE
TILOPOZO**

Preparado por Pedro Rivera Izam
Para Minera Escondida Ltda.

Diciembre 2020

TABLA DE CONTENIDOS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | ALCANCES | 3 |
| 2 | ENTENDIMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DE MNT | 5 |
| 3 | CONDICIONES AMBIENTALES DEFINIDAS PARA LA EXTRACCIÓN REALIZADA POR ESCONDIDA EN MONTURAQUI | 7 |
| 3.1 | CONDICIÓN PREVENTIVA PARA RESGUARDAR EL UMBRAL DE 25 CM | 7 |
| 3.2 | CONDICIÓN AMBIENTAL PRINCIPAL: UMBRAL DE 25 CM DE REDUCCIÓN DE NIVEL EN LA ZONA DE VEGETACIÓN | 8 |
| 3.3 | AUTORIZACIONES CONSIDERADAS EN LA DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN EL EIA DE 1996 | 10 |
| 4 | HERRAMIENTAS TÉCNICAS DISPONIBLES | 12 |
| 4.1 | RED DE MONITOREO DE NIVEL DE ESCONDIDA EN EL ACUÍFERO DE MNT | 12 |
| 4.2 | HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN | 18 |
| 4.2.1 | MODELO ANALÍTICO Y MODELO DE FLUJO EN EL EIA 1996 | 19 |
| 4.2.2 | MODELO PAT 2001 Y MODELO PAT 2012 | 21 |
| 4.2.3 | MODELO EXTENDIDO 2018 | 22 |
| 5 | VERIFICACIÓN DEL UMBRAL DE 25 CM EN LA ZONA DE LAS VEGAS DE TILOPOZO | 24 |
| 6 | RESPUESTA DEL ACUÍFERO DE MNT DEBIDO A LA EXTACCIÓN DE ESCONDIDA | 26 |
| 6.1 | EFFECTOS PARCIALES DE LA EXTRACCIÓN DESDE MONTURAQUI | 26 |
| 6.2 | UBICACIÓN DEL EFECTO DE ESCONDIDA | 30 |

A propósito de la Formulación de Cargos presentada por la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) contra Minera Escondida (en adelante Escondida) debido a un supuesto incumplimiento del permiso ambiental que respalda la extracción de aguas desde Monturaqui, se me ha pedido por parte del Equipo Legal responsable de los descargos, que realice una revisión sobre diversas materias relativas al permiso ambiental de extracción de Escondida en Monturaqui, con el propósito de respaldar que el umbral de 25 cm en reducción de nivel freático rige para la zona de la vegetación de Tilopozo, y evaluar si es que los efectos de la extracción de Escondida en Monturaqui han llegado o no a la zona de vegetación. Con este objetivo se realiza el presente informe.

El capítulo 2 presenta de forma resumida el entendimiento conceptual sobre el funcionamiento del acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (MNT). Monturaqui, la parte del acuífero en que Escondida ha realizado extracción de aguas subterráneas, corresponde al sector más aguas arriba del acuífero. El entendimiento conceptual sobre el acuífero de MNT en relación a las características principales que explican el desplazamiento del agua subterránea y la interacción con el borde sur del Salar, se ha obtenido a partir de antecedentes físicos que han sido levantados desde antes del inicio de la extracción, y a partir también del monitoreo y seguimiento de los efectos del bombeo realizado por Escondida.

Luego, el capítulo 3 presenta una descripción de las condiciones ambientales que rigen el permiso ambiental de extracción de Escondida, en el marco del EIA respectivo presentado en 1996 (en adelante EIA de 1996) y la subsecuente resolución aprobatoria, la RCA Nº1 de 1997 de la Corema Antofagasta. La tramitación del EIA de 1996 impuso a la extracción de Escondida dos condiciones ambientales, una preventiva (reducción de flujo pasante hacia la zona de la vegetación en las vegas de Tilopozo menor al 6%) y otra principal (reducción de nivel freático en la zona de vegetación en las vegas de Tilopozo menor al umbral de 25 cm). Cumplir la preventiva, según se determinó en el EIA, implicaba cumplir la principal.

Las condiciones ambientales impuestas a la extracción desde Monturaqui debido a la tramitación del EIA de 1996, suponían la existencia de las autorizaciones ambientales de extracción vigentes a la época, de modo que no se proyectaron nuevas extracciones que pudieran afectar las condiciones ambientales que Escondida debía cautelar. Así, la evaluación ambiental del EIA de 1996 indicaba que CMZ extraería agua subterránea desde Negrillar –a una proporción de 400 l/s- hasta el año 2015, y que Escondida lo haría por 21 años, sumando ambas una extracción menor a 1800 l/s como caudal promedio anual. Las condiciones ambientales son una expresión de tales utilidades.

A su vez, el capítulo 4 describe las principales herramientas técnicas disponibles para realizar seguimiento de impactos en el acuífero de MNT. Se trata del monitoreo de nivel en una Red de Monitoreo operada por Escondida, y diversos modelos de flujo que

se utilizan para evaluar cambios futuros en el nivel de agua subterránea debido a la extracción.

Luego el capítulo 5 presenta una estimación de la reducción observada de nivel en la zona de las vegas de Tilopozo, a partir del registro de nivel en las punteras TPZ, una serie de puntos de monitoreo de nivel en la proximidad de la zona de la vegetación. Los resultados permiten verificar que existen descensos en la zona de la vegetación, pero que no se ha superado el umbral máximo de 25 cm definido para la condición ambiental principal, la reducción de nivel freático en la zona de la vegetación.

Finalmente, en el capítulo 6 se analiza la respuesta del acuífero de MNT a la extracción que ha realizado Escondida desde Monturaqui, en cuanto al tamaño y al alcance del efecto de tal extracción. La respuesta se analiza a partir de los datos de monitoreo, conceptualmente, y partir de simulaciones realizadas con el Modelo Extendido 2018. El objetivo es diferenciar el efecto en el nivel de la extracción desde Monturaqui en relación a la de Negrillar, por una parte, y evaluar si el efecto de la extracción de Escondida ha alcanzado la zona de las vegas de Tilopozo, por otra.

La principal conclusión del capítulo 6 es que el aporte actual de la extracción de Escondida a la reducción de nivel aguas abajo de Negrillar va disminuyendo de tal forma que en la zona del pozo DGA-4 (ubicado más de 9 km aguas arriba de la zona de las vegas) no hay participación de Escondida en el efecto piezométrico. Siendo así, el borde del cono de depresión generado exclusivamente por el bombeo desde Monturaqui se encontraría entre Negrillar y el pozo DGA-4, con lo que el efecto de la extracción de Escondida resulta en la actualidad notorio hasta no menos de 9 km aguas arriba de la zona de las vegas de Tilopozo. En consecuencia, la extracción que realizó Escondida en Monturaqui, y que detuvo en diciembre del 2019, no ha tenido reflejo en el efecto piezométrico actual que podría apreciarse en la zona de la vegetación¹.

Para la elaboración de este informe se tomaron diversos elementos de análisis y se revisaron una serie de antecedentes disponibles. En primer lugar, se dispuso del EIA de 1996 en que Escondida sometió a tramitación ambiental la extracción desde Monturaqui, y la respectiva resolución aprobatoria.

A su vez, se utilizaron una serie de antecedentes de que dispone Escondida relativos a su permiso ambiental, al cumplimiento de las exigencias de la RCA, al monitoreo efectuado, a la verificación de las condiciones ambientales, al efecto observado en la zona de la vegetación en las vegas de Tilopozo, además de una serie de simulaciones para proyectar el comportamiento de nivel en la zona de vegetación, donde Escondida debe resguardar la principal condición ambiental. Entre ellos cabe mencionar, por ejemplo, los reportes PAT entregados anualmente, diferentes resultados asociados a la tramitación del EIA del Proyecto Monturaqui ingresado al SEIA en 2017, registros de nivel, y diversos escenarios de simulación.

¹ Por la misma razón, el efecto de la extracción de Escondida tampoco ha tenido reflejo en la zona en que se ubican los pozos TP-1, TP-2, TP-3 y SAT-2/D6. En efecto, el pozo SAT-2/D6, el más distante de la zona de la vegetación, se encuentra más de 5 km aguas abajo del pozo DGA-4.

Escondida ha definido un entendimiento conceptual sobre el acuífero de MNT en relación a las características principales que explican el desplazamiento del agua subterránea y la interacción con el borde sur del Salar, a partir de antecedentes físicos que han sido levantados desde antes del inicio de la extracción, y a partir también del monitoreo y seguimiento de los efectos del bombeo en la totalidad de la extensión del acuífero.

El acuífero de MNT corresponde a una serie de unidades hidrogeológicas que conforman un sistema definido en dirección Sur – Norte, compuesto principalmente por una combinación de arenas, gravas y cenizas. Se trata entonces de un acuífero con permeabilidades entre medias y altas. La geometría del acuífero está definida por los aspectos litológicos y los elementos estructurales presentes en la zona. Son precisamente los rasgos estructurales los que definen y encajonan los límites este y oeste del sistema, según se muestra en la Figura 1.

En condición natural, el funcionamiento del sistema consiste en movilizar en sentido sur-norte, y de forma subterránea, el flujo de recarga que se genera principalmente al sur y este de la cuenca, hasta la zona de descarga en el borde sur del salar, a través diferentes unidades hidrogeológicas asociadas al relleno sedimentario. El flujo subterráneo se desarrolla en dirección sur – norte. La piezometría del acuífero desciende suavemente desde aproximadamente los 3.000 msnm en el sector Monturaqui hasta los 2.300 msnm en el sector del borde del Salar.

De esta forma, el flujo subterráneo escurre hacia el Salar, y al llegar al borde sur se encuentra con la salmuera del núcleo del Salar, generándose una interfase salina entre ambos cuerpos de agua. La interfase salina se hace más somera hacia el norte, hasta aflorar en superficie al norte del sector de las lagunas La Punta - La Brava, en la zona del Canal de Disolución. El hecho que el nivel freático en el sector de las vegas y Lagunas se encuentre de somero a superficial, facilita la descarga por evaporación y evapotranspiración.

La extracción asociada a la operación de diferentes campos de pozos debido a proyectos mineros, corresponden a las descargas antrópicas en la cuenca. En efecto, las extracciones se han realizado desde tres sectores en el acuífero de MNT. Por una parte, desde 1994 y hasta la actualidad la Compañía Minera Zaldívar ha extraído agua subterránea desde la zona de Negrillar. Escondida, a su vez, dio inicio a la extracción desde Monturaqui en el año 1998, manteniéndola hasta diciembre del 2019. Finalmente, Sociedad Chilena del Litio, hoy Albemarle, realiza extracción desde el año 1997 y hasta el presente, desde una zona próxima a las vegas de Tilopozo. La misma Figura 1 presenta esquemáticamente la ubicación de las extracciones.

La extracción desde campo de pozos genera inicialmente profundización local de los niveles freáticos en los centros de bombeo y posteriormente la formación de conos

de depresión, uno en cada campo de pozos. Estos conos luego se expanden más allá de la zona de bombeo de acuerdo al funcionamiento del sistema.

En Monturaqui, debido a la extracción de Escondida, se formó un cono de depresión que cubrió esa zona del acuífero, para luego desplazarse principalmente hacia aguas debajo de forma paulatina. En Negrillar, el descenso de niveles se propagó en ambas direcciones, aguas abajo y aguas arriba, aunque viajó rápidamente al norte, vale decir hacia el Salar, debido a la permeabilidad del sector. La extracción de Albemarle cerca de las vegas de Tilopozo, ha generado un cono local con efecto directo del nivel en esa zona. Si bien existen descensos del nivel freático en forma extendida en el acuífero ocasionados por las diferentes extracciones, no se ha modificado la dirección natural del flujo subterráneo hacia Tilopozo, el cual continúa recibiendo el caudal natural que mantiene el sistema ambiental en la zona de descarga.

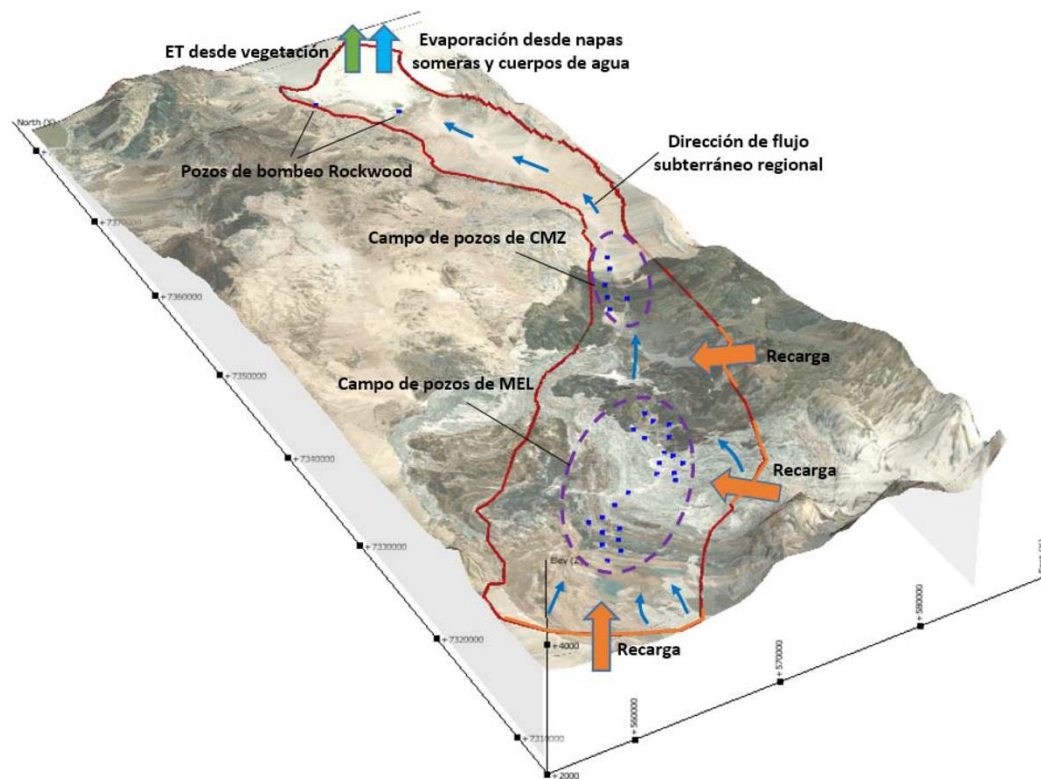


Figura 1. Funcionamiento acuífero MNT.

La aprobación ambiental de la extracción que Escondida realizó desde el acuífero de Monturaqui, derivada del EIA de 1996 y la respectiva resolución aprobatoria, estableció que Escondida debe realizar el resguardo de dos condiciones ambientales:

- i. Condición ambiental preventiva: reducción de flujo pasante hacia la zona de la vegetación en las vegas de Tilopozo. No se debe superar el valor límite de 6% de reducción. Es preventiva pues resguarda la condición ambiental principal.
- ii. Condición ambiental principal: reducción de nivel freático en la zona de vegetación en las vegas de Tilopozo. No se debe superar el umbral de 25 cm como máxima reducción.

De acuerdo al EIA de 1996, la principal variable ambiental a resguardar es el nivel freático en la zona de vegetación, a través del establecimiento de un umbral de reducción de nivel de máximo 25 cm para esa zona. Conjuntamente, fue propuesta entonces una condición ambiental preventiva a la reducción de nivel en la zona de vegetación, que correspondió a la reducción de flujo pasante hacia la zona de vegas en una sección aguas arriba de ella, y por tanto que no la contiene. Tal sección correspondió a la sección de salida del Modelo de flujo utilizado de soporte en el EIA.

De esta forma, en la medida en que la condición preventiva no superase el valor de 6% de reducción del flujo pasante, entonces se resguardaba la condición ambiental principal, que la reducción de nivel en la zona de la vegetación no podría ser superior a 25 cm.

Ahora bien, como se señaló en la tramitación del EIA de 1996, ni la condición principal ni la preventiva podían resguardarse por monitoreo directo. Esto pues la condición principal, reducción de nivel en la zona de la vegetación, podría alcanzarse, según se indica en la evaluación ambiental del 1996, décadas después de la extracción de aguas y por lo tanto requería proyección. El monitoreo directo de nivel en la zona de la vegetación a lo más podría utilizarse para verificar que no se alcanza la condición ambiental principal en el presente.

En el caso de la condición preventiva, considerando por una parte que no es posible técnicamente monitorear directamente el flujo pasante en una sección subterránea (se trata de un flujo subterráneo, distribuido y de muy baja velocidad), y por otra que el máximo efecto sucedería después de la extracción, entonces la reducción de flujo pasante subterráneo se estima y se proyecta a partir del modelo de flujo.

3.1 Condición preventiva para resguardar el umbral de 25 cm

Sobre la base de diversos antecedentes técnicos dispuestos en el EIA del 1996 y la tramitación ambiental, se estableció entonces que la condición de impacto límite, el umbral del 25 cm en la zona de vegetación, no se alcanzaría en la medida en que el

efecto conjunto de la extracción en Negrillar (realizada por CMZ desde 1994) y en Monturaqui (sometida a aprobación con el EIA de 1996) no impliquen una reducción de flujo pasante hacia la zona de vegetación superior al 6%.

El flujo pasante corresponde al aporte del acuífero de agua dulce que alimenta la zona de vegas. Puesto que la extracción afecta el nivel en el acuífero de MNT, entonces se alteran las condiciones que determinan el aporte subterráneo hacia la zona de vegas. Así, el sentido de la condición preventiva es que, si las extracciones no afectan en más del 6% el flujo pasante hacia la zona de vegas, no se alcanzaría entonces el umbral de 25 cm de reducción de nivel en la zona de la vegetación debido a la relación física entre nivel freático en la zona de la vegetación, y flujo subterráneo que descarga a ella. El Modelo de flujo, un instrumento de respaldo de la evaluación ambiental, serviría para simular el efecto de la extracción de CMZ y Escondida en la reducción de flujo pasante.

De esta forma el EIA relacionó el impacto de la extracción con la reducción de nivel en la zona de la vegetación mediante la incorporación de la variable reducción de flujo pasante. La condición preventiva para resguardar el umbral de 25 cm en la zona de vegetación correspondería entonces a la reducción máxima de flujo pasante del 6% en la sección de descarga del acuífero a la zona de vegetación, aguas arriba de ella. Verificar así la condición ambiental preventiva, implicaba la verificación de la condición principal. La Figura 2 presenta un esquema sobre el entendimiento del EIA del enfoque preventivo para resguardar el umbral de 25 cm en la zona de la vegetación de Tilopozo. La sección donde se evalúa la reducción de flujo pasante se encuentra aguas arriba de la zona de vegetación, pues la condición preventiva resulta anterior temporal y espacialmente en relación a la condición principal. Así, el carácter preventivo del EIA está dado por el control de la reducción de flujo pasante hacia la zona de la vegetación de las vegas de Tilopozo, y no por el control de la reducción de nivel en esa zona.

3.2 Condición ambiental principal: Umbral de 25 cm de reducción de nivel en la zona de vegetación

En el EIA de 1996, se definió un valor límite de descenso de nivel freático en la zona de vegetación, correspondiente a 25 cm. Tal valor fue respaldado a partir de una evaluación técnica que buscaba estimar la resistencia de la vegetación hidrófila más importante en abundancia en el sector sur del Salar de Atacama, a una disminución del nivel freático. La evaluación corresponde al "Estudio de la Respuesta al Stress Hídrico de las Plantas del Sector Sur del Salar de Atacama" realizado por el Centro de Ecología Aplicada e incorporado como anexo en el EIA de 1996.

En términos simples, se trató de un estudio para determinar cuanta reducción de nivel freático podrían resistir las especies relevantes de vegetación del borde sur del Salar, en la zona de las vegas de Tilopozo. El muestreo se aplicó en la zona con vegetación dependiente del nivel freático, en las vegas de Tilopozo, en puntos específicos según se indica en el EIA. La conclusión derivada fue una recomendación de que las especies podrían soportar 25 cm de reducción de nivel freático.

Esta recomendación fue tomada por el EIA considerando que la variable de relevancia ambiental para efectos de definir la extracción posible desde el acuífero de Monturaqui sería la reducción de nivel freático en la zona de vegetación en Tilopozo, y el impacto máximo sería entonces el umbral de 25 cm en consistencia con la tolerancia de la vegetación.

En efecto, la conclusión del Capítulo 10 del EIA de 1996, punto 10.4.2.1 sobre la determinación del impacto hidrogeológico máximo aceptable en las vegas de Tilopozo, se construyó con los resultados del estudio de la resistencia de la vegetación, indicando que para los efectos del EIA se considera en forma conservadora que la disminución máxima aceptable del nivel freático en la zona de vegetación en las vegas de Tilopozo, puede ser de 25 cm.

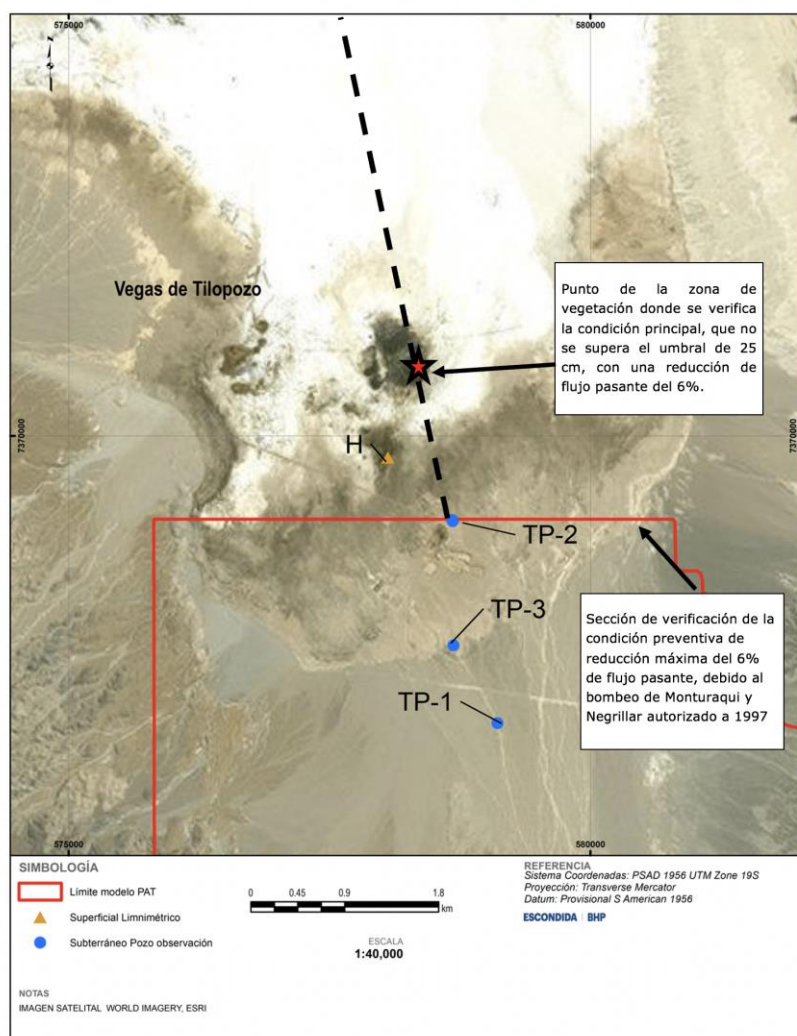


Figura 2. Esquema preventivo planteado en el EIA de 1996.

3.3 Autorizaciones consideradas en la definición de las condiciones ambientales en el EIA de 1996

Las condiciones ambientales impuestas a la extracción desde Monturaqui en la tramitación del EIA de 1996, suponían la existencia de las autorizaciones ambientales de extracción vigentes a la época, de modo que el impacto máximo y las condiciones ambientales se definieron para ese escenario. Así, la evaluación ambiental del EIA de 1996 indicaba que CMZ extraería agua subterránea desde Negrillar, en un monto máximo de 400 l/s, hasta el año 2015, y que Escondida lo haría por 21 años, sumando ambas una extracción menor a 1800 l/s como caudal promedio anual.

Sin embargo, con posterioridad a la evaluación de Escondida el escenario de autorizaciones que le resultó exigible fue modificado, pues se habilitaron nuevas extracciones que afectan las condiciones ambientales que Escondida debe cautelar.

La primera modificación es que el año 1997, solo unos meses después de la aprobación del EIA de Escondida, la Sociedad Chilena del Litio (hoy Albemarle) inició una extracción de agua desde dos pozos próximos a las vegas de Tilopozo, según se muestra en la Figura 3. Esta extracción se mantendría hasta el año 2040 amparada en el permiso ambiental obtenido el año 2016 que implicó la extensión del Proyecto de Rockwood Lithium. Los efectos de esta extracción, por ser posterior a la época de la evaluación, no fueron considerados para la determinación de las condiciones que debe resguardar Escondida.

La segunda variación del escenario de autorizaciones vigentes en 1997 es que CMZ continuó con el bombeo desde Negrillar aun después del año 2015. En este contexto, el año 2019 el Servicio de Evaluación Ambiental² realizó una interpretación del alcance de las resoluciones que regulan la extracción de agua desde Negrillar de la faena Zaldívar (la primera de 1993 y la segunda del 2010), resolviendo que la autorización del bombeo desde Negrillar permitía extracción hasta el año 2025, y no hasta el 2015 como fue considerado en la tramitación del EIA de Escondida de 1996. Los efectos de una extracción desde Negrillar extendida hasta el año 2025 tampoco fueron considerados para la determinación de las condiciones que debe resguardar Escondida.

² La interpretación del SEA respecto del permiso ambiental de la extracción de CMZ en Negrillar no se encuentra firme, pues se encuentra pendiente su impugnación en sede judicial.

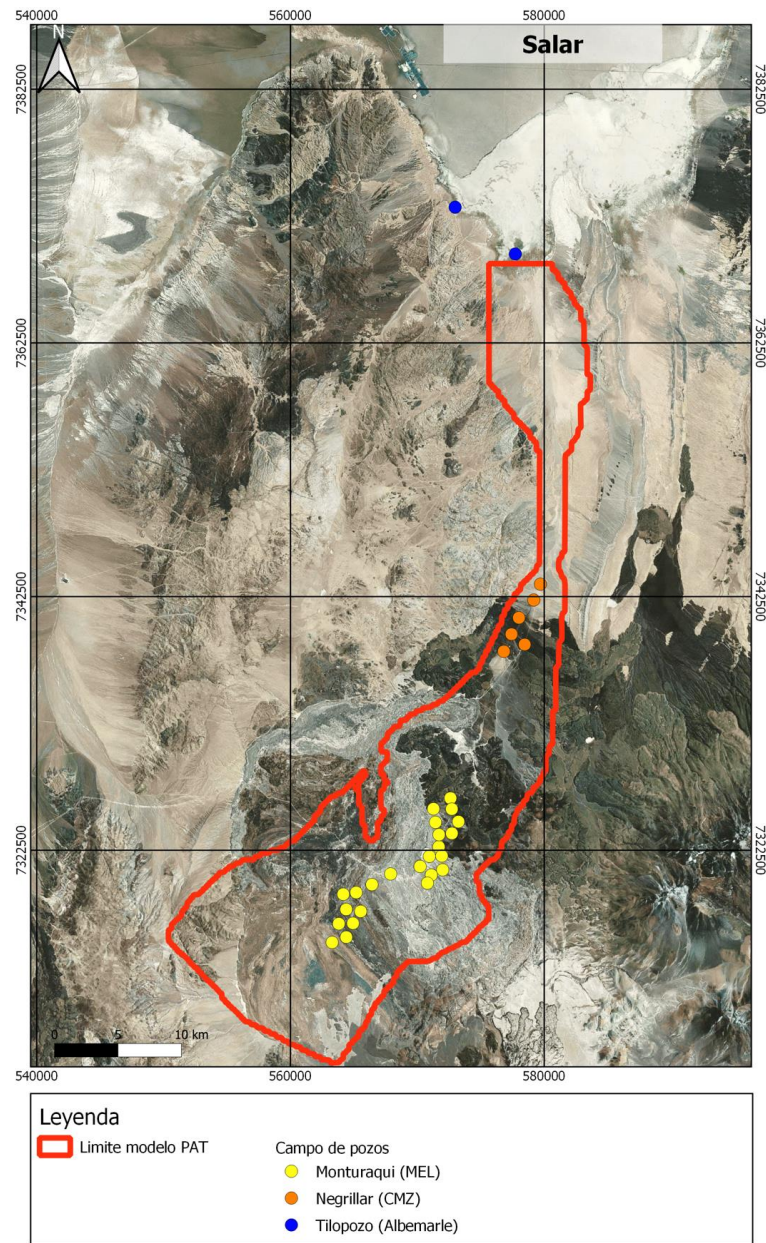


Figura 3. Ubicación de los puntos de extracción en el acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo

4 HERRAMIENTAS TÉCNICAS DISPONIBLES

Las principales herramientas técnicas disponibles para realizar seguimiento de impactos en el acuífero de MNT son el monitoreo de nivel, y los modelos de flujo que se utilizan para evaluar cambios futuros en el nivel de agua subterránea debido a la extracción. A continuación, se describe el tipo de monitoreo de nivel realizado por Escondida en el acuífero de MNT, y los modelos de flujo que ha utilizado para diversos procedimientos administrativos.

4.1 Red de monitoreo de nivel de Escondida en el acuífero de MNT

Escondida opera en la actualidad una extensa red de monitoreo de nivel en el acuífero de MNT. La base la constituye una serie de puntos propuestos en el EIA de 1996, algunos de los cuales se monitoreaban desde antes como parte de compromisos asumidos por Escondida en el marco del otorgamiento de derechos de aprovechamiento. La red propuesta en el EIA de 1996 consolidó el monitoreo existente, y propuso puntos adicionales conformando la red comprometida de la RCA n°1 de 1997 que aprobó el proyecto de extracción de Escondida desde Monturaqui.

Con posterioridad a la aprobación ambiental del proyecto de extracción, puntos adicionales fueron incorporados al monitoreo tanto cuando se dictó el Plan de Alerta Temprana del acuífero de MNT (PAT) del 2001, como a propósito del interés de Escondida de hacer énfasis en el monitoreo en algunas zonas, como por ejemplo la zona de las vegas de Tilopozo. La Figura 4 presenta la red de monitoreo operada por Escondida, diferenciando por tipo de variables, y por origen del punto de monitoreo, pudiendo ser a propósito de la RCA n°1 de 1997, o bien como punto adicional levantado posteriormente, con compromiso de monitoreo³. En términos generales, las variables de nivel monitoreada son de tres tipos:

- Nivel agua subterránea (agua dulce): se trata de puntos de monitoreo ubicados de manera que cubren mayormente la extensión del acuífero de MNT y hasta el borde del Salar de Atacama. Los sectores con mayor densidad de puntos de monitoreo corresponden al campo de pozos de Monturaqui, aguas arriba de la sección donde se controla la condición preventiva de flujo pasante, y la zona de las vegas de Tilopozo.

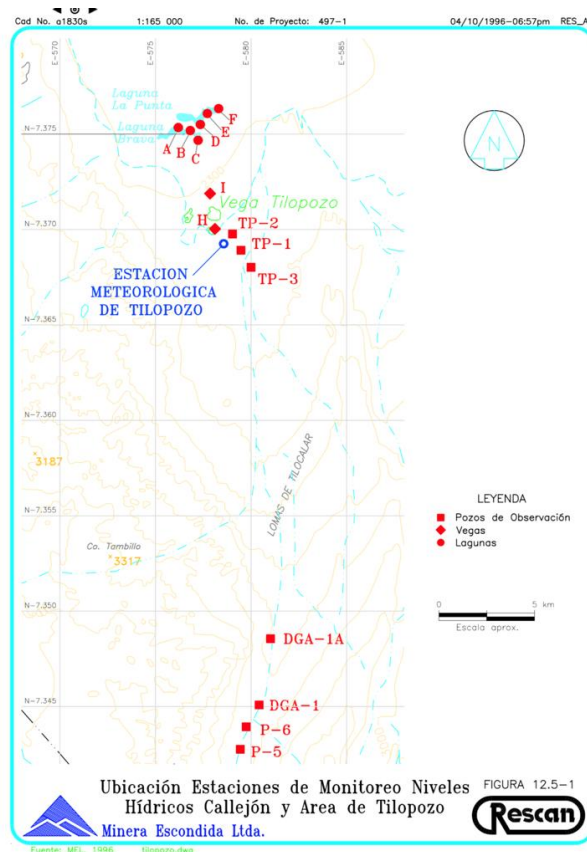
³ El acuífero de MNT, la zona de vegas y lagunas, y el borde sur del Salar, son monitoreados de igual forma por las otras actividades. Entre ellas, CMZ en la zona de Negrilla, y Albemarle en la zona de lagunas y el Salar. Estos puntos de monitoreo no forman parte de la red de Escondida, pero en la medida que se ha dispuesto de la información, Escondida la ha utilizado como parte del análisis y ejecución de su reportabilidad ambiental.

-

13

En efecto, el nivel de agua en la zona de vegas es monitoreado también de forma específica por parte de Escondida. Se trata del punto H y de las punteras TPZ. El punto H es un punto particular en las vegas de Tilopozo, donde existe una manifestación superficial de agua subterránea que aflora debido a condiciones hidrogeológicas locales. Este punto es monitoreado desde 1994, pues derechos de agua que le fueron otorgados a Escondida exigían como condición el monitoreo en esa zona.

A su vez, el punto H fue propuesto por Escondida como parte de la red de monitoreo del EIA de 1996. En efecto, en el capítulo 12 del EIA de 1996 se indicaban ocho puntos de monitoreo en la zona de vegas y lagunas, de los cuales seis se ubicaban en las lagunas y dos en la zona de vegas. Uno de los puntos de la zona de vegas fue el punto H, y en él se debían medir dos tipos de variables: nivel de agua (superficial en el caso del punto H), y una serie de parámetros químicos. Tal monitoreo permitiría registrar potenciales variaciones de los flujos de entrada, y en general cambios en relación a condiciones de línea base. La Figura 5 presenta el monitoreo comprometido en el EIA de 1996, donde se observa la ubicación del punto H.





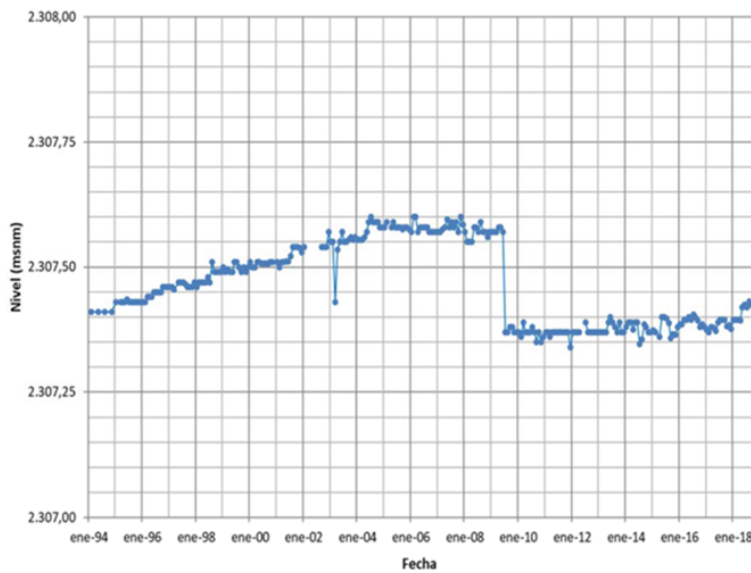


Figura 7. Registro de nivel del punto H informados en el reporte PAT 2018.

Conjuntamente, la serie de nivel de punteras TPZ en la zona de vegas fue incorporada al análisis en el reporte PAT del año 2005. Antes de eso se reportaba en cuanto a nivel en la zona de vegas solamente el nivel en el punto H, planteado como el punto de monitoreo de nivel del humedal, debido a la característica de surgencia superficial. El monitoreo de nivel en las punteras TPZ ha permitido un registro extenso, areal, y representativo de nivel en la zona de las vegas.

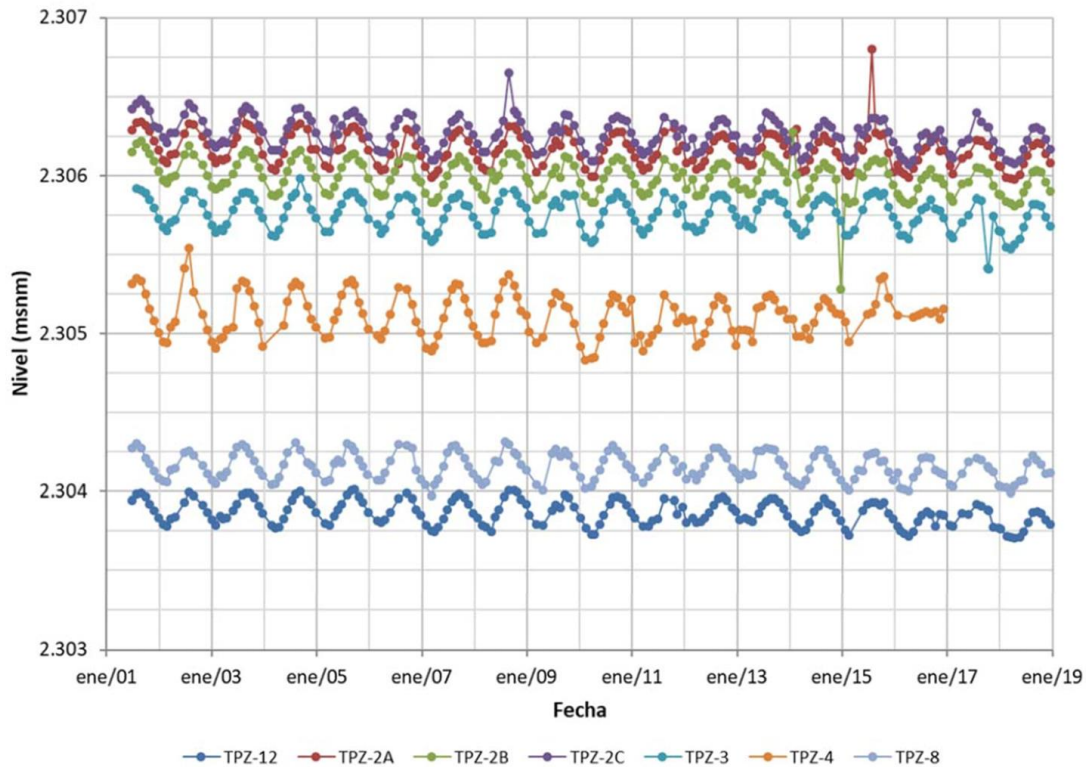


Figura 8. Registro de nivel subterráneo en las punteras TPZ, informado en el reporte PAT del 2018. TPZ-3 está muy próxima al punto H

De esta forma, la información levantada en la red de monitoreo es utilizada por Escondida para diferentes propósitos, entre ellos:

- Mejorar el nivel de conocimiento del sistema: La totalidad de la información de la red de monitoreo se usa para realizar el entendimiento conceptual del comportamiento del sistema, en aspectos de distinta índole como por ejemplo determinar la estacionalidad en la zona de vegas, las características de las lagunas del borde sur, el efecto de recarga en el nivel, el movimiento de la interfase salina, la permeabilidad esperada de las unidades hidrogeológicas, etc.
- Caracterizar el cono de descenso de Monturaqui: El registro de nivel en torno a los pozos de bombeo en Monturaqui permite una definición apropiada de la evolución temporal y espacial del cono de depresión ocasionado por el bombeo local en el campo de pozos de Escondida.
- Evaluar la propagación del efecto de la extracción desde Negrillar y Monturaqui hacia aguas abajo: El registro de nivel en el acuífero de MNT permite una definición apropiada de la evolución temporal y espacial del nivel freático, ocasionada por las extracciones de las diversas actividades.

- Evaluar la representatividad del Modelo de flujo que respalda el PAT, y actualizarlo si fuera necesario, para verificar la condición preventiva de reducción máxima de flujo pasante: El registro de nivel obtenido se utiliza para evaluar la representatividad del modelo de flujo, que es la herramienta definida tanto en el permiso ambiental como en el PAT del 2001, para resguardar la condición preventiva de reducción máxima del 6% de flujo pasante hacia la zona de vegetación.
- Evaluar el cumplimiento de la condición ambiental principal: El registro de nivel en las punteras TPZ en la zona de la vegetación se utiliza para evaluar el efecto del bombeo de las diferentes actividades, y la superposición de tal efecto con el comportamiento natural marcado por la estacionalidad debido a la evaporación desde el nivel somero del acuífero.
- Mantener actualizado otros modelos utilizados para evaluar distintos aspectos en relación a los efectos de la extracción: El registro de nivel obtenido se utiliza para construir y diseñar otros modelos que puedan complementar el análisis y seguimiento de los efectos del bombeo, como por ejemplo el modelo que Escondida utilizó en la evaluación ambiental del Proyecto Monturaqui, ingresado a tramitación el 2017, y luego desistido.

4.2 Herramientas de simulación

Desde la aprobación ambiental de la extracción en Monturaqui, Escondida ha dispuesto de una serie de herramientas de simulación validadas por la Administración del Estado en procedimientos de distinta naturaleza. Estas herramientas en general han servido para diferentes propósitos, como por ejemplo evaluar impactos, hacer seguimiento de ellos, y verificar condiciones ambientales definidas para la extracción. La Tabla 1 presenta un resumen de las herramientas de simulación y los propósitos específicos de cada una de ellas.

Tabla 1. Herramientas de simulación de Escondida reconocidas administrativamente

| Procedimiento | Herramienta de simulación | Observación | Propósito |
|--|----------------------------------|--|--|
| Tramitación del EIA de 1996 | Modelo analítico | | Determinar la condición preventiva límite (6 % de reducción máxima de flujo pasante) que asegura un impacto en la zona de la vegetación menor al umbral de 25 cm en descenso. |
| | Modelo de flujo EIA | | Definir la extracción posible en Monturaqui y Negrillar (de acuerdo a las autorizaciones a 1997) que no comprometa la condición preventiva (reducción máxima de flujo pasante menor al 6%) |
| Diseño del instrumento PAT MNT 2001 | Modelo PAT 2001 | Reemplaza a Modelo de flujo EIA (desde el año 2001) | Resguardar que la extracción en Monturaqui y Negrillar no comprometa la condición preventiva (reducción máxima de flujo pasante menor al 6%) |
| Gestión del PAT MNT | Modelo PAT 2012 | Reemplaza a Modelo PAT 2001 (desde el año 2015) | Resguardar que la extracción en Monturaqui y Negrillar no comprometa la condición preventiva (reducción máxima de flujo pasante menor al 6%) |
| EIA Proyecto Monturaqui año 2017 | Modelo Extendido 2018 | Este modelo fue validado por la DGA como herramienta en el contexto de la evaluación ambiental del proyecto Monturaqui. Sin embargo, este proyecto fue finalmente desistido por Escondida el 2020. | Evaluar directamente y con una única herramienta, el efecto de la extracción en el nivel en la zona de la vegetación, incluyendo las actividades extractivas en el Salar y en la zona de las vegas |

4.2.1 Modelo analítico y Modelo de flujo en el EIA 1996

La condición principal sobre la cual buscaba resguardo el EIA de 1996, el descenso de nivel freático en la zona de la vegetación, requería de la realización de predicciones con herramientas de simulación, esto pues el máximo efecto sería notorio con posterioridad a la extracción que lo genera.

Así, el Modelo de Flujo del EIA de 1996 permitió evaluar la propagación del efecto de la extracción desde Monturaqui y Negrillar, en cuanto a la reducción de flujo pasante subterráneo que se descarga hacia la zona de vegetación del borde sur del Salar. El

Modelo de Flujo del EIA es una representación física del acuífero desde el campo de pozos de Monturaqui hasta la sección donde se controla la reducción de flujo pasante, aguas arriba de la zona de vegetación, en cuanto a dimensiones, características, y recarga, que simula el efecto del bombeo desde los diferentes campos de pozos ubicados en el dominio del Modelo (Monturaqui y Negrillar), en cuanto a nivel y flujo pasante hacia la zona de vegetación.

El dominio de simulación del Modelo de Flujo EIA no comprendía entonces la zona de vegetación, por lo que no tiene la capacidad de predecir nivel en la zona en que se definió el umbral de 25 cm. Considerando esta limitación, en el EIA de 1996 Escondida tradujo el umbral de 25 cm en la zona de vegetación, a una condición límite del 6% de reducción del flujo pasante hacia la zona de vegetación debido a la extracción desde Monturaqui y Negrillar, según se explicó en el capítulo 3. Esto, con el fin de disponer de una condición que pudiese ser resguardada de forma preventiva a la verificación del umbral de 25 cm en la zona de la vegetación.

Tal traducción la hizo con otra herramienta de simulación que incorporó en el EIA de 1996, distinta al Modelo de flujo. Se trató del Modelo Analítico, que simula de forma simple la reducción de nivel en la zona de la vegetación de Tilopozo debido a la reducción de caudal de descarga hacia ella, proveniente del acuífero, considerando la dinámica de descarga y la presencia de la interfase salina. Tal herramienta resuelve numéricamente las ecuaciones de flujo desde la sección de flujo pasante hasta la zona de la vegetación, equilibrando los flujos de agua dulce por sobre la salmuera, pudiendo determinar cuánto puede variar el nivel en un punto en la zona de la vegetación (donde están las vegas) al verse reducida la descarga del acuífero en la sección de flujo pasante.

La Figura 9 presenta la simulación realizada con el Modelo Analítico en el EIA de 1996, presentada en esa oportunidad, en cuanto al impacto en el nivel freático en la zona de vegetación, en un punto en las vegas de Tilopozo ubicado 1,5 km al norte del pozo TP-2, de una reducción del 6% y de 12% de flujo pasante hacia la zona de vegetación.

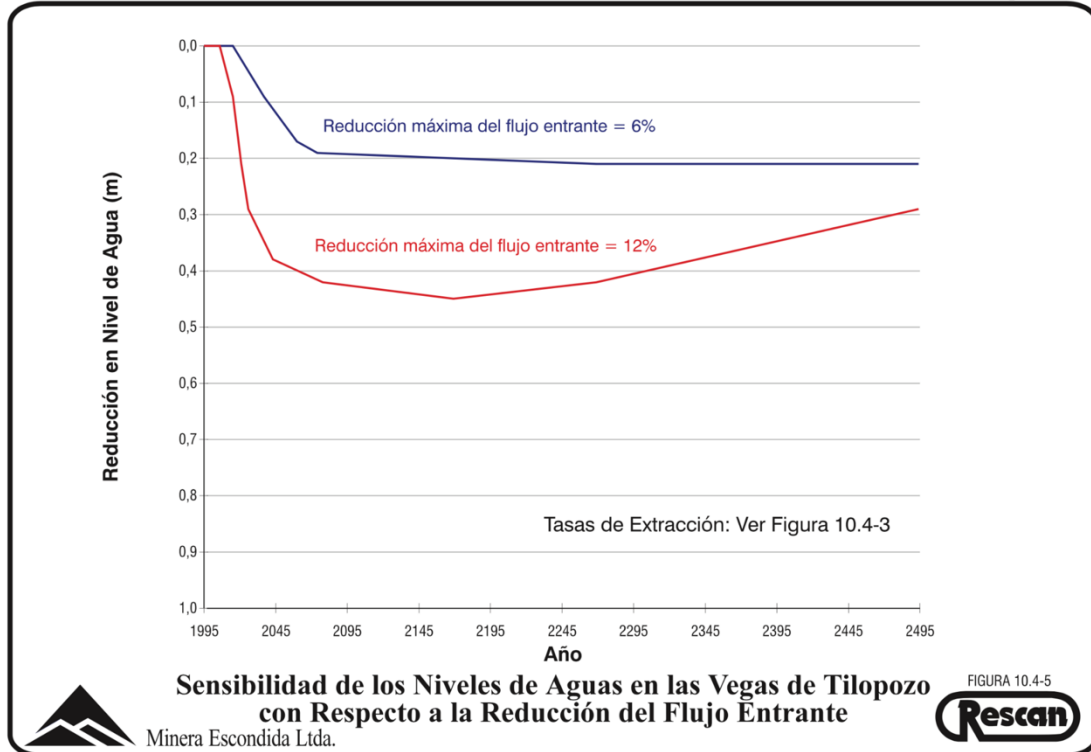


Figura 9. Resultado del Modelo Analítico en el EIA de 1996 (Figura 10.4-5 del EIA de 1996). En azul, máxima reducción de nivel freático en un punto de la zona de vegetación ubicado 1,5 km al norte del pozo TP-2, para un 6% de reducción de flujo pasante subterráneo hacia la zona de vegetación.

Sobre la base de estos resultados, se estableció en el EIA de 1996 que la condición de impacto límite, el umbral del 25 cm en la zona de vegetación, se cumpliría en la medida que el efecto de la extracción no supere el 6% de reducción de flujo pasante hacia la zona de vegetación, la condición preventiva. A su vez, el Modelo de Flujo del EIA serviría para simular el efecto de la extracción de CMZ desde Negrillar, y de Escondida desde Monturaqui, en la reducción de flujo pasante. Si ésta resultase menor al 6%, la reducción de nivel en la zona de la vegetación resultaría entonces menor al umbral de 25 cm.

4.2.2 Modelo PAT 2001 y Modelo PAT 2012

Después de la tramitación ambiental de Escondida iniciada en el año 1996, en el año 2001 se definió un Plan de Alerta Temprana para la extracción de Escondida desde Monturaqui. Tal instrumento sirvió en la práctica para resguardar el impacto de la extracción en los mismos términos planteados en el EIA de 1996. El resguardo se realizaría con las mismas consideraciones metodológicas de tal proceso de evaluación, y consideró lo siguiente:

- Se mantienen válidos los resultados del Modelo Analítico del EIA, en cuanto a que una reducción de flujo pasante máxima del 6% hacia la zona de la vegetación debido al bombeo de CMZ y de Escondida (la condición preventiva), no comprometía superar el umbral de reducción de nivel de 25 cm en la zona de la vegetación (la condición principal).
- Un modelo de flujo que se debía actualizar bajo determinadas consideraciones definidas en el PAT, se utilizaría para propagar el efecto de la extracción desde Monturaqui y Negrillar, y determinar la máxima reducción de flujo pasante hacia la zona de la vegetación, en la misma sección definida en el EIA.
- La gestión del PAT se debía centrar en actualizar anualmente la estimación de reducción de flujo pasante hacia la zona de vegetación, de acuerdo al modelo de flujo vigente y a la extracción total desde Monturaqui y Negrillar.

Con estas consideraciones, el PAT del 2001 reemplazó el modelo Modelo de Flujo EIA por el Modelo PAT 2001. Se trata de herramientas de la misma naturaleza, en que la más reciente suponía una actualización de la anterior.

Luego en el año 2015, y en los mismos términos que el EIA de 1996, la DGA aprobó una nueva actualización del modelo de flujo utilizado para gestionar el PAT, según lo permitía el propio instrumento, disponiendo entonces que la herramienta actualizada, el Modelo PAT 2012, reemplazaría a la anterior, el Modelo PAT 2001. Todos los modelos utilizados en el PAT, consideraban el mismo dominio que el Modelo de Flujo EIA, y no tenían capacidad de predecir nivel en la zona de vegetación.

4.2.3 Modelo Extendido 2018

A propósito de la presentación en el año 2017 del EIA del Proyecto Monturaqui, Escondida dispuso de una nueva herramienta de simulación, denominada Modelo Extendido 2018. A diferencia de los modelos de flujo del EIA y del PAT, el Modelo Extendido 2018 considera un dominio amplio hasta el Salar, lo que permite entonces capacidad predictiva del efecto de las utilidades del acuífero y del Salar en el nivel en la zona de la vegetación. Este modelo fue validado durante dicho proceso de evaluación por los organismos técnicos competentes, sin perjuicio de que el Proyecto fue finalmente desistido en 2020. Este Modelo Extendido 2018 es también referenciado por la SMA en su formulación de cargos a Escondida.

El Modelo Extendido 2018 es un modelo numérico hidrogeológico acoplado con un modelo de densidad variable para aproximarse al Salar, que representa la totalidad del acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo desde el sector sur del campo de pozos de Monturaqui hasta el canal de disolución en el límite con el Salar. Permite la representación de los niveles y descensos en todo el acuífero incluido el sector de vegas de Tilopozo, hasta el norte de las lagunas de Tilopozo. Considera las diferentes actividades extractivas del salar y del acuífero, e incluye los procesos de evaporación.

En la Figura 10 se muestra el límite del modelo extendido, los campos de pozos y el perfil del modelo de densidad variable con el que se incluyen las actividades del Salar.

El Modelo Extendido 2018 no vino a reemplazar al Modelo PAT 2012; en efecto el PAT siguió reportándose con el Modelo PAT 2012. Se trata de una herramienta complementaria, utilizada con el propósito de cuantificar impactos en el nivel freático a propósito del EIA del Proyecto Monturaqui, ya que debido a la representación física que realiza, permite proyectar comportamiento del nivel en la zona de la vegetación considerando las actividades extractivas en el Salar y en los pozos de extracción de Albemarle próximos a las vegas de Tilopozo.

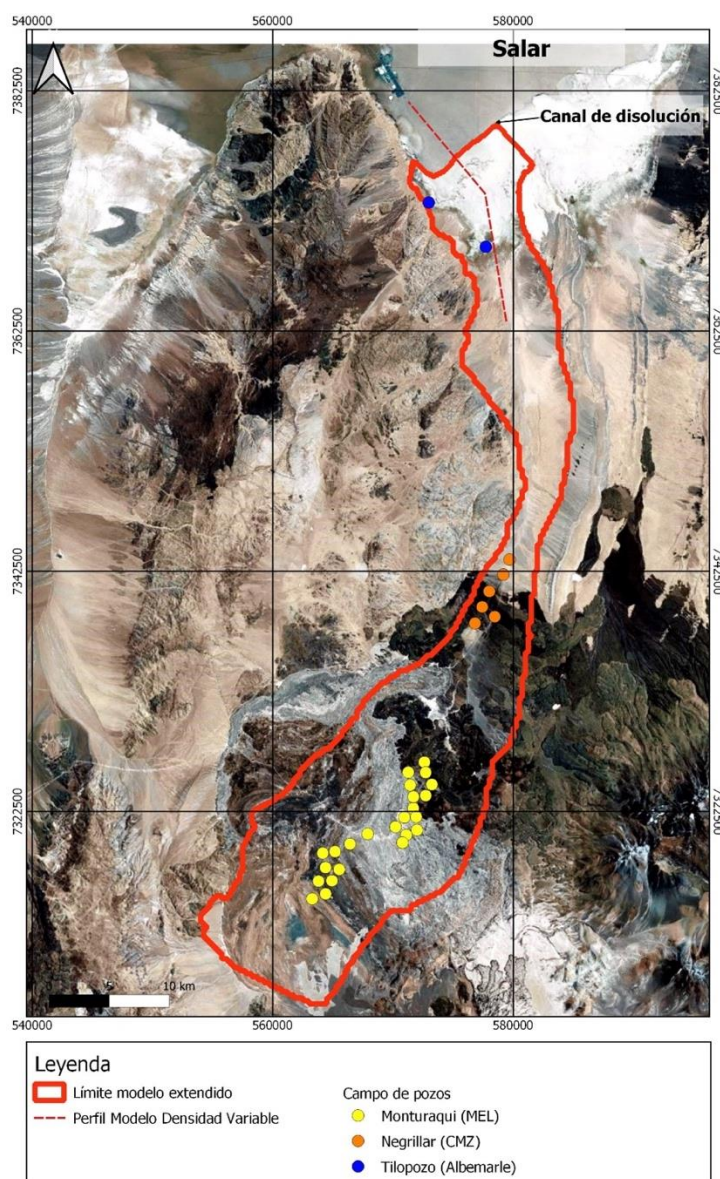


Figura 10. Dominio Modelo Extendido 2018.

En este capítulo se estima la reducción observada de nivel en la zona de las vegas de Tilopozo, a partir del registro de nivel en las punteras TPZ, puntos de la red de monitoreo de nivel de Escondida según se describe en el capítulo 4.1. De acuerdo con la reducción observada, se verifica que, habiendo Escondida cesado la extracción desde Monturaqui, en la actualidad no se ha superado el umbral de máximo descenso en nivel de 25 cm, definido como condición ambiental principal según se explica en el capítulo 3.

El registro de nivel en las punteras TPZ es dominado por la variabilidad estacional debido a la influencia de la evaporación. Por lo tanto, para estimar la reducción de nivel en términos tendenciales se requiere remover la variabilidad estacional de la serie de nivel, determinando el descenso a partir del nivel de referencia en la puntera, que corresponde al nivel en la condición anterior a la afectación del bombeo.

A modo de ejemplo, la Figura 11 presenta el registro de nivel en la puntera TPZ-12. Según se aprecia, en esta puntera la estacionalidad es de casi 25 cm, lo que quiere decir que por el solo hecho del comportamiento natural del nivel en ese punto puede variar dentro de un mismo año, en un valor similar al umbral de 25 cm. La misma Figura presenta la serie resultante como tendencia de largo plazo, habiendo removido del registro original la variabilidad estacional, al igual que el nivel de referencia en el punto. Según se puede calcular de los datos, el descenso acumulado a septiembre del 2019 en TPZ-12 es de aproximadamente 8,7 cm. A su vez, el descenso es sobretodo notorio a contar del período 2012-2014, pues se aprecia en la curva de tendencia de largo plazo un aumento de la tasa de descenso a contar de entonces.

Siguiendo un procedimiento similar en la totalidad de las punteras TPZ presentadas en la Tabla 2, se observa en ellas el valor de descenso acumulado por sobre la variabilidad estacional de cada punto, a partir de su nivel de referencia, según se indica en la misma Tabla. La puntera TPZ-12, utilizada de ejemplo, es la que registra mayor descenso. Mientras que la serie de punteras TPZ-13, las más distantes hacia el norte de las vegas de Tilopozo según se aprecia en la Figura 6, son las que menor descenso registran, siendo este inferior a 1 cm.

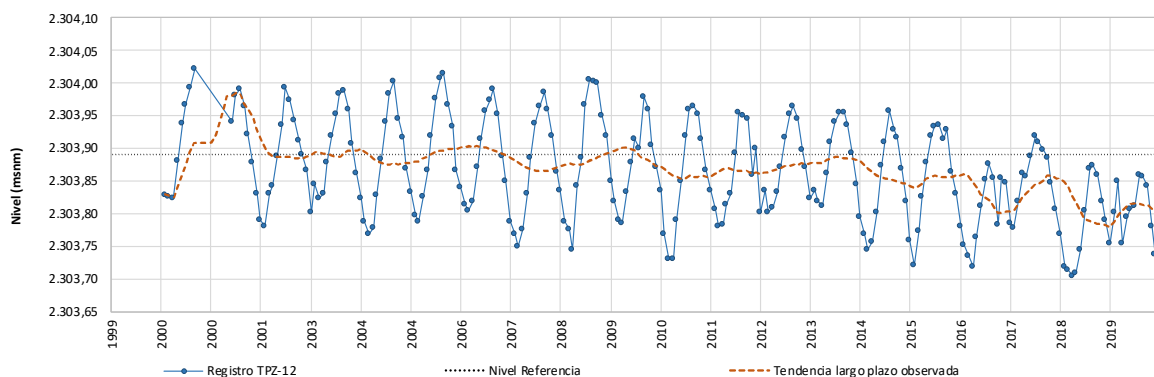


Figura 11. Registro de nivel en la puntera TPZ-12. Nivel de referencia y serie de nivel de tendencia de largo plazo.

Tabla 2. Descenso observado en las punteras TPZ, en la zona próxima a las vegas de Tilopozo.

| Puntera | Descenso total (cm) |
|----------------|----------------------------|
| TPZ-2A | -5,0 |
| TPZ-2B | -4,1 |
| TPZ-2C | -4,0 |
| TPZ-3 | -3,2 |
| TPZ-12 | -8,7 |
| TPZ-8 | -4,3 |
| TPZ-6 | -1,5 |
| TPZ-5B | -4,5 |
| TPZ-9B | -3,1 |
| TPZ-9C | -3,2 |
| TPZ-10 | -5,6 |
| TPZ-7B | -5,1 |
| TPZ-1A | -2,4 |
| TPZ-1B | -1,9 |
| TPZ-1C | -1,2 |
| TPZ-13O | -0,8 |
| TPZ-13C | -0,8 |
| TPZ-11A | -2,6 |
| TPZ-11B | -3,1 |
| TPZ-11C | -3,4 |

Por lo tanto, en la actualidad se puede verificar el cumplimiento del umbral de 25 cm definido para la condición principal de reducción de nivel freático en la zona de la vegetación, a partir del registro de las punteras TPZ. Esto pues en ninguno de los puntos de monitoreo de nivel en la proximidad de la zona de la vegetación en las vegas de Tilopozo, se aprecia un descenso de nivel que desborde el umbral de 25 cm.

En este capítulo se analiza la respuesta del acuífero de MNT a la extracción que ha realizado Escondida desde Monturaqui, en cuanto al tamaño y al alcance del efecto de tal extracción. La respuesta se analiza a partir de los datos de monitoreo, conceptualmente, y partir de simulaciones realizadas con el Modelo Extendido 2018, explicado en el capítulo 4.2.3. El objetivo es diferenciar el efecto en el nivel de la extracción desde Monturaqui en relación a la de Negrillar, por una parte, y evaluar si el efecto de la extracción de Escondida ha alcanzado la zona de las vegas de Tilopozo, por otra.

6.1 Efectos parciales de la extracción desde Monturaqui

El bombeo desde Monturaqui y Negrillar ha generado conos de depresión que se han propagado por la extensión del acuífero. El análisis del monitoreo de nivel en el acuífero de MNT permite diferenciar ambos conos de depresión, en particular a partir del registro de nivel de los puntos marcados en rojo en la Figura 12.

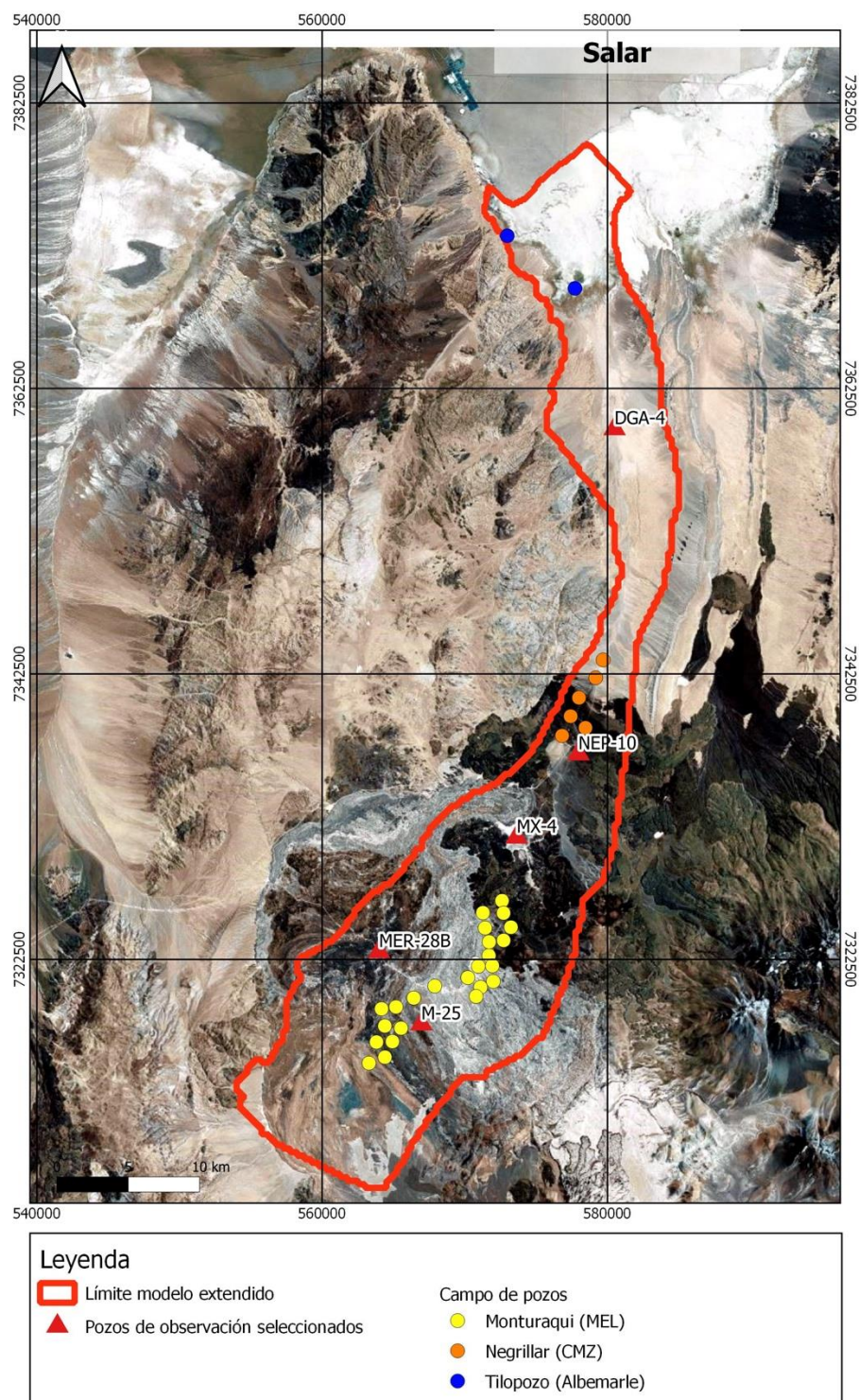


Figura 12. Ubicación pozos de control seleccionados

El bombeo de Escondida generó un cono de depresión del orden de 20 a 30 m en el sector central del campo de pozos de Monturaqui, el cual se ha expandido progresivamente a lo largo del tiempo. Este comportamiento es notorio en el registro de nivel. La Figura 13 presenta los hidrogramas medidos de dos pozos del sector de

Monturaqui, en la ubicación indicada en la Figura 12. El pozo M-25 se ubica al centro del campo de pozos de Monturaqui, mientras que pozo MER-28B se ubica aproximadamente 5 km al Noroeste del campo de pozos de Escondida.

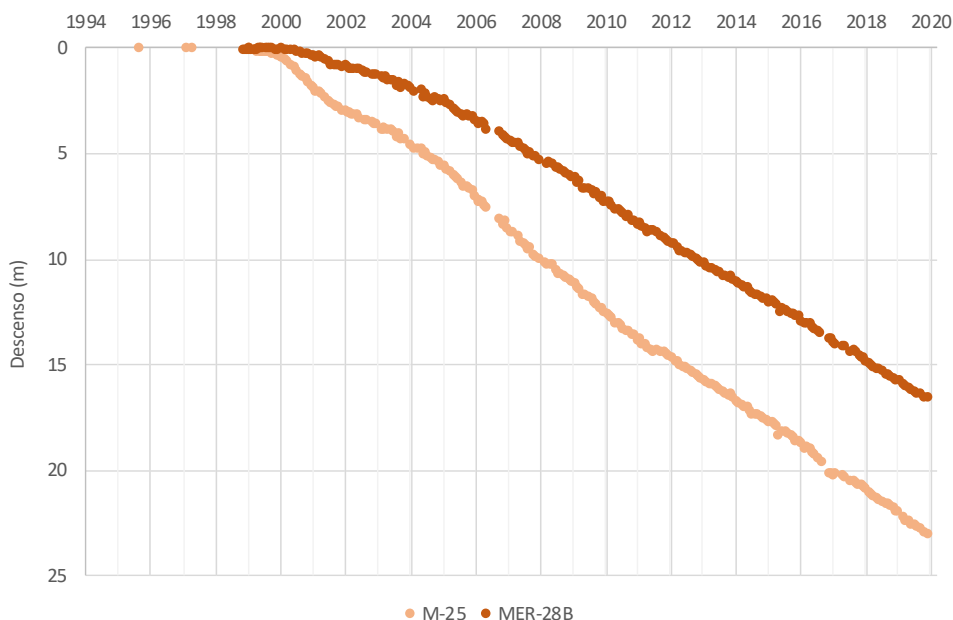


Figura 13. Hidrogramas medidos en pozos del sector de Monturaqui

Según se ve en la Figura 13, el descenso en el centro del campo de pozos de Monturaqui comenzó junto con el inicio del bombeo a fines del año 1998. A su vez, para el pozo MER-28B el descenso fue notorio a contar del año 2000, o sea dos años luego de iniciado el bombeo, y a una tasa de descenso menor en relación a la observada en el centro del bombeo.

Este comportamiento notorio en el registro, indica un rasgo de la propagación del cono de depresión: se propaga a una determinada velocidad, velocidad que está controlada fundamentalmente por el caudal total de bombeo y por las características del medio poroso; y en las zonas marginales del cono la tasa de descenso puede ser menor que en el centro. Así, el cono de depresión debido a la extracción de Monturaqui será notorio en pozos distantes con posterioridad al inicio del bombeo, a menor magnitud, y a menor ritmo de descenso que lo observado en el propio campo de pozos de Escondida.

Por su parte, en la zona de Negrillar, el acuífero presenta un marcado estrechamiento en relación al sector de Monturaqui, según se aprecia en la Figura 12, lo cual genera que el cono de depresión inducido por este bombeo haya tenido limitado espacio para expandirse en sentido Este – Oeste. La Figura 14 presenta el hidrograma medido del pozo NEP-10 ubicado justo aguas arriba del campo de pozos de Negrillar, el cual muestra que el descenso en el entorno de este centro de bombeo, a la entrada de Negrillar, ha alcanzado actualmente un valor superior a los 12 m. En este pozo, la

tendencia de descenso comenzó en el año 1995, junto con el inicio del bombeo en Negrillar, tres años antes del inicio del bombeo en Monturaqui.

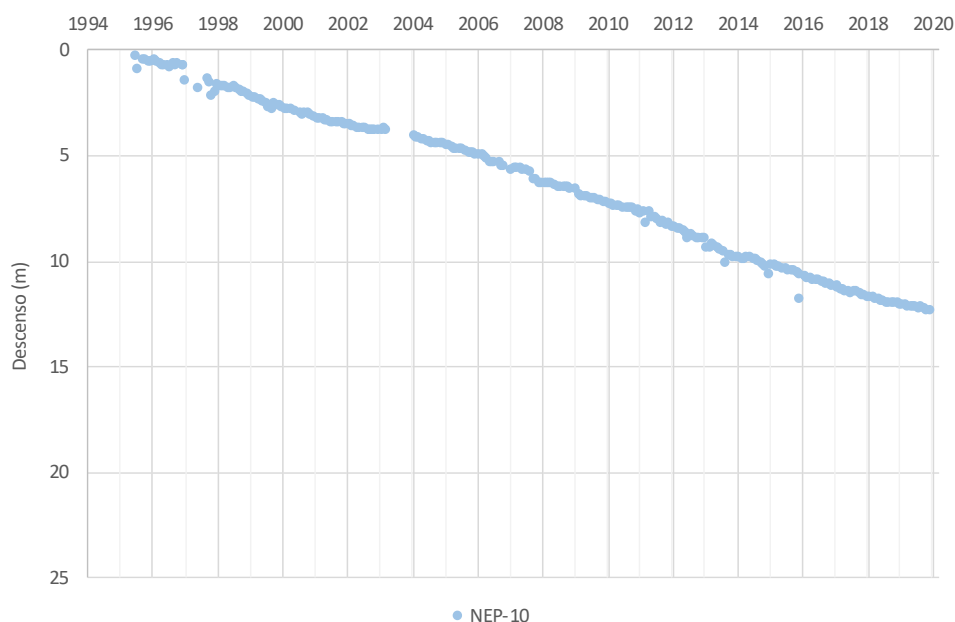


Figura 14. Hidrograma pozo NEP-10 a la entrada del sector de Negrillar

La propagación de los dos principales conos de depresión, en Monturaqui y Negrillar, fuera de los propios sectores de bombeo respectivos, puede evaluarse a partir del registro en MX-4, punto que se ubica entre Monturaqui y Negrillar (ver Figura 12), en el sector denominado Roca Volcánica, y en el pozo DGA-4A el cual se ubica agua abajo de Negrillar en dirección a Tilopozo (ver Figura 12). En la Figura 15 se presentan los hidrogramas de ambos puntos.

Se observa que el descenso del pozo MX-4 comenzó en el año 2000 y a la fecha acumula un descenso total levemente superior a 5 m, valor que es menor al descenso medido del orden de 12 m a la entrada del sector de Negrillar, según se registra en NEP-10 (Figura 14). Así, considerando que el pozo MX-4 se encuentra aproximadamente 10 km aguas arriba de Negrillar, de los 12 m de descenso registrados en NEP-10, menos de 5 m puede ser atribuido a la propagación del descenso ocasionado por el bombeo de Monturaqui.

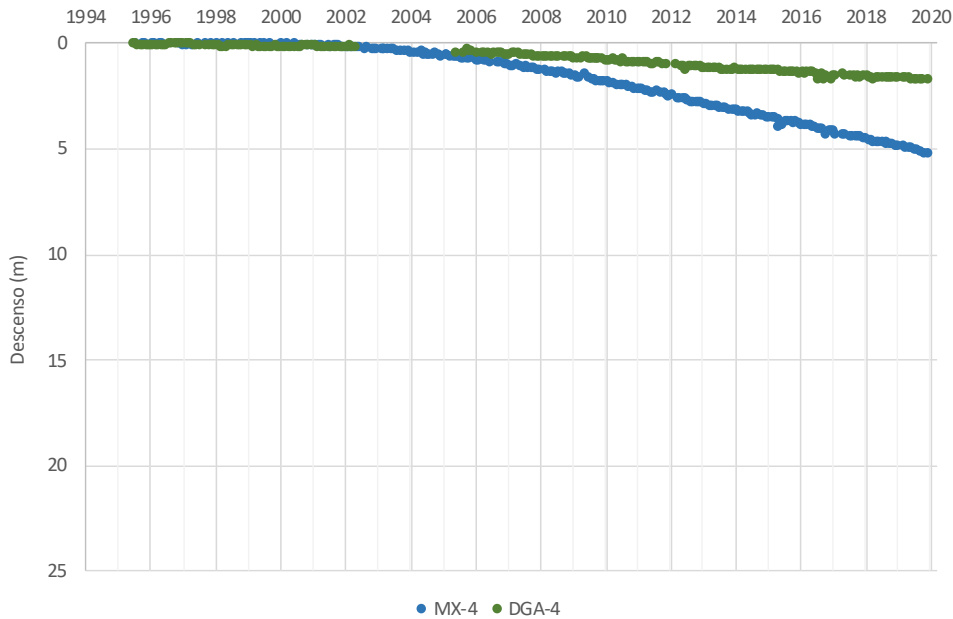


Figura 15. Hidrogramas pozos MX-4 y DGA-4

De esta forma, el descenso observado en Negrillar, y desde este sector hacia el Norte, es mayormente generado por el bombeo desde el propio Negrillar. Así, si bien resulta evidente que los descensos del sector de Monturaqui son producto del bombeo efectuado en el propio sector por parte de Escondida, a medida que se avanza hacia el Norte, el efecto de Monturaqui disminuye progresivamente, al punto que el efecto del bombeo desde Negrillar resulta en la actualidad de mayor relevancia desde el sector de Negrillar hacia el Norte. Esto, pues el efecto de Monturaqui queda limitado como peor caso, a un máximo de 5 m aguas arriba del campo de Negrillar. Buena parte del efecto piezométrico de la extracción de Escondida se encuentra contenido en la proximidad del centro de bombeo.

6.2 Ubicación del efecto de Escondida

Para determinar el alcance del efecto de la extracción de Monturaqui, en complemento a la diferenciación de los conos de depresión presentada en el punto anterior, se analizan a continuación los resultados de simulaciones realizadas con el Modelo Extendido 2018 del efecto piezométrico de la extracción real en los mismos puntos analizados en la sección anterior. Ambos análisis en conjunto permiten demostrar que en la actualidad los efectos de la extracción de Escondida no pueden ser notorios en la zona de vegetación, y que de hecho el alcance del efecto de Escondida no ha llegado más allá del pozo DGA-4 según se indica en la Figura 12.

Para poder separar el efecto de cada campo de pozos, se consideraron dos escenarios de simulación para el Modelo Extendido 2018: con el bombeo de todos los usuarios, y con el bombeo solo de Escondida. Por la ubicación de los pozos analizados en el punto anterior y presentados en la Figura 12, la diferencia de los resultados entre la condición de todas las extracciones y de solo bombeo de Escondida, es equivalente al

efecto exclusivo de la extracción desde Negrillar, esto, asumiendo que el bombeo de Rockwood genera efectos locales en Tilopozo y por lo tanto, no afecta a los pozos analizados.

Los resultados en cuanto a descenso proyectado derivados de la simulación con el Modelo Extendido 2018 para ambos escenarios, para los pozos presentados en la Figura 12, se presentan en la Figura 16 para el pozo MER-28B (en el sector de Monturaqui), Figura 17 para el pozo MX-4 (ubicado entre Monturaqui y Negrillar), Figura 18 para el pozo NEP-10 (ubicado a la entrada de Negrillar desde aguas arriba) y Figura 19 para el pozo DGA-4 (ubicado aguas abajo de Negrillar).

Según se observa, los resultados obtenidos con el Modelo Extendido 2018 precisan y ratifican el análisis conceptual a partir del registro, en el sentido que:

- En el sector de Monturaqui, la totalidad del efecto de descenso en el acuífero es generado por el bombeo del campo de pozos de Monturaqui. Eso se nota pues en el pozo MER-28B, no hay diferencia en el descenso entre el escenario de todos los usuarios, y el escenario que considera solo la extracción de Escondida.
- En la zona ubicada entre Monturaqui y Negrillar, es notorio el efecto de ambos conos, pues el efecto de Negrillar se nota aguas arriba de ese campo de pozos. Así, en el pozo MX-4, aproximadamente el 90% del descenso total correspondería al efecto del cono de depresión de Monturaqui y el 10% restante correspondería a descenso inducido por el bombeo desde Negrillar en dirección sur, hacia Monturaqui.
- El efecto de la extracción desde Monturaqui es notorio en la zona del campo de pozos de Negrillar varios años después del inicio de la extracción de Escondida. Su aporte relativo al descenso, es mucho menor que el de la extracción desde el propio Negrillar. Así, por ejemplo, en el pozo NEP-10, el efecto del bombeo de Monturaqui es notorio a partir del año 2008 y a diciembre de 2019 representa una fracción menor del descenso total, equivalente aproximadamente a un 7%.

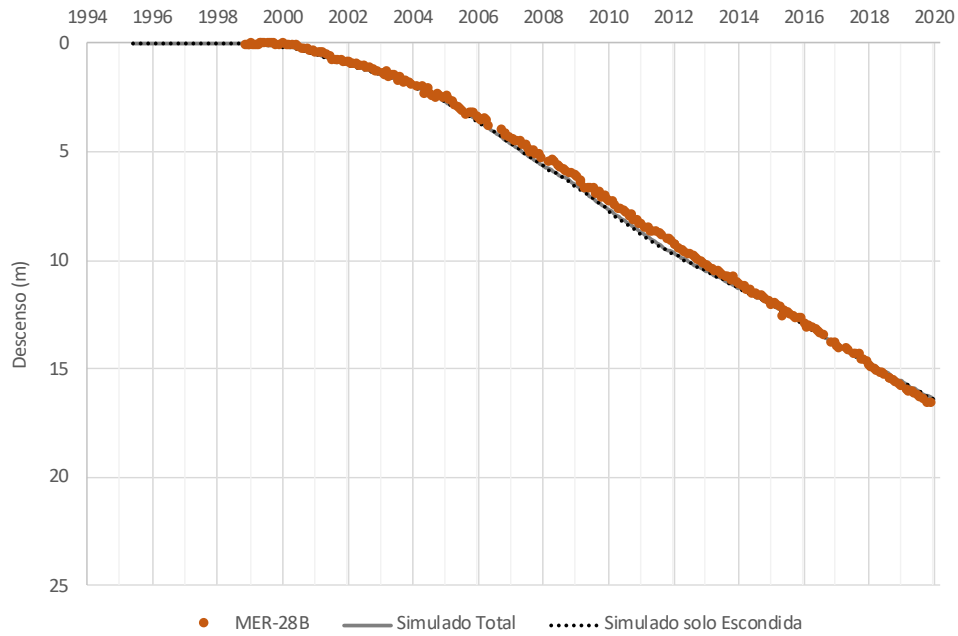


Figura 16. Niveles simulados para pozo MER-28B (sector de Monturaqui)

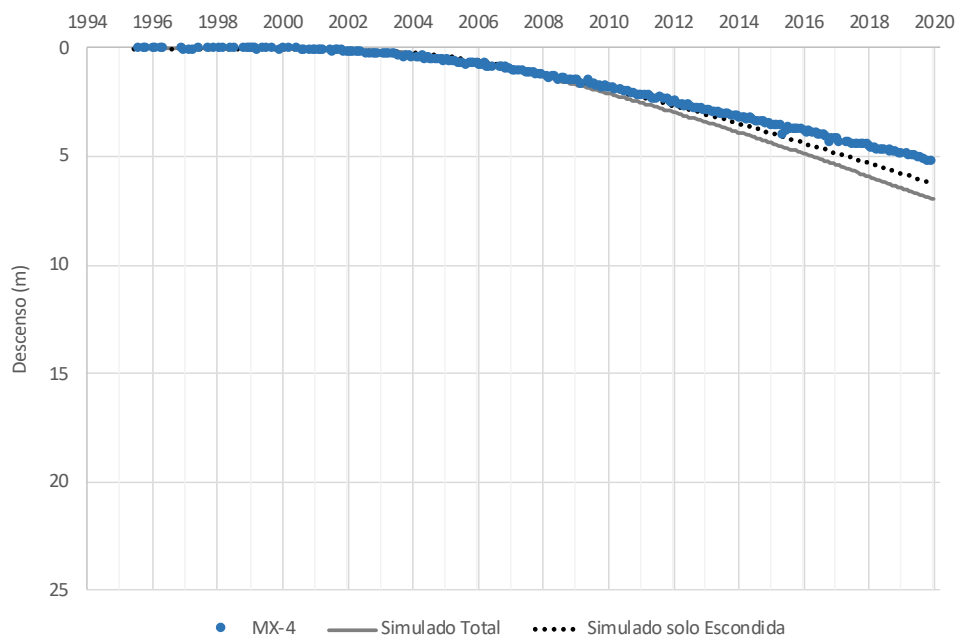


Figura 17. Niveles simulados para pozo MX-4 (ubicado entre Monturaqui y Negrillar)

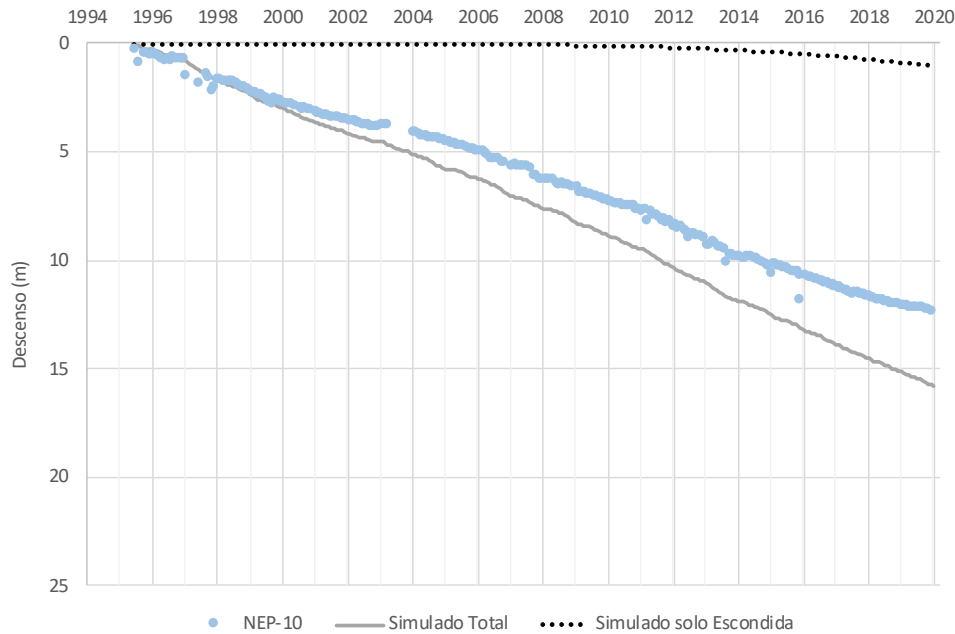


Figura 18. Niveles simulados para pozo NEP-10 (ubicado a la entrada de Negrillar, aguas arriba de ese campo de pozos)

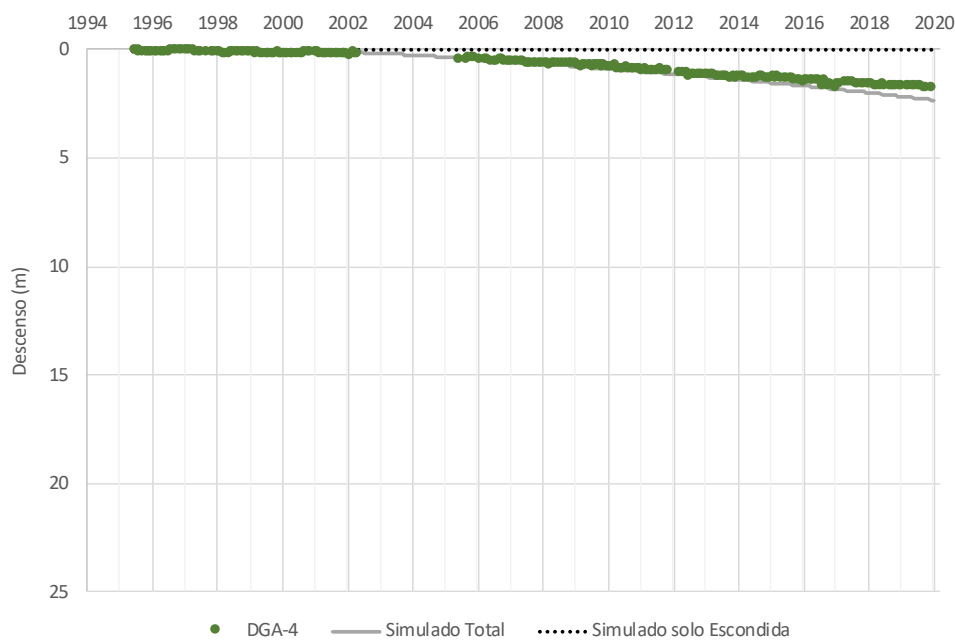


Figura 19. Niveles simulados para pozo DGA-4 (ubicado aguas abajo de Negrillar)

De esta forma, el aporte actual de la extracción de Escondida a la reducción de nivel aguas abajo de Negrillar va disminuyendo de tal forma que en la zona del pozo DGA-4 no hay participación de la extracción de Escondida en el efecto piezométrico. Siendo así, el borde del cono de depresión generado exclusivamente por el bombeo

desde Monturaqui se encontraría entre Negrillar y el pozo DGA-4, con lo que el efecto de la extracción de Escondida resulta en la actualidad notorio hasta no menos de 9 km aguas arriba de la zona de las vegas de Tilopozo, donde se encuentra el pozo DGA-4. En consecuencia, la extracción que realizó Escondida en Monturaqui no ha tenido reflejo en el efecto piezométrico actual que podría apreciarse en la zona de la vegetación, según se indica en el capítulo 5. Por la misma razón, el efecto de la extracción de Escondida tampoco ha tenido reflejo en la zona en que se ubican los pozos TP-1, TP-2, TP-3 y SAT-2/D6. En efecto, el pozo SAT-2/D6, el más distante de ellos de la zona de la vegetación, se encuentra más de 5 km aguas abajo del pozo DGA-4.

ESTE INFORME FUE REALIZADO POR PEDRO RIVERA IZAM
A PETICIÓN DE MINERA ESCONDIDA LTDA.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large 'O' followed by a stylized '2' and a checkmark-like flourish.