

es más bien el registro de una medición geológica. Esta fotografía científica es una referencia para medir el futuro potencial del calor subterráneo, ilustrando el comportamiento del vapor. La presencia del vapor fluyendo permite argumentar al autor el potencial del calor para ser transformado en energía eléctrica. Sin embargo, en el texto del informe—dónde esta imagen se encuentra publicada—es posible notar que el principal interés científico es entender la presencia inestable del vapor. Las variaciones de su aparición en la superficie desestabilizan las posibilidades de una futura central de energía eléctrica. La imagen del vapor no sólo sugiere la presencia del calor subterráneo, sino también su intermitencia y los recorridos fuera de la vista humana.

Las primeras exploraciones con un foco geotérmico y con un interés en la producción de energía eléctrica fueron realizadas a comienzo del siglo XX en el norte de Chile en este sitio. El siguiente capítulo se centra en las historias de estas exploraciones durante el siglo XX, analizando el estudio del subsuelo por medio del vapor, la perforación de pozos y el abandono de los futuros geotérmicos en este lugar.

2.1 Historias de pozos: Perforando y midiendo el vapor del Tatío

Produciendo evidencia a raíz del vapor, la ausencia del vapor a ciertas horas del día desestabilizó los imaginarios de una fuente potencial de electricidad. Si bien el vapor, permitió la imaginación de los futuros de esta energía desde la superficie, su intermitencia los volvió inestables. Volviendo a la fotografía, el chorro del vapor da la apariencia de ser uno de los géiseres del Tatío en erupción. Sin embargo, Brügger en su informe señala que se trata de un chorro de agua y vapor saliendo continuamente fruto de la perforación de un sondeaje. Este rasgo en el paisaje que el geólogo busca retratar es fruto de una intervención tecnológica y humana. En su relato, este vapor es nombrado como *El géiser del sondeaje*¹.

Esta perforación fue realizada por ingenieros italianos antes de 1923, quienes visitaron la zona contratados por *la sociedad privada Comunidad de El Tatío*

1 Un sondeaje es una tecnología que permite acceder al subsuelo desde la superficie. Se trata de una perforación de diámetro pequeño, pero que puede alcanzar gran profundidad.

formada en Antofagasta por la comunidad italiana de la ciudad². El informe *Larderello SpA: Ufficio Geológico* es un registro de estas exploraciones escrito por Ettore Tocchi en 1923. Este documento hasta el día de hoy circula en el departamento de geología de la Universidad de Chile y es citado en artículos científicos como evidencia de la primera aproximación a los futuros geotérmicos de la zona, además de ser un trabajo pionero (Morata, 2014; Lahsen et al., 2005).

El interés particular de estas exploraciones fue estudiar los potenciales geotérmicos con el fin de producir electricidad para la industria minera, contratando a ingenieros de la zona de Larderello en la Toscana Italiana. En esta región, en 1818, comenzó a ser utilizado el vapor del agua termal para explotar el ácido bórico. Sin embargo, a partir de los descubrimientos atribuidos al Príncipe Piero Ginori Conti, en 1904 por primera vez se logró usar el vapor como fuente de energía para la producción de electricidad. De esta manera, Larderello pasó a ser un referente mundial para el desarrollo tecnológico de la geotermia (Cataldi, Hodgson & Lund, 1999). A partir de aquellos años se comenzó a producir un desarrollo industrial geotérmico en la Toscana. Esto también llevó a la generación de conocimientos técnicos y estudios de laboratorio en la materia. Por esta razón se contrataron los servicios de expertos de esta zona de Italia para explorar los futuros geotérmicos en la cordillera del Desierto de Atacama.

En estos documentos es posible apreciar como los potenciales geotérmicos del Tatio comenzaron a ser evaluados y leídos desde las características del paisaje de Larderello. Entre los métodos empleados para evaluar los futuros geotérmicos se utilizó la comparación de componentes geológicos, temperatura, presión o recargas de agua entre estos dos sitios. La manera de argumentar los futuros del Tatio fue utilizando a Larderello como horizonte. Como el ingeniero italiano Tocchi escribe en las últimas líneas de su informe sobre el Tatio: “El aspecto grandioso de los fenómenos, en la extensión del terreno activo, es al menos 5 veces superior a la de Larderello”³ (1923:29).

-
- 2 Luego del fin de la Guerra del Pacífico en 1884 y la firma del tratado de paz, estos territorios pertenecientes al llamado *departamento litoral* boliviano fueron anexados a Chile en 1904. A partir de los primeros años del siglo XX se empezó a cultivar el interés por los recursos geotérmicos con el fin de producir electricidad para el desarrollo de la industria minera. En 1917, miembros de la colonia italiana de Antofagasta crearon la organización de la explotación *Comunidad Preliminar de El Tatio* (Historia de la Ley de geotermia, 2000) iniciando exploraciones geotérmicas.
 - 3 Traducción propia al español de la frase original en italiano: “Aspetto grandioso del fenómeno, dalla estensione del terreno attivo, almeno quintupla di quella di Larderello”.

La manera específica para medir los potenciales del subsuelo fue orientándose por el vapor. La forma en que los ingenieros italianos estudiaron el vapor fue llevando a cabo prácticas de medición utilizadas también en Lardere-llo, condensando el vapor en un serpentín de cobre (estañado internamente) introducido en el orificio de la surgencias, midiendo posteriormente la presión, temperatura y composición geológica del agua. Conociendo la composición química de las condiciones del subsuelo lograron en aquellos años obtener información para evaluar si estas favorecía o no el desarrollo de esta forma de energía. Estas prácticas de medición quedaron registradas en el informe de Tocchi. Pero su interés principal era observar el vapor emanando fruto de perforaciones directas, base fundamental para su forma de exploración. La creación de estos pozos fue señalada como el único método realmente confiable y seguro para saber el potencial geotérmico real.

El grupo de Tocchi tuvo que esperar largos períodos de tiempo para que la maquinaria lograra ascender hasta la altura de los géiseres y lograr perforar. El proyecto sufrió enormes retrasos debido a nieves y condiciones climáticas frías, que dificultaron la construcción del camino para subir las máquinas de sondaje a la alta montaña. Una vez que las infraestructuras de perforación llegaron al sitio, Tocchi describe su descenso perforando el subsuelo. En este relato llama la atención un evento que ocurre al alcanzar una mayor profundidad. Primero se escucha un ruido, luego sale el agua del sondaje que se ingresó por la perforación, y finalmente, un jet de vapor y agua, irrumpiendo con gran violencia. Esto se produce fruto del encuentro con la fuente de agua al llegar a los 50 metros, emanando en forma de chorro.

En estos informes también es posible encontrar sueños e imaginaciones sobre los futuros geotérmicos del lugar por parte de los ingenieros italianos, quienes ascendieron hacia las alturas del Tatio motivados por la voluntad de proveer de electricidad a las industrias de la provincia. Contemplando el fenómeno, imaginaron cómo electrificar el paisaje. Como relata el Ingeniero italiano Domingo Mongillo en un documento no publicado sobre su visita al Tatio en 1924 citado en el informe de Brüggén:

Escuchando el característico ruido del vapor, soñé con el futuro, en que toda aquella masa de vapores que hoy se pierde inútilmente en el aire, fuese sujeta en enormes conductores y amasada en poderosos tubos alternadores y transformada en energía eléctrica, pudiera correr sin cesar día y noche a través de los blancos hilos metálicos y aportar su poderoso soplo vital a las lejanas industrias de toda la provincia (Mongillo citado por Brüggén 1942:249).

El encanto poético de este pasaje, impregnado posiblemente por la estética del futurismo italiano, es descartado abruptamente como una *exageración poética* por el geólogo alemán en su informe. Sin embargo, este relato también permite detenerse en las imaginaciones de futuro de los ingenieros explorando el Tatio. En el centro de lo que imagina se encuentra el vapor. Describiendo la imagen del vapor como una entidad etérea, incluso onírica, que se desvanece inútilmente en el aire, su transformación en energía eléctrica funciona como metáfora de la industrialización. No sólo el vapor es impregnado de un encanto poético, si no también las infraestructuras que permiten canalizar las fuerzas de la naturaleza. En este relato el *sublime tecnológico* (Nye, 1994) se encarna tanto en el vapor contemplado, como en la capacidad de máquinas futuras imaginadas por los ingenieros italianos.

El vapor hace visible el futuro de la energía, siendo observado desde la superficie. En el relato se describe no sólo la presencia visual del vapor, sino también su sonido. En el comienzo del relato de Mongillo se menciona que el vapor también se escucha. Tanto en el informe de Brügger como en el del ingeniero Tocchi, se mencionan los sonidos característicos del lugar. El agua que hierve en pequeños orificios, de diferentes tipos de diámetro y composiciones geológicas. Ambos mencionan un géiser, nombrado como *El toro*, el cual Tocchi lo compara con los sonidos de una caldera de vapor. La descripción de estos sonidos también aparece en el informe de Brügger mencionando las memorias del ingeniero y geógrafo Alejandro Bertrand, quien escribió sobre el Tatio: “Al salir de la hoyada nos llamó la atención en el alto de un cerro un ruido insólito e intermitente, acompañado de exhalaciones vaporosas, enteramente análogo al que producen esos caños de escape de vapor de que están dotados los calderos i motores” (1885:63-64). La observación del subsuelo de este lugar como recurso potencial estuvo influenciada por la representación del interior de la tierra como un sistema de tubería mecánica interconectada. Además, con una riqueza oculta y constante.

En estas interpretaciones del paisaje se utilizan continuamente la máquina a vapor como analogía. En las descripciones del vapor emanando desde el subsuelo hay una continuidad estética con la capacidad de las máquinas. El vapor como fuente del desarrollo en estas analogías guarda relación con un imaginario asociado al modernismo industrial. Es una forma de celebración del progreso, influenciando categorías estéticas de la época para describir el paisaje. Particularmente refleja una nueva cultura visual que emerge junto al surgimiento de las industrias, que ha sido descrita como la estética del modernismo. Fábricas, puentes, trenes y su vapor en las décadas de 1860 y 1870 se

transformaron en motivo de los paisajes retratados por pintores vanguardistas en Europa (Rubin, 2008). Ilustrando el entrelazamiento entre la cultura visual y los valores de la época, en estos imaginarios es posible notar la continuidad con la que se describen las tecnologías y la naturaleza, bajo un entendimiento particular de la idea de progreso.

La presencia de estos valores modernos en las descripciones geotérmicas referidas también se puede notar bajo la idea del vapor perdiéndose inútilmente en el aire. Imaginando *enormes conductores* con la capacidad de sujetar el vapor y *tubos alternadores* que amasan y ayudan a transformar el vapor en energía eléctrica, el vapor se imagina como un elemento potencial para el desarrollo industrial de la región. Pero en la práctica y las características geológicas particulares del lugar, el mismo fenómeno de los géiseres complica estos imaginarios. Las formas de comportarse del vapor desestabilizan los sueños en transformar el fenómeno en energía eléctrica.

La intermitencia del fenómeno en el Tatio fue una de las características fundamentales que preocupó y captó el interés de los ingenieros y científicos al describir la geotermia del lugar. La erupción de géiseres varía según la hora del día. Así como las erupciones de vapor son un fenómeno visible, también lo es su ausencia durante el día. Como señala Mongillo:

Tampoco podría expresarse bien la dudosa angustia que nos ataca cuando por primera vez, adelantando el día y debido a los cambios de las condiciones atmosféricas, se nota la aparente y progresiva disminución del fenómeno hasta verlo desaparecer por completo (Mongillo citado por Brüggén, 1942:249).

Un rasgo que se observa e inquieta a este grupo al pasar más de un día en el lugar. Por la noche y durante las horas más frías del día el vapor comienza a surgir a la superficie. Sin embargo, con las primeras luces del sol, disminuye y a veces incluso se detiene. En los documentos de las exploraciones estas características son continuamente comparadas con Larderello, donde la erupción de los géiseres no depende de las horas del día. Los géiseres del Tatio son un fenómeno intermitente, que se expresa de manera variable de acuerdo a las horas del día, desestabilizando los imaginarios traídos desde la zona de Larderello.

Esta variabilidad significó un obstáculo para producir electricidad. El viento, la temperatura del agua, los cambios en la atmósfera y su origen glacial se mencionan como posibles factores para explicar lo que sucede en el interior del Tatio. Lo que se vuelve evidente al ojo que observa el lugar, es el continuo movimiento entre la presencia y ausencia del vapor, según las condiciones del día.

Este rasgo de su naturaleza provocó hipótesis sobre los recorridos del vapor en el subsuelo. Para Brügger, la mejor manera de explicar el fenómeno es seguir las trayectorias del agua subterránea. El agua formada por el derretimiento de las nieves desciende por las rocas permeables, encontrándose luego con masas de agua caliente, lava o rocas de temperaturas más elevadas. El contacto hace que el agua se caliente transformándose en un vapor que busca su salida de manera vertical. Para él la variación se debe a las diferencias del caudal de agua de acuerdo a las horas del día.

En la fotografía tomada por Brügger (figura 14) con la que esta sección comienza, el chorro es la evidencia del primer sondaje geotérmico realizado por el grupo de Tocchi. Este chorro de vapor fluyó en el aire durante años. Con la perforación, la intermitencia que caracteriza a este paisaje ya no es un problema. Se le pone fin, aparentemente, a la naturaleza caótica del fenómeno. Una vez que el chorro emana, el desafío se vuelve conocer la temperatura y presión. Específicamente, conociendo la temperatura se puede estimar si este fenómeno puede ser o no transformado en energía eléctrica. La posibilidad de la construcción de una futura central eléctrica dependía de la información que estas mediciones arrojaran, al menos su existencia potencial, para luego negociar posibles fuentes de financiamiento.

Primero era necesario realizar el estudio de factibilidad, para conocer la fuente de la energía futura. Según los resultados de este primer sondaje y una vez terminado su periodo de trabajo en la zona, el ingeniero Tocchi recomendó proseguir con nuevas perforaciones. En su viaje de vuelta a Italia, esperando el barco a vapor en Antofagasta, recibió por telegrama noticias sobre el aumento de la capacidad del chorro, y que los trabajos de perforación continuarían buscando mayor temperatura. Sin embargo, el proyecto fue abandonado.

Durante el proceso de consulta de los archivos, tuve también la posibilidad de entrevistar al profesor Alfredo Lahsen en el departamento de geología de la Universidad de Chile. Muchos de estos documentos fueron recopilados por él. Me cuenta que durante un viaje a Italia llevó al museo geotérmico de Larderello el informe de Tocchi y que ellos no tenían este informe. Entrevistándolo busqué saber más sobre la historia del abandono de estas exploraciones. Él ha estudiado esta historia y documentos por años: “Esta misma gente en 1920 consiguió que trajeran de Larderello, una máquina para perforar y entre 1921 y 1922 (...) Dos pozos fueron productivos, pero con muchas dificultades, acá en el Tatio se encontraba vapor a muy poca profundidad. A 100 metros, 80 metros. Entonces en uno de los pozos, llegaron al vapor y les explotó toda la máquina” (Alfredo Lahsen, entrevista, Santiago, 9 de enero 2019). Esta explosión en el informe no

es mencionada. Si bien las exploraciones terminaron, el informe del ingeniero Tocchi siguió circulando. La existencia del vapor, y sus características, fue transformada en evidencia potencial para futuros proyectos de inversión. Como se señala en la historia de la Ley de geotermia los impulsores de esta energía perseveraron en este proyecto viajando a Italia en búsqueda de capitales y asesoría técnica, explicando el fin de estas gestiones debido a la crisis económica mundial de 1931 (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2000).⁴

A lo largo de esta sección basada en los documentos históricos, el estudio del vapor se encuentra al centro de las formas de estudio del subsuelo en el Tatio y su potencial geotérmico. El fenómeno y sus incógnitas, tales como la frecuencia intermitente de los géiseres, fueron leídos desde el vapor por los primeros grupos de ingenieros y geólogos al estudiarlos. Esto queda retratado en la imagen del comienzo de esta sección (figura 14). Tanto el foco de estudio, como las huellas de exploraciones anteriores, consideraron el vapor como la evidencia central del subsuelo. Sin embargo, esta imagen también se puede leer desde otra perspectiva.

2.2 Cuerpos (in)visibles y el vapor

En la fotografía del *Géiser del sondaje* (figura 14), es posible ver en el centro la presencia de una figura humana. Esta figura vuelve a aparecer en otra de las fotografías en el artículo de Brügger.

4 De igual manera, las observaciones geológicas de Brügger (1942) no quedaron solamente circunscritas al ámbito de estudios académicos. El reporte realizado para el *Departamento de Minas y Petróleo* fue presentado en la cámara de diputados el año 1952 como evidencia para desarrollo industrial (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 1952:988). El informe fue utilizado como evidencia debido a la acabada descripción de esta posible fuente de energía. La presentación de este informe en el congreso fue acompañada del decreto donde el ministerio de Tierras y Colonización entrega la concesión fiscal de los géiseres en arriendo a privados. Sin embargo, no se menciona que Brügger (1942) consideró sobredimensionado el potencial observado por los ingenieros italianos. Si bien este interés tuvo como efecto estudios posteriores, no sería hasta 1968 que la CORFO volvería a reactivar las exploraciones geotérmicas.