

el capítulo 1), sino que es necesario recorrer otras superficies donde nuevas evidencias de la falla puedan emerger. Sin embargo, se debe tener presente que en la práctica hay áreas de la superficie a las que no se puede acceder, volviéndose el subsuelo invisible para la investigación. Por un lado, al explorar el subsuelo uno se encuentra con los límites de la propiedad privada, expresada en cercos y portones, a diferencia de la planicie y apertura del Desierto de Atacama. No siempre es posible acceder a un terreno para poder tomar las muestras y los equipos de investigación dependen de la voluntad de los propietarios.

Por otro lado, observé también que la interacción entre la geología y otras formas de conocimiento se produce cuando se necesita ser guiados por las superficies. Estas situaciones son fructíferas para observar cómo también la ciencia es guiada cuando se ve enfrentada a límites para desarrollar trabajo en terreno y las oportunidades que emergen fruto de estos desafíos. En este sentido, para poder lidiar con estos límites es central el rol de los guías locales.

En este contexto geográfico cubierto por bosque y alejado de la tradición minera del norte de Chile, el desafío para la investigación geológica es encontrar evidencias en la superficie que permitan estudiar los sistemas geotermiales del subsuelo. El principal desafío para la investigación en este contexto es el acceso. Este capítulo analiza cómo estos desafíos fueron transformados en una oportunidad para reconfigurar las promesas de la energía geotérmica. Enfocándose en proyectos para usos directos del calor y el trabajo con comunidades locales, describo como la investigación ha sido vinculada principalmente a proyectos de educación para dar a conocer las posibilidades de sus usos y la relación con los imaginarios de la electricidad. Este capítulo comienza describiendo la inauguración de un proyecto de energía en este contexto geográfico, cómo se imaginan sus futuros y las diversas formas que toma la invisibilidad geotérmica.

4.1 Inagurando un piloto de uso directo

Participando como audiencia en la inauguración del proyecto, la invisibilidad de la energía geotérmica se hace presente al comienzo de la ceremonia por una de las autoridades locales de la corporación regional al tomar la palabra. La manera de comenzar hablando sobre la geotermia es haciendo referencia a la imagen de los volcanes de la zona, apelando a su imaginario. Explicándole al público, nos cuenta que si bien los volcanes por lo general se asocian a los desastres, las localidades de estos sectores pueden aprovechar su potencial: “Hay que

destacar que más del 80 % del territorio nacional está ocupado por zonas montañosas y tenemos más de 2 mil volcanes y es un tema que no se pone mucho en valor, es una oportunidad que hasta cierto punto está invisibilizada e iniciativas como estas, nos permiten identificar una oportunidad que facilita el desarrollo en las comunidades”. Al escucharlo me pregunto a que se refiere con esta invisibilidad. Al llegar a este valle, uno de los rasgos más imponentes del paisaje, y esta región, son justamente los volcanes.

Al comenzar a exponer el potencial geotérmico, se comienza por el volcán como elemento visible del potencial del territorio. Pero también, desde un punto de vista político, los fenómenos geológicos son leídos bajo la óptica del desastre y su amenaza. La manera en que generalmente los profesionales del Estado tienden a abordar lo geológico, es desde la perspectiva del riesgo. Pero en este evento, y representando a la corporación de desarrollo regional, lo que se intenta presentar es que el recurso local de la geotermia no está siendo utilizado.

Para la autoridad, desde el punto de vista del Estado, el futuro de este proyecto de “llegar a buen puerto”, se puede transformar en un programa de inversión en el territorio. El proyecto en sí mismo posee una temporalidad futura al ser un experimento impulsado por la Universidad y apoyada por el Estado. Se destaca como aporte de este proyecto identificar el potencial de uso directo de geotermia en este sector. Probar el uso potencial para la calefacción de hogares, secadores de leña, invernaderos, etc. “Actualmente el 65 % de la energía que consume el país proviene de combustibles fósiles, como el petróleo, como el diesel, que lamentablemente tampoco existen en nuestro país, por lo tanto, tenemos que importarlos. Eso significa, además de gases de efecto invernadero a nuestra atmósfera, significa no tener un control sobre los costos de energía eléctricas que finalmente siempre son los que pagamos todos nosotros. Pero el futuro es provechoso y, aquí se está viendo”, agrega el representante de la secretaría regional del ministerio de energía.

Luego de estas palabras, es el turno de los científicos encargados del proyecto. El director pasa al escenario comenzando con las palabras: *¿Por qué Liquiñe? ¿Por qué estamos acá?* Preguntas que introducen la presencia de los científicos y científicas en la audiencia. Se comienza mencionando un estudio del SERNAMEGOMIN que plantea el alto potencial geotérmico de esta zona. Volcanes, la presencia del agua y una falla geológica: El sistema de falla Liquiñe-Ofqui. El científico logra captar la atención de la audiencia. En su discurso, la geotermia es el futuro de Liquiñe. Pero también utiliza elementos del contexto donde se está desarrollando la reunión, como la lluvia que está cayendo afuera. “Me encanta la lluvia”, explica por que ésta permite el paisaje de bosque que rodea

Liquiñe. Pero también son estas gotas de agua las que filtran por el suelo y van alimentando el sistema geotérmico que pasa por bajo los pies de Liquiñe.

Le cuenta al público como el interés por Liquiñe nació desde preguntas científicas. Hace más de 40 años se definió este sistema de fallas y todavía tenemos muchas incógnitas. Esto ha llevado al desarrollo de múltiples proyectos de investigación financiados por FONDAP, el fondo nacional de áreas prioritarias de ANID. Cuenta que la misma fuente de este financiamiento los llevó a la pregunta “¿Por que no buscamos fuentes de financiamiento para implementar un piloto y poder aplicar y utilizar de forma sustentable este recurso que nos da la tierra?”.

La idea de utilizar la geotermia del subsuelo es el futuro que este centro busca promover. Para este propósito se utilizan diversas imágenes del subsuelo. Esta inauguración antes que ser un hecho aislado, es parte del esfuerzo por volver visible la geotermia a un nivel público. Para esto también hay un trabajo a nivel de comunicaciones y prensa donde científicos del centro a menudo promueven posicionar los potenciales de la energía geotérmica en el contexto del boom de las energías renovables en Chile.

Como ejemplifica su director en la columna en el diario el Mostrador del mismo año, *No ignoremos la geotermia* explica: “Nuestro país ha sido reconocido internacionalmente como un ejemplo en el impulso y desarrollo de las energías renovables, el desarrollo de la energía solar la posiciona en la tercera fuente de energía nacional. Hay que aplaudir ese hecho y seguir en ese camino, más a fondo, profundo, bajo tierra. Ya que además del Sol, tenemos la fortuna de contar con otra energía renovable inagotable bajo nuestros pies, la geotermia, que nos permitiría liberar a nuestra matriz de los combustibles fósiles” (Morata, 2019, para 3).

Desde el comienzo de la inauguración es posible notar como los imaginarios de la electricidad no sólo se hacen presente al imaginar los futuros de esta energía sino también la delimitan. Ejemplos se encuentran en el discurso del representante del Ministerio de Energía mencionado anteriormente, quién describe los desafíos de la energía en Chile principalmente como un problema en términos de la producción de electricidad. Esto contrasta con el enfoque del proyecto de usos productivos del calor de manera directa que se está inaugurando. La producción de electricidad no es parte del uso potencial que ofrece el piloto. Sin embargo, las autoridades piensan el futuro de esta energía en esos términos. Si bien el balance nacional de energía (2019) del mismo año de esta inauguración muestra que la electricidad representó sólo un 21 % del consumo total de energía en Chile (Energía abierta, 2019; Ibarra, Vargas Payera & Mo-

rata, 2022), la perspectiva de generar electricidad predomina al imaginar los futuros de esta energía.

Tomando la perspectiva histórica descrita en este libro, la imagen de la geotermia como una fuente inagotable bajo nuestros pies también se relaciona con los imaginarios de la electricidad. Estas imágenes resuenan con el epígrafe con el que comienza este libro, donde el ingeniero italiano Domingo Mongillo imagina el futuro de la energía geotérmica transformando en energía eléctrica la masa de vapores que se pierde *inútilmente* en el aire, amasada en tubos alternadores y corriendo sin cesar día y noche. Los imaginarios de una fuente de energía constante nacen de la mano con la producción y la búsqueda de fuentes de energía eléctrica.

La idea de constancia también se relaciona a la comparación entre las energías renovables. Uno de los principales desafíos tanto de la energía fotovoltaica como eólica es su intermitencia. Por el contrario, la geotermia ofrecería una fuente de energía de uso continuo: “una característica estratégica, que no posee ninguna otra renovable: funciona día y noche, siete días a la semana, por lo que permite generar electricidad más del 90 % del año. En contraste, las energías renovables de más rápido crecimiento (eólica y solar fotovoltaica) son fuertemente dependientes del clima, por lo que tienen mayor dificultad para suplir demandas constantes o para realizar fluctuaciones planificadas” (Aravena, Muñoz Morales & Morata, 2022:65). Sin embargo, estas imágenes de la energía geotérmica como promesa de electricidad no necesariamente se ajustan a la experiencia del calor en la superficie descritas en este libro.

Incluso los imaginarios de la electricidad pueden delimitar y volver invisible la energía geotérmica. Como me ilustra unos de los investigadores del CEGA al explicar la invisibilidad de la energía geotérmica: “La geotermia no se ve, no es como la solar que tu puedes mirar, si efectivamente aquí me estoy quemando por el sol o mira aquí hace mucho viento”. Desde el punto de la electricidad esta observación hace sentido ya que los reservorios con una alta temperatura, desde los que se podría potencialmente llegar a producir electricidad, se encuentran en el subsuelo ocultos a la vista humana. Sin embargo, al explorar la invisibilidad de la energía geotérmica y dejar esta descripción más bien como una pregunta abierta, es posible notar un registro más amplio de visibilidades en juego dependiendo del contexto.

Volviendo a la inauguración, el foco de interés del proyecto es la temperatura del agua. El diseño de la intervención es para utilizar la energía de las termas para otros desarrollos productivos. Para esto el ingeniero a cargo del proyecto comienza a contar de que se trata: “Cuando hay una fuente termal es-

ta energía se ocupa eventualmente con fines recreativos y muchas veces, lo que sobra se tira a un río o simplemente no se ocupa". Pero a su vez, lo vincula con las necesidades locales. "Las redes de abastecimiento no son lo suficientemente buenas como para que lleguen las frutas y las verduras a un precio razonable y con una calidad adecuada. Entonces se podrías producir acá, con energía local y como el clima es como lo vemos hoy día, la única manera de garantizar un crecimiento parejo durante todo el año es proveyendo calor a un invernadero. Y ahí entonces el agua que se vote en la fuente termal o que no se ocupa el 100 % en la fuente termal puede ser ocupada para temperar un invernadero y así producir todo el año de manera constante."... "La idea no es que esto sea el piloto y ahí quede la cosa, sino que sea un punto de partida que se pueda ver que se puede implementar ese tipo de proceso productivo en este lugar por que tenemos fuentes termales".

Un aspecto fundamental de la tecnología es la temperatura. Es finalmente el calor que viene del subsuelo y emerge en las termas de la zona el que provoca que estemos reunidos aquí y la confluencia de diversos intereses. Es la energía y temperatura del agua, un fenómeno tanto a ser estudiado desde una perspectiva científica, como su potencial para ser utilizado de manera productiva. El plan de este proyecto consiste en usar los antecedentes y la actual investigación geológica, geofísica y geoquímica en el valle, para implementar una aplicación productiva de uso directo de la geotermia. Sin embargo, la novedad del proyecto es diseñar de acuerdo a las necesidades locales, definiendo la intervención con los interesados del lugar. El plan es dejar la idea abierta. Puede ser un proyecto de invernadero geotérmico, secador de leña, deshidratador de frutas, producción de quesos etc. El fin es diseñar un piloto productivo con un modelo de negocio sustentable en el tiempo y que utilice el potencial geotérmico de la zona, convirtiéndose en un ejemplo de implementación tecnológica con un sello local. Para esto el proyecto también contempla el desarrollo de talleres, actividades de educación y difusión. La idea es también que quienes participen sean dueños de termas interesado en generar un emprendimiento agrícola, que quieran asociarse con otras personas interesadas en nuevos emprendimientos.

Este proyecto ejemplifica la transformación en la investigación geotérmica y el cambio de enfoque en la búsqueda por encontrar narrativas para la energía geotérmica en este nuevo contexto. En este sentido, esta transformación tecnológica revela la intensión por combinar la producción de conocimiento con la involucración de las comunidades locales. Esta integración es realizada principalmente por la oficina de proyecto e investigadores e investigadoras en

ciencias sociales. Esto llevó a darle un mayor espacio en el diseño de los proyectos de uso directo al uso de nuevas metodologías, talleres, enfoque de género, conversaciones con actores locales, evaluaciones de necesidades locales etc. Pero algo fundamental en esta transformación fue la implementación de estrategias e innovación en la comunicación de las ciencias acompañando el proceso de producción de conocimiento.

La transformación en las promesas de esta energía llevó a la necesidad de llegar a las comunidades. Frente a esta transformación surgió el nuevo relato de una geotermia para la sociedad. Si bien en la primera postulación al concurso FONDAP, la palabra *social* o uso directo no aparecía en ninguna sola línea como me cuenta el director, el contexto general y el potencial de uso tecnológico los llevó a situar este ámbito en el centro del proyecto. Lo que se busca posicionar es que los resultados de la aplicación tienen consecuencias directas para las comunidades.

Durante la inauguración es posible observar esta transformación. Para el diseño del proyecto de energía, la idea es que la comunidad plantee de qué manera le gustaría aplicar la tecnología. Apelando a experiencias anteriores, cuando las decisiones las toman ellos u otras personas desde la capital no siempre funcionan. Por lo tanto, lo que se busca con este evento es captar el interés local. Dentro de la estructura del evento hay espacio para conversación y que las personas de la localidad imaginen ideas de potenciales aplicaciones geotérmicas.

Durante el evento la perspectiva de las ciencias sociales también se hace presente. Pasando al escenario, la coordinadora de la oficina de proyectos comienza pidiéndole a los participantes que se presenten y cuenten sobre que organizaciones representan. Esta dinámica comienza desde la segunda fila, teniendo que presentarse cada persona participando en el evento. Este gesto inmediatamente cambia la estructura de la sala, permitiendo tener una mayor claridad de quienes están presentes y lo hace un poco más cercano, quitándole el foco de atención de las autoridades, con el que comenzó la inauguración. A través de este ejercicio, me doy cuenta de que en la segunda fila se encuentran presentes no sólo los termeros locales sino la agrupación de guías de Liquiñe, representantes de las escuelas locales, agrupaciones de artesanos, dueños de camping etc. Se trata principalmente de personas y agrupaciones del lugar interesadas en el proyecto.

Una vez terminadas las presentaciones, comienza la ronda de conversación en torno a un almuerzo. En torno a las mesas de comida, los participantes comienzan a conversar de pie, dejando atrás la estructura de las sillas de la sala.

La principal dinámica que observo es el interés por acercarse a conversar con los geólogos y geólogas presentes, preguntarles más detalles, conversar sobre la geología del lugar y el proyecto de uso directo. También veo que dirigentes locales usan la oportunidad para acercarse a las autoridades. Estos son momentos para contar sobre las necesidades locales y establecer contacto con las autoridades. Observando a mi alrededor me doy cuenta del intercambio de números de teléfonos e ideas.

El objetivo de esta conversación es que los miembros del centro puedan conocer las percepciones y dudas de los miembros de la comunidad. Por otro lado, también saber quiénes están interesados en el proyecto. A los participantes también se les entrega un folleto que explica el proyecto. Este documento se busca que circule por Liquiñe y se titula: *¿Quieres sacarle partido al agua caliente de tu terreno CON UN NUEVO NEGOCIO? Buscamos dueño/as de termas de Liquiñe para crear un proyecto productivo de uso directo con geotermia ¡y nosotros lo financiamos!*

Noto que las personas se acercan a compartir sus ideas. Una señora se encuentra interesada en utilizar la geotermia para su producción de huevos y el potencial de calefacción para las gallinas. También los representantes de una de las escuelas locales se encuentran interesados en desarrollar el proyecto en sus instalaciones. Otra de las ideas que las personas traen es realizar un secadero de Maqui (o *Aristotelia chilensis* planta muy común en el sur de Chile, cuyos frutos tienen propiedades antioxidantes, y que se vende a altos precios en las tiendas naturistas y ecológicas de la capital del país). Pero también a las personas les interesa contar sobre fenómenos geológicos de Liquiñe y obtener explicaciones frente a los riesgos. Principalmente los posibles desastres que puedan existir. En este sentido, la voz de los expertos es algo que a la gente le interesa conocer.

Esta inauguración y ejercicio de conversación ilustra el vínculo entre investigación geotérmica y educación que este centro ha desarrollado. En este ejercicio, la visibilidad antes que ser un fenómeno dado, se produce junto a las comunidades interesadas en el uso de estas tecnologías potenciales. Además, esto contribuye a la conducción de investigación en términos de establecer puentes y posibilidades de colaboración con propietarios de terrenos con manifestaciones geotérmicas. El mayor desafío sin embargo, es la capacidad de este tipo de proyectos de continuar en el tiempo y mantener el interés público. El riesgo es que estas promesas y la instalación de infraestructuras geotérmicas vuelvan a convertirse en el futuro en restos abandonados, como describo en el capítulo 3.

Sin embargo, este proyecto también refleja el interés por visibilizar el trabajo científico y sus aplicaciones prácticas. Otro rol relevante es que un contexto de colaboración permite tener acceso a los sitios desde donde tomar muestras y conducir estudios científicos. Luego de participar en este evento en la mañana y la hora de almuerzo, ya en la tarde volvemos con el grupo a tomar muestras y buscar nuevos sitios de estudio. Con este objetivo en mente en el siguiente apartado describo los desafíos asociados al acceso para tomar muestras en los bosques del sur de Chile.

4.2 Buscando la orientación de un guía

Para lograr conocer la geología del valle de Liquiñe y sus alrededores es necesario recorrer las superficies y seguir sus rastros en el paisaje como lo aprendí en terreno. Si bien parte de la geología pueden ser estudiadas desde los caminos, existe un tramo particular de la falla que no ha sido estudiado: los cerros al sur del valle de Liquiñe. No existen publicaciones científicas que mencionen haber estudiado los rasgos geológicos de la falla en este sector. Poder llegar a este lugar se convirtió en un objetivo durante las exploraciones en las que participé. Acceder a este sector puede significar encontrar nuevos sitios de estudio con evidencias valiosas para los conocimientos de la falla geológica. Pero el desafío es cómo acceder.

Durante los primeros días la exploración estuvo abocada a encontrar guías para recorrer a caballo las huellas del sector que el grupo de geólogos y geólogas quiere estudiar. En estos cerros específicos que se quieren recorrer, no hay caminos por los que se pueda transitar en auto. La tarea se complejiza aún más con el paso de los días, ya que al preguntar en los puestos de turismo no hay información sobre cómo llegar hasta estos sitios.

Sin embargo, en la medida que va pasando el tiempo noto que existen caminos en medio de los cerros. La que a mis ojos parece una selva impenetrable, esta cruzada por caminos madereros. La gran duda del grupo es si estos son transitables o no. Para esto es fundamental ir con alguien que sepa, un guía que conozca cómo desplazarse por las montañas. Por lo general a las personas que poseen estos conocimientos se los llama *baqueanos*. Se trata de personas que saben trabajar en el *monte*³, principalmente al tener experiencias buscando al ganado. Al dejarlos pastar el ganado por los cerros, tienen que luego pa-

3 Categoría local utilizada para denominar áreas empinadas e indómitas del bosque.