

	Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua	NI-L1094 - Plan 4B
		Final

Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina

Agosto 2017

TABLA DE CONTENIDO

1.0 INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 OBJETIVOS	7
1.2 ALCANCE	7
1.3 DEFINICIONES.....	8
2.0 MARCO REGULATORIO.....	10
2.1 MARCO REGULATORIO NACIONAL.....	10
2.1.1 Estándares Internacionales y Numéricos del Programa	11
3.0 DISEÑO DE MONITOREO	12
3.1 PARTICIPACIÓN.....	12
3.2 CAPACITACIÓN	13
3.3 COMUNICACIÓN	14
4.0 METODOLOGÍA DEL PLAN DE MONITOREO COMUNITARIO DE LA CALIDAD DEL AGUA .	15
4.1 CRITERIOS DE MONITOREO	15
4.2 ESTRATEGIA DE MONITOREO.....	15
4.2.1 Selección de los Puntos de Muestreo.....	16
4.2.2 Preparación de las Visitas al Campo	16
4.2.3 Recolección de Muestras	19
4.2.4 Cronograma de Monitoreo	22
4.2.5 Generación de Informes.....	22
5.0 CONTACTOS.....	26
6.0 PRESUPUESTO INDICATIVO	27
7.0 LITERATURA Y FUENTES CONSULTADAS.....	28

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 4-1: Parámetros de Calidad del Agua</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4-2: Lista de Equipos y Suministros de Muestreo.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 4-3: Sitios Propuestos de Monitoreo</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 5-1: Información de Personas Clave para la Implementación del Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 6-1: Presupuesto Indicativo para las Actividades de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua</i>	<i>27</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1-1: Ubicación del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4-1: Sitios Propuestos de Muestreo de Calidad del Agua Superficial y Subterránea.....</i>	<i>25</i>

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AID	Área de Influencia Directa
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento
CFI	Corporación Financiera Internacional
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios
ENEL	Empresa Nicaragüense de Electricidad
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MW	Mega Watts
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MINSAL	Ministerio de Salud
mm	Milímetros
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
RNVC	Reserva Natural Volcán Cosigüina
UCA	Universidad Centroamericana
UMAS	Unidad Municipal de Agua y Saneamiento
UNAN-CIRA	Universidad Autónoma de Nicaragua-Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
UNAN-CISTA	Universidad Autónoma de Nicaragua-Centro de Investigación en Salud, Trabajo y Ambiente

El Proyecto Geotérmico Cosigüina está ubicado en las comunidades El Mojado, El Capulín y Potosí que forman parte del municipio El Viejo, Departamento de Chinandega en la región del Pacífico de Nicaragua (ver Figura 1-1). De acuerdo al Ministerio de Energía y Minas (MEM), el campo Cosigüina tiene un potencial estimado de 106 megawatts. La península de Cosigüina presenta una precipitación estacional con lluvias anuales que fluctúan entre 1,500 milímetros (mm) y 2,000 mm. La temporada lluviosa se presenta en invierno entre los meses de mayo y octubre mientras que la temporada seca se presenta en verano, entre los meses de noviembre y abril (Genoways y Timm, 2005). Existen pocos cursos de agua superficial, los cuales son perennes debido a que los suelos del área de la península de Cosigüina son volcánicos y muy permeables, resultando en una infiltración rápida del agua de lluvia al acuífero somero. Al suroeste del volcán Cosigüina se encuentran dos ríos perennes, El Chorro y Apascalí (MARENA, 2006).

En este documento se presentan los componentes y el alcance del Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua para la Etapa 2 del Proyecto geotérmico. Este Plan incluye específicamente las comunidades de El Mojado, El Capulín y Potosí, las cuales están cercanas al sitio del Proyecto y se ubican dentro del municipio de El Viejo. Estas comunidades se abastecen de fuentes de agua subterránea mediante pozos, manantiales y ojos de agua (MARENA, 2006). La comunidad El Mojado se abastece de agua de manantiales termales. En la comunidad El Capulín existen dos pozos perforados, uno que abastece a Potosí-Las Parcelas y otro a El Capulín. Las comunidades usan el agua para consumo humano, actividades domésticas, agua para el ganado y en menor medida para riego de cultivos. Las comunidades usan el agua para consumo humano, actividades domésticas, agua para el ganado y en menor medida para riego de cultivos (ACN, 2015). La pila comunal ubicada en El Potosí tiene un caudal estimado de 3 litros por segundo (l/s) y sus afluentes son dos ojos de agua. Esta pila es usada por la comunidad de Potosí para uso recreacional (Pelican, 2016). La disponibilidad del agua y el uso de agua para el Proyecto es una preocupación importante de los grupos de interés locales debido a que la península de Cosigüina tiene recursos hídricos superficiales limitados. Actualmente se utiliza agua de la pila comunal en Potosí para la Fase 1 del Proyecto. Sin embargo, la toma de agua se realiza aguas abajo de la pila a fin de evitar impactos a los usuarios de dicho recurso hídrico.

Las siguientes secciones presenta información acerca de los objetivos de este Programa, regulaciones y estándares que aplican, funciones y responsabilidades de aquellas entidades y/o grupos que realizarán acciones y auditorias del Plan durante las fases de construcción y operación del Proyecto. Este Plan también

incluye la ubicación de los puntos propuestos de muestreo, los parámetros de calidad del agua a ser monitoreados, así como el proceso de recolección, análisis y reporte de resultados de calidad del agua.

Figura 1-1: Ubicación del Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina



1.1

OBJETIVOS

El objetivo principal del Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua, es proporcionar una guía para evaluar y determinar si las actividades de construcción y operación del Proyecto podrían tener efectos sobre los recursos hídricos ubicados dentro del área de influencia directa (AID) del Proyecto. Los resultados del Plan servirán para determinar si existen efectos sobre los recursos hídricos y usuarios del mismo, así como definir nuevas medidas de mitigación a fin de minimizar y dentro de lo posible eliminar cualquier impacto sobre dichos recursos.

Los objetivos específicos del Plan son los siguientes:

- Levantar un inventario complementario de condiciones de línea base sobre la calidad del agua (superficial y subterránea) en el AID del Proyecto;
- Detectar e informar de cambios significativos en la calidad de agua, así como realizar una vigilancia de las tendencias de la calidad del agua en el área;
- Proporcionar un esquema del proceso del manejo adaptable;
- Sensibilizar al público sobre la calidad del agua, y la importancia de mantener o mejorar la calidad mediante la participación directa; y
- Capacitar a la comunidad en la gestión de los recursos hídricos.

1.2

ALCANCE

El Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua abarca la Etapa 2 del Proyecto, la cual contempla la preparación de tres nuevas plataformas de entre tres a cinco nuevos pozos de exploración de diámetro comercial con una profundidad de hasta 2000 metros. Este Plan permitirá:

- Obtener información sobre la disponibilidad y calidad del agua en el AID del Proyecto;
- Evaluar los posibles impactos sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos;

- Asegurar que la gestión de los recursos hídricos incorpore los conocimientos y la experiencia locales que de otro modo podrían pasar por alto;
- Proporcionar información a las diferentes partes interesadas (p. ej., Comunidades, Gobierno, Organizaciones No Gubernamentales [ONGs], Comités de Agua Potable y Saneamiento [CAPS]), para el proceso local de toma de decisiones, en la definición de acciones comunitarias para la preservación y restauración del agua;
- Ofrecer un mecanismo oportuno y eficiente para incluir e informar a las comunidades;
- Identificar rápidamente asuntos polémicos antes de que lleven a conflictos; y
- Generar confianza en las comunidades sobre los resultados del monitoreo; así como aumentar la conciencia y capacitación de las comunidades locales sobre la gestión de los recursos hídricos.

1.3

DEFINICIONES

A continuación se proporciona la definición de los principales términos técnicos y definiciones usados en el Plan.

Acuífero, formación o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, capaces de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades significativas, para satisfacer diversas necesidades, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Agua subterránea o del subsuelo, agua que se filtra y satura el suelo o las rocas, se almacena y a su vez abastece a cuerpos de aguas superficiales, así como a los manantiales y acuíferos. Estas aguas se clasifican en: subterráneas profundas y subterráneas someras.

Agua superficial, son aquellas que fluyen sobre la superficie de la tierra, de forma permanente o intermitente y que conforman los ríos, lagos, lagunas y humedales.

Calidad del agua, es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad o propósito. La calidad del agua se determina comparando las características físicas, químicas y

biológicas de una muestra de agua con directrices de calidad del agua o estándares.

Campo geotérmico, área delimitada por los pozos geotérmicos exploratorios y que corresponde a la extensión del yacimiento por explotar.

Comités de agua potable y saneamiento (CAPS), son organizaciones de base, sin fines de lucro, elegidas democráticamente. Voluntariamente, asumen la administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable y saneamiento en las comunidades, con apoyo de los usuarios, a quienes deben rendir cuentas de sus actividades.

Energía geotérmica, cualquier clase de energía que puede ser generada a través del recurso geotérmico.

Evaluación preliminar del pozo geotérmico, actividad que se desarrolla posterior a la perforación del pozo geotérmico y tiene como objetivo conocer la producción y características de los fluidos obtenidos para determinar la factibilidad de la producción del yacimiento.

Fluido geotérmico, mezcla extraída de los pozos geotérmicos compuesta por agua y vapor, así como por sales y gases no condensables como el dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno.

Cierre de pozos, conjunto de actividades que se ejecutan para cesar la operación de un pozo de manera temporal o definitiva.

Fluido (lodo) de perforación, mezcla de agua con arcilla, aire, agentes espumantes, polímeros, aditivos químicos especiales o lodos orgánicos, empleados en las labores de perforación, con la finalidad de enfriar y lubricar las herramientas, transportar los residuos de perforación a la superficie, estabilizar el pozo impidiendo desmoronamientos, controlar filtraciones, inhibir y encapsular arcillas hidratables.

Pozos exploratorios, pozos de diámetro comercial de al menos 2,000 metros de profundidad con el fin de evaluar el potencial geotérmico del área concesionada.

Recursos geotérmicos, son los fluidos de altas y bajas temperaturas producidas por el calor natural de la tierra que se utilizan para generar energía eléctrica.

Reservorio geotérmico, es la formación rocosa permeable del subsuelo, en donde circulan fluidos geotérmicos en contacto con una fuente de calor y confinada por capas sellos impermeables.

2.0

MARCO REGULATORIO

Nicaragua cuenta con requisitos legales específicos en cuanto al manejo de los recursos hídricos a nivel local y nacional. La legislación principal nicaragüense aplicable a los recursos hídricos se enumera a continuación, así como estándares internacionales aplicables al Plan de Monitoreo:

2.1

MARCO REGULATORIO NACIONAL

- Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales;
- Decreto No. 106-2007 Reglamento de la ley Nº 620, Ley General de Aguas Nacionales;
- Ley No. 722, Ley Especial de Comités de Agua Potable y Saneamiento;
- Ley No. 297 Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y su Reforma;
- Decreto No. 52-98 Reglamento de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario;
- Decreto No. 45-98 Disposiciones para la Fijación de las Tarifas en el Sector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y su Reforma;
- Ley No. 169 Ley de Disposición de Bienes del Estado y Entes Reguladores de los Servicios Públicos y su Reforma;
- Ley No. 182 Ley de Defensa de los Consumidores;
- Decreto A.N. No. 2187 Reglamento a la Ley No. 182 «Ley de Defensa de los Consumidores;
- Ley No. 467 Ley de Promoción al Sub-Sector Hidroeléctrico Decreto No. 72-2003 Reglamento a la Ley No. 467;
- Ley No. 217 Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Decreto No. 9-96 Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales;
- Ley No. 559 Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales;

- Decreto No. 33-95 Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domesticas, Industriales y Agropecuarias y sus Reformas;
- Ley No. 274 Ley Básica para la Regulación y Control de Plaguicidas, Sustancias Tóxicas, Peligrosas y Otras Similares;
- Decreto No. 49-98 Reglamento de la Ley Nº 274, Ley Básica para la Regulación y Control de Plaguicidas, Sustancias Tóxicas, Peligrosas y Otras Similares;
- Decreto No. 76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental;
- Ley No. 423 Ley General de Salud;
- Decreto No. 001-2003 Reglamento a la Ley General de Salud;
- Decreto Nº. 394 Disposiciones Sanitarias; y
- Decreto No. 432 Reglamento de Inspección Sanitaria.

2.1.1 *Estándares Internacionales y Numéricos del Plan*

Las aguas superficiales y subterráneas deben satisfacer las normas nicaragüenses y los estándares internacionales en cuanto a la calidad del agua dulce a efectos de la protección de la salud de las personas y la ecología acuática en el área de influencia del Proyecto. Estos estándares incluyen:

- Guías de agua para la calidad del agua potable del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE);
- Guías de agua para consumo humano establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS); y
- Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad (EHS): Aguas residuales y calidad del agua ambiente, Corporación Financiera Internacional (CFI).

3.0

DISEÑO DE MONITOREO

El diseño del monitoreo con un enfoque participativo depende de los siguientes temas:

- La incorporación y participación de partes interesadas incluyendo individuos en el AID del Proyecto.
- La capacitación de participantes para asegurar conocimiento adecuado de procesos, metodologías y resultados.
- El establecimiento de procesos de divulgación y/o comunicación incluyendo el diálogo.

3.1

PARTICIPACIÓN

En cuanto a participación, el Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua será implementado por los siguientes actores:

- El MEM, el cual promueve la realización de este programa;
- Centro de Investigación que trabaje con un laboratorioⁱ acreditado en la preparación y aplicación del Plan de monitoreo. Este Centro de Investigación será contratado por el MEM, el cual estará a cargo de llevar a cabo, de manera independiente, la implementación del programa, la toma y análisis de muestras de calidad del agua y la evaluación de los resultados. Además, el Centro de Investigación preparará reportes con los resultados a fin de comunicar a los diferentes actores involucrados en el Plan (p.ej., autoridades ambientales, Comités de Agua Potable y Saneamiento-CAPS). El Centro de Investigación, junto con el MEM, también estará a cargo de la formación necesaria a los CAPS en el monitoreo, interpretación de resultados de calidad del agua, así como en el cuidado de los recursos hídricos en la zona. Por lo menos dos personas de los CAPS deberán acompañar al personal del Centro de Investigación seleccionado durante la colecta de muestras de calidad del agua. La participación de los CAPS en el Plan de Monitoreo garantiza la transparencia y seriedad del proceso frente a las comunidades locales y otras partes interesadas.

ⁱ El Centro de Investigación deberá seleccionar el laboratorio acreditado para el análisis de las muestras. Es posible que el mismo Centro de Investigación cuente con laboratorio acreditado.

- Los siguientes actores y grupos de interés están invitados a participar en el programa:
 - Miembros de las comunidades de El Mojado, El Capulín y Potosí.
 - CAPS de los pozos Potosí, El Capulín, Las Parcelas, el Mojado, así como de la piscina comunal Potosí. Representantes del MEM, ENEL, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL), Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Alcaldía de El Viejo a través de la Unidad Municipal de Agua y Saneamiento (UMAS).

El MEM invitará a los mencionados anteriormente a formar parte de un comité de monitoreo, el cual se reunirá de forma periódica coincidiendo con las reuniones de los CAPS. Cada evento de monitoreo será comunicado al menos con dos semanas de anticipación a cada uno de los participantes. En la sección 5.0 se presenta una lista de los actores y grupos de interés sugeridos para participar en el monitoreo.

3.2 CAPACITACIÓN

La implementación del Plan Comunitario de Monitoreo de Calidad del Agua requiere la capacitación de las personas involucradas en el programa. El Centro de Investigaciónⁱⁱ seleccionado por el MEM diseñará e implementará un Plan de capacitación basado en los conocimientos y habilidades actuales de las comunidades involucradas en el proceso, con el objetivo de concientizar a la comunidad sobre la gestión de los recursos hídricos, y de preparar a los representantes comunitarios para su participación en los monitoreos.

Para la implementación del Plan Comunitario de Monitoreo de Calidad del Agua, se considerarán los siguientes aspectos:

- La definición de los objetivos de la formación, incluidos los conceptos y las competencias que deben cubrirse; así como los métodos de formación (p.ej., principios de aprendizaje de los adultos);
- El diseño de materiales didácticos, combinando conocimientos teóricos y ejercicios prácticos;
- La ubicación para las capacitaciones;

ⁱⁱ Ejemplos de Centros de Investigación en Nicaragua se incluyen: UNAN-CISTA-León, UNAN-CIRA-Managua, UCA o algún otro Centro de Investigación con experiencia en la implementación de programas de monitoreo de calidad del agua.

- Los materiales didácticos y de inventario; y
- El cronograma de capacitaciones.

3.3 COMUNICACIÓN

El Centro de Investigación contratado por el MEM y en conjunto con dicho organismo, analizará los resultados obtenidos del Plan de monitoreo para:

- Obtener conclusiones sobre la calidad y disponibilidad del agua en el área de estudio, comparando con los valores de referencia;
- Identificar las tendencias de la calidad del agua;
- Ayudar a responder preguntas de la comunidad;
- Preparar materiales de comunicación para informar a los Representantes/Líderes de las Comunidades sobre los resultados del programa. Estos materiales se elaborarán de manera sencilla y clara, para que los resultados y conclusiones del monitoreo pueden ser entendidos por personas no técnicas. La comunicación se hará a través de:
 - Reuniones con los representantes de la comunidad involucrados en el Plan de monitoreo;
 - Distribución de panfletos o notas informativas incluyendo los resultados y conclusiones de los monitoreo; y
 - Respondiendo a preguntas de la comunidad que pueden ser recibidas a través de los CAPS o líderes comunitarios.

4.0 METODOLOGÍA DEL PLAN DE MONITOREO COMUNITARIO DE LA CALIDAD DEL AGUA

4.1 CRITERIOS DE MONITOREO

El Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua está basado en los siguientes reglamentos y/o directrices:

- Leyes y reglamentos Nicaragüenses mencionadas en la sección 2.0 de este Programa;
- Guías para la calidad del agua potable. Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE);
- Estándares Internacionales tales como los de la Corporación Financiera Internacional (CFI) de 2012, las Guías Generales de Salud y Seguridad de la CFI (2007), la guía Sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para la Generación del Energía Geotérmica (2007);
- Directrices para la Calidad de Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2011; y
- Nota Consultiva de Monitoreo de Agua Participativa: una guía para prevenir y manejar conflicto Oficina del Asesor de Cumplimiento / Defensor del Pueblo) de 2008.

Las aguas monitoreadas y analizadas deberán satisfacer las normas nicaragüenses y los estándares internacionales en cuanto a la calidad del agua dulce a efectos de la protección de la salud de las personas.

4.2 ESTRATEGIA DE MONITOREO

El monitoreo es el mecanismo de comprobación de los controles integrados y medidas de mitigación implementadas por el MEM para lograr los objetivos esperados de protección y mitigación de los impactos sobre los recursos hídricos en la zona. En esta sección se presenta la forma en que se realizará el muestreo, incluyendo el equipo a utilizar, los protocolos de muestreo, preservación y análisis de muestras; así como los componentes del reporte de resultados (ver Tabla 4-2). Es importante mencionar que este Plan de monitoreo está sujeto a cambios considerando los resultados iniciales de la calidad del agua y las metodologías definidas por el Centro de Investigación y su laboratorio

seleccionados. A continuación se describen las actividades para realizar el monitoreo de la calidad del agua:

4.2.1 Selección de los Puntos de Muestreo

El Centro de Investigación seleccionado por el MEM, junto con los CAPS deberán identificar y localizar los puntos de muestreo para llevar a cabo el monitoreo de calidad del agua. La selección de los sitios incluirá una descripción de los criterios (p.ej., cercanía al sitio del Proyecto, fuentes principales de abastecimiento de agua para el Proyecto y comunidades aledañas, accesibilidad a los puntos de muestreo) utilizados para su selección y un mapa de su ubicación. Los puntos de muestreo deben incluir fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Se deberá incluir en dichos puntos los pozos utilizados por las comunidades aledañas, tales como Potosí, El Capulín y Las Parcelas, así como la piscina comunal ubicada en Potosí. En la Figura 4-1 se presenta la ubicación de los puntos mínimos de muestreo para la implementación del Plan de Monitoreo Participativo. El laboratorio seleccionado deberá incluir en su reporte de monitoreo las coordenadas de cada uno de los puntos de muestreo.

4.2.2 Preparación de las Visitas al Campo

Las actividades de muestreo serán realizadas por el Centro de Investigación y su laboratorio contratado por el MEM junto con personal de los CAPS. Antes de recolectar las muestras, se deberán hacer preparativos, tales como la selección de los sitios de muestreo, el reconocimiento de dichos sitios, la evaluación de las condiciones climatológicas y la disponibilidad de transporte adecuado antes de proceder a realizar actividades de campo. Con al menos dos semanas de anticipación de la actividad de muestreo se debe realizar la coordinación con laboratorios acreditados locales o internacionales, a fin de dar tiempo a dichos laboratorios para la preparación de recipientes, de preservantes y de métodos específicos apropiados de manejo de muestras. Se deberá capacitar al personal de los CAPS en cuanto a la toma de muestras, métodos y los tiempos de retención de muestras correctos. Algunos parámetros, tales como el cromo hexavalente, las bacterias coliformes y los nutrientes requieren de tiempos de retención de 24 horas (es decir, las muestras a ser analizadas en cuanto a dichos parámetros se deben entregar al laboratorio en las 24 horas siguientes a su toma).

Las muestras tomadas a efectos de la evaluación de la calidad del agua serán analizadas respecto a los parámetros de la Norma CAPRE (ver Tabla 4-1).

Tabla 4-1: Parámetros de Calidad del Agua

Fisicoquímicos	Biológicos	In-situ
Alcalinidad, boro, pH, dureza total, dureza cálcica, alcalinidad total, bicarbonato, calcio, sílice reactivo disuelto, magnesio, cloruro, sulfato, hierro, metales pesado, nitrito-nitrato y pesticidas.	Coliformes totales y fecales	Temperatura, conductividad, oxígeno disuelto (OD), pH, turbidez, Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Las muestras recolectadas se deberán colocar hieleras o termos inmediatamente después de su toma, y se deben mantener a baja temperatura (4 °C aproximadamente) hasta su llegada al laboratorio. Durante los preparativos, se debe determinar si el laboratorio suministrará un servicio de transporte que hará contacto con los equipos de toma de muestras en el campo o si dichos equipos serán responsables del transporte de las muestras al laboratorio. Todo el personal a cargo de la recolección de muestras de agua recibirá capacitación acerca de las técnicas correctas de muestreo. El personal a cargo del muestreo siempre debe llevar puestos guantes de nitrilo durante la recolección y la manipulación de muestras, a fin de prevenir la contaminación de las muestras y para crear una barrera protectora entre la persona y todo contaminante potencialmente dañino que pudiera haber en el material muestreado. Antes del traslado del personal y de los artículos de toma de muestras se debe hacer un inventario a fin de comprobar que se cuente de manera organizada con todos los equipos y suministros necesarios para la recolección y para la protección de la salud y la seguridad.

La Tabla 4-2 presenta una lista con algunos de los equipos y suministros necesarios para la toma de muestras. También se recomienda que se realicen reuniones con los equipos de toma de muestras en las que se expliquen los factores de salud y seguridad, los sitios de toma de muestras, los métodos de toma de muestras y los procedimientos de emergencia, a fin de que las campañas de muestreo sean seguras y fructíferas. Algunos factores de salud y seguridad a ser considerados durante el Plan de monitoreo son:

- Equipos de protección individual (EPI) adecuado para la toma y manejo de muestras (p.ej., guantes, lentes de seguridad, botas de seguridad, cuerda);
- Documentos de identificación personal (p.ej., carnets de identificación por parte del personal que realizará los monitoreos);

- Traer un contenedor para el transporte y manejo de perseverantes para muestras (p.ej., ácido sulfúrico, ácido nítrico, hidróxido de sodio, acetato de zinc, ácido clorhídrico concentrado u otro cuando se requiera);
- Recipientes plásticos y de vidrio adecuados facilitados por el laboratorio acreditado;
- Instructivos de calibración de los sensores multi-parámetros de calidad del agua;
- Calibrar los sensores multi-parámetros de calidad del agua de acuerdo a los lineamientos establecidos en los instructivos de calibración;
- Organizar las botellas rotuladas, reactivos y cadenas de custodia de manera que correspondan a cada sitio de muestreo;
- Las botellas con la muestras de agua deberán ser rotuladas con letra legible y con esfero el nombre del responsable del muestro;
- Se deberán colocar todas las botellas con muestra de un mismo sitio de muestreo dentro de la misma hielera en posición vertical y se les deberá agregar hielo suficiente para su apropiada refrigeración.

Tabla 4-2: Lista de Equipos y Suministros de Muestreo

Equipo y Material para Toma de Muestras ⁱⁱⁱ		
Bolsas de plástico con cierre (para guardar los recipientes de muestras y hielo)	Marcadores indelebles	Cámara digital
Hieleras (neveras) con hielo	Agua destilada (10 litros aproximadamente)	Unidad GPS
Sonda multi-parámetros provista con sensores de temperatura, pH, electro conductividad y de turbidez	Recipientes para muestras suministrados por el laboratorio	Preservantes suministrados por el laboratorio (si los recipientes no contienen ya preservantes)
Libreta de anotaciones resistente a la intemperie (Rite in the Rain®)	Pluma resistente a la intemperie	Cadena de custodia

Clave:

GPS = sistema de posicionamiento global; pH = parámetro de medición de la acidez/alcalinidad de las soluciones acuosas (potencial de hidrógeno).

4.2.3 **Recolección de Muestras**

Antes de la recolección de una muestra, el personal debe documentar (fotografías) el sitio de muestreo con el uso de una cámara digital; también tomar nota de las características observables de la muestra y del entorno, como el color, olor, condiciones climáticas, profundidad y ancho del cuerpo de agua superficial o subterráneo, así como registrar la fecha y la hora de la toma de cada muestra. Junto con las características observadas y los parámetros de campo in-situ, también se debe asentar en registro las coordenadas geográficas (GPS), en el cuaderno designado de anotaciones del muestreo. A continuación se incluyen los datos de campo mínimos a ser colectados durante los trabajos de muestreo y que deberán ser registrados en el cuaderno designado de anotaciones del muestreo y en la cadena de custodia facilitada por el laboratorio contratado:

- Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo en el sistema UTM;
- Fecha y hora de muestreo;
- Clave asignada por sitio de muestreo que corresponda a las muestras colectadas;

ⁱⁱⁱ Nota: La lista suministrada es general, e incluye los equipos de suministros que se utilizan en la mayoría de las actividades de muestreo. En algunas circunstancias podrían ser necesarios equipos y suministros adicionales.

- Temperatura de la muestra, OD, pH, conductividad y SDT;
- Condiciones meteorológicas correspondientes a la fecha y hora de muestreo;
- Descripción detallada del sitio de muestreo (p.ej., condiciones en las que se encuentra el pozo durante las actividades de muestreo);
- Elevación y/o profundidad a la que se tomó la muestra;
- Nombre de la persona que toma la muestra.

4.2.3.1 *Superficial*

El muestreo de aguas en la superficie se debe realizar de conformidad con el protocolo general descrito a continuación:

- En cada uno de los sitios de muestreo se debe utilizar un par nuevo de guantes desechables de nitrilo, que se deben desechar posteriormente al finalizar el muestreo.
- Se debe sumergir en el agua el instrumento (totalmente calibrado) de medición multi-parámetros de la calidad del agua, como ejemplo el YSI, a fin de llevarlo a las condiciones del entorno. El instrumento se utilizará para medir in-situ en el campo los parámetros de la calidad del agua superficial.
- La toma de muestras se debe realizar mediante el llenado de un recipiente de limpieza certificada suministrado por el laboratorio, directamente en la columna de agua y después de haberlo enjuagado tres veces con el agua del curso de agua correspondiente. Al finalizar el enjuague, se debe sumergir una vez más el recipiente de toma de muestras con su boca orientada aguas abajo, y manteniéndolo en el lado aguas arriba del dispositivo de toma de muestras a fin de evitar la contaminación por perturbaciones.
- Una vez que el recipiente esté lleno, se debe extraer del agua, tapar, etiquetar y preparar para el transporte. Si se utilizan recipientes preservados previamente, se recomienda el uso de un recipiente certificado, limpio y enjuagado no preservado del laboratorio para transferir y rellenar el recipiente previamente preservado.
- No se deben realizar actividades de muestreo antes de que hayan transcurrido 72 horas después de precipitaciones de magnitud considerable. Lo anterior asegura que las muestras sean representativas de las condiciones normales de los cursos de agua.

4.2.3.2 Subterránea

El muestreo de aguas subterráneas incluirá los siguientes pasos:

- Monitoreo de los niveles de las aguas subterráneas mediante el uso de sondas piezométricas. Se recomienda la instalación de transductores sumergibles de presión provistos de registradores internos para monitorear de forma continua los niveles de agua dentro de los pozos utilizados para el suministro de agua. Estos transductores incluyen la programación y el registro cada hora de las mediciones del nivel de las aguas. Si estos equipos no están disponibles localmente, se pueden utilizar sondas de medición de niveles y registro manual de datos.
- Se harán mediciones manuales del nivel de las aguas al realizar actividades de muestreo de aguas subterráneas, a efectos de comprobar la precisión de los transductores y hacer en el campo los ajustes que sean necesarios. La descarga de los registros del nivel de las aguas también se hará durante las visitas a los sitios de monitoreo continuo, a fin de mantener un registro continuo de los niveles de las aguas subterráneas asociadas al Proyecto.
- Se registrarán los niveles medidos de las aguas y se compararan con las observaciones de las condiciones de línea base previa a la fase de construcción del Proyecto.
- Las muestras recolectadas de agua serán analizadas por un laboratorio medio ambiental acreditado a nivel nacional seleccionado por el MEM (p.ej., UNAN-CIRA, UNAN-CISTA, UCA, o algún otro laboratorio ajeno a ENACAL o a la ANA).
- Las muestras se analizarán en cuanto a todos los parámetros de interés, incluyendo el pH, nutrientes y metales (norma CAPRE).
- Se utilizará una base de datos digital para el archivo de los resultados de laboratorio (ver Anexo A- Ejemplo de creación de base de datos).

En caso de valores fuera de los objetivos de desempeño (p.ej., resultados de un constituyente por encima del objetivo pertinente de desempeño), el MEM/ENEL junto con los CAPS realizarán investigaciones a fin de establecer su causa. Si durante las mediciones continuas, se detecta una tendencia significativa estadísticamente hacia o por encima de un objetivo de desempeño y el monitoreo de las condiciones de fondo no indica una posible causa natural, el MEM/ENEL y los CAPS investigarán e iniciarán, si corresponde, medidas de manejo adaptable.

4.2.4

Cronograma de Monitoreo

Las actividades de monitoreo incluyen la preparación de un calendario de monitoreo, cubriendo las diferentes temporadas (seca y lluviosa). A fin de definir la frecuencia de monitoreo, el Plan debe considerar que la cantidad de datos a obtener debe ser representativos, a la vez que permitan a las comunidades comprender la calidad del agua (superficial y subterránea) en la zona y los cambios y tendencias debido a las actividades (conducidas por el Plan o no). Por lo tanto, se recomienda definir al menos un muestreo de manera mensual para niveles de agua en los pozos de abastecimiento y trimestral para parámetros de calidad del agua durante los trabajos de la Etapa 2. Los procedimientos detallados de trabajo para la recolección, análisis y reporte de resultados deberán ser entregados por el laboratorio contratado por el MEM, que coleccionará y analizará las muestras. En la Tabla 4-3 se presenta la frecuencia propuesta para llevar a cabo el monitoreo de calidad del agua. La frecuencia de muestreo podrá ser evaluada y ajustada dependiendo los resultados obtenidos durante el primer año de muestreo.

El monitoreo se iniciará un mes antes de comenzar los trabajos correspondientes Etapa 2. La implementación de los puntos propuestos de monitoreo (ver Figura 4-1) se hará conforme a un esquema adaptable, es decir, los puntos identificados a la fecha serían los utilizados en el inicio del monitoreo y posteriormente podrían identificarse otros puntos con base en las posibles brechas que pudieran detectarse.

4.2.5

Generación de Informes

Como parte de la generación de informes, los resultados del Plan de Monitoreo Participativo de Calidad del Agua serán entregados semestralmente a las agencias regulatorias nicaragüenses tales como MARENA, UMA, MINSA y ENACAL y al BID (ver Tabla 4-3). Dichos informes incluirán los siguientes componentes:

- Todos los datos recolectados, incluyendo fechas, lugares, resultados de laboratorio y mediciones del nivel del agua;
- Fotografías y notas de las condiciones en el campo, incluyendo toda evidencia de daños y/o alteraciones en los pozos y/o cuerpos de agua superficial;
- Descripción de los métodos utilizados para la recolección y el análisis de los datos, incluyendo medidas de control de calidad y aseguramiento, así como los registros de calibración de los equipos usados en campo;

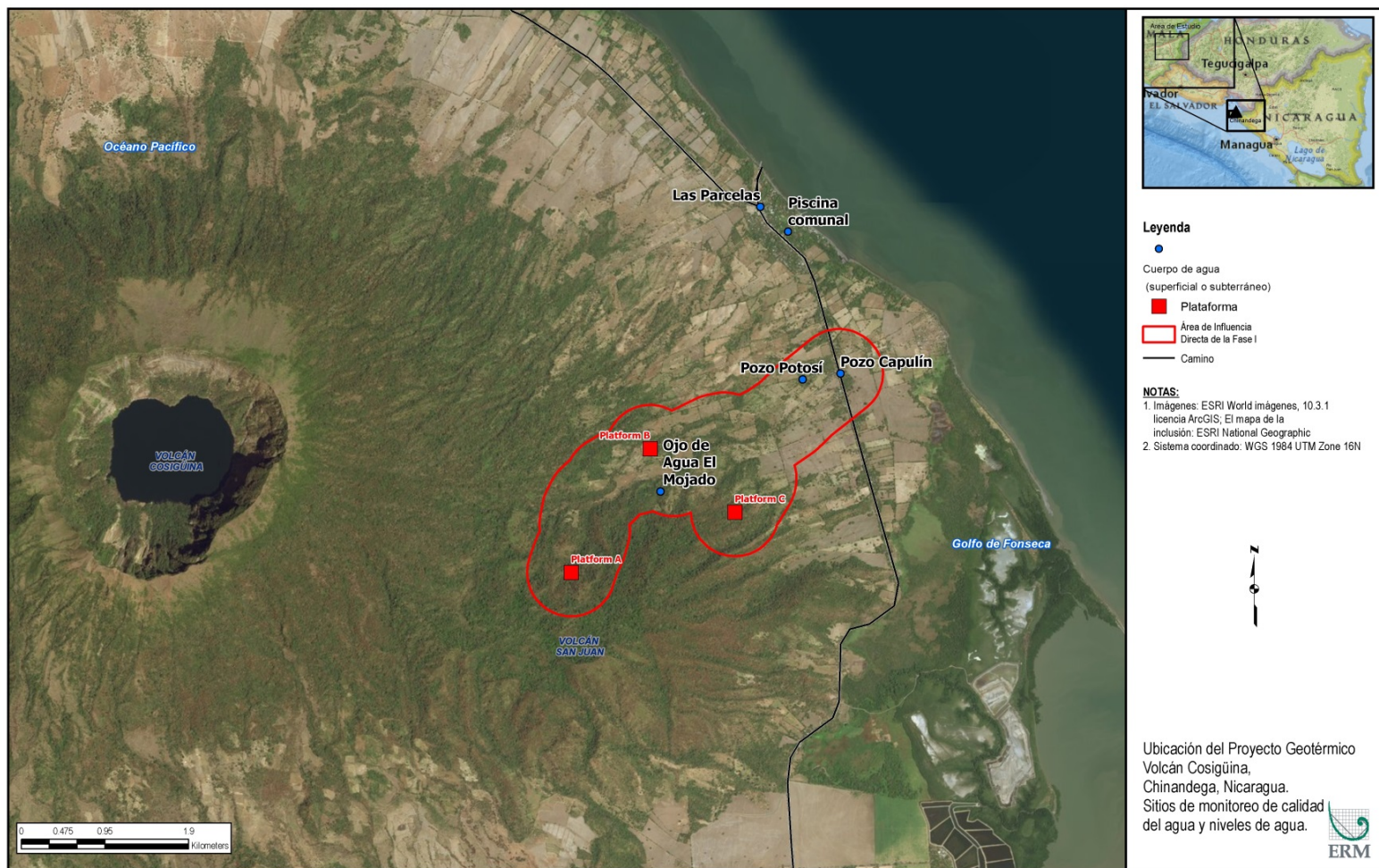
- Comparaciones entre las mediciones y las directrices de calidad del agua (CAPRE);
- Análisis de tendencias espaciales y temporales según corresponda;
- Evaluación de tendencias y diferencias estacionales; e
- Identificación y vinculación a sucesos específicos que podrían ser responsables de efectos transitorios o de corta duración;

Los informes también serán entregados y explicados a los CAPS a fin de informar las condiciones de los recursos hídricos disponibles en el área de estudio.

Tabla 4-3: Sitios Propuestos de Monitoreo

Variable de Monitoreo	Parámetros	Sitios de Muestreo	Frecuencia del Monitoreo	Método	Tipo de Informe	Frecuencia del Informe	Responsabilidades de Generación de Informes	Entregado a:
Calidad de las aguas superficiales	Norma CAPRE de calidad del agua	Piscina comunal, cursos de agua perenes y pilas comunales para almacenamiento de agua procedente de los pozos de suministro. Pila de agua del Sr. Efraín Ríos (cercana a las plataformas A y B)	Trimestral	Toma de muestras de forma manual	Informe medio ambiental	Semestral	MEM	MARENA, CAPS, UMA, MINSA, ENACAL y al BID
Calidad de las aguas subterráneas	Norma CAPRE de calidad del agua	Pozos de suministro de agua (Potosí, Capulín, , Las Parcelas y algún pozo nuevo asignado para suministro de agua para el Proyecto)	Trimestral	Pozos de monitoreo	Informe medio ambiental	Semestral	MEM	MARENA, CAPS, MINSA, UMA, ENACAL y al BID
Niveles del agua	Niveles de las aguas subterráneas	Pozos de suministro de agua (Potosí, Capulín, Las Parcelas y algún pozo nuevo asignado para suministro de agua para el Proyecto)	Mensual	Pozos de monitoreo (transductores sumergibles de presión provistos de registradores internos).	Informe medio ambiental	Semestral	MEM	MARENA, CAPS, MINSA, UMA, ENACAL y al BID

Figura 4-1: Sitios Propuestos de Muestreo de Calidad del Agua Superficial y Subterránea



En la Tabla 5-1 se presenta una lista con información de las personas claves para la implementación del Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua. Esta lista incluye personal técnico de la Alcaldía de El Viejo, representantes comunitarios y miembros que conforman los CAPS en la comunidad Potosí.

Tabla 5-1: Información de Personas Clave para la Implementación del Plan de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua

Nombre	Datos	Entidad
Alexander Mejía	+505-8939-9023 amejiazavala@yahoo.es	Alcaldía de El Viejo-UMAS
Daniel Pozo Hernández	+505-8874-9060	Comité de Manejo Colaborativo
Félix Eduardo Núñez	+505-8750-8102	Fundación LIDER
Danilo Munguía y Eveling Rivas	+505-8383-2998	CAPS (Potosí)
Santos Espinal Zeneida Martínez	+505-82732297	CAPS (El Capulín)
Identificar responsable encargado de este CAPS	Sin información	CAPS (piscina comunal en el Potosí)
Sr. Efraín Ríos	81808447	Privado
Francisco Inés Baca	+505-7782-9208	CAPS (Las Parcelas)

6.0

PRESUPUESTO INDICATIVO

En la Tabla 6-1 se presenta un presupuesto estimado para llevar a cabo las principales actividades de muestreo y análisis de calidad de las aguas incluidas en este Plan de Monitoreo Participativo. Es importante mencionar que estos costos son indicativos y podrían variar dependiendo el laboratorio, renta y/o adquisición de equipos de muestreo.

Tabla 6-1: Presupuesto Indicativo para las Actividades de Monitoreo Comunitario de la Calidad del Agua

Actividad	Monto Estimado en Dólares Americanos (USD \$)	Comentarios/Suposiciones
Monitoreo y análisis de calidad del agua	\$1,000/muestra (\$36,000 anual)	Costo por muestra incluyendo análisis y muestreo. Se considera un total de cinco sitios para muestras de agua superficial y cuatro pozos (9 en total).
Capacitación de CAPS	\$600 (\$2,400 anual)	Frecuencia trimestral
Renta de equipo de muestreo (Sonda multi-parámetros de calidad del agua)	\$1,000/sonda (estimado a \$4,000 anual)	Renta por una semana. Frecuencia trimestral.
Gastos diversos ¹	\$1,000	—
Costo total anual estimado	\$43,400	

1. Gastos estimados de viáticos de los profesionales (Centro de Investigación) que proporcionará capacitación a los CAPS.

Artículos y Construcciones Eléctricas de Nicaragua S.A. (ACN). 2015. Estudio de Impacto Ambiental del Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto Geotérmico Volcán Cosigüina – Fase Perforación Exploratorio. Septiembre 2015.

Ministerio de Energía y Minas (MEM). 2015. Plan de Inversión – Nicaragua (PINIC) del Plan SREP Nicaragua. Accedido el 26 abril 2016, en: https://www-cif.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/meeting-documents/nicaragua_pi_srep_0_0.pdf

Ministerio del Ambiente y los Recursos Natural (MARENA). 2006. Plan de Manejo del Área Protegida Reserva Natural Volcán Cosigüina. Dirección General de Áreas Protegidas.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Natural (MARENA).2010. Caracterización de la Cuenca No. 64. Entre el Volcán Cosigüina y Río Tamarindo. Dirección General de Patrimonio Natural.

Genoways, H.H. & Timm, R.M. 2005. Mammals of the Cosigüina Península of Nicaragua. *Mastozoología Neotropical* 12(2):153-179.

Pelican, S.A. 2016. Plan para la Ampliación de la Energía Renovable en Países de Ingreso Bajo – SREP, Manejo Ambiental y Social Componente 1 – Geotermia.

Apéndice A

Ejemplo de lineamientos para la creación de base de datos

A continuación se incluyen lineamientos recomendados para la creación de una base de datos para el almacenamiento, análisis y manejo de información de calidad del agua:

- Crear la base de datos en un programa Microsoft Access o similar (p.ej., Microsoft Excel).
- Esta base de datos deberá estar respaldada en el servidor del MEM/ENEL;
- La base de datos deberá incluir información sobre los sitios de muestreo; así como de los resultados de calidad del agua medidos in situ y analizados por los laboratorios
- La base de datos deberá incluir el mapeo de los sitios de muestreo en un Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Esta base de datos deberá incluir información sobre el laboratorio (s) responsable de llevar a cabo los análisis de calidad del agua (p.ej., teléfono, dirección del laboratorio, nombre del jefe de laboratorio, correo electrónico).
- Se compararán los resultados de calidad del agua con los valores máximos admisible establecidos por las normas CAPRE de calidad del agua.
- Señalar las muestras que estén por encima de los valores máximos admisibles establecidos por las normas CAPRE de calidad del agua.
- Incluir análisis estadísticos de los resultados obtenidos de calidad del agua (p.ej., análisis comparativos temporales y espaciales, máximo, mínimo, desviación estándar, promedio).