



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPTO. DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

**Acompañamiento al muestreo 2017 de las redes
de calidad de aguas de la Dirección General de
Aguas en zonas extremas**

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

GP Consultores

S.I.T. N° 425

Santiago, Noviembre 2017

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ing. Comercial Sr. Alberto Undurraga Vicuña

Director General de Aguas
Abogado Sr. Carlos Estévez Valencia

Jefa Departamento de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos
Ingeniera Civil Sra. Mónica Musalem Jara

Inspector Fiscal
Ingeniero Ambiental Sr. Diego San Miguel Cornejo

Departamento de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos

Ingeniera Química, Cinthya Montecinos
Ingeniero Ambiental, Heriberto Moya
Químico Ambiental, Daniela Fredes

GP Consultores

Ingeniera Civil, Alejandro Grilli
Ingeniera Civil, Emilio Fernandez
Ingeniera Civil, Cristobal Cox
Química, Makarena Avila
Ingeniera Ambiental, Jaime Robles

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo General del Servicio	1
1.2 Objetivos Específicos del Servicio	1
1.3 Alcances del Informe de Avance	2
2. ANTECEDENTES	3
3. REVISIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROCEDIMIENTOS DGA	5
3.1 Metodología	5
3.2 Observaciones a los Procedimientos DGA	6
4. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS EN TERRENO	9
4.1 Metodología	9
4.2 Brechas por Región	12
4.3 Brechas Transversales	47
5. CAPACITACIÓN MONITOREO CALIDAD DEL AGUA A HIDROMEN-SORES DGA	52
5.1 Metodología	52
5.2 Resultados Capacitación	55
5.3 Inquietudes Regionales	66
6. CONCLUSIONES	68
6.1 Instructivos de Muestreo de Aguas Superficiales y Subterráneas	68
6.2 Evaluación en Terreno	69
6.3 Capacitaciones	70

ANEXOS (Fuera de Texto, en Digital):

ANEXO A: Instructivos DGA Revisados con Observaciones

ANEXO B: Formato de Registros para Evaluación en Terreno

ANEXO C: Minutas de Reunión en Evaluación

ANEXO D: Presentación Power Point para Capacitación

ANEXO E: Formato de Registro para Evaluación Post Capacitación

ANEXO F: Guías Rápidas de Monitoreo

ANEXO G: Registros Capacitación

ANEXO H: Constancia de Capacitación

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas (DGA) ha señalado que requiere del apoyo, asesoramiento y acompañamiento de una entidad técnica idónea, que permita revisar, aplicar y evaluar la ejecución de los instructivos de muestreo desarrollados y empoderar a los(as) funcionarios(as), transmitiendo las competencias necesarias para un adecuado muestreo de las aguas, identificando las brechas y proponiendo las mejoras respectivas a los instructivos DGA.

Para ello, la DGA, mediante Licitación Pública ID 1019-17-L117, ha adjudicado el servicio "Acompañamiento al Muestreo 2017 de las Redes de Calidad de Aguas de la Dirección General de Aguas Zonas Extremas" a GP Consultores Ltda. (GP)

1.1 OBJETIVO GENERAL DEL SERVICIO

Reforzar las labores de muestreo de calidad de aguas realizado por los funcionarios de la Dirección General de Aguas en las siguientes regiones:

- ◆ Magallanes
- ◆ Aysén
- ◆ Los Lagos
- ◆ Los Ríos
- ◆ Araucanía
- ◆ Metropolitana
- ◆ Atacama
- ◆ Antofagasta
- ◆ Tarapacá
- ◆ Arica-Parinacota

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL SERVICIO

- ◆ Contar con una evaluación y diagnóstico del grado de aplicación del procedimiento de muestreo actualmente seguido por los(as) funcionarios(as) que participan del monitoreo de calidad de las aguas.
- ◆ Realizar recomendaciones de mejora a los instructivos de muestreo de la DGA.
- ◆ Identificar las brechas existentes en la aplicación de los instructivos de muestreo de calidad de agua de la DGA.
- ◆ Proponer soluciones a las brechas identificadas y realizar seguimiento en terreno de éstas.

1.3 ALCANCES DEL PRESENTE INFORME

El presente informe corresponde al Informe Final del servicio. Contiene el total de las actividades realizadas, separadas en las grandes temáticas tratadas:

- a) Revisión y propuesta de mejoras a los procedimientos de la DGA
- b) Evaluación de la aplicación de los procedimientos en terreno
- c) Capacitación monitoreo calidad del agua a hidromensores DGA

2. ANTECEDENTES

Los siguientes son los principales antecedentes utilizados para elaborar el presente informe:

- ◆ Instructivos de muestreo de calidad de agua superficial y subterránea DGA, en su última versión:
 - ✓ LADGA-IM-01 Instructivo muestreo aguas superficiales. Versión 1, 24-01-2014.
 - ✓ LADGA-IM-02 Instructivo muestreo aguas subterráneas. Versión 2, 02-11-2016.
 - ✓ LADGA-IM-03 Instructivo de preservación de muestras y etiquetado de envases. Versión 2, 18-04-2017.
 - ✓ LADGA-IM-04 Instructivo de uso de refrigerador. Versión 1, 21-01-2014.
 - ✓ LADGA-IM-05 Instructivo de uso de termómetro de refrigerador. Versión 1, 27-01-2014.
 - ✓ LADGA-IM-06 Instructivo de envío y traslado de muestras. Versión 2, 28-03-2017.
 - ✓ LADGA-IM-07 Instructivo procedimiento ante emergencias ambientales. Versión 2, 25-04-2017.
 - ✓ LADGA-IM-08 Instructivo llenado ficha de terreno emergencias ambientales. Versión 2, 25-04-2017.
 - ✓ LADGA-IM-09 Instructivo uso de sondas multiparámetros Laboratorio Ambiental Dirección General de Aguas. Versión 1, 24-01-2014.

- ◆ Norma Chilena Calidad del Agua – Muestreo (Instituto Nacional de Normalización - INN):
 - ✓ NCh-ISO 5667/1:2017 Guía para el Diseño de los Programas de Muestreo y Técnicas de Muestreo.
 - ✓ NCh 411/3:2014 Guía sobre la Preservación y Manejo de las Muestras.
 - ✓ NCh-ISO 5667/6:2015 Guía para el Muestreo de Ríos y Cursos de Agua.
 - ✓ NCh 411/11:1998 Guía para el Muestreo de Aguas Subterráneas.
 - ✓ NCh-ISO 5667/14:2015 Guía para la Garantía de Calidad y Control de Calidad de las Muestras de Agua del Medio Ambiente y Manejo.
 - ✓ NCh-ISO 5667/24:2016 Guía para la Auditoría del Muestreo de la Calidad del Agua.

- ◆ DGA (2017). PPT Manejo, Uso y Mantenimiento de Sondas Multiparamétricas. Relator: Yania Ulloa Zyl.

- ◆ DGA (2016). Atlas del Agua.

- ◆ NCh-ISO 17020:2012. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos de inspección. Instituto Nacional de Normalización – INN.

- ◆ APHA, AWWA, WEF (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition. American Public Health Association. Washington.
- ◆ INN (2012). Trazabilidad del Resultado de las Mediciones. DA-D04 Versión 5.
- ◆ YSI (2012). 6-Series Multiparameter Water Quality Sondes User Manual.
- ◆ Hanna Instruments (2012). Manual de Instrucciones HI9829 Medidor Multiparamétrico.
- ◆ Centro Nacional del Medio Ambiente (2010). Diagnóstico y Acompañamiento al Muestreo de las Redes de Calidad de Aguas de la Dirección General de Aguas. S.I.T. N°217.
- ◆ MERCK (2009). Ficha de Datos de Seguridad Ácido Nítrico 65% p.a. ISO.
- ◆ MERCK (2009). Ficha de Datos de Seguridad Ácido Sulfúrico 95-97% p.a. ISO.
- ◆ Hanna Instruments (2008). Instruction Manual HI9828 Multiparameter Meter.
- ◆ U.S. Geological Survey (2007). National field manual for the collection of water-quality data. Book 9 Handbooks for water-resources investigations.
- ◆ DGA (2007). Manual de Normas y Procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos. S.I.T. N°132.
- ◆ U.S. EPA (2004). Groundwater well sampling. Field sampling guidance document #1220. Richmond, California.
- ◆ NCh 426/2:1997 Agua Grado Reactivo para Análisis – Especificaciones – Parte 2: Análisis físico-químico y microbiológico de agua potable, aguas crudas y aguas residuales. Instituto Nacional de Normalización – INN.
- ◆ Procedimientos GP relacionados con el muestreo y medición de calidad del agua.

3. REVISIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROCEDIMIENTOS DGA

3.1 METODOLOGÍA

Como metodología general para revisar los instructivos de muestreo de la DGA (LADGA-IM-01 a 09), se contrastan con los requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos de inspección según la Norma NCh-ISO 17020:2012.

De acuerdo con lo anterior, los aspectos generales que deben cumplir los instructivos son los siguientes:

- ◆ Los procedimientos de muestreo deben estar completamente documentados; es decir, deben estar referidos a alguna normativa nacional o internacional.
- ◆ Deben especificarse los equipos a emplear de manera de poder controlar su correcto mantenimiento, contrastación y/o calibración.
- ◆ Deben indicarse claramente los registros a utilizar para ingresar la información de terreno, de manera de mantener la trazabilidad de las mediciones.
- ◆ Se tienen que detallar las metodologías de manera clara, definiendo cualquier concepto técnico y exponiendo todas las alternativas que existan de acuerdo a las condiciones de terreno.
- ◆ Idealmente, debe existir un control de calidad que verifique los resultados obtenidos en terreno.

Asimismo, independientemente que las materias revisadas se cumplan, GP igualmente efectúa recomendaciones de mejoras y/o métodos alternativos, cuando las observaciones así lo recomienden, con el objetivo de mejorar la representatividad de los monitoreos y optimizar los tiempos utilizados.

3.2 OBSERVACIONES A LOS PROCEDIMIENTOS DGA

De la revisión a los procedimientos de muestreo de la DGA surge una serie de observaciones que se estiman importantes para garantizar la representatividad de las muestras, la trazabilidad de las mediciones y la claridad de las instrucciones a los funcionarios.

Como observaciones generales, que abarcan todos los procedimientos, están la estandarización de la estructura de los mismos (en general, actualizando procedimientos antiguos) y la incorporación de un control de calidad de acuerdo a lo que especifica la norma NCh-ISO 5667-14:2015. Se sugiere que esta última observación sea incorporada como un nuevo procedimiento, en el cual se definan controles de calidad tanto en el muestreo como en la medición.

Por practicidad, las observaciones específicas a los procedimientos DGA se incorporan directamente en cada uno de los documentos en formato Word, incorporándose al presente informe en el Anexo A (fuera de texto, en digital). Un resumen con las observaciones que se estiman más importantes, se presenta a continuación para cada uno de los procedimientos:

- ◆ LADGA-IM-01 Instructivo Muestreo Aguas Superficiales:
 - ✓ En este instructivo se entrega con mucho detalle las mediciones in-situ, en desmedro de la recolección de la muestra, materia principal de este instructivo. Existe otro instructivo especial para mediciones in-situ (LADGA-IM-09 Instructivo uso de sondas multiparámetros). En particular, no se especifica la técnica de ambientación y llenado de los envases.

- ◆ LADGA-IM-02 Instructivo Muestreo Aguas Subterráneas:
 - ✓ Pese a que existen dos esquemas explicativos tipo árboles de decisiones para ilustrar lo que dice el texto, en el mismo texto se debiera arreglar su estructura para que quedara más claro.
 - ✓ El mayor problema de este instructivo son las metodologías propuestas, las cuales en algunos casos son impracticables, como el caso de la purga con bailer, y en otro caso son innecesarias y muy arriesgadas, como introducir una sonda al interior del pozo con bomba.
 - ✓ Se intentan mejorar los problemas del uso del bailer, utilizando ambientación y estabilización de parámetros; sin embargo, no mejora su poca representatividad como método. Se sugiere otros métodos y otros equipos.

- ◆ LADGA-IM-03 Instructivo de Preservación de Muestras y Etiquetado de Envases:
 - ✓ De acuerdo al Standard Methods lo ideal es que se preserve una vez recolectada la muestra. Esto es poco factible según el instructivo ya que se cuenta con botellas muy grandes de preservantes, lo que hace difícil e inseguro su transporte a terreno. Se propone que los envases vengán preservados desde el laboratorio central de la DGA o que se manejen gotarios en neveras pequeñas para llevar a terreno. En ambos casos es necesario el uso de papel pH para verificar la acidificación necesaria de la muestra.

- ◆ LADGA-IM-04 Instructivo de Uso de Refrigerador:
 - ✓ Según la normativa NCh411/3:2014 el tiempo de refrigeración de las muestras debe ser lo menor posible antes de ser analizadas. En este instructivo, si bien se recalca el pronto envío de las muestras al LADGA, no se determina un límite máximo de tiempo. Es más, se dice el tiempo máximo que se tiene para analizar las muestras (28 días), pudiendo generar una confusión en el hidromensor, quien puede tomar éste como el tiempo límite de envío.
 - ✓ No es recomendable separar las muestras en distintas bandejas, ya que todas las botellas de una muestra deben ser refrigeradas bajo las mismas condiciones.

- ◆ LADGA-IM-05 Instructivo de Uso de Termómetro de Refrigerador:
 - ✓ Este instructivo tiene temas comunes con el instructivo LADGA-IM-04, correspondería que fuera un anexo de este instructivo.
 - ✓ No se deja claro que el termómetro sea contrastado en baño termo regulado, en todo el rango de temperaturas de trabajo. De hecho, de ser este el procedimiento, en el registro se debería anotar también la temperatura corregida por esta contrastación.
 - ✓ Para el buen control de la temperatura, se recomienda, utilizar un data logger, que sea capaz de registrar la temperatura de manera automática, poder descargar los datos y enviarlos a quien corresponda. Así, se evita la manipulación de una información trascendental del muestreo.

- ◆ LADGA-IM-06 Instructivo de Envío y Traslado de Muestras:
 - ✓ Se recomienda enviar las muestras por punto de monitoreo y no separadas por preservancia. Esto para no perder la trazabilidad del control de temperatura, prevenir pérdidas mayores, contaminación entre muestras y confusión al momento de la recepción en laboratorio.
 - ✓ Debería considerarse una cadena de custodia o que el memo u oficio considere fecha y hora de envío. El laboratorio también debería tomar nota de la fecha y hora de llegada. En la práctica esto podría quedar registrado en un sensor de temperatura con datalogger.
 - ✓ El testigo de temperatura debería llenarse en terreno con el agua a muestrear, y seguir a las muestras desde ahí.

- ◆ LADGA-IM-07 Procedimiento Emergencias Ambientales:
 - ✓ Según lo descrito en el procedimiento, los puntos de terreno son elegidos sin haber ido a terreno. Se cree que esto en la práctica no sucede, y que es el funcionario de terreno el que los define. Por esto, y como recomendación, la visita a terreno podría ser una actividad compartida entre un profesional que entienda de emergencias ambientales y sus alcances (fiscalizador, profesional de Medio Ambiente) y un hidromensor quien tiene práctica tomando las muestras y midiendo los parámetros de terreno.
 - ✓ En un muestreo como éste es fundamental realizar un control de calidad de las muestras, debido a su importancia en futuros estudios.
 - ✓ No se destaca la importancia de realizar una limpieza profunda de los equipos utilizados entre puntos de muestreo ya que es muy fácil que exista contaminación cruzada en un muestreo como este.

- ◆ LADGA-IM-08 Instructivo Llenado Ficha de Terreno Emergencias Ambientales:
 - ✓ Este instructivo podría ser una parte del procedimiento LADGA-IM-07 de Emergencias Ambientales.
 - ✓ En la ficha falta describir los usos del agua que puedan existir en el lugar.
 - ✓ Falta también especificar los equipos y métodos de muestreo utilizados.

- ◆ LADGA-IM-09 Instructivo uso de sondas multiparámetros:
 - ✓ Falta presentar la sonda marca YSI que utilizan en algunas regiones del norte.
 - ✓ Es importante poder identificar los equipos con una codificación única, de manera de trazar la información que ellos capturan en terreno y sus mantenciones.
 - ✓ La temperatura de los equipos multiparamétricos debe ser contrastada con termómetro patrón.
 - ✓ Según el instructivo, solamente la persona a cargo de la sonda tiene conocimiento de su funcionamiento, se considera que por lo menos deberían ser dos personas las capacitadas en su uso.
 - ✓ No es necesario que se haga una calibración diaria, lo importante es que se verifique la medición todos los días y que exista un registro explícito para ello.

4. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN EN TERRENO DE LOS PROCEDIMIENTOS DGA

4.1 METODOLOGÍA

Como base para la evaluación en terreno se utiliza la Norma NCh-ISO 5667/24:2016, la que sugiere evaluar la vulnerabilidad de los pasos operacionales críticos en el muestreo de aguas en cuanto a:

- ◆ Cadena de custodia
- ◆ Integridad de la muestra
- ◆ Introducción de divergencias de incertidumbre innecesarias
- ◆ Representatividad de la muestra
- ◆ Transferencias de datos a los usuarios
- ◆ Condiciones y tiempo de almacenamiento y transporte de las muestras
- ◆ Mantención de los lugares de muestreo y de las características de la muestra

Según esta norma, en una evaluación se deben revisar los siguientes aspectos:

- ◆ Competencia del personal
- ◆ Supervisión (Organización)
- ◆ Equipamiento
- ◆ Manejo de las Muestras: Daños al contenedor, riesgos de contaminación, control de temperatura, etiquetado
- ◆ Registros de muestras individuales
- ◆ Rastreo de las muestras

Un aspecto adicional que se agrega a esta metodología es la revisión de las instalaciones, por cuanto se sabe que existen condiciones diferentes entre las regiones a evaluar y ello puede influenciar algunos de los aspectos expuestos anteriormente.

De esta forma, la evaluación se separa en dos aspectos principales: Evaluación de los Recursos y Evaluación de la Aplicación de los Instructivos de Monitoreo. La evaluación se aplica mediante la observación programada de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, los cuales quedan registrados en una serie de registros, que están basados en los formularios de la norma NCh-ISO 5667/24:2016.

Estos registros tienen un formato tipo, en el cual se lista una serie de puntos a evaluar por cada tema tratado, revisando su cumplimiento o no cumplimiento, según corresponda. Existe la posibilidad que la evaluación de un punto no aplique y también se pueden agregar los comentarios que sean necesarios para reforzar la evaluación.

4.1.1 Evaluación de los Recursos

- ◆ Calidad y precisión de los equipos de muestreo y medición

En base al listado de equipos que utiliza cada oficina regional, se evalúa la trazabilidad de los equipos e instrumentos respecto a la medida o toma de muestra. Para esto, se averiguan las características de los equipos de medición y muestreo, y su respectivo mantenimiento y calibración/contrastación.

En el Anexo B.1 se presenta el registro "Revisión Equipos o Instrumentos DGA", que es utilizado por el personal de GP para evaluar cada equipo que utilizan las regiones visitadas.

La revisión es realizada en conjunto con un profesional designado por la DGA y que tiene conocimiento sobre los ítems evaluados.

◆ Revisión de las Instalaciones

Respecto a las instalaciones, el personal de GP evalúa mediante el registro "Revisión Instalaciones DGA" (ver Anexo B.2), cual es el estado y uso de cada una de las instalaciones utilizadas para almacenar y preparar los equipos, instrumentos y materiales, y para preservar y almacenar las muestras.

La revisión es realizada en conjunto con un profesional designado por la DGA y que tiene conocimiento sobre los ítems evaluados.

◆ Conocimiento que tiene el personal sobre los instructivos relacionados con las actividades de muestreo

El objetivo es realizar una evaluación de conocimientos prácticos a todos los hidromensores y profesionales de terreno de cada región, que estén efectuando labores de muestreo. Se evalúa principalmente el conocimiento que tiene el personal sobre los instructivos de muestreo de la DGA. Si bien la evaluación es de manera escrita, también deben aplicar sus conocimientos en terreno, explicando qué es lo que se debe realizar en base a los instructivos.

En el Anexo B.3 se presenta el registro "Evaluación Teórica DGA", junto con la pauta de revisión.

4.1.2 Evaluación de la Aplicación de los Instructivos de Monitoreo

- Revisión de la evidencia (registros) que se debería generar al aplicar los instructivos de muestreo

La revisión documental se realiza sobre los respectivos registros asociados a cada instructivo evaluado. Esta actividad se efectúa en conjunto con un profesional designado por la DGA que tiene conocimiento y acceso a los registros de muestreo y medición. De esta manera se analiza cual es el grado de cumplimiento de uso de los registros, cuál es su contenido, y si existe algún comentario respecto a errores u omisiones.

El registro de GP, utilizado para esta revisión, se denomina "Revisión Registros DGA" (ver Anexo B.4). Los siguientes son los registros DGA revisados:

- Original de Muestreo
- Ficha de Terreno Emergencia Ambiental (LADGA-IM-08-01, Versión 0, 25-04-2017)
- Registro Control Temperatura Refrigerador (LADGA-IM-04-01, Versión 1, 21-01-2014)
- Registro Limpieza/Descongelado Refrigerador (LADGA-IM-04-02, Versión 1, 21-01-2014)
- Registro Mantenimiento Preventiva/Reparación Refrigeradores (LADGA-IM-04-03, Versión 1, 21-01-2014)
- Memo de Envío de las Muestras Producto de la Emergencia Ambiental
- Ficha de Registro de la Revisión de Sondas Multiparámetro (ANEXO 3)
- Memos de Envíos de Muestras al LADGA

Si es posible, por cada uno de los registros mencionados anteriormente, se revisan cuatro, uno por cada año, desde 2014 hasta 2017.

4.1.3 Seguimiento en Terreno a través de una Simulación o Muestreo Real

Cada oficina regional de la DGA elige un sector de muestreo cercano a sus oficinas, en donde se simula o se realiza un muestreo real que permita observar en la práctica cuál es el grado de cumplimiento de los instructivos de muestreo.

Las actividades que son evaluadas en las actividades de muestreo son:

- Muestreo y medición de aguas superficiales,
- Muestreo y medición de aguas subterráneas (si aplica),
- Muestreo y medición en caso de emergencias ambientales (se hace una simulación, sin muestreo),
- Preservación y Traslado.

Cada una de estas actividades se registra y evalúa a través de un registro, que cuenta con un check list de todos los ítems en los cuales debe fijarse el personal de GP (ver Anexo B.5). No necesariamente todos los aspectos revisados aparecen explícitamente en los instructivos DGA; hay algunos que son obtenidos de la norma chilena de muestreo de aguas y de procedimientos internacionales de muestreo y medición.

También son incluidos en estos registros, aspectos de suma importancia como son la preparación de equipos, materiales, buffers, estándares y seguridad. Independiente del tipo de muestreo realizado, se incluyen chequeos de conocimientos de todos los tipos de muestreo, para que el personal de GP formule preguntas adicionales.

En terreno, el personal de GP lleva un completo registro fotográfico que destaque sobre todo las técnicas de muestreo observadas.

4.2 BRECHAS POR REGIÓN

Las actividades de evaluación en terreno se realizaron entre Mayo y Julio de 2017, según el detalle que se presenta a continuación:

- ◆ Región de Aysén: 23 al 25 de Mayo
- ◆ Región de Los Lagos: 25 y 26 de Mayo
- ◆ Región de Magallanes: 1 y 2 de Julio
- ◆ Región de La Araucanía: 6 y 7 de Julio
- ◆ Región de Los Ríos: 8 y 9 de Julio
- ◆ Región Metropolitana: 14 y 15 de Junio
- ◆ Región de Arica y Parinacota: 20 y 21 de Junio
- ◆ Región de Tarapacá: 22 y 23 de Junio
- ◆ Región de Antofagasta: 27 y 28 de Junio
- ◆ Región de Atacama: 4 y 5 de Julio

En Anexo C (digital, fuera de texto) se adjuntan las minutas de reunión sostenidas en cada una de las regiones, y las listas de asistencia a las evaluaciones.

A continuación se presenta, por cada una de las regiones evaluadas, un resumen de los principales aspectos por mejorar (brechas) por cada una de las temáticas tratadas, es decir: revisión de instalaciones, revisión de equipos e instrumentos, supervisión en terreno de aguas superficiales, aguas subterráneas (cuando aplica) y emergencias ambientales, preservación y traslado de muestras. Las brechas relacionadas con la revisión de registros, se integran en cada una de las temáticas.

También se incorporan las observaciones realizadas por funcionarios de la DGA Nivel Central, que acompañaron al personal de GP en las visitas regionales.

4.2.1 Brechas encontradas en la Región de Magallanes

La evaluación de la Región de Magallanes se llevó a cabo los días 1 y 2 de Junio 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios de la DGA Regional:

- ✓ Gilberto Cortés, Jefe Hidrología
- ✓ Agustín Donicke, Hidromensor



Figura N°4.1: Monitoreo de aguas superficiales en la Región de Magallanes.

◆ Instalaciones:

Cuenta con dos instalaciones:

- ✓ El Laboratorio, donde realizan la calibración del equipo multiparamétrico y guardado de muestras. Se encuentra dentro de las oficinas de la DGA y cuenta con una superficie de aproximadamente 4 m².
- ✓ La Bodega, que se encuentra emplazada en la zona portuaria de la ciudad, cuenta con una superficie de aproximadamente 60 m². En esta instalación se guardan equipos y material de muestreo, y se preservan las muestras.

Brechas Laboratorio (en edificio MOP-DGA):

- ✓ El acceso al área no es restringido, por lo que cualquier persona puede ingresar al lugar.
- ✓ Instalación también es utilizada como cocina y comedor.
- ✓ No es buena la ventilación y medidas de seguridad por los reactivos que ahí se almacenan.

Brechas Bodega (en Sector Portuario):

- ✓ Mala aislación térmica de la bodega.
- ✓ Bodega sucia y desordenada.
- ✓ Falta agua, alcantarillado y luz.
- ✓ Faltan muebles y estantes donde almacenar material.
- ✓ Se almacena reactivos junto con combustibles líquidos.
- ✓ Los cilindros de gas que se utilizan para ir a campañas semanales, también se almacenan en esta bodega.



Figura N°4.2: Laboratorio (izquierda) y Bodega (derecha) en la Región de Magallanes.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9828

Brechas:

- ✓ No está definido el rango de aceptación que se le debe entregar al equipo cuando se realiza la calibración, antes de aceptar los valores que éste reconoce cuando se sumerge un electrodo en una solución estándar.
- ✓ No dejan registro de calibraciones.
- ✓ No existe un programa de mantención preventiva.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers que fueron utilizados, tampoco se les da una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No utilizan guantes para calibrar
- ✓ Usan herramientas que no corresponden al equipo.
- ✓ No utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua natural que se muestrea en la región.
- ✓ No verifican la fecha de vencimiento del electrolito de la membrana de OD (estaba vencida).
- ✓ No calibran OD en cada punto de muestreo.
- ✓ No realizan recambio periódico de la membrada de OD.
- ✓ Lugar de almacenamiento no es adecuado.
- ✓ No siempre se llena Original de Muestreo en terreno.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Río Tres Brazos antes de Bocatoma Sendos". El muestreo se realizó por vadeo, en la mitad del cauce, y con canastillo. Las mediciones in-situ se realizaron ingresando la sonda directamente en el río.

Brechas:

- ✓ No utilizan pisetas para el agua desionizada. Botellas no rotuladas.
- ✓ No se adicionan ice packs a las muestras que se trasladan en terreno.
- ✓ Al ambientar las botellas, el agua se descarta aguas arriba del punto de monitoreo.
- ✓ Dejan envases y canastillo en contacto con el suelo.
- ✓ Llevan tapas en bolsillos.
- ✓ No siempre se utilizan guantes para la toma de muestras.

◆ Emergencias Ambientales:

Se les presenta el caso de un volcamiento de un camión en el cauce del Río Tres Brazos antes de Bocatoma Sendos, el cual comienza con un derrame de combustible en dirección al cauce, llegando a él.

Brechas:

- ✓ No está definido qué unidad dentro de la DGA se hará cargo de liderar las emergencias, la cual no sólo deberá enfrentar la emergencia, también deberá realizar el muestreo o en su defecto coordinarse con la unidad de Hidrología, para que ellos acompañen en el muestreo.

◆ **Preservación y Envío de Muestras:**

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera grande sin ice pack en su interior. El lugar de preservación es una bodega en sector portuario, donde se encuentran los preservantes.

Brechas:

- ✓ Las muestras se trasladan juntas con el material de muestreo y sin ice pack.
- ✓ Al momento de preservar, no se cumple con las medidas de seguridad establecidas en el procedimiento (no se utilizan todos los EPP correspondientes).
- ✓ Condiciones de almacenamiento de los preservantes deficientes.
- ✓ EPP no adecuado a la envergadura física de los hidromensores.
- ✓ No hay un formato establecido de la información que deba contener un Memo de Envío; en particular, no se especifica hora ni forma de envío.

4.2.2 Brechas encontradas en la Región de Aysén

La evaluación de la Región de Aysén se llevó a cabo los días 22, 23 y 24 de Mayo 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios de la DGA Regional:

- ✓ Jorge O'kuinghttons, Jefe Fiscalización y Medio Ambiente
- ✓ Claudio Redlich, Analista Fiscalización
- ✓ Patricio Oyarzo, Conductor-Hidromensor
- ✓ Roberto Figueroa, Conductor (Ayudante Hidromensor)



Figura N°4.3: Monitoreo de aguas superficiales en la Región de Aysén.

◆ Instalaciones:

El Laboratorio cuenta con una superficie de aproximadamente 20 m² y está ubicado en los terrenos del aeródromo de Coyhaique.

Brechas:

- ✓ Mala ventilación de la sala (no se pueden abrir ventanas por exceso de viento).
- ✓ No existe control de temperatura de la sala.
- ✓ El equipo multiparamétrico no tiene un lugar específico dentro de la sala donde quede resguardado.
- ✓ Algunos materiales dejados sobre el suelo.



Figura N°4.4: Instalaciones en la Región de Aysén.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9828.

Brechas:

- ✓ No dejar registro de calibraciones cuando ocurran.
- ✓ No existe un programa de mantención preventiva.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers que fueron utilizados, tampoco se les entrega una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No está definido el rango de aceptación que se le debe entregar al equipo cuando se realiza la calibración, antes de aceptar los valores que éste reconoce cuando se sumerge un electrodo en una solución estándar.
- ✓ No se verifica la fecha de vencimiento del electrolito de la membrana de OD.
- ✓ No se registran las mediciones in-situ directo en Original de Muestreo.
- ✓ Lugar de almacenamiento del equipo multiparamétrico deficiente.

💧 Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Río Coyhaique en Tejas Verdes". Muestreo se realizó desde orilla y con canastillo. Las mediciones in-situ se realizaron ingresando la sonda al agua.

Brechas:

- ✓ Cuerda del canastillo desgastada.
- ✓ Dejan equipos, envases y tapas en el suelo.
- ✓ Descartan en el mismo lugar de muestreo.
- ✓ Elección del punto inadecuada. En un lugar sin renovación constante, detrás de una roca.

💧 Emergencias Ambientales:

Se les presenta el caso del volcamiento de un camión en el cauce del Río Coyhaique en Tejas Verdes, el cual comienza con un derrame de combustible en dirección al cauce.

Brechas:

- ✓ No está definido cuál es el rol de otras entidades gubernamentales, lo que no facilita las coordinaciones antes de realizar el muestreo.

💧 Preservación y Envío de Muestras:

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera grande con esponja y ice pack en su interior. La preservación se realizó en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Coyhaique.

Brechas:

- ✓ Falta ventilación en el laboratorio.
- ✓ Botella testigo no se lleva a terreno para llenarse con la misma muestra.
- ✓ No existe un formato de Memo de Envío.
- ✓ El Registro de Temperatura del Refrigerador no corresponde al documento vigente que maneja el LADGA.

4.2.3 Brechas encontradas en la Región de Los Lagos

La evaluación de la Región de Los Lagos se llevó a cabo los días 25 y 26 de Mayo. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Leonardo Vega, Jefe Fiscalización y Medio Ambiente
- ✓ Cristian Vega, Fiscalizador y Evaluador Ambiental
- ✓ Consuelo Cea, Fiscalizador y Evaluador Ambiental



Figura N°4.5: Monitoreo de aguas superficiales (izquierda) y subterráneas (derecha) en la Región de Los Lagos.

◆ Instalaciones:

Laboratorio de una superficie de 8 m² aproximadamente, ubicada en las oficinas de la DGA en el edificio del MOP de Puerto Montt.

Brechas:

- ✓ Falta orden y limpieza.
- ✓ Lugar de almacenamiento de los preservantes deficiente (bajo lavadero).
- ✓ No hay ventilación, y sólo se cuenta con el extintor del piso.
- ✓ Lugar para almacenar los equipos y material de muestreo deficiente.
- ✓ Agua desionizada en envases de litro, sin etiqueta que la identifique.
- ✓ Alto tránsito de personal, no hay acceso restringido.
- ✓ Faltan muebles y/o repisas para generar un mejor orden y distribución del material.
- ✓ Se utiliza para guardar equipos y materiales de otras unidades.



Figura N°4.6: Instalaciones en la Región de Los Lagos.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9829.

Brechas:

- ✓ No dejan registro de calibraciones del equipo.
- ✓ No utilizan guantes durante la calibración.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, tampoco se les da una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región.
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ En la calibración, no hay una instrucción sobre el criterio de aceptación de los valores que el equipo arroja cuando se calibra contra una solución estándar de pH y de CE.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Río Negro en Las Lomas". Muestreo desde orilla (ingresaron al agua pero no se alejaron de la orilla), con canastillo. Medición de parámetros in-situ ingresando la sonda en el río.

Brechas:

- ✓ No utilizan guantes para obtener la muestra ni para la calibrar la sonda.
- ✓ Cuerda del canastillo en malas condiciones.
- ✓ No tenían claro cuál era la técnica de muestreo más adecuada para la estación visitada.

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La estación de monitoreo visitada fue "Pozo APR Tepual Las Quemadas 2", el cual se encontraba funcionando al momento del muestreo. Se llenaron los envases directamente desde el despiche. Los parámetros de terreno se midieron en envase auxiliar. No se midió nivel freático.

Brechas:

- ✓ No se verificó si el punto contaba con línea de aire para la medición de nivel freático.
- ✓ No se sabe el tiempo que lleva funcionando la bomba.
- ✓ No dejan correr el agua al menos un minuto a su máximo flujo antes de realizar la actividad.
- ✓ Material de muestreo y los envases en contacto directo con el piso.
- ✓ No existe una identificación clara del punto de muestreo (no tiene letrero).

◆ Emergencias Ambientales:

Se les presenta el caso del volcamiento de un camión en el cauce del Río Negro, el cual no cuenta con identificación de su carga. Comienza un derrame en dirección al cauce.

Brechas:

- ✓ Desconocimiento del nuevo procedimiento de Emergencias Ambientales y Ficha.

- ✓ No está definido qué entidad se hará cargo de liderar las emergencias, la cual no sólo deberá enfrentar una emergencia, sino que también deberá realizar el muestreo o en su defecto coordinarse con la unidad de Hidrología, para que ellos acompañen en el muestreo.
- ✓ No hay claridad de cómo se canaliza la información y la gestión de los recursos, desde que se genera o se informa de una emergencia, tanto a nivel DGA como con otras entidades del estado.

◆ **Preservación y Envío de Muestras:**

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera. Utilizaron ice pack y botella testigo. La preservación se realizó en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Puerto Montt.

Brechas:

- ✓ Utilizan preservantes vencidos.
- ✓ El lugar de almacenamiento de los preservantes no permite su manipulación segura.
- ✓ No se adiciona la cantidad correcta.
- ✓ No se purga el dosificador.
- ✓ No utilizan todos los EPP durante la actividad de preservación.
- ✓ Las condiciones de ventilación durante la preservación no son adecuadas.
- ✓ No hay un formato establecido de la información que deba contener un Memo de Envío, en particular, no se especifica hora ni forma de envío.
- ✓ La hoja de seguridad de los preservantes no se encuentra a la vista

4.2.4 Brechas encontradas en la Región de Los Ríos

La evaluación de la Región de los Ríos se llevó a cabo los días 8 y 9 de Junio 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Sergio Díaz, Jefe Hidrología
- ✓ Marco Andrade, Hidromensor
- ✓ Mauricio Mera, Administrativo-Conductor (Ayudante Hidromensor)



Figura N°4.7: Monitoreo de aguas superficiales y subterráneas en la Región de Los Ríos.

◆ Instalaciones:

Oficina-Laboratorio de aproximadamente 20 m², ubicada en la oficina de Hidrología en el edificio del MOP en Valdivia.

Brechas:

- ✓ Falta orden y limpieza en la Oficina-Laboratorio.
- ✓ Disposición de donde se almacenan los preservantes (bajo lavadero) deficiente.
- ✓ No hay ventilación, y sólo se cuenta con el extintor del piso.
- ✓ Lugar para almacenar material de muestreo deficiente (se apilan cajas).
- ✓ Agua desionizada en envases de litro, sin etiqueta que la identifique.
- ✓ Alto tránsito de personal por el área de trabajo, para acceder al baño de hombres.
- ✓ Faltan muebles y repisas para generar un orden y distribución del material y equipos.



Figura N°4.8: Instalaciones en la Región de Los Ríos.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9829.

Brechas:

- ✓ No dejan registro de calibraciones del equipo.
- ✓ No utilizan guantes durante la calibración.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, tampoco se les da una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región.
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ En la calibración, no hay una instrucción sobre el criterio de aceptación de los valores que el equipo arroja cuando se calibra contra una solución estándar de pH y de CE.
- ✓ Lugar de almacenamiento del equipo deficiente.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Río Calcurrupe en Desembocadura". Se utilizaron dos métodos de monitoreo, un funcionario vadeó 2 metros para obtener la muestra directamente con las botellas, y para medir los parámetros in-situ sosteniendo la sonda. Los otros funcionarios tomaron la muestra desde orilla, utilizando canastillo y arrojando la sonda al río.

Brechas:

- ✓ No utilizan guantes para obtener la muestra y realizar las mediciones in situ.
- ✓ No ambientan los envases con sus tapas, 3 veces.
- ✓ Cuerda del canastillo con mucho uso.
- ✓ No se utiliza ice pack para el traslado de las muestras en terreno (la preservación comienza cuando se obtiene la muestra).
- ✓ Se realiza muestreo desde punto de aguas con poca renovación.
- ✓ Se recomienda el uso de chaleco salvavidas.

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La estación de monitoreo visitada fue "Pozo Hospital de Valdivia", el cual se encontraba en funcionamiento. Se muestreó llenando directamente las botellas desde el despiche, luego de esperar un minuto con la válvula abierta del todo. Los parámetros de terreno se midieron en envase auxiliar. No se midió nivel freático.

Brechas:

- ✓ No se espera la estabilización de las magnitudes de los parámetros de terreno.
- ✓ Es necesario verificar que la línea de aire que se encuentra en el punto sirva para la medición del nivel freático.
- ✓ No ambientan correctamente las botellas y las dejan en contacto con superficies mojadas.
- ✓ No es habitual el uso de guantes para realizar la actividad.
- ✓ No se solicita información del tiempo o volumen bombeado a la hora de tomar la muestra.

- ✓ Envase auxiliar no tiene tapa para el traslado y no está rotulado como tal. No es lavado posteriormente.
- ✓ Punto no tiene una identificación clara (no tiene letrero).

◆ Emergencias Ambientales:

Se les presenta el caso que un derrame de petróleo en el cauce.

Brechas:

- ✓ Desconocimiento del nuevo procedimiento de Emergencias Ambientales y Ficha.
- ✓ No está definida qué entidad se hará cargo de liderar las emergencias, la cual no sólo deberá enfrentar una emergencia, sino que también deberá realizar el muestreo o en su defecto coordinarse con la unidad de Hidrología, para que ellos acompañen en el muestreo.
- ✓ No hay claridad de cómo se canaliza la información y la gestión de los recursos, desde que se genera o se informa de una emergencia, tanto a nivel DGA como con otras entidades del estado.
- ✓ Existe solamente una persona capacitada en la región para emergencias.

◆ Preservación y Envío de Muestras:

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera grande sin ice pack y sin botella testigo. La preservación se realizó en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Valdivia.

Brechas:

- ✓ Utilizan preservantes vencidos, guardados en un lugar de difícil acceso.
- ✓ No realizan la ambientación del despiche.
- ✓ No utilizan la cantidad correcta de preservante.
- ✓ Las condiciones de ventilación durante la preservación no son las adecuadas.
- ✓ No se abre el Chemizorb.
- ✓ No hay un formato establecido de la información que deba contener un Memo de Envío, en particular, no se especifica hora ni forma de envío.
- ✓ Las hojas de seguridad de los preservantes no está a la vista.

4.2.5 Brechas encontradas en la Región de la Araucanía

La evaluación de la Región de la Araucanía se llevó a cabo los días 6 y 7 de Junio 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Julio Ernesto Guerrero, Hidromensor
- ✓ Alejandro Muñoz, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ✓ Hugo Espinoza, Jefe Fiscalización y Medio Ambiente



Figura N°4.9: Monitoreo de aguas superficiales en la Región de La Araucanía.

◆ Instalaciones:

Pequeña Oficina-Laboratorio (juntas) de aproximadamente 7 m², ubicada en la oficina del hidromensor Julio Guerrero.

Brechas:

- ✓ La disposición donde se almacenan los preservantes no es adecuada.
- ✓ No hay ventilación, y sólo se cuenta con el extintor del piso (oficina).
- ✓ Lugar para almacenar los equipos y material de muestreo no es el adecuado, ya que se debe usar los pasillos debido al poco espacio en la instalación.
- ✓ Los preservantes y reactivos se guardan al lado de un muro que se calienta por la calefacción.
- ✓ Dentro de los reactivos almacenados, hay algunos vencidos o por vencer.
- ✓ Agua desionizada en envases de litro, sin etiqueta que la identifique.
- ✓ Existe muy poco espacio para maniobrar en el lugar donde se realiza la calibración.



Figura N°4.10: Instalaciones en la Región de La Araucanía.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9828.

Brechas:

- ✓ No dejan registro de calibraciones del equipo.
- ✓ Existe personal que no sabe utilizar el equipo.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, Tampoco se les da una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región.
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ En la calibración, no hay una instrucción sobre el criterio de aceptación de los valores que el equipo arroja cuando se calibra contra una solución estándar de pH y de CE.
- ✓ Lugar de almacenamiento del equipo deficiente.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Río Donguil en Gorbea". Los funcionarios realizaron el muestreo desde la orilla con canastillo. La medición de parámetros se hizo ingresando la sonda al cuerpo de agua.

Brechas:

- ✓ Parte del personal no sabe utilizar el equipo multiparámetro.
- ✓ No utilizan guantes para obtener la muestra.
- ✓ Canastillo utilizado presenta gran cantidad de óxido y no es de acero inoxidable, además no permite el cierre de los envases sin tener que manipular los envases.
- ✓ La cuerda del canastillo es muy corta y se encuentra sucia.
- ✓ No seleccionan correctamente el punto de monitoreo, ya que en el sector se formaban remolinos, no existiendo recambio continuo de agua.
- ✓ No ambientan tapas de los envases.
- ✓ Mala posición del equipo multiparamétrico (horizontal).

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La región actualmente no cuenta con puntos de monitoreo de aguas subterráneas.

◆ Emergencias Ambientales:

Se les presentan dos casos para la actividad, a Hugo Espinoza se le presenta el caso de un derrame de sustancia desconocida en el cauce; mientras que a Julio Guerrero se le presenta un caso similar, indicándole que lo que ocurrió fue un derrame de petróleo en el cauce.

Brechas:

- ✓ Desconocimiento del nuevo procedimiento de Emergencias Ambientales y Ficha.
- ✓ Falta definir qué unidad regional se encuentra a cargo de liderar las emergencias, la cual se debe encontrar capacitada no sólo en emergencias sino también en muestreo de aguas, o en su defecto coordinarse con otra unidad regional que pueda tomar las muestras.
- ✓ No está claro cómo se debe canalizar la información y la gestión de recursos relacionadas con las emergencias tanto al interior de la DGA como con otras entidades gubernamentales.

◆ Preservación y Envío de Muestras:

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera de 6 litros con un solo ice pack y sin botella testigo (ésta se utiliza sólo para el traslado desde la oficina regional al LADGA). La preservación se realizó en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Temuco

Brechas:

- ✓ No se utilizan los ice packs necesarios.
- ✓ Se utilizan preservantes vencidos, los cuales no se almacenan correctamente.
- ✓ No utilizan todos los EPP durante la actividad de preservación (falta pechera).
- ✓ Las condiciones de ventilación durante la preservación no son adecuadas.
- ✓ No hay un formato establecido de la información que deba contener un Memo de Envío, en particular, no se especifica hora ni forma de envío.
- ✓ Falta capacitar al resto del personal en la preservación de muestras.
- ✓ No se realiza la ambientación del dosificador del preservante.
- ✓ No cuentan con extintor, chemizorb, ni papel absorbente.

4.2.6 Brechas encontradas en la Región Metropolitana

La evaluación de la Región Metropolitana se llevó a cabo los días 14 y 15 de Junio. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Alexis Segovia, Jefe Hidrología
- ✓ Oscar Muñoz, Hidromensor
- ✓ Patricio Díaz, Conductor (Ayudante Hidromensor)



Figura N°4.11: Monitoreo de aguas superficiales (izquierda) y subterráneas (derecha) en la Región Metropolitana.

◆ Instalaciones:

Instalación ubicada en el interior de las oficinas de la DGA en Santiago, básicamente es un pequeño laboratorio de aproximadamente 1 m² de superficie.

Brechas:

- ✓ No hay ventilación, instalación sin ventanas y sin aire acondicionado.
- ✓ Sólo se cuenta con el extintor del piso.
- ✓ Dentro de los reactivos almacenados, hay algunos vencidos o por vencer.
- ✓ Agua desionizada en envases de litro, sin etiqueta que la identifique.
- ✓ Botellas para el muestreo almacenadas en una bolsa dentro de una caja en el suelo de la oficina de Hidrología.
- ✓ Dimensiones muy pequeñas, apenas cabe una persona y hay que sacar todas las neveras.



Figura N°4.12: Instalaciones en la Región Metropolitana.



◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9829

Brechas:

- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes, en el lugar donde se encuentra corre riesgo de caída.
- ✓ No se deja registro de calibraciones del equipo.
- ✓ No mantienen manual de calibración y de uso del equipo disponible y en su última versión.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, tampoco se les da una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región (utilizan solución de 1413 uS/cm y las aguas naturales de la región pueden tener valores de 200 uS/cm).
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ En la calibración, no hay una instrucción sobre el criterio de aceptación de los valores que el equipo arroja cuando se calibra contra una solución estándar de pH y de CE.
- ✓ Se devuelven los buffers y soluciones de calibración utilizados a los mismos envases, no se descartan.

◆ Pozómetro:

El equipo utilizado para la actividad fue un pozómetro Solinst, Water Level Meter, Model 102 de 250 metros de cinta métrica.

Brechas:

- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes. En la ubicación actual está propenso a golpes.
- ✓ Equipo sucio. Falta establecer un protocolo de lavado del equipo después de su uso.

- ✓ Punta del sensor refaccionada, tiene una punta alternativa.
- ✓ No cuentan con una caja o funda de almacenamiento y traslado.
- ✓ El Pozómetro es trasladado a terreno en el pick up de la camioneta.
- ✓ El equipo no se encuentra contrastado.
- ✓ Mal manejo en terreno, equipo queda atascado en el pozo y hay que tironearlo para poder sacarlo.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue el "Estero El Arrayán en La Montosa". El monitoreo fue realizado desde orilla directo en las botellas. Las mediciones se hicieron colocando la sonda directo en el río.

Brechas:

- ✓ Llevan a terreno agua desionizada, pero ésta no tiene ninguna rotulación que indique lo que es y su fecha de vencimiento.
- ✓ No todos los hidromensores calibran Oxígeno Disuelto en el punto de muestreo.
- ✓ Mala elección del punto de monitoreo. Un hidromensor toma la muestra en una zona con agua estancada y donde se generan remolinos, mientras otro hidromensor elige un punto donde existe mucha turbulencia.
- ✓ No todos los hidromensores ambientan los envases.
- ✓ Descartan el agua en el mismo punto de monitoreo y dejan botellas y tapas en contacto con el suelo.

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La estación de monitoreo visitada fue "Pozo INIA". Para el muestreo se utilizó un envase auxiliar, el cual se llenó con el agua extraída del pozo a través de un despiche. Las mediciones de terreno se realizaron en el envase auxiliar y luego se llenaron las botellas con la misma agua. También se intentó medir nivel con pozómetro, pero no fue posible ya que éste se quedó atascado.

Brechas:

- ✓ Se les olvida llevar envase auxiliar por lo que fue necesario devolverse a buscarlo, el envase que trajeron se encontraba roto, se vaciaba lentamente.
- ✓ Envase auxiliar y pozómetro trasladados a terreno en el pick up de la camioneta y sin funda protectora.
- ✓ No hay claridad de cuánto tiempo lleva funcionando el pozo o si la salida del agua sea la que está bombeando directo del pozo (existe una infinidad de tuberías y llaves). No hay mayor información del punto.
- ✓ No existe un punto de referencia marcado en el pozo donde se mida el nivel estático, tampoco hay antecedente sobre las dimensiones del pozo (altura de brocal).
- ✓ Utilizan misma agua en donde miden parámetros de terreno para muestrear.
- ✓ No ambientan correctamente las botellas, y dejan las botellas y envase auxiliar en contacto con el suelo.

◆ Emergencias Ambientales:

Durante la actividad se les planteó a los funcionarios el caso hipotético de que un camión con ácido se hubiese volcado y el ácido estuviese escurriendo hacia el río en las cercanías de la estación DGA Estero El Arrayan en La Montosa.

Brechas:

- ✓ Desconocimiento del nuevo procedimiento de Emergencias Ambientales y Ficha

◆ **Preservación y Envío de Muestras:**

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera, y se utilizaron ice pack con el fin de mantener las muestras a la temperatura deseada. La preservación de las muestras se realizó la mayoría de las veces en el LADGA y por ende fueron recepcionadas en ese mismo momento por el laboratorio. En muy pocas ocasiones las muestras fueron preservadas en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en la DGA Regional.

Brechas:

- ✓ No utilizan botella testigo en terreno.
- ✓ No utilizan Chemisorb ni papel absorbente.
- ✓ No utilizan campana de extracción aun cuando en el laboratorio existe una.
- ✓ Refrigerador ubicado en el subterráneo de la región, a veces es desenchufado por el personal de aseo ya que es el único enchufe disponible.
- ✓ Al preservar en el LADGA, ellos están expuestos a muchos más peligros ya que hay gran cantidad de reactivos en los mesones, que ellos no conocen y por ende no saben cómo actuar si se derramasen, además intervienen con el trabajo rutinario del laboratorio.
- ✓ No hay un formato establecido de la información que deba contener un Memo de Envío, en particular, no se especifica hora ni forma de envío.

4.2.7 Brechas encontradas en la Región de Atacama

La evaluación de la Región de Atacama se llevó a cabo los días 4 y 5 de Julio 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Alfonso Pinto, Jefe Hidrología
- ✓ Rodrigo Sáez, Jefe Fiscalización
- ✓ Rodrigo Guerrero, Fiscalizador
- ✓ Katherine Moreno, Analista Fiscalización
- ✓ Alex Cerón, Conductor (Ayudante Hidromensor)



Figura N° 4.13: Monitoreo de aguas superficiales (izquierda) y subterráneas (derecha) en la Región de Atacama.

◆ Instalaciones:

Instalación ubicada en la ex Casa del MOP en Copiapó, básicamente es una habitación independiente de aproximadamente 12 m² que se encuentra en el patio de la casa.

Brechas:

- ✓ La ventilación del lugar no es adecuada, los reactivos y equipos que ahí se almacenan están sometidos a temperaturas extremas. No se cuenta con un extintor.
- ✓ Los preservantes vencidos se encuentran almacenados en el nivel inferior de uno de los estantes, lo que hace difícil e insegura su manipulación.
- ✓ Hay almacenados buffers y soluciones de calibración vencidas o por vencer.
- ✓ Botellas para el muestreo almacenadas en una bolsa en el suelo a un costado del refrigerador.
- ✓ Dentro de los estantes, hay varias cosas que ya no se ocupan y que podrían acomodarse mejor para tener más espacio.



Figura N°4.14: Instalaciones Región de Atacama.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9829

Brechas:

- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes.
- ✓ No se deja registro de calibraciones del equipo.
- ✓ No mantienen manual de calibración y de uso del equipo disponible y en su última versión.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No se guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, Tampoco se les da una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región (utilizan solución de 1413 uS/cm y las aguas naturales de la región pueden llegar hasta los 10000 uS/cm).
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta, que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ En la calibración no hay una instrucción sobre el criterio de aceptación de los valores que el equipo arroja cuando se calibra contra una solución estándar de pH y de CE.
- ✓ No utilizan guantes para manipular el equipo.
- ✓ Sólo se realiza calibración de pH y CE, para el OD utilizan la calibración hecha en Santiago, no lo calibran en cada punto como dice el procedimiento (si cambian membrana).
- ✓ No se mide OD en los puntos ubicados a más de 2500 m de altura, no obstante el equipo sube a esa altura y luego baja sin revisar que la membrana esté en buenas condiciones
- ✓ El pH, sólo se calibra con dos buffers pH4 y pH10. Durante la calibración se utilizó buffer pH10 vencido.
- ✓ Si bien el equipo es calibrado en la oficina, no es una actividad rutinaria verificar los parámetros en terreno antes de realizar las mediciones.
- ✓ Se utiliza un sensor de OD con membrana, el cual no es el más adecuado para realizar mediciones en altura geográfica, y en esta región existen varios puntos con esta condición.

◆ Pozómetro:

El equipo utilizado para la actividad fue un pozómetro Solinst, Water Level Meter, Model 102 de 250 metros de cinta métrica.

Brechas:

- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes. En la ubicación actual está propenso a golpes.
- ✓ Punta del sensor sucia. Es necesario establecer un protocolo de lavado del equipo después de su uso.
- ✓ Falta acondicionar una caja o funda de almacenamiento y traslado.
- ✓ El equipo se traslada en el pick up de la camioneta.
- ✓ El equipo no se encuentra contrastado.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Canal Mal Paso después de Bocatoma", pero se tuvo que muestrear directamente desde el río Copiapó. El monitoreo fue realizado desde la orilla con canastillo (real) y desde la orilla directo con botellas (simulado). En ambos casos las mediciones de los parámetros in-situ se realizaron introduciendo la sonda directamente en el río.

Brechas:

- ✓ Llevan a terreno agua desionizada, pero esta no tiene ninguna rotulación que indique lo que es y su fecha de vencimiento.
- ✓ No se ambientan correctamente los envases, descartan las muestras en el mismo punto de muestreo (no aguas abajo), y deja las botellas en contacto con el suelo.
- ✓ Punto de monitoreo elegido para el monitoreo real no es el más adecuado, había mucha turbulencia.
- ✓ Se desplaza el punto de monitoreo por crecida del río y no se toma la coordenada del nuevo punto. Se saca foto sólo por recomendación de GP.
- ✓ Las Botellas son trasladadas a terreno en una bolsa en el pick up de la camioneta.
- ✓ Se observa trabajador sin protección en su cabeza, ni manga larga para sus brazos, para protegerse de la radiación UV. Sin chaleco salvavidas y/o amarrado a cuerda de vida.

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La estación de monitoreo visitada fue el "Pozo María Isabel 4". Midieron nivel estático con pozómetro. Para el monitoreo se utilizó un envase auxiliar, el cual se llenó con el agua del pozo, extraída con un bailer. Las mediciones de terreno se realizaron dentro de este envase, realizándose estabilización de parámetros, por lo que fue necesario medir tres veces los parámetros, y por consiguiente sacar tres veces la muestra de agua. Luego esta agua se utilizó para llenar los envases.

Brechas:

- ✓ Bailer, envase auxiliar y pozómetro trasladados a terreno en el pick up de la camioneta, sin funda protectora.
- ✓ Mala la manipulación del bailer, ya que durante el muestreo éste quedó en contacto con el suelo al igual que la cuerda que lo sostenía. No contaba con despiche, por lo que la forma de verter el agua no fue la más adecuada.
- ✓ No se llevó a terreno ni la cuerda del bailer, ni las botellas para las muestras

- ✓ Bailer, envase auxiliar y botellas, no fueron ambientados correctamente.
- ✓ Las muestras se tomaron desde el envase auxiliar luego de haberse usado el agua para la medición de parámetros de terreno.
- ✓ No existe un punto de referencia marcado en el pozo donde se mida el nivel estático, tampoco hay antecedente sobre sus dimensiones (altura de brocal).
- ✓ No existe una identificación clara de este pozo como punto de la red de monitoreo (no tiene letrero).

◆ Emergencias Ambientales:

Durante la actividad se les planteó a los participantes el caso hipotético de que aguas arriba de la estación de monitoreo Canal Mal Paso después de Bocatoma, existiese un tranque de relaves y éste estuviese filtrando aguas de proceso al río.

Brechas:

- ✓ No contaban con la última versión de la Ficha de Emergencias Ambientales.

◆ Preservación y Envío de Muestras:

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera, utilizando ice pack con el fin de mantener las muestras a la temperatura deseada. La preservación se realizó en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Copiapó.

Brechas:

- ✓ No utilizan botella testigo en terreno, además la botella testigo debería llenarse con agua del primer punto de monitoreo, y si se ocupa más de una nevera durante el terreno debería haber más de una botella testigo (una botella por nevera).
- ✓ Las campañas de terreno suelen durar de 3 a 5 días y se preserva cuando se llega a Copiapó, por lo que el tiempo que transcurre entre que se toma la primera muestra y se preserva es demasiado.
- ✓ Durante la preservación de las muestras, no mantuvieron abierto el Chemisorb.
- ✓ Los preservantes se guardan en un mueble, debajo del mesón, por lo que es necesario sacarlos cada vez que se preserva, lo cual aumenta el riesgo de accidente.
- ✓ Adicionan 1 mL de ácido nítrico en vez de 0,5 mL.
- ✓ Personal confunde las tapas, y adiciona ácido nítrico a la botella con tapa azul.
- ✓ Las condiciones de ventilación durante la preservación no son adecuadas.
- ✓ Realizan un solo envío, una vez tomadas todas las muestras por lo que el tiempo que transcurre entre la primera muestra y la llegada de ésta al laboratorio es mucho.

4.2.8 Brechas encontradas en la Región de Antofagasta

La evaluación de la Región de la Antofagasta se llevó a cabo los días 27 y 28 de Junio 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Edison Moraga, Jefe Hidrología
- ✓ Claudio Fredes, Administrativo (Ayudante Hidromensor)
- ✓ Carlos Contreras, Hidromensor



Figura N°4.15: Monitoreo de aguas superficiales en la Región de Antofagasta.

◆ Instalaciones:

Pequeño laboratorio, que se encuentra al interior de las oficinas de la DGA en Antofagasta

Brechas:

- ✓ La instalación es pequeña, apenas caben 2 personas.
- ✓ No existe ventilación, no hay ventanas y la puerta no se puede abrir del todo.
- ✓ Extintor fuera del laboratorio, a un lado de las escaleras de emergencia
- ✓ No hay espacio suficiente para almacenar neveras y botellas, las cuales quedan en un pasillo fuera del laboratorio y debajo del escritorio del hidromensor, respectivamente.
- ✓ El acceso al laboratorio no es controlado.
- ✓ Existe una gran cantidad de reactivos vencidos y por vencer, los cuales están almacenados junto con los reactivos vigentes.



Figura N° 4.16: Instalaciones en la Región de Antofagasta.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro Hanna, HI 9828.

Brechas:

- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes.
- ✓ No dejan registro de calibraciones del equipo.
- ✓ No mantienen el manual de calibración y de uso del equipo disponible.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, tampoco se les entrega una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región (utilizan solución de 1413 uS/cm y las aguas naturales de la región oscilan entre 1000 y 8000 uS/cm).
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta, que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ No utilizan guantes durante la calibración.
- ✓ Hidromensores no calibran el equipo (no saben), lo mandan desde Santiago para cada campaña y lo ocupan toda la campaña con la calibración que llega. No intervienen en su verificación o calibración, tampoco se calibra en terreno el OD.
- ✓ En la calibración no hay una instrucción sobre el criterio de aceptación de los valores que el equipo arroja cuando se calibra contra una solución estándar de pH y de CE.
- ✓ Se utiliza un sensor de OD con membrana, el cual no es el más adecuado para realizar mediciones en altura geográfica y en esta región existen varios puntos con esta condición.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Río Loa en La Finca". El monitoreo fue realizado desde orilla directo en las botellas. Las mediciones in-situ se realizaron colocando la sonda directo en el río.

Brechas:

- ✓ No se toman las medidas de seguridad correspondientes en el punto de muestreo, como por ejemplo el uso de polera manga larga, protector solar, chaleco salvavidas o cuerda de vida, etc.
- ✓ No es habitual el uso de guantes para la realización de las actividades de muestreo y de mediciones in-situ.
- ✓ El agua se descarta en el mismo punto de muestreo.
- ✓ El punto de monitoreo se encuentra en una zona con agua estancada o donde se generan remolinos.
- ✓ Se desplaza punto de monitoreo debido a las crecidas del río y no se saca foto.

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La región actualmente no cuenta con puntos de monitoreo de aguas subterráneas.

◆ Emergencias Ambientales:

Durante la actividad se le planteó al funcionario el caso hipotético de que hubiese ocurrido un derrame de sustancias mineras al río aguas arriba de la estación de monitoreo "Río Loa en La Finca".

Brechas:

- ✓ Desconocimiento de los procedimientos relacionados con Emergencias Ambientales. No conocen la Ficha de Emergencias Ambientales. Igualmente, se destaca que personal de la región es capaz de llenarla casi completa (aplicando lógica y siguiendo instrucciones en Ficha).
- ✓ No existe claridad de cómo se debe canalizar la información relacionada con las emergencias, tanto a nivel de DGA Regional, DGA Nacional y entre organismos.

◆ Preservación y Envío de Muestras:

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera, se utilizaron ice pack, con el fin de mantener las muestras a la temperatura deseada. La preservación de las muestras la realizaron en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Antofagasta

Brechas:

- ✓ No utilizan botella testigo en terreno, además la botella testigo debería llenarse con agua del primer punto de monitoreo, y si se ocupa más de una nevera durante el terreno debería haber más de una botella testigo (una botella por nevera).
- ✓ Las campañas de terreno suelen durar de 3 a 5 días y se preserva cuando se llega a Antofagasta, por lo que el tiempo que transcurre entre que se toma la primera muestra y se preserva es demasiado.
- ✓ Durante la preservación de las muestras, no utilizan los EPP correspondientes a la actividad (sólo guantes), no colocan papel absorbente sobre el mesón, y no mantienen abierto el Chemisorb.
- ✓ La temperatura del refrigerador se controla (sólo los días que hay muestras), pero el registro no corresponde a la última versión del LADGA.
- ✓ Las condiciones de ventilación durante la preservación no son adecuadas.
- ✓ Se adicionan 0,6 mL en vez de 0,5 mL de preservante.
- ✓ Utilizan preservantes vencidos.
- ✓ El congelador del refrigerador presenta mucho hielo, indicio que no ha sido descongelado. Los ice pack no alcanzan a congelarse.

◆ Observaciones Realizadas por Funcionarios DGA Nivel Central:

La funcionaria DGA que acompañó a los profesionales de GP en la visita por esta región, agrega las siguientes observaciones:

- ✓ Las instalaciones eléctricas son peligrosas para el personal ya que existe un alargador que cruza el recinto al cual se conectan varios artefactos.
- ✓ El único uso posible del laboratorio es para su objetivo.
- ✓ La maleta del equipo multiparamétrico está sucia y con sales, así como las bases de los sensores que se encuentran con óxido.
- ✓ Los hidromensores mencionan que no se realiza monitoreo de aguas subterráneas, sin embargo en el Original de Muestreo aparece un pozo, en el cual informan que hace tiempo no hacen el monitoreo porque se encuentra aterrado. Falta hacer la indicación de que se debe actualizar el original de muestreo de tal forma de dar cuenta de esta observación.

4.2.9 Brechas encontradas en la Región de Tarapacá

La evaluación de la Región de la Tarapacá se llevó a cabo los días 22 y 23 de Junio 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Claudio Olivares, Director Regional (no estuvo en parte práctica)
- ✓ Fernando Urbina, Jefe Hidrología
- ✓ Pedro Antonio García, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ✓ Patricio Abd El Kader, Analista Fiscalización y Medio Ambiente



Figura N° 4.17: Monitoreo de aguas superficiales (izquierda) y subterráneas (derecha) en la Región de Tarapacá.

◆ Instalaciones:

Instalación ubicada dentro de la bodega de vialidad, básicamente es un galpón que tiene varias subdivisiones, siendo una de ellas la que está acondicionada como laboratorio.

Brechas:

- ✓ No hay ventilación. Aun cuando la instalación cuenta con ventanas éstas no se pueden abrir.
- ✓ No hay regulación de temperatura para almacenar equipos y reactivos.
- ✓ Sólo se cuenta con el extintor del piso.
- ✓ Dentro de los reactivos almacenados, hay algunos vencidos o por vencer.
- ✓ Agua desionizada en envases de litro, sin etiqueta que la identifique.
- ✓ El mesón donde se encuentran ubicados los preservantes es un antiguo escritorio. Éstos están sobre él todo el tiempo, en la parte más alta del mueble, por lo que ante un temblor pueden caer.
- ✓ No es cómodo el lugar donde se realiza la calibración.
- ✓ Falta aseo y orden del lugar de acopio de los materiales y reactivos que se encuentran en desuso, de manera de prevenir que se produzcan incendios o derrames.



Figura N°4.18: Instalaciones en la Región de Tarapacá.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro YSI, 650 MDS.

Brechas:

- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes, el equipo no queda asegurado.
- ✓ No dejan registro de calibraciones del equipo.
- ✓ El manual de calibración y de uso del equipo no está disponible.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, tampoco se les entrega una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No se utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región (utilizan solución de 1413 uS/cm y las aguas naturales de la región pueden tener valores de 6000 uS/cm).
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ En la calibración, no hay una instrucción sobre el criterio de aceptación de los valores que el equipo arroja cuando se calibra contra una solución estándar de pH y de CE.
- ✓ Si bien el equipo es calibrado en la oficina, no es una actividad rutinaria verificar los parámetros en terreno antes de realizar las mediciones. Tampoco se calibra OD en terreno.

◆ Pozómetro:

El equipo utilizado para la actividad fue un pozómetro Solinst, Water Level Meter, Model 101 de 200 metros de cinta métrica.

Brechas:

- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes. En la ubicación actual está propenso a caídas y a golpes.
- ✓ No existe un protocolo de lavado del equipo después de su uso.
- ✓ No tiene una caja o funda de almacenamiento y traslado.
- ✓ El equipo no se encuentra contrastado.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Quebrada Tarapacá en Laonsana". El monitoreo fue realizado desde la orilla directo en las botellas, en un brazo del río. La medición de los parámetros in-situ se realizó introduciendo la sonda directamente en el río.

Brechas:

- ✓ No llevan a terreno agua desionizada.
- ✓ Mala elección del punto de monitoreo. La muestra es tomada en una zona donde hay dos brazos del río, siendo que se juntan nuevamente unos metros más abajo.
- ✓ No todos ambientan los envases tres veces.
- ✓ Descartan el agua en el mismo punto de monitoreo y dejan botellas y tapas en contacto con el suelo.
- ✓ No es habitual el uso de guantes para la realización de las actividades de muestreo y de mediciones in-situ.
- ✓ Trabajadores sin EPP, sin manga larga para protección UV.

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La estación de monitoreo visitada fue "Pozo Pachica". La sonda multiparámetro se introdujo directamente en el pozo aproximadamente a unos 18 metros de profundidad. También se midió nivel estático con pozómetro. La muestra se extrajo con un bailer de acero inoxidable, sellado en el fondo, para evitar las filtraciones de agua. No se utilizó envase auxiliar.

Brechas:

- ✓ No llevan agua desionizada a terreno para el lavado o enjuague de los equipos.
- ✓ No se utiliza un envase auxiliar para homogenizar la muestra, las botellas se llenan directo desde el bailer.
- ✓ No existe un punto de referencia marcado en la noria donde se mida el nivel estático, tampoco hay antecedente sobre las dimensiones del brocal de la noria.
- ✓ No ambientan correctamente las botellas y dejan las botellas, bailer y cuerda en contacto con el suelo.
- ✓ No es habitual el uso de guantes para realizar la actividad.
- ✓ No existe una identificación clara del punto (no tiene letrero).
- ✓ Peligro de caída en noria, sin ningún tipo de precaución.

◆ Emergencias Ambientales:

Durante la actividad se les planteó a los funcionarios el caso hipotético de que hubiese ocurrido un derrame de residuos mineros aguas arriba de la estación de monitoreo Quebrada Tarapacá en Laonsana.

Brechas:

- ✓ En esta región la unidad encargada de las emergencias es Fiscalización, pero ellos no tienen claro el alcance de sus labores.
- ✓ Es el personal de Hidrología el que recibe los procedimientos y sus actualizaciones, por lo que Fiscalización no ha tenido acceso a ellos.
- ✓ Desconocimiento del nuevo instructivo de Emergencias Ambientales y Ficha.

◆ Preservación y Envío de Muestras:

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera eléctrica y se utilizaron ice pack, con el fin de mantener las muestras a la temperatura deseada. La preservación de las muestras se realizó en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Iquique.

Brechas:

- ✓ No utilizan botella testigo en terreno.
- ✓ Las campañas de terreno suelen durar de 3 a 5 días y recién se preserva cuando se llega a Iquique.
- ✓ No utilizan todos los EPP durante la actividad de preservación. No se toman las precauciones en caso de derrame.
- ✓ Las condiciones de ventilación durante la preservación no son adecuadas.
- ✓ No es controlada la temperatura del refrigerador.
- ✓ No hay un formato establecido de la información que deba contener un Memo de Envío, en particular, no se especifica hora ni forma de envío.

◆ Observaciones Realizadas por Funcionarios DGA Nivel Central:

La funcionaria DGA que acompañó a los profesionales de GP en la visita por esta región, agrega las siguientes observaciones:

- ✓ El Hidromensor no distingue claramente qué estándar debe usar para calibrar pH y Conductividad Eléctrica (puede ser nerviosismo).
- ✓ Se envió bailer de poliuretano para realizar la toma de muestras de aguas subterráneas, pero se sigue usando el metálico. Esta práctica debería evitarse porque en el LADGA se realizan análisis de metales y puede haber una alteración de la muestra.
- ✓ El Hidromensor no tiene claridad de cómo o dónde eliminar reactivos vencidos.
- ✓ En el laboratorio se observó una botella de ácido sulfúrico vencida con marcas de derrames. El Hidromensor no tiene claridad de qué hacer con estos reactivos vencidos pero tampoco se disponen en otro lugar menos accesible o con alguna notificación de alerta por su peligrosidad.

4.2.10 Brechas encontradas en la Región de Arica y Parinacota

La evaluación de la Región de Arica y Parinacota se llevó a cabo los días 20 y 21 de Junio 2017. En esta evaluación participaron los siguientes funcionarios:

- ✓ Christian Álvarez, Hidromensor
- ✓ Ricardo Acosta, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ✓ Elguemberto Rojas, Conductor (Ayudante Hidromensor)



Figura N°4.19: Monitoreo de aguas superficiales en la Región de Arica y Parinacota.

◆ Instalaciones:

Pequeño laboratorio, que se encuentra al interior de la oficina del hidromensor Christian Álvarez (en la parte trasera).

Brechas:

- ✓ Las instalaciones no cuenta con alcantarillado, por lo que las actividades propias de un laboratorio se dificultan. Para poder calibrar se descartan los reactivos y el agua desionizada en un recipiente que luego se desechan en el baño.
- ✓ La ventilación del lugar no es adecuada, los reactivos y equipos que ahí se almacenan están sometidos a temperaturas extremas. Sólo cuentan con un extintor.
- ✓ Dentro de los reactivos almacenados, hay algunos vencidos o por vencer.
- ✓ Falta definir un lugar adecuado para guardar el equipo multiparamétrico.



Figura N°4.20: Instalaciones en la Región de Arica y Parinacota.

◆ Equipo Multiparamétrico:

El equipo utilizado para la actividad fue una sonda multiparámetro YSI, 650 MDS.

Brechas:

- ✓ No se pudieron realizar las mediciones en terreno debido a que el equipo presentó fallas durante la calibración.
- ✓ Condiciones de almacenamiento deficientes. El equipo no se encuentra seguro.
- ✓ No existe un registro de calibraciones del equipo.
- ✓ El manual de calibración y de uso del equipo no está disponible.
- ✓ Falta formalizar un programa de mantención preventivo.
- ✓ No se guardan los certificados de los buffers y soluciones de calibración que fueron utilizados, tampoco se les entrega una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ✓ No se utilizan soluciones de verificación o calibración de CE según el agua que se muestrea en la región (utilizan solución de 1413 uS/cm y las aguas naturales de la región oscilan entre 200 y 3000 uS/cm).
- ✓ El agua desionizada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta, que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.
- ✓ No se utilizan guantes durante la calibración.

◆ Monitoreo de Aguas Superficiales:

La estación de monitoreo visitada fue "Río Lluta en Tocontasi". El monitoreo fue realizado por vadeo desde el medio del cauce directo en las botellas. No se pudieron realizar las mediciones in-situ debido a que el equipo multiparamétrico presentó fallas durante la calibración.

Brechas:

- ✓ No se toman las medidas de seguridad correspondientes en el punto de muestreo, como por ejemplo el uso de polera manga larga, protector solar, chaleco salvavidas, etc.
- ✓ No es habitual el uso de guantes para la realización de las actividades de muestreo y de mediciones in-situ.
- ✓ No se ambientan adecuadamente los envases, se descarta las muestras en el mismo punto de muestreo (no aguas abajo), y se dejan las botellas en contacto con el suelo.
- ✓ Punto de monitoreo con mucha turbulencia y muchos sedimentos.
- ✓ Las mediciones in-situ se anotan en el cuaderno de terreno y son traspasadas al Original de Muestreo en la oficina.

◆ Monitoreo de Aguas Subterráneas:

La región actualmente no cuenta con puntos de monitoreo de aguas subterráneas.

◆ Emergencias Ambientales:

Se le planteó al funcionario el caso hipotético de que un camión con combustible se vuelca en las cercanías de la estación de monitoreo Río Lluta en Tocontasi y el combustible escurre hacia el cauce del río.

Brechas:

- ✓ Desconocimiento de los procedimientos relacionados con Emergencias Ambientales, no conocen la Ficha de Emergencias Ambientales.
- ✓ En esta región la unidad encargada de las emergencias es Fiscalización, pero ellos no tienen claro el alcance de sus labores y no conocen los procedimientos de muestreo.
- ✓ No existe claridad de cómo se debe canalizar la información relacionada con las emergencias.
- ✓ Es el personal de Hidrología el que recibe los procedimientos de muestreo y sus actualizaciones, por lo que fiscalización no ha tenido acceso a ellos.

◆ Preservación y Envío de Muestras:

Las muestras fueron trasladadas durante el terreno en una nevera, se utilizaron ice pack, con el fin de mantener las muestras a la temperatura deseada. La preservación de las muestras se realizó en las instalaciones acondicionadas como laboratorio en Arica.

Brechas:

- ✓ No utilizan botella testigo en terreno, además la botella testigo debería llenarse con agua del primer punto de monitoreo y si se ocupa más de una nevera durante el terreno debería haber más de una botella testigo (una botella por nevera).
- ✓ Las campañas de terreno suelen durar de 3 a 5 días y se preserva cuando se llega a Arica, por lo que el tiempo que transcurre entre que se toma la primera muestra y se preserva es demasiado.
- ✓ Durante la preservación de las muestras no utilizan las antiparras protectoras (no permiten ver bien) y no se mantiene abierto el Chemizorb.
- ✓ Las condiciones de ventilación durante la preservación no son adecuadas.
- ✓ Se adicionan 0,25 mL de preservante en vez de 0,5 mL
- ✓ Se confunden las tapas de las botellas, a la con tapa azul se le adicionó ácido nítrico y a la con tapa roja se le adicionó ácido sulfúrico.

◆ Observaciones Realizadas por Funcionarios DGA Nivel Central:

La funcionaria DGA que acompañó a los profesionales de GP en la visita por esta región, agrega las siguientes observaciones:

- ✓ Se observó que el Hidromensor desconoce temperatura que exige laboratorio para las muestras.
- ✓ Se observó que el Hidromensor no cuenta con teléfono satelital para las emergencias o cuando se encuentran en estaciones de monitoreo donde usualmente se pierde la comunicación por celular.
- ✓ El Hidromensor no tiene presente el link desde donde puede descargar los Originales de Muestreo modificados.
- ✓ El Hidromensor no conoce como eliminar reactivos que no son peligrosos, como también el material enviado por el laboratorio (se mantenía piseta rota guardada).
- ✓ La ventilación del espacio de preservación no es adecuada, los vapores de ácido nítrico se condensan en la misma botella, aumentando el riesgo de quemaduras.
- ✓ El Hidromensor señala que no conoce el calendario de calidad, y maneja una versión antigua escrita en una pizarra.

- ✓ El Hidromensor señala que pone ice packs alrededor de las muestras en el cooler, pero no conoce la proporción sugerida.
- ✓ Se encontraron guantes azules (muy similares a aquellos enviados por el laboratorio) botados en el punto de muestreo, particularmente donde se estaciona la camioneta y en el punto de muestreo.

4.3 BRECHAS TRANSVERSALES

A continuación se realiza un análisis a nivel nacional de cada una de las temáticas analizadas en las visitas, que resume los principales aspectos que se sugiere sean mejorados. Son transversales a la mayoría de las regiones visitadas.

4.3.1 Personal

Al observar los resultados de las evaluaciones teóricas al personal DGA encargado del tema en regiones, se observa que no es bueno el conocimiento que tienen de las materias especificadas en los instructivos de trabajo. Además, se observa que existe una clara diferencia entre los funcionarios que cumplen labores como ayudante de hidromensor y los hidromensores o fiscalizadores. Los primeros tienen solamente conocimientos básicos de los instructivos de muestreo evaluados.

No hay una relación directa entre los años de experiencia en la labor y los conocimientos que se tengan de los instructivos de muestreo. Existen casos de funcionarios muy experimentados que no dominan bien los instructivos y otros de funcionarios recién incorporados que tienen bien estudiados los contenidos evaluados.

Respecto al conocimiento de los instructivos de muestreo de aguas superficiales y subterráneas, la evaluación promedio a nivel nacional suma 9 de 20 puntos. En los instructivos de emergencias ambientales, la evaluación promedio a nivel nacional es de 4 puntos de un máximo de 20. En el de preservación y traslado, la evaluación es de 5 puntos de 20. En particular, respecto a las emergencias ambientales, muchos funcionarios reconocen no aplicar los instructivos.

Hubo diversas sugerencias de los hidromensores y fiscalizadores a nivel nacional. Una sugerencia se repitió en varias ocasiones y tiene relación con la preocupación que les genera la preservación y traslado de las muestras. Los funcionarios no pueden preservar en terreno y creen que se debe mejorar la cadena de frío de las muestras.

4.3.2 Instalaciones

- ◆ En ninguna de las regiones evaluadas es buena la ventilación de las instalaciones asignadas a estas actividades; más aún, considerando que se trabaja con reactivos peligrosos.
- ◆ Las medidas de seguridad son deficientes. En la mayoría de las regiones no se tienen los extintores a mano, las salidas no están despejadas y el almacenamiento de los preservantes es inadecuada. Sumado a esto, no existe ninguna restricción de acceso a las instalaciones, por lo que cualquier funcionario puede transitar por las áreas de almacenamiento y trabajo.
- ◆ En general existe desorden en las instalaciones debido en parte a lo reducido de los espacios, pero sobre todo a la gran cantidad de material que no está operativo, en muebles y repisas. Es necesario asignar un mejor lugar donde almacenar los equipos de muestreo (como canastillos, bailers, pozómetros, etc.) y medición (equipo multiparamétrico), que muchas veces se encuentran en el suelo o en lugares desprotegidos del polvo y las temperaturas extremas.
- ◆ Existe una gran cantidad de reactivos vencidos y por vencer, los cuales están almacenados junto con los reactivos vigentes.

- ◆ El agua destilada utilizada llega en botellas sin ninguna etiqueta, que indique lo que contiene, su procedencia, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento.

4.3.3 Equipos e Instrumentos

Sondas Multiparamétricas:

En todas las regiones se revisaron sondas mutiparamétricas, encontrándose los siguientes aspectos a mejorar:

- ◆ No se define el rango de aceptación que se le debe entregar al equipo cuando se realiza la calibración, antes de aceptar los valores que éste reconoce cuando se sumerge un electrodo en una solución estándar.
- ◆ Hace falta dejar registro de las calibraciones, cuando éstas ocurran.
- ◆ Falta generar un programa de mantención preventiva que sea conocido y aplicado por las oficinas regionales.
- ◆ Es necesario que se guarden los certificados de los buffers que fueron utilizados, así como entregarles una vigencia respecto del uso desde cuando se abren hasta una fecha definida de su disposición final.
- ◆ Muchas veces no se utilizan guantes para calibrar y manipular el equipo.
- ◆ Es importante utilizar soluciones de verificación o calibración de CE según el agua natural que se muestrea en la región.
- ◆ Las condiciones de almacenamiento son muchas veces deficientes, siendo necesario definir un lugar que sea adecuado para mantenerlo lo más seguro posible.
- ◆ Es necesario mantener siempre el manual de calibración y de uso del equipo disponible y en su última versión.
- ◆ Existen 4 regiones que realizan muestreo en altura geográfica, pero sólo dos (Regiones XV y I) cuentan con sensores de Oxígeno Disuelto Óptico, mientras que las otras dos (Regiones II y III) utilizan sensores con membranas, los cuales no son los más adecuados por los cambios de presión que deben soportar.
- ◆ No existe una debida identificación de los equipos multiparamétricos, tampoco existe alguna forma de identificar si el equipo está operativo o fuera de uso.

Pozómetros:

Sólo en 3 regiones se pudo revisar pozómetros (I, III y RM), encontrándose los siguientes aspectos a mejorar:

- ◆ Las condiciones de almacenamiento y transporte son deficientes, no tienen una caja o funda protectora, se dejan en el suelo de las oficinas regionales y se trasladan en el pick up de la camioneta (2 de 3 regiones), dejándolos expuestos a golpes y cortes.
- ◆ Falta establecer un protocolo de lavado de este equipo después de su uso.

- ◆ Los sensores están refaccionados, teniendo puntas alternativas, lo que hace que las medidas de la cinta métrica no sean confiables.
- ◆ Los equipos no se encuentran contrastados.
- ◆ No existe una debida identificación de los pozómetros, tampoco existe alguna forma de identificar si el equipo está operativo o fuera de uso.

4.3.4 Monitoreo de Aguas Superficiales

- ◆ Muchas veces no se utilizan guantes al momento de manipular el equipo multiparamétrico y muestrear, lo que posibilita la contaminación de las muestras.
- ◆ Los lugares específicos de monitoreo elegidos en terreno por lo general no son los más adecuados. Pocas veces se ingresa al curso de agua para tomar muestras en el centro del cauce. Además, los funcionarios no evitan muestrear aguas en zonas de turbulencia, rápidos, remolinos, cascadas y saltos. Tampoco evitan tomar muestras en sectores con aguas detenidas, remansos o con excesiva vegetación.
- ◆ Falta evaluar las condiciones de seguridad en los puntos de muestreo. En muchos casos los funcionarios quedan expuestos por no ocupar chalecos salvavidas o cuerda de vida. En el norte no se toman precauciones por la exposición al sol.
- ◆ Es necesario reforzar las técnicas de muestreo, ya que es muy frecuente ambientar mal, descartar aguas arriba del punto de monitoreo, tomar la muestra en contracorriente, dejar las botellas en contacto con el suelo, entre otras faltas.
- ◆ Hace falta realizar un recambio de la cuerda de los canastillos ya que es un implemento bastante utilizado y que puede provocar contaminación cruzada de las muestras.
- ◆ En diversas ocasiones no se registraron las mediciones de parámetros in situ directamente en el Original de Muestreo, sino que en una libreta o en el equipo multiparamétrico, esto puede provocar confusión.

4.3.5 Monitoreo de Aguas Subterráneas

De las 10 regiones que se visitaron sólo 5 de ellas realizan monitoreo de aguas subterráneas (Regiones I, II, RMS, XIV y X). Las principales brechas identificadas son las siguientes:

- ◆ No existe un punto de referencia marcado en el pozo donde se mida el nivel estático, tampoco hay antecedente sobre las dimensiones de los pozos de la red de monitoreo (profundidad, habilitación y altura de brocal).
- ◆ En las regiones que toman muestras de un pozo con bomba instalada, no verifican cuánto tiempo lleva el pozo bombeando, de manera de evaluar si es necesario o no estabilizar los parámetros in situ.
- ◆ En la mayoría de las regiones no se realiza estabilización de parámetros in situ.
- ◆ Hace falta reforzar las técnicas de muestreo ya que es muy frecuente ambientar mal los bailers, envases auxiliares y botellas, así como transportarlos sin ningún tipo de protección contra el polvo y dejarlos en contacto con el suelo.

- ◆ Los bailers utilizados no cuentan con despiche, por lo que para llenar los envases es necesario darlo vuelta y vaciarlo por arriba.
- ◆ En algunas ocasiones se toma la muestra desde el envases auxiliar luego de haber realizado las mediciones in situ, lo que puede contaminar la muestra.
- ◆ Es necesario realizar un recambio frecuente de la cuerda del bailer, para evitar contaminación cruzada.

4.3.6 Monitoreo de Emergencias Ambientales

- ◆ Falta reforzamiento en la nueva versión de los procedimientos de Emergencia. En la mayoría de las regiones no se conocía la nueva Ficha de Emergencia Ambiental (pero aun así pudo llenarla casi completa).
- ◆ Por lo general, falta definir qué unidad regional se encuentra a cargo de liderar las emergencias, la cual se debe encontrar capacitada no solo en emergencias sino también en muestreo de aguas, o en su defecto coordinarse con otra unidad regional que pueda tomar las muestras.
- ◆ No está claro cómo se debe canalizar la información y la gestión de recursos relacionadas con las emergencias tanto al interior de la DGA como con otras entidades gubernamentales.

4.3.7 Preservación y Traslado de Muestras

- ◆ No se efectúa una verificación del pH en las muestras, después de preservar.
- ◆ No utilizan botella testigo en terreno, además la botella testigo debería llenarse con agua del primer punto de monitoreo, y si se ocupa más de una nevera durante el terreno debería haber más de una botella testigo (una botella por nevera).
- ◆ Durante la preservación de las muestras, en muchos casos no utilizan todos los implementos personales de seguridad correspondientes a la actividad, no colocan papel absorbente sobre el mesón, y no mantienen abierto el Chemizorb. Para estos trabajos falta también mejorar la ventilación del laboratorio.
- ◆ En algunos casos, el lugar de almacenamiento de los preservantes hace que el manejo sea inseguro. Esto cuando las botellas quedan en lugares de difícil acceso o expuestas a caídas.
- ◆ Muchos de los preservantes que se utilizan se encuentran vencidos, aun cuando tienen a su disposición preservantes vigentes almacenados que no son utilizados.
- ◆ Algunas de las campañas de terreno duran entre 3 y 7 días, y se preserva cuando se llega a las oficinas regionales, por lo que el tiempo que transcurre entre que se toma la primera muestra y se preserva es demasiado.

- ◆ No se tiene claridad del volumen de preservante que se tiene que adicionar. En varias regiones no se adicionan los 0,5 mL necesarios.
- ◆ Falta realizar la ambientación del dosificador de preservantes.

4.3.8 Revisión de Registros

- ◆ El registro de control de temperatura del refrigerador utilizado en la mayoría de las regiones no corresponde a la última versión.
- ◆ No es habitual generar un respaldo de los registros enviados al LADGA.
- ◆ No hay un formato establecido de la información que deba contener un Memo de Envío de muestras, en particular, no se especifica hora ni forma de envío.
- ◆ En algunos casos, el Registro Anexo 3 demuestra que no se realiza un chequeo del equipo multiparamétrico con la anticipación necesaria para que sea enviado a reparación de ser preciso.
- ◆ Al comparar el Original de Muestreo con el Memo de Envío, se constata que en la mayoría de las regiones, desde la primera muestra recolectada hasta el envío pasa más de una semana. Esto debe ser evaluado por el laboratorio para saber si se cumple con los tiempos de retención de los métodos de análisis utilizados.

5. CAPACITACIÓN MONITOREO CALIDAD DEL AGUA A HIDROMENSORES DGA

La capacitación tiene por objetivo reforzar las labores de muestreo de calidad de aguas realizadas por los funcionarios de la DGA en las 10 regiones incluidas en el contrato.

Para lograr este objetivo, se pretenden solucionar las brechas identificadas en la primera parte del trabajo y realizar un seguimiento en terreno. En la primera parte del trabajo se plantearon también observaciones a los instructivos de la DGA relacionados con el muestreo de aguas, que en algunos casos significaron modificaciones que deben ser presentadas a los hidromensores durante la capacitación.

Muchas de las observaciones realizadas a los instructivos DGA se encontraban todavía en discusión interna de la DGA, cuando se efectuó la capacitación. No obstante, existió interés que se incluyera en las capacitaciones los siguientes temas:

- 1) Preservación de las muestras: La DGA comenzará a implementar en sus muestreos el envío de gotarios con preservantes para poder acidular en terreno. Entonces, la capacitación incluye la nueva forma de operar.
- 2) Uso de sondas multiparamétricas: Se consideran los lineamientos dados por la funcionaria de Nivel Central a cargo de las sondas, respecto a la calibración, uso y mantención de las sondas utilizadas en regiones (Hanna Instruments e YSI), mediante la adaptación de la presentación que la funcionaria ha realizado en algunas regiones.

5.1 METODOLOGÍA

Debido a la extensión de los contenidos que se deben reforzar en terreno, se realiza una capacitación que se centra en las brechas identificadas. Esto último implica que en cada región se realizan reforzamientos distintos según las observaciones encontradas.

Es importante destacar también que así como la evaluación fue realizada de manera diferenciada según las realidades de los monitoreos de cada región, las capacitaciones están dirigidas a aquellas metodologías realmente utilizadas por las respectivas regiones.

De todas formas, por simplicidad, para esta metodología se plantea un formato completo de capacitación que es abordado parcialmente según las necesidades de cada región.

En cada una de las 10 regiones del contrato se realiza una visita de 2 días. Se considera la presencia de dos profesionales de GP, de modo de poder reforzar a los profesionales DGA y contestar todas las dudas de manera oportuna.

5.1.1 Presentación de Información y Talleres Prácticos (DÍA 1)

Durante esta jornada se realizan presentaciones con las materias a mejorar y reforzar. Se atienden y discuten todas las consultas y se hacen análisis de casos (talleres), además de practicar y reforzar los cambios realizados. Las recomendaciones respecto al cuidado y contrastación/calibración de los equipos se realiza también durante este día.

Los módulos temáticos y contenidos que se consideran para el primer día de capacitación son los siguientes:

INICIO: Antes de comenzar cada uno de los módulos, se considera entregar los resultados de la evaluación de la región, identificando y discutiendo cada una de las brechas encontradas por tema.

MODULO 1: Conceptos Relevantes de Calidad de Aguas

- ◆ Importancia de la Red de Monitoreo de la DGA
- ◆ Cadena de flujo del muestreo DGA
- ◆ Ejemplos de aplicación por región
- ◆ Importancia del muestreo y análisis de calidad del agua
- ◆ Fuentes de contaminación de las muestras
- ◆ Significado de las mediciones in-situ

MODULO 2: Mejoramiento de las Técnicas de Muestreo de Aguas Superficiales y Subterráneas

Aguas Superficiales:

- ◆ Elección del punto de muestreo: Requisitos y técnicas de muestreo
- ◆ Taller: Estudio de casos para la región (para esto se requieren fotografías de algunas estaciones tipo de la región)
- ◆ Consideraciones técnicas del muestreo de aguas superficiales

Aguas Subterráneas (si aplica):

- ◆ Conceptos importantes
- ◆ Árbol de decisiones para la elección del método de muestreo
- ◆ Taller: Revisión de captaciones y metodologías para la región (Para esto se requiere información y fotografías de todas las estaciones de la región)
- ◆ Recomendaciones métodos alternativos
- ◆ Consideraciones técnicas del muestreo de aguas subterráneas

MODULO 3: Instructivo y Ficha Emergencias Ambientales

- ◆ Repaso de los nuevos conceptos introducidos en la última versión del instructivo de emergencias ambientales.
- ◆ Taller: Llenado nueva Ficha de Emergencias Ambientales de acuerdo a un caso práctico.

MODULO 4: Uso de Equipos para Mediciones en Terreno

- ◆ Definición de trazabilidad, medición en terreno y medición in-situ
- ◆ Procedimiento de medición de parámetros fisicoquímicos
- ◆ Taller: Demostración Práctica de Guía Rápida de Uso Equipos Multiparamétricos
- ◆ Medición de nivel con pozómetro (si aplica)

MODULO 5: Preservación y Traslado de Muestras

- ◆ Objetivos y motivación
- ◆ Reforzamiento de procedimiento según nuevas indicaciones LADGA

MODULO 6: Instalaciones

- ◆ Presentación instalación tipo

- ◆ Medidas de seguridad
- ◆ Taller: Análisis práctico para la región para generar proyecto

MODULO 7: Recomendaciones de Seguridad

- ◆ Derecho a cuidado
- ◆ Evaluación del riesgo en oficina
- ◆ Taller: Evaluación del riesgo en terreno

Estos módulos están dispuestos en una presentación Power Point cuya versión final se presenta en el Anexo D (fuera de texto, en digital) de este informe.

FINALIZACIÓN: Al finalizar el día de capacitación, se realiza una reunión por tele conferencia para discutir con el Nivel Central las conclusiones de los talleres, considerando los recursos necesarios e inquietudes respecto a la factibilidad de los mejoramientos recomendados.

5.1.2 Aplicación y Evaluación en Terreno (DÍA 2)

Antes de partir a terreno, los hidromensores designados a utilizar el equipo multiparamétrico realizan las calibraciones y verificaciones necesarias tal como fue demostrado por el personal de GP, y según la guía rápida del equipo.

Luego, se realiza una visita a sectores de muestreo de aguas superficiales y subterráneas (si aplica), cercano a la respectiva oficina regional. En este lugar, cada uno de los hidromensores de la DGA realiza el muestreo y la medición según las indicaciones dadas por GP en la capacitación. Posteriormente, si es que es necesario reforzar las técnicas o algún aspecto particular del muestreo, personal de GP realiza una demostración de muestreo de aguas y medición de parámetros fisicoquímicos.

Después de realizados los muestreos, se realizan las actividades de preservación en laboratorio, tal como se realizan actualmente, utilizándose papel pH para verificar la acidulación correcta de las muestras.

Las evaluaciones se realizan en terreno, tomando nota de cada uno de los aspectos que el hidromensor no hace o realiza con observaciones. Las mejoras son discutidas directamente con los hidromensores y con su jefatura luego de que realizan el muestreo. Para esto, se completa un registro de estas brechas que aún quedan por mejorar (ver Registro de Evaluación Post Capacitación en Anexo E, fuera de texto, en digital).

5.1.3 Entrega de Material de Apoyo

Se entrega una copia de la presentación Power Point a cada funcionario, considerando espacios para que puedan tomar notas.

Se simplifica la información de los instructivos en las siguientes guías rápidas y esquemas:

- a) Guía Rápida para Usuarios de Equipos Multiparamétricos Hanna HI9828 y HI9829
- b) Guía Rápida para Usuarios de Equipo Multiparamétrico YSI 650 MDS
- c) Guía Rápida para Usuarios de Pozómetro
- d) Monitoreo Aguas Superficiales: Instructivo Rápido para Funcionarios
- e) Monitoreo Aguas Subterráneas: Instructivo Rápido para Funcionarios
- f) Emergencias Ambientales: Instructivo Rápido para Funcionarios

Este material didáctico se incluye en Anexo F (fuera de texto, en digital). Se imprime en láminas plastificadas portátiles a color, para ser incluida en carpeta de terreno por región.

5.2 RESULTADOS CAPACITACIÓN

Las actividades de evaluación en terreno se realizaron entre Octubre y Noviembre de 2017, según el detalle que se presenta a continuación:

- ◆ Región de Aysén: 2 al 4 de Octubre
- ◆ Región Metropolitana: 5 y 6 de Octubre
- ◆ Región de Tarapacá: 11 y 12 de Octubre
- ◆ Región de Antofagasta: 11 y 12 de Octubre
- ◆ Región de Atacama: 19 y 20 de Octubre
- ◆ Región de La Araucanía: 23 y 24 de Octubre
- ◆ Región de Arica: 24 y 25 de Octubre
- ◆ Región de Los Ríos: 25 y 26 de Octubre
- ◆ Región de Magallanes: 2 y 3 de Noviembre
- ◆ Región de Los Lagos: 2 y 3 de Noviembre

La única excepción al cronograma planteado en la metodología es la Región de Aysén, en la cual la parte de la capacitación teórico-práctica se realizó en la tarde del primer día y en la mañana del tercer día, mientras que el terreno se realizó el segundo día de la visita.

En el Anexo G (fuera de texto, en digital) se encuentran los registros que evidencian las capacitaciones y las evaluaciones realizadas en terreno.

Si bien quedaron algunos detalles a mejorar respecto a las técnicas de muestreo, se puede decir que todas las regiones mejoraron ostensiblemente su desempeño respecto a la evaluación inicial. Para respaldar lo aprendido en la capacitación se entrega en Anexo H (fuera de texto, en digital) una constancia de capacitación con el nombre de todos funcionarios que participaron en la instancia. Uno de los aspectos que estimamos presentan mayores dificultades para mejorar son las instalaciones. Al respecto, en esta capacitación se esbozó una solución por cada una de las brechas planteadas, pero es tarea de la DGA Regional junto con el Nivel Central gestionar esas mejoras.

5.2.1 Capacitación en la Región de Magallanes

La capacitación en la Región de Magallanes se llevó a cabo los días 2 y 3 de Noviembre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Gilberto Cortés, Jefe Hidrología
- ◆ Agustín Donicke, Hidromensor
- ◆ Danilo Riquelme, Fiscalizador

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Cristóbal Cox, Jefe Unidad de Monitoreo
- ◆ Makarena Ávila, Inspectora Ambiental Unidad de Monitoreo



Figura N°5.1: Capacitación y evaluación en aguas superficiales para la Región de Magallanes.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9828. La calibración se llevó a cabo en el "laboratorio regional", siguiendo la guía rápida de uso elaborada por GP.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación visitada fue "Río Leñadura en Bocatoma Sendos". Los funcionarios eligieron un punto de muestreo en el medio de cauce. Monitoreo por vadeo. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: Actualmente la región no cuenta con estaciones de este tipo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.2 Capacitación en la Región de Aysén

La capacitación en la Región de Aysén se llevó a cabo los días 2, 3 y 4 de Octubre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Jorge O'kuinghttons, Jefe Fiscalización y Medio Ambiente
- ◆ Claudio Redlich, Fiscalizador
- ◆ Patricio Oyarzo, Hidromensor
- ◆ Roberto Figueroa, Conductor (Ayudante Hidromensor)

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Cristóbal Cox, Jefe Unidad de Monitoreo
- ◆ Makarena Ávila, Inspectora Ambiental Unidad de Monitoreo



Figura N°5.1: Capacitación y evaluación en aguas superficiales para la Región de Aysén.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9828. La calibración se llevó a cabo en el "laboratorio regional", siendo una demostración de GP en conjunto con funcionarios, siguiendo la guía rápida de uso elaborada por GP.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación visitada fue "Río Claro en Piscicultura". Los funcionarios eligieron un punto de muestreo en un sector con flujo cercano a la orilla. Monitoreo desde orilla-vadeo. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra. El segundo grupo, a petición de GP, realizó el monitoreo en el centro del flujo desde puente.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: Actualmente la región no cuenta con estaciones de este tipo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.3 Capacitación en la Región de Los Lagos

La capacitación en la Región de Los Lagos se llevó a cabo los días 2 y 3 de Noviembre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Leonardo Vega, Jefe Fiscalización y Medio Ambiente
- ◆ Consuelo Cea, Fiscalizador
- ◆ Cristian Vega, Fiscalizador
- ◆ Cristóbal Morales, Hidromensor

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Emilio Fernández, Jefe Unidad de Recursos Hídricos
- ◆ Jaime Robles, Inspector Ambiental y Encargado de Calidad



Figura N°5.3: Capacitación y evaluación en aguas superficiales para la Región de Los Lagos.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9829. La calibración se llevó a cabo en el "laboratorio regional", siguiendo la guía rápida elaborada por GP.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación visitada fue "Río Maullín en Camino a Nueva Braunau". Monitoreo desde orilla-vadeo aguas arriba de puente. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: Se acude al sector del "Pozo APR Tepual Las Quemas 2". Sin embargo, por cambio de administración en el APR no pudo contactarse a los encargados, y no se pudo acceder al pozo. Se hace un reforzamiento teórico de este tipo de muestreo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.4 Capacitación en la Región de Los Ríos

La capacitación en la Región de Los Ríos se llevó a cabo los días 25 y 26 de Octubre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Sergio Díaz, Jefe Hidrología
- ◆ Marco Andrade, Hidromensor

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Cristóbal Cox, Jefe Unidad de Monitoreo
- ◆ Jaime Robles, Inspector Ambiental y Encargado de Calidad



Figura N°5.4: Capacitación y evaluación en aguas superficiales (izquierda) y subterráneas (derecha) para la Región de Los Ríos.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9829. La calibración se llevó a cabo en la estación "Río Cruces en Rucaco", siguiendo la guía rápida elaborada por GP.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación visitada fue "Río Cruces en Rucaco". Monitoreo desde orilla (se lanza canastillo desde la orilla). Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: La estación visitada fue "Pozo Hospital". Monitoreo realizado desde despiche con bomba que se encontraba funcionando. Las mediciones in-situ fueron realizadas en un envase auxiliar con el agua escurriendo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.5 Capacitación en la Región de La Araucanía

La capacitación en la Región de La Araucanía se llevó a cabo los días 23 y 24 de Octubre. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Patricio Araya, Jefe Hidrología
- ◆ Julio Guerrero, Hidromensor
- ◆ Hugo Espinoza, Jefe Fiscalización y Medio Ambiente
- ◆ Kely Lagos, Fiscalizadora
- ◆ Rodrigo Fuentes, Fiscalizador
- ◆ José Fernández, Profesional DARH-Fiscalizador
- ◆ José Leficura, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ◆ Víctor Quijada, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ◆ Rene Valderrama, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ◆ Alejandro Muñoz, Conductor (Ayudante Hidromensor)

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Cristóbal Cox, Jefe Unidad de Monitoreo
- ◆ Jaime Robles, Inspector Ambiental y Encargado de Calidad



Figura N°5.5: Capacitación y evaluación en aguas superficiales (izquierda) y calibración de equipos (derecha) para la Región de La Araucanía.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9828. La calibración se llevó a cabo en la estación “Río Quepe en Quepe”, siguiendo la guía rápida elaborada por GP Consultores.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación visitada fue “Río Quepe en Quepe”. Los funcionarios eligieron distintos puntos a lo ancho de la sección. Monitoreo desde puente. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: Actualmente la región no cuenta con estaciones de este tipo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.6 Capacitación en la Región Metropolitana

La capacitación en la Región Metropolitana se llevó a cabo los días 5 y 6 de Octubre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Alexis Segovia, Jefe Hidrología
- ◆ Soledad Pérez, Profesional Medio Ambiente
- ◆ Claudio Cuevas, Fiscalizador
- ◆ María Inés Cartes, Fiscalizadora
- ◆ Daniela Vidal, Fiscalizadora
- ◆ Oscar Muñoz, Hidromensor
- ◆ Patricio Díaz, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ◆ Mario Méndez, Conductor (Ayudante Hidromensor)

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Cristóbal Cox, Jefe Unidad de Monitoreo
- ◆ Makarena Ávila, Inspectora Ambiental Unidad de Monitoreo



Figura N°5.6: Capacitación y evaluación en aguas superficiales para la Región Metropolitana.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9829. No se realiza actividad pues no fue posible calibrar la sonda.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación visitada fue "Estero Arrayán en La Montosa". Los funcionarios eligieron un punto en el centro del cauce. Monitoreo por vadeo. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: No evaluado porque pozo visitado se encontraba seco. Demostración realizada por GP Consultores muestreando en llave de lavatorio de laboratorio muestreo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.7 Capacitación en la Región de Atacama

La capacitación en la Región de Atacama se llevó a cabo los días 19 y 20 de Octubre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Alfonso Pinto, Jefe Hidrología
- ◆ Jorge Espinoza, Analista de Estudios
- ◆ Rodrigo Sáez, Jefe Fiscalización
- ◆ Katherine Moreno, Fiscalizador
- ◆ Rodrigo Guerrero, Fiscalizador
- ◆ Sergio Rojas, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ◆ Alex Cerón, Conductor (Ayudante Hidromensor)

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Cristóbal Cox, Jefe Unidad de Monitoreo
- ◆ Makarena Ávila, Inspectora Ambiental Unidad de Monitoreo



Figura N°5.7: Capacitación y evaluación en aguas superficiales para la Región de Atacama.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9829. La calibración se llevó a cabo en el "laboratorio regional", siguiendo la guía rápida elaborada por GP.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación visitada fue "Río Copiapó en Canal Mal Paso". Los funcionarios eligieron un punto en el centro del cauce. Monitoreo desde puente. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: No se pudo realizar muestreo en ningún punto de aguas subterráneas. Se realizó una explicación teórica en laboratorio con los equipos de muestreo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.8 Capacitación en la Región de Antofagasta

La capacitación en la Región de Antofagasta se llevó a cabo los días 11 y 12 de Octubre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Edison Moraga, Jefe Hidrología
- ◆ Carlos Contreras, Hidromensor
- ◆ Claudio Fredes, Conductor (Ayudante Hidromensor)

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Emilio Fernández, Jefe Unidad de Recursos Hídricos
- ◆ Makarena Ávila, Inspectora Ambiental Unidad de Monitoreo



Figura N°5.8: Capacitación y evaluación en aguas superficiales (izquierda) y calibración de equipos (derecha) para la Región de Antofagasta.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9829. La calibración se llevó a cabo en el "laboratorio regional", siguiendo la guía rápida elaborada por GP Consultores.

Monitoreo de Aguas Superficiales: Se realizó el muestreo simulado (no es una estación real) en un afloramiento sin escurrimiento en las cercanías del área industrial La Negra. Monitoreo desde orilla, en una zona segura y sin vegetación. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: Actualmente la región no cuenta con estaciones de este tipo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.9 Capacitación en la Región de Tarapacá

La capacitación en la Región de Tarapacá se llevó a cabo los días 11 y 12 de Octubre 2017. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Fernando Urbina, Jefe Hidrología
- ◆ Patricio Abd El Kader, Fiscalizador
- ◆ David Campos, Fiscalizador
- ◆ Pedro García, Conductor (Ayudante Hidromensor)

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Cristóbal Cox, Jefe Unidad de Monitoreo
- ◆ Jaime Robles, Inspector Ambiental y Encargado de Calidad



Figura N°5.9: Capacitación y evaluación en aguas superficiales (izquierda) y subterráneas (derecha) para la Región de Tarapacá.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro YSI 600 XL V2. La calibración se llevó a cabo en el "laboratorio regional", siguiendo la guía rápida elaborada por GP.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación de monitoreo visitada fue "Quebrada Tarapacá en Laonsana". Los funcionarios eligieron un punto en la última sección de la estación. Monitoreo desde orilla. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: La estación visitada fue "Pozo Pachica o Laonsana". Monitoreo realizado con bailer, no se utilizó envase auxiliar, pues se llenaban todas las botellas con un solo bailer. Las mediciones de terreno fueron realizadas de dos formas: En un envase auxiliar (por petición de GP Consultores) un grupo e ingresando la sonda al pozo otro grupo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.2.10 Capacitación en la Región de Arica y Parinacota

La capacitación en la Región de Arica y Parinacota se llevó a cabo los días 24 y 25 de Octubre. En esta capacitación participaron los siguientes funcionarios:

- ◆ Juan Aguirre, Jefe Hidrología
- ◆ Christian Álvarez, Hidromensor
- ◆ Ricardo Acosta, Conductor (Ayudante Hidromensor)
- ◆ Elguemberto Rojas, Conductor (Ayudante Hidromensor)

El personal de GP que realizó la capacitación lo componen las siguientes personas:

- ◆ Emilio Fernández, Jefe Unidad de Recursos Hídricos
- ◆ Makarena Ávila, Inspectora Ambiental Unidad de Monitoreo



Figura N°5.10: Capacitación y evaluación en aguas superficiales para la Región de Arica y Parinacota.

Durante la capacitación se realizaron las siguientes actividades prácticas:

Calibración del Equipo: El equipo utilizado fue la sonda multiparámetro Hanna HI9828. La calibración se llevó a cabo en el “laboratorio regional” y fue demostrativa ya que el equipo utilizado no fue el que habitualmente ocupan en esta región.

Monitoreo de Aguas Superficiales: La estación de monitoreo visitada fue “Rio San José antes de Bocatoma Azapa”. Los funcionarios eligieron un punto de muestreo en el centro del cauce. Monitoreo por vadeo. Las mediciones in-situ fueron realizadas en el mismo punto donde se tomó la muestra.

Monitoreo de Aguas Subterráneas: Actualmente la región no cuenta con estaciones de este tipo.

Preservación de Muestras: Actividad realizada en laboratorio regional. Luego de realizar la preservación, se utilizó papel pH para verificar la correcta acidificación de las muestras.

5.3 INQUIETUDES REGIONALES

Como resultado de las reuniones con el Nivel Central que se realizaron al finalizar el primer día de las capacitaciones, se listaron una serie de inquietudes por cada región, de las cuales el Nivel Central tomó nota, y para la mayoría ya comprometió alguna solución a corto o mediano plazo. A continuación se resumen las inquietudes más importantes o las que más se repitieron en las regiones visitadas:

- i. En regiones donde se realizan campañas de muestreo de varios días, se presentan problemas para mantener los icepacks congelados y las muestras en cadena de frío, sobre todo en verano. Para analizar la problemática y poder encontrar una solución efectiva, se solicitan registradores de temperatura (tipo iButton) que puedan incorporarse a las neveras.
- ii. En regiones donde se realizan mediciones desde puente o carro de aforo, se consulta por la posibilidad de agregar peso a la sonda Hanna, ya que en algunos ríos con mayor velocidad el equipo no se sumerge lo suficiente.
- iii. Varias regiones solicitan cajas plásticas para guardar envases de muestreo en sus bodegas y así evitar la contaminación por polvo en suspensión, ya que las bolsas suelen romperse.
- iv. A algunas regiones se les envían los envases justos para la campaña de muestreo, quedando muchas veces sin envases en caso de que ocurra una emergencia ambiental, por lo que solicitan sets de envases a libre disposición.
- v. En muchas regiones quisieran saber cómo proceder ante una emergencia con hidrocarburos; les gustaría tener un procedimiento e idealmente los envases de muestreo listos para actuar de manera más rápida.
- vi. Algunas regiones no tienen como cumplir con las condiciones mínimas que requiere un laboratorio para poder realizar su trabajo de manera correcta y segura. En estos casos la única posibilidad es gestionar otro lugar físico, por lo que solicitan apoyo a Nivel Central en la gestión de un nuevo espacio.
- vii. Casi todas las instalaciones no cuentan con ventilación adecuada para realizar sus labores, sobre todo la preservación. Las soluciones son diversas, desde correr muebles para poder abrir ventanas, un extractor, o una campana. En estos casos, los funcionarios agradecen que el Nivel Central los apoyen.
- viii. Algunas regiones tienen temperaturas extremas en sus laboratorios, lo que complica el guardado de preservantes (ácido nítrico) y equipos. Se solicita contar con un registrador de temperatura (tipo iButton) para hacerle seguimiento a esta problemática y encontrar una solución efectiva.
- ix. Muchas regiones no utilizan el registro Original de Muestreo en terreno, sino que anotan los valores en otro lado y luego lo traspasan en oficina. Convendría hacer un cuaderno de campo reducido con formato de original de muestreo pero que no tenga los nombres de los puntos, para que el hidromensurador vaya rellenando en el mismo lugar de medición.
- x. Algunas regiones solicitan un cable más largo para su sonda, para poder realizar mediciones desde un puente o carro de aforo.
- xi. Regiones que utilizan envase auxiliar solicitan contar con uno por punto, para no tener que estar lavando en terreno.

- xii. La mayoría de las regiones no sabe qué hacer con los preservantes y soluciones de calibración vencidos, por lo que solicitan apoyo al Nivel Central para disponer de este material de manera segura.
- xiii. Algunas regiones tiene la inquietud de saber si se enviarán soluciones de calibración suficientes y por campaña, para cumplir con lo indicado en los instructivos.
- xiv. Algunas regiones tienen la duda respecto al número y distribución de las estaciones de monitoreo de calidad de agua en sus respectivas regiones.
- xv. Algunas regiones no tienen canastillo de muestreo DGA por lo que están solicitando uno a Nivel Central.
- xvi. Surge la idea en algunas regiones de fabricar un brazo telescópico para el canastillo de muestreo, para así poder llegar más lejos sin perder el control de este equipo.
- xvii. Regiones sin muestreo habitual de aguas subterráneas pueden tener una emergencia que involucre este tipo de aguas. En estos casos sería bueno contar con un bailer de emergencia.
- xviii. Falta establecer un tiempo de vigencia del agua desionizada una vez abierta, pues se va cargando con sales rápidamente cuando se utiliza en terreno.
- xix. Aun cuando se tome nota de observaciones que se ven en terreno en el Original de Muestreo, estas observaciones no llegan al BNA ni se publican en la página web, lo que podría ser un buen aporte para el posterior análisis de un tercero.
- xx. En regiones donde usan bailer, solicitan un bailer por pozo de manera de no tener que estar lavando en terreno, con las complicaciones que ello conlleva.
- xxi. En varias regiones requieren diversos EPP (pechera, lentes de seguridad, chalecos salvavidas, sombreros legionarios, protector solar).
- xxii. Se levanta la inquietud de saber si las unidades regionales que realizan muestreo pueden ser acreditados por la norma 17.020 como Organismos de Inspección.
- xxiii. Se requiere saber si en el caso de una emergencia, la región puede actuar de manera más independiente del Nivel Central, en particular en relación a la elección de los puntos de monitoreo.

6. CONCLUSIONES

En el servicio realizado y que se resume en el presente informe, se revisaron dos aspectos fundamentales dentro de las labores de muestreo de calidad de aguas que realiza la Dirección General de Aguas. En primer lugar se revisaron los instructivos que utilizan para el muestreo de calidad de aguas y, luego, se evaluaron las labores asociadas al muestreo, realizadas por las oficinas regionales de la DGA (10 regiones seleccionadas), revisando el cumplimiento de los instructivos DGA y la normativa nacional e internacional vigente.

Finalmente, se realizaron capacitaciones en las 10 regiones seleccionadas, cuyo objetivo es superar las brechas encontradas y dar recomendaciones sobre mejoras que pueden ser implementadas.

6.1 INSTRUCTIVOS DE MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

A continuación se presentan las principales observaciones y recomendaciones surgidas de la revisión de los instructivos de muestreo:

- ◆ De la revisión de los instructivos de muestreo de aguas superficiales y subterráneas, se visualiza un enfoque que le da más importancia a la medición de parámetros in situ, más que al muestreo propiamente tal.
- ◆ No son claros los criterios para la selección de los métodos de muestreo y, los métodos, no son descritos en detalle.
- ◆ No se especifica la técnica de ambientación y de llenado de los envases.
- ◆ Existen varios instructivos que hacen referencia a la preservación y manejo de muestras. Sin embargo, el control que se solicita hacer a las muestras no es claro en cuanto al requerimiento de una preservación in situ.
- ◆ No existe ningún registro (cadena de custodia) para el seguimiento de las muestras durante su traslado en terreno, ni hacia el laboratorio DGA en Santiago.
- ◆ Los instructivos de Emergencias Ambientales realizan una distribución de funciones difícil de aplicar en regiones, en donde la elección de puntos de monitoreo se realiza sin haber ido a terreno.
- ◆ Se sugiere que las emergencias ambientales no sean atendidas por una sola unidad, ya que muchas veces los funcionarios de medio ambiente o fiscalización no son los que hacen el monitoreo rutinario, y esto significa que no tienen práctica en las labores de muestreo y medición. En este tipo de muestreos también hace falta un control de calidad que le dé robustez a los resultados.

- ◆ Respecto a la revisión del instructivo de uso de sondas multiparámetro, se sugiere mejorar la trazabilidad de las mediciones, para lo cual se recomienda reforzar la importancia de los estándares de calibración y sus certificados. Asimismo, se sugiere generar un registro que evidencie las verificaciones y calibraciones realizadas.

6.2 EVALUACIÓN EN TERRENO

A continuación se presentan las principales observaciones y recomendaciones surgidas de las visitas efectuadas a las oficinas regionales DGA seleccionadas:

- ◆ En la evaluación teórica del personal, se observa poco dominio de los instructivos de muestreo, sobre todo respecto a los instructivos de emergencias ambientales y de preservación y traslado de muestras.
- ◆ De la evaluación realizada en terreno, se evidencia la misma problemática vista en los instructivos, donde el enfoque está puesto hacia los equipos multiparamétricos y sus mediciones. El muestreo se deja en segundo plano y muchas veces es encargado a personal que no ha sido debidamente capacitado.
- ◆ Respecto a la elección específica del punto de muestreo, típicamente, no es evaluada correctamente para aguas superficiales, eligiendo zonas cercanas a la orilla, o con aguas quietas o con demasiada turbulencia.
- ◆ En aguas subterráneas el instructivo nunca se aplica correctamente. En este caso se recomienda evaluar la metodología punto por punto (elaborar fichas de muestreo), ya que en general las condiciones son fijas en el tiempo pero cada punto tiene su particularidad.
- ◆ En general se observa poco cuidado respecto a los equipos de muestreo y envases (auxiliares y de laboratorio), existiendo muchas posibilidades de que las muestras se contaminen.
- ◆ Otro factor que puede alterar las muestras, es la no utilización de guantes para muestrear, lo que se observa en varias de las regiones visitadas.
- ◆ Respecto a las instalaciones visitadas, existen condiciones muy diferentes entre las regiones, algunas (pocas) con amplios espacios dedicados exclusivamente a las labores muestreo, otras con espacios reducidos y desordenados. También se observó varios casos en donde el "laboratorio" se comparte con las oficinas de los hidromensores, o se usan de bodega para otro tipo de materiales y equipos.
- ◆ Si bien se denota la supervisión del Nivel Central hacia los equipos multiparamétricos, la trazabilidad propia de la medición se pierde al no haber ningún registro de la verificación/calibración realizada. Además, el conocimiento respecto al uso de este equipo varía región a región, existiendo algunas en que incluso no saben calibrar el equipo.
- ◆ Respecto a la preservación y traslado de muestras, se observa que no existe una cadena de custodia que acompañe las muestras en su traslado a Santiago. Se sugiere elaborar este registro para el traslado de las muestras.

- ◆ En todas las regiones, la preservación se hace en laboratorio; en algunos casos puede ser algunos días después de tomada la muestra. Se entiende que es difícil manipular los envases de preservantes que son enviados a cada región, por lo que se hace necesario ver algún método alternativo de preservación para cumplir con la norma y el instructivo en cuanto a preservar lo antes posible.
- ◆ Si bien, la nueva Ficha de Emergencias Ambientales hace que su seguimiento sea algo más fácil y guiado, existe, en muchas regiones, una mala distribución de estas funciones. Muchos fiscalizadores no están preparados para realizar el muestreo, ya que no está dentro de sus labores rutinarias, y los canales de comunicación no están bien delimitados.
- ◆ Finalmente, como un punto adicional pero muy importante dentro de esta evaluación, se observa en algunas regiones la falta de una evaluación de seguridad y uso de los elementos de protección personal adecuados, en particular el uso de chalecos salvavidas en algunos casos y protección solar (zona norte). Para la preservación, no todos los funcionarios utilizaron los elementos de protección personal mencionados en el instructivo. El poco espacio y desorden en las instalaciones es otro de los aspectos que generan condiciones sub-estándar.

Es importante destacar la alta participación e interés profesional que se observó en las regiones evaluadas. En general la recepción de los funcionarios fue abierta hacia el mejoramiento de sus procesos, existiendo un alto interés por la evaluación realizada.

6.3 CAPACITACIÓN

Las capacitaciones se realizaron sin inconvenientes y según lo programado, en todas las regiones visitadas. Hubo una gran asistencia y participación, sobre todo en los talleres, en donde los mismos funcionarios pusieron en práctica sus conocimientos.

Respecto a las evaluaciones realizadas, si bien quedaron algunos detalles a mejorar respecto a las técnicas de muestreo, se puede concluir que todas las regiones mejoraron ostensiblemente su desempeño respecto a la evaluación inicial; por lo tanto, observamos que las capacitaciones fueron exitosas.

Uno de los aspectos que se estima requiere ser mejorado a la brevedad posible, son las instalaciones. Al respecto, en esta capacitación se esbozó una solución por cada una de las brechas planteadas. No obstante, su solución definitiva es tarea de la DGA Regional junto con el Nivel Central.

GP
Noviembre, 2017.