



Gobierno
de Chile

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DE COPIAPÓ

RESUMEN EJECUTIVO: SÍNTESIS DE ACCIONES

REALIZADO POR:

UTP HIDRICA CONSULTORES SPA Y RUBIO CARTES Y MEZA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA (UTP HIDRICA - ERIDANUS)

S.I.T. N° 462

Santiago, noviembre 2020

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Sr. Alfredo Moreno Charme

Director General de Aguas
Ingeniero Comercial Sr. Óscar Cristi Marfil

Directora Regional Dirección General de Aguas Atacama
Macarena Fernández Leiva

Jefe División de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Mauricio Lorca Miranda

DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN Y DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIONES DE
USUARIOS

Inspector Fiscal, Jefe Departamento de Organizaciones de Usuarios
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Nicolás Ureta Parraguez

Inspector Fiscal Subrogante
Ingeniero Civil César Caneleo Huidobro
Ingeniero de Ejecución Forestal Jorge Espinoza Marino

UTP HIDRICA CONSULTORES SPA Y RUBIO CARTES Y MEZA INGENIEROS CONSULTORES LTDA
(UTP HIDRICA - ERIDANUS)

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Félix Pérez Soto

Profesionales Equipo Especialistas
Ingeniera Agrónomo Irene Bernaus L.
Ingeniero Civil José Castillo V.
Ingeniera Civil Maricel Gibbs R.
Psicóloga Sigrid Huenchuñir M.
Cartógrafo Salomón Vielma P.
Ingeniero Civil Mauricio Cartes V.
Ingeniero Civil Felipe Orellana M.

Profesionales Equipo Complementario
Ingeniero Civil Julio Faúndes S.
Ingeniero Civil Eduardo Rubio A.
Ingeniero Civil Sergio Duarte M.
Ingeniero Civil Darío Vargas G.
Ingeniero Civil Pablo Vivero P.
Ingeniero Civil Matías Bravo Y.
Ingeniera Civil Rossana Escanilla M.
Geógrafo Ignacio Aguirre B.
Ingeniera Civil Camila Matta L.
Ingeniero Constructor Juan Carlos Ravanales S.
Ingeniero Ambiental Matías Faúndes S.

CONTENIDO

CONTENIDO	i
TABLAS	iii
FIGURAS	iv
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.2.1 Objetivo General	1
1.2.2 Objetivos Específicos	1
1.3 ALCANCES GENERALES	2
CAPÍTULO 2 RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS	5
2.1 INTRODUCCIÓN	5
2.2 PRINCIPALES RESULTADOS	5
2.2.1 Balance hídrico de la cuenca	5
2.2.2 Sustentabilidad de sectores acuíferos	12
2.2.3 Calidad de aguas	16
2.2.4 Gobernanza y gestión de agua	18
CAPÍTULO 3 PLAN DE ACCIÓN	19
3.1 ESTRUCTURA DEL PLAN DE GESTIÓN	19
3.2 ACCIONES: OBRAS HIDRÁULICAS	21
3.2.1 Obras mayores	21
3.2.2 Obras menores	21
3.2.3 Fichas resumen de iniciativas OH	21
3.3 ACCIONES: MEDIDAS DE GESTIÓN	26
3.3.1 Gobernanza	26
3.3.2 Sistemas de Información	26
3.3.3 Fortalecimiento de las Organizaciones de Usuarios	26
3.3.4 Tecnologías habilitantes	26
3.3.5 Fichas resumen de iniciativas MG	27
3.4 ACCIONES: NUEVAS FUENTES DE AGUA	38
3.4.1 Recarga de acuíferos	38
3.4.2 Desalinización	38
3.4.3 Uso aguas servidas tratadas	38
3.4.4 Fichas resumen de iniciativas NF	38
3.5 ACCIONES: OTRAS MEDIDAS	40
3.5.1 Estudios	40
3.5.2 Fichas resumen de iniciativas OM	40
3.6 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN	45

3.6.1	Evaluación económica de las Acciones	45
3.6.2	Resumen de la valorización económica	48
3.6.3	Distribución de costos por actores	49
3.7	PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES	51
3.8	CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES	55
CAPÍTULO 4	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	57
4.1	HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	57
4.2	ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN	57
4.3	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN	58
4.4	PASOS EN LA IMPLEMENTACIÓN	59
CAPÍTULO 5	MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	63
5.1	PLAN MONITOREO	63
5.1.1	Indicadores	63
5.1.2	Seguimiento	64
5.2	MECANISMOS PARA EL ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES	65

TABLAS

Tabla 2.2-1	Oferta en la fuente, periodo 1993 - 2019.....	5
Tabla 2.2-2	Oferta en la fuente, periodo 2019 – 2050	6
Tabla 2.2-3	Resumen de demandas de la cuenca del río Copiapó	7
Tabla 2.2-4	SHAC en el acuífero de Copiapó	12
Tabla 2.2-5	Balance Hídrico Subterráneo en periodo 1993-2019, modelo acoplado ..	14
Tabla 2.2-6	Estado de calidad de agua por grupo de parámetros	16
Tabla 2.2-7	Estado de la gestión y gobernanza hídrica en la cuenca	18
Tabla 3.1-1	Ejes y objetivos del PEGH.....	19
Tabla 3.2-1	Ficha resumen Acción N°: OH-01	22
Tabla 3.2-2	Ficha resumen Acción N°: OH-02	23
Tabla 3.2-3	Ficha resumen Acción N°: OH-03	24
Tabla 3.2-4	Ficha resumen Acción N°: OH-04	25
Tabla 3.3-1	Ficha resumen Acción N°: MG-07	28
Tabla 3.3-2	Ficha resumen Acción N°: MG-04	29
Tabla 3.3-3	Ficha resumen Acción N°: MG-01	30
Tabla 3.3-4	Ficha resumen Acción N°: MG-01	31
Tabla 3.3-5	Ficha resumen Acción N°: MG-03	32
Tabla 3.3-6	Ficha resumen Acción N°: MG-06	33
Tabla 3.3-7	Ficha resumen Acción N°: MG-05	34
Tabla 3.3-8	Ficha resumen Acción N°: MG-09	35
Tabla 3.3-9	Ficha resumen Acción N°: MG-10	36
Tabla 3.3-10	Ficha resumen Acción N°: MG-08	37
Tabla 3.4-1	Ficha resumen Acción N°: NF-01	39
Tabla 3.5-1	Ficha resumen Acción N°: OM-01	41
Tabla 3.5-2	Ficha resumen Acción N°: OM-02	42
Tabla 3.5-3	Ficha resumen Acción N°: OM-04	43
Tabla 3.5-4	Ficha resumen Acción N°: OM-03	44
Tabla 3.6-1	Resumen de evaluación económica de iniciativas	46
Tabla 3.6-2	Resumen evaluación económica por tipología de acciones	48
Tabla 3.6-3	Distribución de costos según ejecutor: VAC y CAE [UF]	49
Tabla 3.7-1	Resultado de priorización de iniciativas	53
Tabla 5.1-1	Seguimiento del PEGH Copiapó	64

FIGURAS

Figura 1.3-1	Hidrografía de la cuenca del río Copiapó.....	4
Figura 2.2-1	Distribución de las demandas consuntivas (año 2019) – Cuenca del río Copiapó.....	6
Figura 2.2-2	Componentes Balance Hidrogeológico en SHACs 1, 2, 5 y 6 de la cuenca del río Copiapó	8
Figura 2.2-3	Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones; periodo 1993-2019	10
Figura 2.2-4	Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones; periodo 2019-2050	11
Figura 2.2-5	Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común de la cuenca del río Copiapó.....	13
Figura 2.2-6	Volumen de SHACs 2, 4, 5 y 6 (periodo registrado y proyectado).....	15
Figura 2.2-7	Estado de la calidad de agua en la Red Hidrométrica DGA.....	17
Figura 3.1-1	Diagrama de medidas analizadas	20
Figura 3.6-1	Distribución de VAC [UF] según institución	50
Figura 3.6-2	CAE [UF] según institución	50
Figura 3.7-1	Esquema de priorización de iniciativas	52
Figura 3.8-1	Hoja de ruta del Plan de Acción.....	55
Figura 3.8-2	Hoja de ruta del Plan de Acción (continuación)	56
Figura 4.4-1	Esquema simplificado de los pasos de implementación del PEGH.....	61
Figura 4.4-2	Modelo de gobernanza del PEGH Copiapó	62

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

1.1 INTRODUCCIÓN

La DGA como organismo del Estado de Chile encargado de promover la gestión y la administración del recurso hídrico, dentro de un marco de sustentabilidad, prevalencia del interés público y eficiencia en la asignación del recurso hídrico, se enfrenta al desafío que supone planificar el desarrollo de dicho recurso para las diversas demandas del país, el cual se encuentra en un escenario de escasez hídrica.

El PEGH de la cuenca del río Copiapó, promovido por la DGA, compila un portafolio de acciones a diferentes horizontes (corto, mediano y largo plazo), dirigido a los diferentes servicios públicos y actores privados que participan de la gestión del agua, con énfasis en aquellas sobre las que recae la responsabilidad en la propia DGA. El PEGH es una hoja de ruta a través de la cual se aspira a hacer frente a la problemática hídrica de la cuenca del río Copiapó, con una visión integrada de las relaciones entre los actores en torno al uso, consumo y gestión del recurso hídrico, con prioridad del consumo humano, teniendo presente los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad de agua, y considerando en su formulación el apoyo brindado por el modelo hidrológico superficial – subterráneo y los escenarios de gestión analizados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general es proponer un plan estratégico para la cuenca del río Copiapó, con la finalidad de conocer oferta y demanda actual de agua, establecer balance hídrico y sus proyecciones a los años 2030 y 2050, diagnosticar el estado de información, infraestructura e instituciones que toman decisiones respecto al recurso hídrico, y proponer una cartera de acciones de DGA y de terceros público-privados, las cuales permitan suplir la demanda de agua y adaptación al cambio climático, con un portafolio de acciones que aseguren su abastecimiento en cantidad y calidad.

1.2.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos se enumeran y definen a continuación.

- **Objetivo 1:** Conocer el estado actual de la cuenca de Copiapó en cuanto a oferta, demanda, balance de agua y su respectiva herramienta de cálculo (modelo), control de extracciones, calidad físico-química de fuentes de aguas superficiales y subterráneas, gobernanza, y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, de glaciología y nieves.
- **Objetivo 2:** Actualizar el modelo de simulación hidrológico superficial-subterráneo acoplado WEAP-Modflow existente (1993-2018) de la cuenca del río Copiapó.

- **Objetivo 3:** Definir acciones para restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural y urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
- **Objetivo 4:** Diagnosticar el estado de la calidad de aguas de las fuentes superficiales y subterráneas, así como definir acciones para proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el tiempo.
- **Objetivo 5:** Diagnosticar el estado de la infraestructura hidráulica actual y proponer acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca del río Copiapó (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares), analizando el estado de funcionamiento, la antigüedad y la confiabilidad de los sistemas en general.
- **Objetivo 6:** Identificar las brechas entre oferta y demanda de agua en distintos escenarios de cambio climático, sequía e inundaciones, estableciendo un portafolio de acciones estratégicas de gestión para reducirlas, generando un caso base y distintos escenarios para la evaluación.
- **Objetivo 7:** Entregar estrategias para mejorar la toma de decisiones mediante la utilización de modelos operativos de gestión, con escenarios de planificación a corto, mediano y largo plazo, y adaptativos en el tiempo.
- **Objetivo 8:** Entregar estrategias para promover y revitalizar la alianza público - privada, para incrementar cualitativamente la inversión requerida en infraestructura.

1.3 ALCANCES GENERALES

Atendiendo a los objetivos del estudio, la metodología contempló las siguientes actividades principales:

- **Descripción de la cuenca.** Consistió en una recopilación de antecedentes alrededor de la cuenca del río Copiapó, en la región de Atacama, con sus principales características geográficas, administrativas, económicas, sociales, y otros aspectos en torno al recurso hídrico y su gestión actual.
- **Diagnóstico de la cuenca.** El diagnóstico contempló principalmente el análisis de los siguientes aspectos:
 - Oferta y demanda de agua, actual (año 2019) y futura (años 2030 y 2050);
 - Infraestructura relativa a materia hídrica;
 - Gobernanza, principalmente enfocada en las OUA; y
 - Cartera de acciones, en su mayoría inversiones públicas.

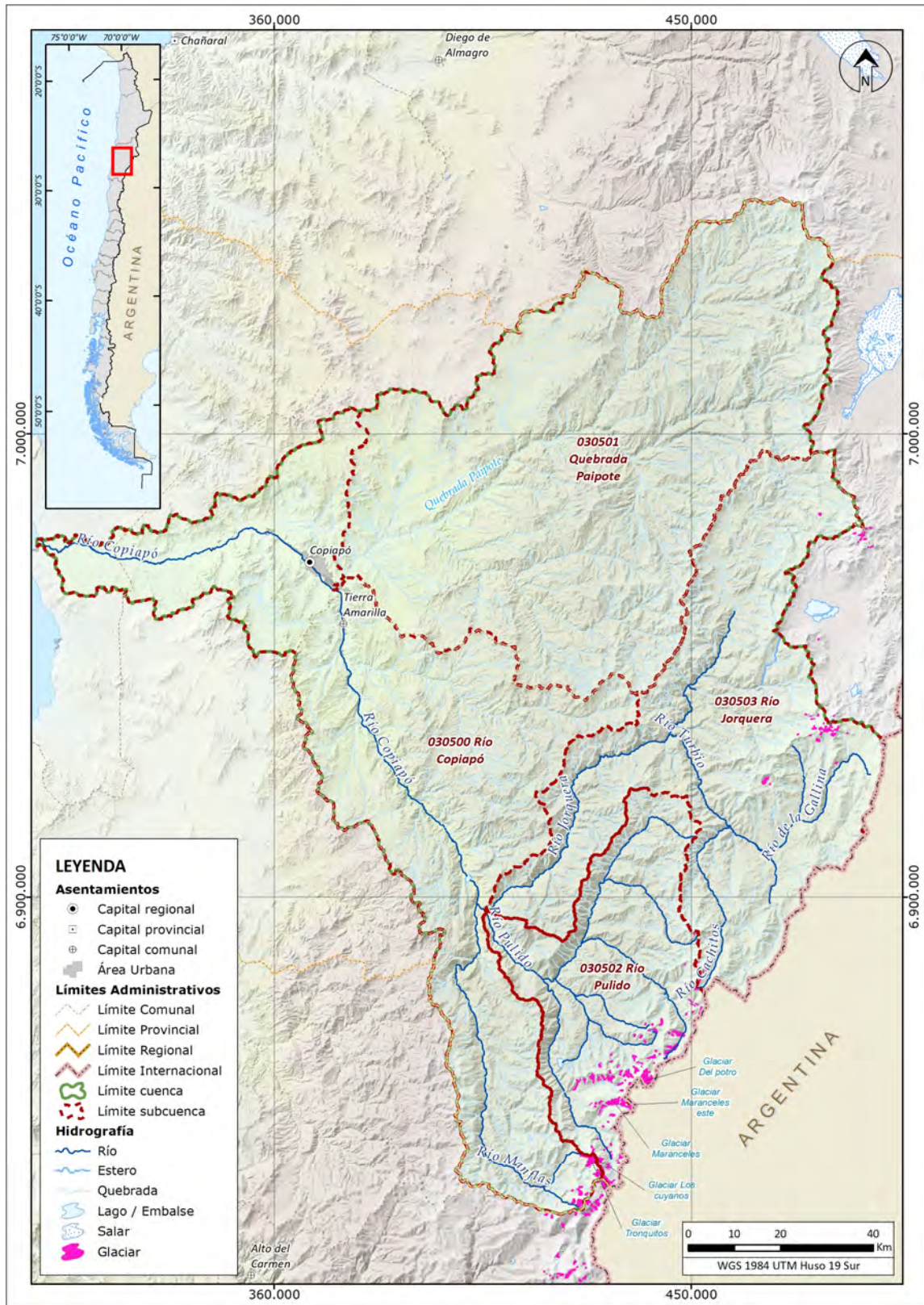
- **Modelación hidrológica.** La modelación hidrológica, en el presente estudio, se generó como una herramienta que permitió visualizar la dinámica de los flujos superficiales y subterráneos de la cuenca del río Copiapó, a partir de los modelos numéricos existentes y facilitados por la DGA. Específicamente, se abordaron los siguientes aspectos:
 - Balances histórico y actualizado;
 - Construcción del modelo acoplado superficial - subterráneo;
 - Oferta sustentable;
 - Sustentabilidad de sectores acuíferos;
 - Caso futuro para escenario climático; y
 - Simulación de escenarios de gestión.

- **Participación Ciudadana.** Las actividades PAC dentro del estudio consistieron en en reuniones con actores relevantes de la cuenca, que retroalimentaron el diagnóstico y brindaron información sobre problemáticas reales y potenciales soluciones; y un seminario final de exposición de los principales resultados del estudio, con énfasis en la nueva herramienta de modelación y las iniciativas del Plan de Acción formulado.

- **Formulación del Plan de Acción.** Su alcance consistió en la elaboración de un portafolio con acciones o iniciativas enfocadas en la resolución de las principales brechas y/o problemáticas detectadas en el diagnóstico y reuniones PAC, apoyándose, en caso posible, en el modelo numérico para establecer posibles escenarios de gestión. Dicho Plan de Acción está dirigido tanto a la DGA como a otras instituciones que tengan relación con la materia hídrica de la cuenca, con horizontes a corto, mediano y largo plazo.

La cuenca del río Copiapó, con los principales ríos y esteros que conforman su hidrografía, así como glaciares, se presenta en la Figura 1.3-1.

Los aspectos de caracterización de la cuenca, su diagnóstico, los resultados del modelo hidrológico y las actividades PAC realizadas se detallan ampliamente en el Informe Final del estudio. Seguidamente, el presente Resumen Ejecutivo contiene un resumen de los principales resultados y se centra en el portafolio de acciones resultante de las componentes mencionadas anteriormente.



Fuente: Elaboración propia, basado en Mapoteca DGA (2019).

Figura 1.3-1 Hidrografía de la cuenca del río Copiapó

CAPÍTULO 2 RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS

2.1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se muestra un resumen de los principales resultados que se obtuvieron a partir de el desarrollo del presente Plan, de acuerdo con los objetivos mencionados en el acápite anterior. Estos resultados también se adjuntan en la carpeta principal del Plan Estratégico en formato Power Point®, con el objetivo de ser utilizado como herramienta para la difusión de este estudio.

2.2 PRINCIPALES RESULTADOS

En los siguientes acápites se presentan un resumen de los resultados referentes al balance hídrico en la cuenca; la oferta y demanda hídrica registrada; la sustentabilidad de los sectores acuíferos; el estado de la calidad de agua; el estado de la gestión y gobernanza hídrica; y finalmente, las acciones propuestas en el Plan Estratégico.

2.2.1 Balance hídrico de la cuenca

Para el desarrollo del presente estudio, se han desarrollado de manera independiente modelos de simulación de flujos superficiales y subterráneos que posteriormente han sido acoplados utilizando el software WEAP, siendo un resumen de sus principales resultados los presentados a continuación.

2.2.1.1 Oferta superficial

En la Tabla 2.2-1 se presenta la oferta hídrica considerando las probabilidades de excedencia 50% (Q_{50}) y 85% (Q_{85}) en las estaciones fluviométricas durante el periodo 1993-2019, sin demandas ni obras de regulación.

Tabla 2.2-1 Oferta en la fuente, periodo 1993 - 2019

Estación	Q_{50} (m ³ /s)	Q_{85} (m ³ /s)
Aporte Bandas Jorquera	0,636	0,413
Aporte Bandas Manflas	0,598	0,391
Aporte Bandas Pulido	1,798	1,169
Copiapó en Angostura	0,599	0,329
Copiapó en Ciudad de Copiapó	0,354	0,253
Copiapó en Lautaro	1,330	0,603
Copiapó en La Puerta	2,269	1,732
Copiapó en Mal Paso	0,227	0,178
Copiapó en Pastillo	2,472	1,737

Fuente: Elaboración propia.

Además, se presenta en la Tabla 2.2-2 la oferta hídrica para las probabilidades de excedencia 50% y 85% en las estaciones fluviométricas mencionados para el periodo 2019-2050.

Tabla 2.2-2 Oferta en la fuente, periodo 2019 – 2050

Estación	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₈₅ (m ³ /s)
Aporte Bandas Jorquera	0,395	0,256
Aporte Bandas Manflas	0,344	0,181
Aporte Bandas Pulido	1,229	0,853
Copiapó en Angostura	0,700	0,521
Copiapó en Ciudad de Copiapó	0,210	0,163
Copiapó en Lautaro	0,729	0,389
Copiapó en La Puerta	1,661	1,365
Copiapó en Mal Paso	0,197	0,151
Copiapó en Pastillo	1,626	1,191

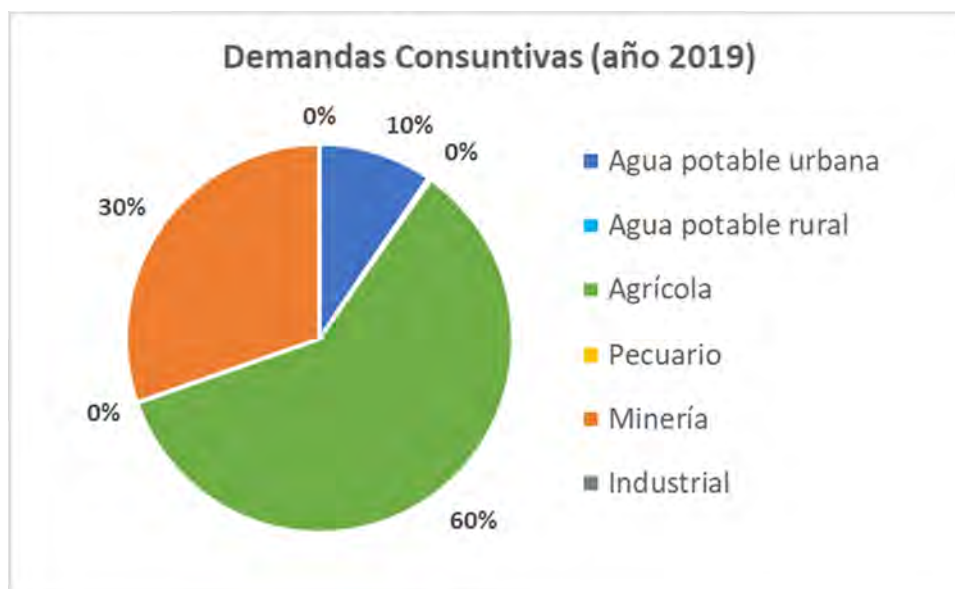
Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.2 Oferta subterránea

Para la cuenca del río Copiapó se analizaron los SHACs Agua Arriba Embalse Lautaro, Embalse Lautaro - La Puerta, La Puerta – Mal Paso, Mal Paso – Copiapó, Copiapó – Piedra Colgada y Piedra Colgada – Angostura. Se determinó el no cumplimiento del criterio 1 en todos los SHACs analizados. Por lo tanto, se concluye que ningún SHAC cuenta con una oferta subterránea sustentable para explotar a través del otorgamiento de derechos de agua subterráneos.

2.2.1.3 Demanda registrada y proyectada

En la Figura 2.2-1 se muestra la distribución de las demandas actuales diferenciadas por uso, mientras que en la Tabla 2.2-3 se presenta un resumen de los valores de demanda actual y proyección futura a 10 y 30 años.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-1 Distribución de las demandas consuntivas (año 2019) – Cuenca del río Copiapó

Tabla 2.2-3 Resumen de demandas de la cuenca del río Copiapó

Sector	Año 2019		Año 2030		Año 2050		Var. 2019/2030	Var. 2019/2050
	(m ³ /año)	(m ³ /s)	(m ³ /año)	(m ³ /s)	(m ³ /año)	(m ³ /s)	(%)	(%)
Agua potable urbana	13.187.464	0,42	14.962.926	0,47	18.256.885	0,58	13%	38%
Agua potable rural	340.340	0,01	625.176	0,02	2.206.879	0,07	84%	548%
Agrícola	82.716.229	2,62	105.677.229	3,35	116.560.882	3,70	28%	41%
Pecuario	56.045	0,00	82.232	0,00	111.357	0,00	47%	99%
Minería	41.926.221	1,33	32.097.759	1,02	12.097.696	0,38	-23%	-71%
Industrial	23.756	0,00	25.145	0,00	21.657	0,00	6%	-9%
Protección Ambiental (*)	-	9,87	-	9,87	-	9,87	0%	0%

(*) Demanda anual asociada a una distribución mensual, en unidades m³/s.

Fuente: Elaboración propia.

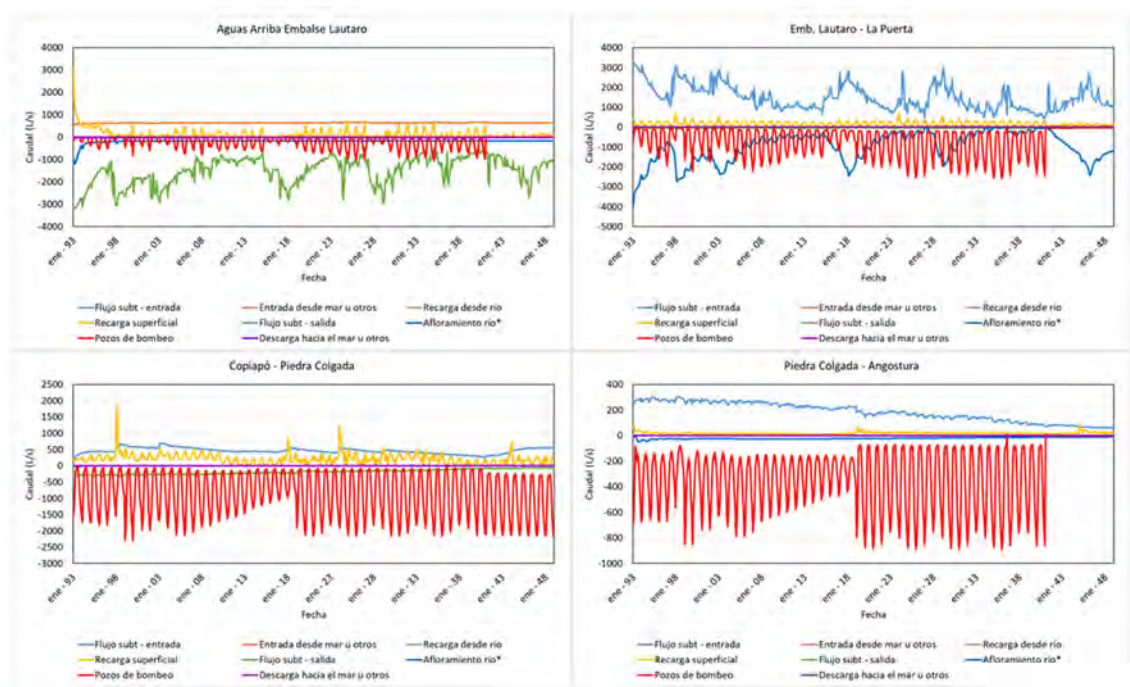
Tal como se muestra en la Figura 2.2-1, cabe destacar que el principal consumo (año 2019) es el referente al riego (59,8%), mientras que la minería representa un 30,3% del total; el agua potable urbano y rural alcanzan en torno al 9,8%.

La proyección futura (año 2030) presenta una tendencia al alza del peso de la demanda de riego (68,9%), el agua potable se incrementa levemente (10,2%), disminuyendo el consumo por parte de minería (20,9%). En la proyección al año 2050, se incrementan el porcentaje de demanda para riego (78,1%) y los requerimientos para agua potable urbano y rural (13,7%); en tanto, se proyecta una disminución para el sector minero (8,1%).

Respecto de las variaciones porcentuales de las demandas proyectadas a los años 2030 y 2050 sobre de la estimación de la situación actual (año 2019) mostradas en la Tabla 2.2-3, cabe resaltar el incremento futuro para agua potable rural proyectado al año 2050, alcanzando un porcentaje de variación del 548%, debido a la tasa de crecimiento poblacional.

2.2.1.4 Relación oferta y demanda

En la Figura 2.2-2 se presentan las principales componentes del balance hidrogeológico para los SHACs 1, 2, 5 y 6, en función del tiempo para el periodo de modelación.



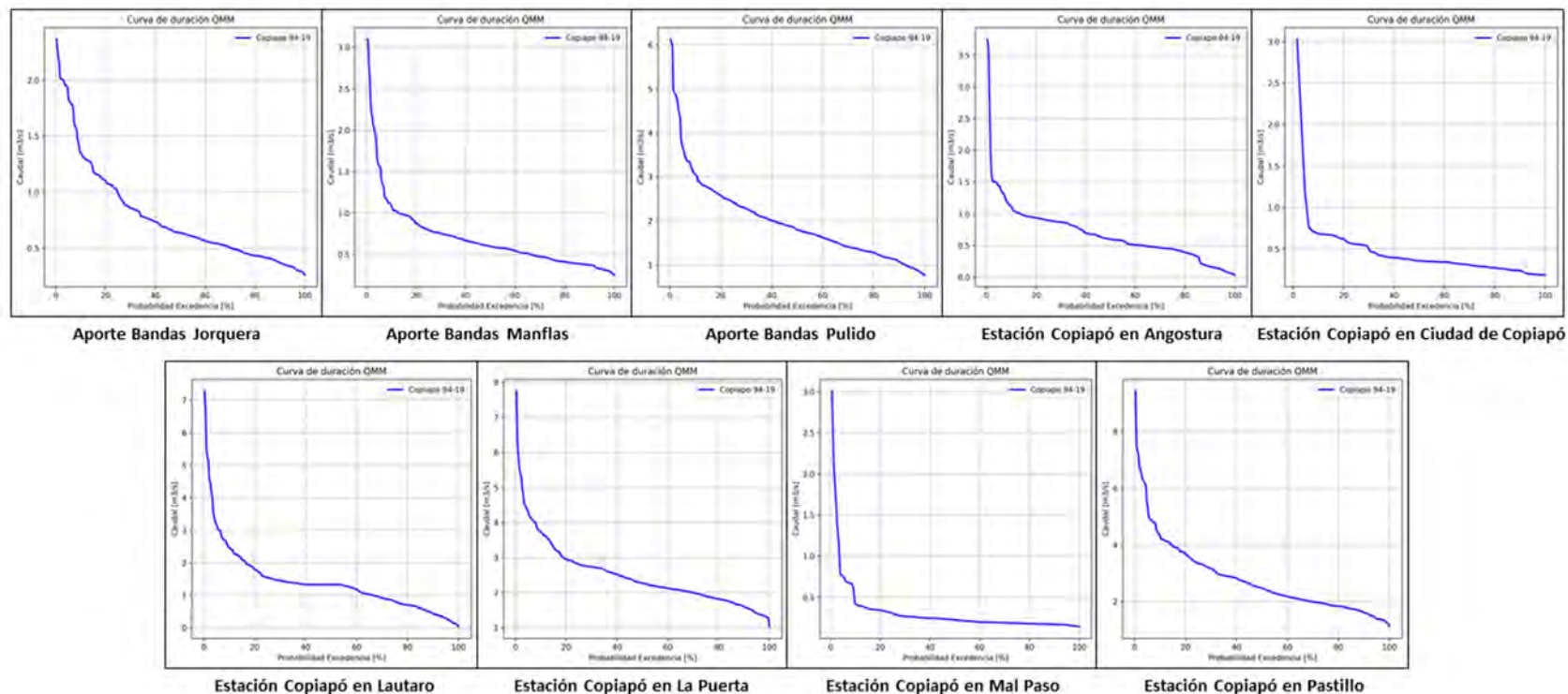
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-2 Componentes Balance Hidrogeológico en SHACs 1, 2, 5 y 6 de la cuenca del río Copiapó

Es posible observar que, en general la demanda sobre los SHACs se compone principalmente por las extracciones a través de pozos de bombeo, excepto en el SHAC 1 (Aguas arriba embalse Lautaro). Por otro lado, la demanda sobre los SHACs tiende a ser siempre mayor que la oferta, tanto para el periodo histórico como el futuro, y tiene una tendencia independiente de los flujos de oferta.

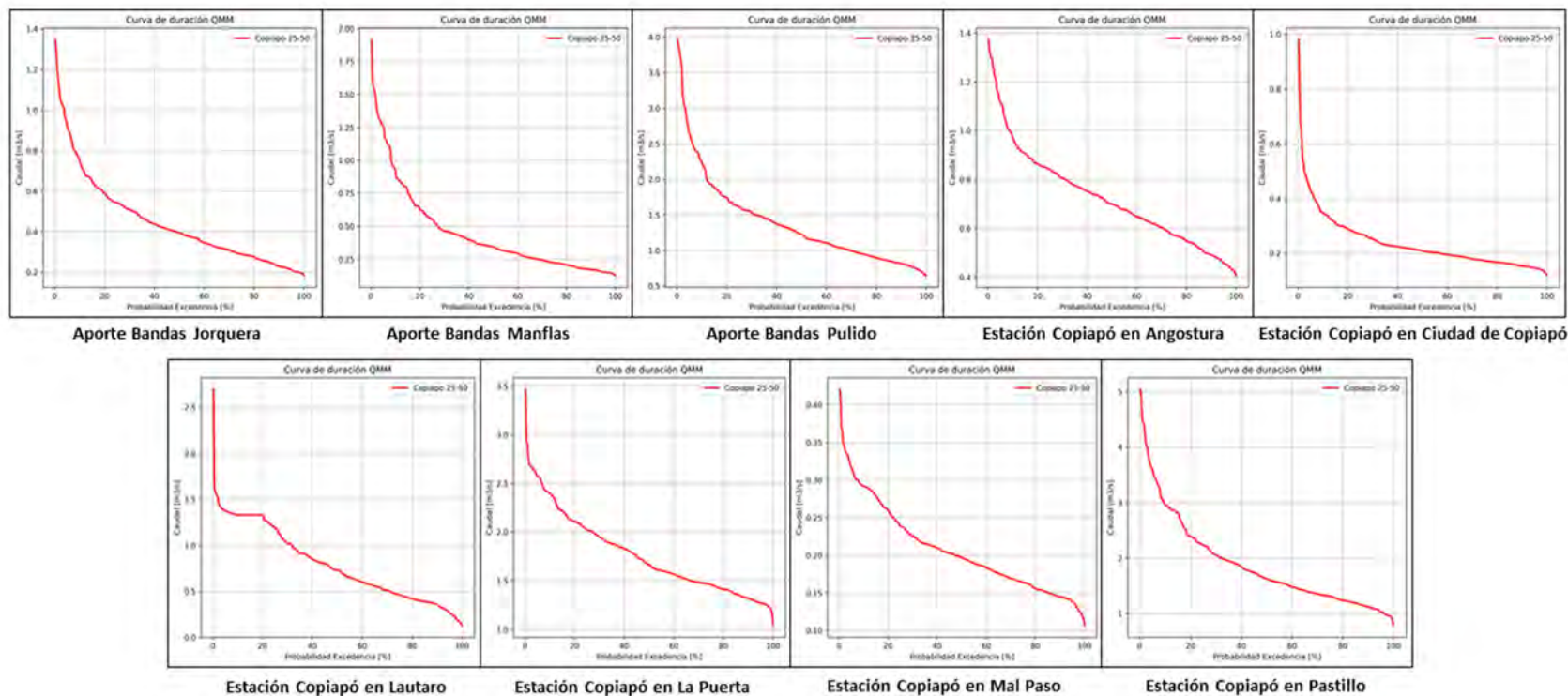
En particular, los casos más críticos de balance hidrogeológico corresponden al SHAC 5 y 6 (Copiapó – Piedra Colgada y Piedra Colgada – Angostura), en donde los flujos de entrada son bajos y tienden al descenso en el periodo futuro, mientras que la extracción mediante pozos de bombeo es alta en el periodo histórico y para el periodo futuro se incrementa. Esto implica un descenso en el volumen almacenado en dichos SHACs.

En cuanto a la oferta superficial, en la Figura 2.2-3 y Figura 2.2-4 se presentan las curvas de duración en los diferentes puntos de control del modelo para el periodo histórico y futuro, respectivamente. De acuerdo con los cálculos realizados, se determinó que para el periodo futuro se obtienen caudales más bajos que para el periodo histórico.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-3 Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones; periodo 1993-2019



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-4 Oferta Hídrica, curvas de duración a partir de caudales medios mensuales (QMM) para diferentes estaciones; periodo 2019-2050

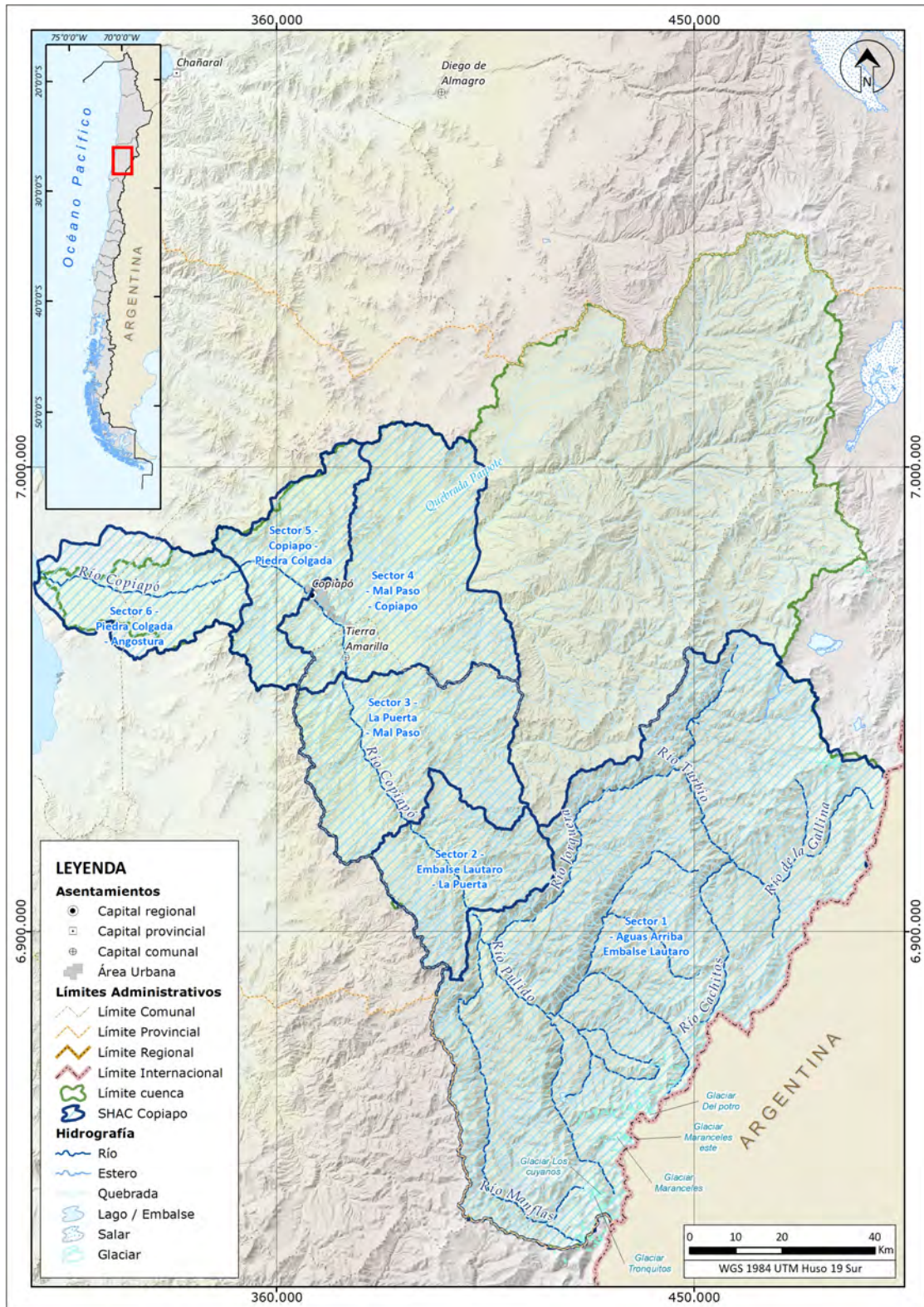
2.2.2 Sustentabilidad de sectores acuíferos

En cuanto a la gestión técnica y administrativa de las aguas subterráneas, el acuífero de Copiapó está dividido en 6 SHAC. En la Tabla 2.2-4 se presenta el detalle de los sectores; en la Figura 2.2-5 se presentan los SHACs de la cuenca.

Tabla 2.2-4 SHAC en el acuífero de Copiapó

Cuenca	SHAC	Superficie (km²)
Río Copiapó	Sector 1 - Aguas Arriba Embalse Lautaro	6.654
	Sector 2 - Embalse Lautaro - La Puerta	860
	Sector 3 - La Puerta - Mal Paso	1.439
	Sector 4 - Mal Paso - Copiapó	1.754
	Sector 5 - Copiapó - Piedra Colgada	826
	Sector 6 - Piedra Colgada - Angostura	844

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia basada en Mapoteca DGA (2019).

Figura 2.2-5 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común de la cuenca del río Copiapó

2.2.2.1 Balance hidrogeológico

En la Tabla 2.2-5 se presenta el balance hídrico subterráneo del modelo acoplado para el periodo 1993-2019, observándose flujos observándose flujos significativos de afloramiento hacia el río a lo largo del SHAC 2 (La Puerta), aspecto ampliamente conocido en la zona. Las extracciones mediante pozos de bombeo alcanzan valores importantes en el valle, siendo mayores a la recarga del sistema, lo que se traduce en un desembalse del orden de los 600 l/s.

Tabla 2.2-5 Balance Hídrico Subterráneo en periodo 1993-2019, modelo acoplado

Entradas (l/s)	Aguas Arriba Embalse Lautaro	Emb. Lautaro La Puerta	La Puerta Mal Paso	Mal Paso Copiapó	Copiapó Piedra Colgada	Piedra Colgada Angostura	Total
Flujo interacuífero	0	1.686	35	240	499	249	
Entrada desde mar u otros	627	0	0	0	0	0	627
Recarga superficial	1.390	195	1.284	1.843	249	17	4.978
Total	2.017	1.881	1.319	2.083	748	267	5.605
Salidas (l/s)							
Flujo interacuífero	1.686	35	240	499	249	0	
Afloramiento río*	217	1.160	64	0	0	25	1.467
Pozos de bombeo	190	701	1.013	1.581	870	366	4.721
Descarga hacia el mar u otros	9	0	0	0	0	0	9
Total	2.102	1.896	1.317	2.080	1.120	392	6.197
Variación de Almacenamiento (l/s)	-85	-15	2	4	-372	-126	-592
Error de Balance (l/s)	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,65
Error de Balance (%)	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,01%

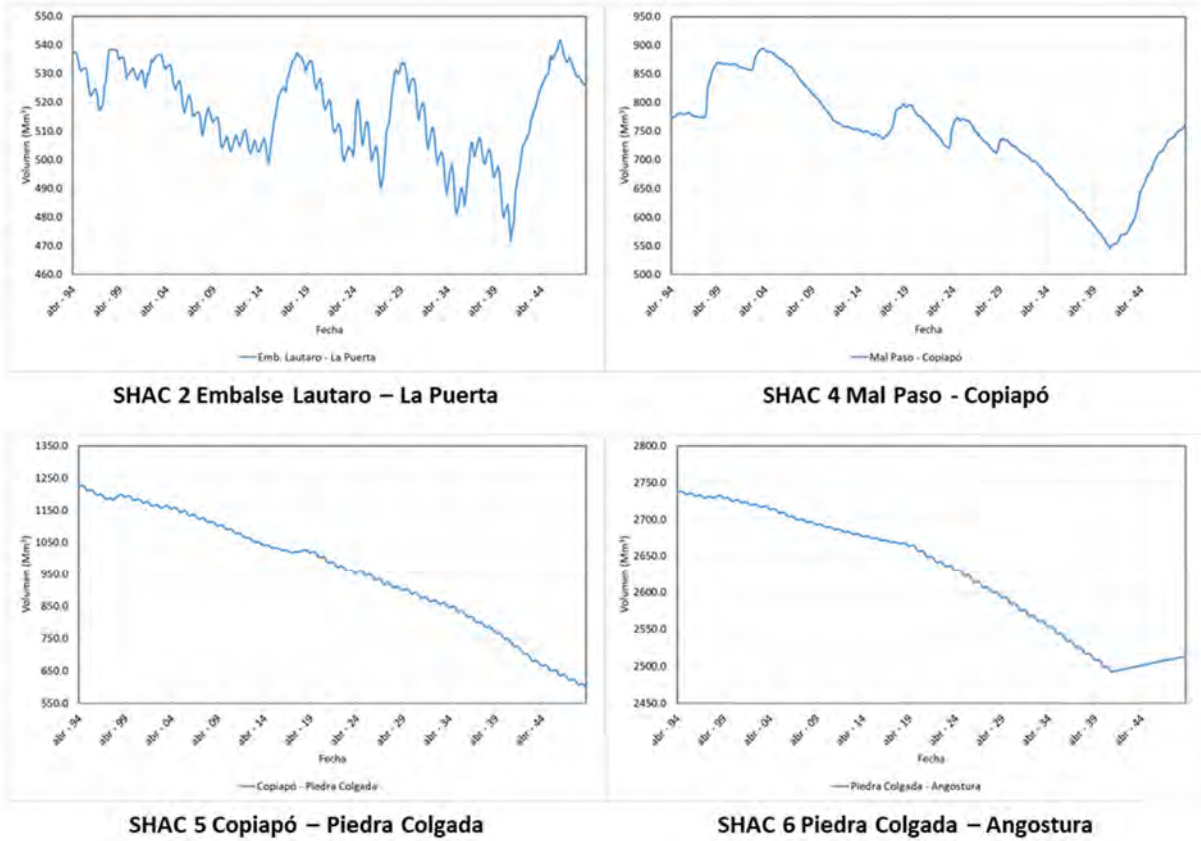
Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.2 Estimación de stock

En lo que respecta al stock de agua subterránea, se realizó el cálculo del volumen de agua contenido en cada celda del dominio acoplado del modelo, considerando el coeficiente de almacenamiento del sector acuífero.

Del comportamiento de las componentes de volumen, lo más relevante es la fuerte tendencia al descenso del volumen en las condiciones actuales con cambio climático. Los SHACs 4, 5 y 6 presentan una condición de almacenamiento crítica, mientras que el SHAC de La Puerta presenta también fuertes variaciones interanuales.

Finalmente, en la Figura 2.2-6 se presenta la variación del volumen de agua almacenado en los SHACs 2, 4, 5 y 6 de la cuenca del río Copiapó.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-6 Volumen de SHACs 2, 4, 5 y 6 (periodo registrado y proyectado)

2.2.3 Calidad de aguas

De acuerdo a los resultados del diagnóstico realizado en el presente estudio, en la Tabla 2.2-6 presenta la percepción del estado de la calidad de las aguas en la cuenca. Además, en la Figura 2.2-7 se muestran aquellos puntos con registros por encima de las normas NCh409/05 y/o NCh1333/78 en algún o algunos parámetros estudiados.

Tabla 2.2-6 Estado de calidad de agua por grupo de parámetros

Grupo de parámetros	Percepción del estado	Observaciones
Metales		Sectores de la parte alta, media y baja (As)
Parámetros inorgánicos		Toda la cuenca (SO ₄ ²⁻) y en la parte baja (Cl ⁻)
Parámetros físico-químicos		Parte media y alta (pH) y parte baja (CE)
Parámetros microbiológicos		Parte media de la cuenca, alrededores de Copiapó (E. coli)




Fuente: Elaboración propia.

De la información presentada anteriormente, se observa que los principales problemas de calidad se relacionan con la presencia de metales y componentes inorgánicos en el agua con concentraciones por sobre la normativa señalada. Esta problemática se observa de manera general de la cuenca, identificándose fuentes de contaminación mixtas (litológicas y antrópicas).

2.2.4 Gobernanza y gestión de agua

A continuación, en la Tabla 2.2-7 se presenta la percepción del estado de las herramientas necesarias para mejorar la gestión y gobernanza entre los diferentes actores de interés en la toma de decisiones sobre los recursos hídricos; esto de acuerdo a las brechas de coordinación e información identificadas durante el diagnóstico realizado en el presente estudio.

Tabla 2.2-7 Estado de la gestión y gobernanza hídrica en la cuenca

Brechas	Percepción del estado	Observaciones
Coordinación		
Conformación OUA		Existen tres (3) Comunidades de Aguas Subterráneas activas y funcionales, pero aún no legalmente conformadas
Capacidades OUA		Disparidad en capacidades técnicas y oragnizacionales (Comunidades de Agua Superficiales)
Instancias de participación		Existen instancias, pero no a escala recomendada (cuenca), aguas superficiales/subterráneas, todos los actores, y, sobre todo, no se observan adecuadas para resolver conflictos.
Información		
Data para toma de decisiones (red hidrométrica DGA)		Ausencia de plataforma con datos “en línea” con información de Red Hidrométrica y otros monitoreos de carácter privado.

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, se identifica la necesidad de avanzar hacia una participación y colaboración integrada efectiva, mejorando las instancias de participación en la cuenca. Mejorar dichas instancias requiere aumentar la variedad de herramientas participativas disponibles para las OUA y extender los aportes de las partes interesadas más allá de un enfoque sobre los asuntos ambientales. Además, se debe reforzar el rol de las entidades públicas territoriales relacionadas a la gestión hídrica como garantes de una planificación a nivel local alineada y coordinada, brindando apoyo a los actores interesados a través de aportes financieros, tutoriales técnicos, y otros recursos que facilitarán su participación.

CAPÍTULO 3 PLAN DE ACCIÓN

Seguidamente se presenta la estructura del Plan de Acción y se identifican las iniciativas que lo conforman, como resultado de un diagnóstico previo y la evaluación de la cartera de acciones actualmente existente.

3.1 ESTRUCTURA DEL PLAN DE GESTIÓN

La estructura del PEGH se ha establecido de acuerdo a 4 ejes:

- Eje 1) Uso estratégico del Recurso Hídrico: Brechas entre oferta y demanda;
- Eje 2) Monitoreo del Recurso Hídrico;
- Eje 3) Gestión y Gobernanza del Agua; y
- Eje 4) Conservación y Protección del Recurso y del Ecosistema Hídrico.

Estos ejes han sido establecidos y relacionados de acuerdo a los objetivos específicos del presente estudio, tal como se muestra en la Tabla 3.1-1.

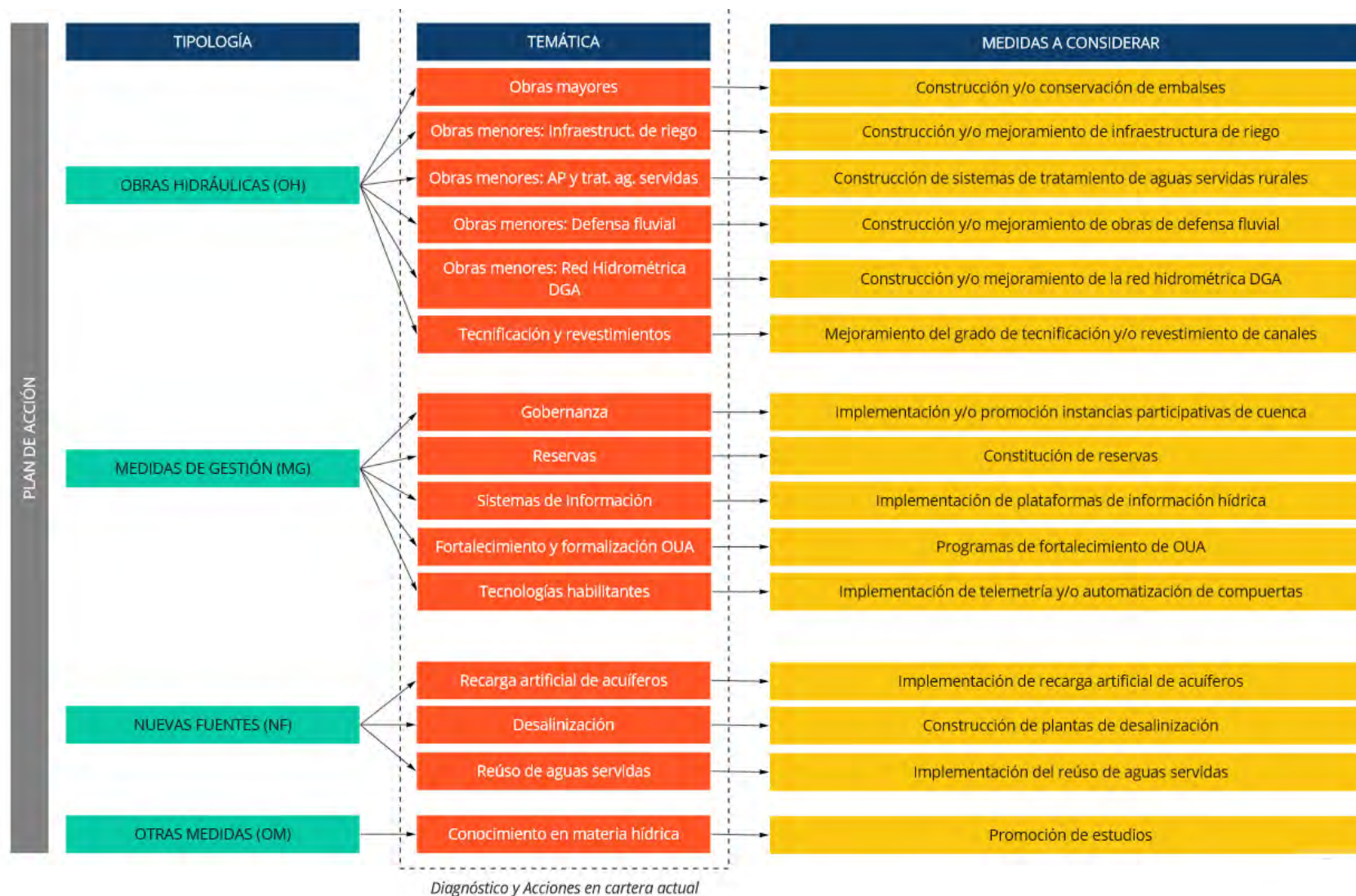
Tabla 3.1-1 Ejes y objetivos del PEGH

N° EJE	EJE	N° OBJ PLAN	Objetivos para definición de Acciones del Plan
EJE 1	USO ESTRATÉGICO DEL RECURSO HÍDRICO: BRECHAS ENTRE OFERTA Y DEMANDA	1.1	Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.
		1.2	Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable urbana, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
		1.3	Restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
		1.4	Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual.
EJE 2	MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO	2.1	Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).
EJE 3	GESTIÓN Y GOBERNANZA DEL AGUA	3.1	Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.
EJE 4	CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO Y DEL ECOSISTEMA HÍDRICO	4.1	Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de aguas de las fuentes superficiales y subterráneas.
		4.2	Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

A su vez, en cuanto a su tipología, las iniciativas se clasifican en 4 tipos, siguiendo las recomendaciones indicadas por DGA, tal como se muestra seguidamente y en la Figura 3.1-1:

- Obras Hidráulicas (OH);
- Medidas de Gestión (MG);
- Nuevas Fuentes (NF); y
- Otras Medidas (OM).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.1-1 Diagrama de medidas analizadas

3.2 ACCIONES: OBRAS HIDRÁULICAS

Las iniciativas del Plan de Acción relativas a Obras Hidráulicas se presentan categorizadas en obras mayores y obras menores (incluyendo Red Hidrométrica de la DGA).

3.2.1 Obras mayores

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica una iniciativa relativa al estudio hidrogeológico relativo al embalse Lautaro, que permita a la oportuna toma de decisiones respecto a mejoramientos en esta infraestructura de acumulación. Por ello, no se consideran acciones estratégicas en torno a la construcción de obras mayores de acumulación en el presente Plan de Acción; no obstante, se sugiere reconsiderarlo en futuras actualizaciones del PEGH, según los resultados obtenidos de la ejecución de la acción OM-01.

3.2.2 Obras menores

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las siguientes iniciativas:

- Programa colaborativo para la mantención de estaciones fluviométricas de la Red Hidrométrica de la DGA (OH-01).
- Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la DGA, mediante la construcción de nuevas estaciones fluviométricas y aumento de sección en estaciones fluviométricas existentes (OH-02).
- Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la DGA, mediante la construcción de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos y su utilización para el monitoreo de calidad de aguas subterráneas (OH-03).
- Construcción de obras fluviales y de control aluvional en la comuna de Tierra Amarilla (OH-04).

3.2.3 Fichas resumen de iniciativas OH

De la Tabla 3.2-1 a la Tabla 3.2-4 se presentan las fichas resumen identificatorias de las iniciativas correspondientes a medidas de Obras Hidráulicas.

Tabla 3.2-1 Ficha resumen Acción N°: OH-01

ACCIÓN N°: OH-01	
Nombre de la Acción:	
Programa colaborativo para la mantención de estaciones fluviométricas de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
Actualmente, algunas estaciones pertenecientes a la red fluviométrica DGA no proporcionan información verídica del caudal medido, debido principalmente a problemas de embancamiento por falta de mantenimiento o problemas operativos que se generan después eventos críticos (aluviones).	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 3. Gestión y gobernanza del agua.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1 Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 3.1. Promover y revitalizar la alianza público-privada en materia hídrica.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Generar un programa colaborativo para la mantención de estaciones fluviométricas de la Red Hidrométrica de la DGA en el cual se fomente la participación de OUAs como entes ejecutoras de dichas mantenciones.	
Características generales:	
Ámbito:	Red Hidrométrica DGA
Ubicación:	Cuenca de Copiapó
Beneficiarios directos:	OUAs de la cuenca del río Copiapó
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DOH
Entidad(es) responsable(s)	DGA-DOH
Observaciones:	
La presente iniciativa se presenta como convenio público-privado, en el cual se genere un fondo de financiamiento público para que OUAs de la cuenca postulen y ejecuten la mantención y limpieza de las estaciones fluviométricas de interés como base de información para la toma de decisiones en gestión hídrica.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.2-2 Ficha resumen Acción N°: OH-02

ACCIÓN N°:	OH-02
Nombre de la Acción:	
Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la cuenca del río Copiapó, mediante construcción de nuevas estaciones y aumento de sección en estaciones fluviométricas existentes.	
Brecha o problemática identificada:	
Tras los aluviones ocurridos, la cuenca del río Copiapó ha perdido infraestructura de medición importante en la cuenca, tanto en su parte alta como las estaciones en la cercanía de la confluencia entre la Quebrada de Paipote y el río Copiapó.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1 Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Copiapó recuperando y mejorando infraestructura, de manera de incrementar la cantidad y la calidad de los datos de monitoreo de las aguas superficiales, a través de la construcción de dos (2) nuevas estaciones en la subcuenca río Copiapó y las obras de aumento en la sección de medición en dos (2) estaciones existentes (Copiapó en Pastillo y Estación Jorquera).	
Características generales:	
Ámbito:	Red Hidrométrica DGA
Ubicación:	Cuenca de Copiapó
Beneficiarios directos:	DGA, DOH, JVRC.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Idea
Horizonte:	Corto/Mediano Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
Se recomienda que las dos (2) nuevas estaciones se sitúen en: i) entre Mal Paso y La Puerta, sector de Villa María – El Yeso; y ii) en el sector de Piedra Colgada, en los límites de los SHAC 5 y 6.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.2-3 Ficha resumen Acción N°: OH-03

ACCIÓN N°: OH-03	
Nombre de la Acción:	
Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la cuenca del río Copiapó, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos y su utilización para el monitoreo de calidad de aguas subterráneas.	
Brecha o problemática identificada:	
En cuanto a la gestión técnica y administrativa de las aguas subterráneas, la medición de niveles y calidad de las aguas del acuífero proporciona la información necesaria para la gestión del recurso hídrico en los SHAC. Por lo tanto, el fortalecimiento de la red de medición de niveles, para favorecer la gestión de los acuíferos, debe contar con pozos de medición, bien distribuidos en todos los SHACs de la cuenca.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1 Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fortalecer la Red Hidrométrica DGA de la cuenca del río Copiapó, mediante la construcción de cinco (5) nuevos puntos de medición de niveles subterráneos en los SHAC 1, 3, 4 y 5, de manera de mejorar la información relativa a balances de agua subterránea; así mismo, se incluye medición de calidad de las aguas en cuatro (4) de los anteriores puntos, uno por SHAC.	
Características generales:	
Ámbito:	Red Hidrométrica DGA
Ubicación:	SHAC 1, 3, 4 y 5
Beneficiarios directos:	DGA, titulares de DAA subterráneos de SHAC 1, 3, 4 y 5
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Idea
Horizonte:	Corto/Mediano Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
Los puntos podrán ser nuevos pozos de explotación que cuenten con sensor de nivel y data logger o la habilitación de pozos suspendidos. No se identifican acciones públicas ni privadas en cartera vinculadas a sistemas de medición de niveles subterráneos. Los 5 puntos propuestos para el monitoreo de niveles son: parte alta del SHAC 1 (Aguas Arriba Embalse Lautaro), SHAC 3 (La Puerta - Mal Paso), SHAC 4 (Mal Paso – Copiapó), y parte alta y baja del SHAC 5 (Copiapó - Piedra Colgada). Los puntos de calidad de aguas propuestos son 4, considerando los anteriores, pero únicamente 1 punto del SHAC 5.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.2-4 Ficha resumen Acción N°: OH-04

ACCIÓN N°: OH-04	
Nombre de la Acción:	
Construcción obras fluviales y control aluvional río Copiapó Tierra Amarilla.	
Brecha o problemática identificada:	
Durante la ocurrencia de los últimos evento hidrometeorológico que afectaron a gran parte de la Región de Atacama en los años 2015, 2017 y 2020, quedó de manifiesto que la zona se encuentra expuesta a los efectos catastróficos tanto de crecidas líquidas como corrientes aluvionales, las cuales generaron pérdidas humanas, así como también importantes daños materiales. A raíz de ello, se ha visualizado la necesidad de construir obras que permitan el control y manejo del caudal detrítico que se genera durante los eventos extremos, así como también las obras necesarias para la conducción adecuada del flujo aluvional, en su paso por la ciudad de Tierra Amarilla y sectores rurales adyacentes.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.4. Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Proteger a la población y los bienes inmuebles de la ciudad de Tierra Amarilla y de los sectores rurales aledaños de los efectos asociados a crecidas líquidas y detríticas asociadas a eventos de 100 años de período de retorno.	
Características generales:	
Ámbito:	Defensa
Ubicación:	Ciudad de Tierra Amarilla y sectores aledaños
Beneficiarios directos:	Habitantes de Tierra Amarilla y sectores aledaños
Tipo de acción:	Catastrada
Situación de la acción:	Diseño
Horizonte:	Mediano Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DOH
Entidad(es) responsable(s)	DOH
Observaciones:	
Iniciativa catastrada (código BIP 30394680-0), con recomendación favorable por parte de MIDESO, actualmente en evaluación en SEIA.	

Fuente: Elaboración propia.

3.3 ACCIONES: MEDIDAS DE GESTIÓN

Las medidas de gestión comprenden una serie de iniciativas encaminadas a mejorar la coordinación en la planificación y la ejecución de acciones en torno al recurso hídrico. Incluyen aspectos sociales (gobernanza, fortalecimiento de OUA), así como otras de carácter técnico (tecnologías, sistemas de información).

3.3.1 Gobernanza

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las iniciativas siguientes:

- Programa de mediación para la resolución de conflictos de agua en la cuenca del río Copiapó (MG-07).
- Creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Copiapó (MG-04).

3.3.2 Sistemas de Información

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las iniciativas siguientes:

- Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de aguas de la Red Hidrométrica de la DGA (MG-01).
- Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de aguas de la Red Hidrométrica de la DGA (MG-02).
- Monitoreo de parámetros microbiológicos en estaciones superficiales y subterráneas de calidad de aguas de la Red Hidrométrica de la DGA (MG-03).
- Creación de una "Plataforma de Información Hídrica" en la cuenca del río Copiapó (MG-06).

3.3.3 Fortalecimiento de las Organizaciones de Usuarios

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se consideran estratégicas las iniciativas siguientes:

- Programa de perfeccionamiento y saneamiento de Derechos de Aprovechamiento de Agua en la cuenca del río Copiapó (MG-05).
- Programa de fortalecimiento y apoyo a comunidades de agua superficial en la parte baja de la cuenca del río Copiapó (MG-09).
- Programa de saneamiento y regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas para comunidades de agua superficial en la cuenca del río Copiapó (MG-10).

3.3.4 Tecnologías habilitantes

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la iniciativa siguiente:

- Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca del río Copiapó (MG-08).

3.3.5 Fichas resumen de iniciativas MG

De la Tabla 3.3-1 a la Tabla 3.3-10 se presentan las fichas resumen identificatorias de las iniciativas correspondientes a Medidas de Gestión.

Tabla 3.3-1 Ficha resumen Acción N°: MG-07

ACCIÓN N°: MG - 07	
Nombre de la Acción: Programa de mediación para la resolución de conflictos de agua en la cuenca de Copiapó.	
Brecha o problemática identificada: El estado legal actual de algunos DAA en la cuenca de Copiapó ha generando conflictos entre entidades públicas y OUAs, respecto a la administración y gestión del recurso hídrico, por lo que se identifica la necesidad de instancias de mediación para la resolución de dichas situaciones, sin embargo, no existen instancias actuales de participación en la cuenca del río Copiapó adecuadas para resolver este tipo de problemas.	
Eje(s) del Plan: Eje 3. Gestión y gobernanza del agua.	
Objetivo(s) del Plan: Objetivo 3.1. Promover y revitalizar la alianza público-privada en materia hídrica.	
Objetivo(s) de la Acción: Fomentar el diálogo, la mediación y el establecimiento de instancias imparciales de resolución de conflictos hídricos en la cuenca de Copiapó, además de promover la participación efectiva de las partes interesadas.	
Características generales:	
Ámbito:	Organizaciones de Usuarios
Ubicación:	Cuenca de Copiapó
Beneficiarios directos:	Junta de Vigilancia del río Copiapó, Comunidades de Aguas Subterráneas de la cuenca de Copiapó y DGA.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	GORE u otro ente acordado por las partes en conflicto
Entidad(es) responsable(s)	Persona natural o jurídica acordada por las partes en conflicto
Observaciones: De acuerdo al trabajo realizado por Reyes et al. (2011), para este tipo de mediación es necesaria la participación de profesionales capacitados externos a las partes interesadas, quienes deberán explicar las características básicas del procedimiento a los participantes y asegurando su participación a través de la firma de un "convenio de mediación", acuerdo escrito por el cual las partes convienen someter su diferendo a la mediación, pactando las reglas básicas bajo las cuales se desarrollará dicho proceso (plazos, medios de notificación, etc.); asistiendo también en la selección del tercero neutral, velando porque no se negocie respecto de bienes jurídicos no disponibles y se respeten las condiciones básicas de los procesos.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-2 Ficha resumen Acción N°: MG-04

ACCIÓN N°:	MG - 04
Nombre de la Acción:	
Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
Las instancias de participación en la cuenca del río Copiapó no son las adecuadas para resolver los conflictos identificados entre los actores entre los actores públicos y privados encargados de administrar los recursos hídricos en la cuenca. A demás, no se realizan en las escalas recomendadas para una gestión hídrica adecuada (cuenca/subcuenca hidrográfica).	
Eje(s) del Plan:	
Eje 3. Gestión y gobernanza del agua.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 3.1. Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Fomentar la participación activa de diversos intereses productivos, sociales, culturales y económicos en la gestión hídrica y gobernanza entre actores relevantes en materia hídrica, a través de la disposición de facilitadores para guiar en la toma de decisiones conjunta y armónica en la cuenca del río Copiapó.	
Características generales:	
Ámbito:	Gobernanza
Ubicación:	Cuenca del río Copiapó
Beneficiarios directos:	Actores públicos y privados relacionados con la toma de decisiones en temas hídricos de la cuenca.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto a Medio Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA Región de Atacama
Observaciones:	
Esta iniciativa surge de la importancia de reforzar el rol de las entidades públicas territoriales relacionadas a la gestión hídrica como garantes de una planificación a nivel local (cuenca) alineada y coordinada, brindando apoyo a los actores interesados a través de aportes financieros, tutoriales técnicos, y otros recursos que facilitarán su participación. Como experiencia, analizar el trabajo realizado por el Departamento de Recursos Hídricos de California y su "Servicio de Apoyo a la Facilitación" (FSS por sus siglas en inglés), como apoyo a las Agencias de Sustentabilidad de Aguas Subterráneas, encargadas de la administración de aguas subterráneas en el Estado.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-3 Ficha resumen Acción N°: MG-01

ACCIÓN N°:	MG-01
Nombre de la Acción:	
Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
En la cuenca del río Copiapó se ha detectado en las aguas superficiales la superación casi general de forma persistente de las normas NCh409/05 (agua potable) y/o NCh1333/78 (riego) para el parámetro SO_4^{2-} , así como también puntos aislados donde se superan dichas normas en As (parte alta de la cuenca), CE y SDT (parte baja de la cuenca). La fuente de contaminación tiene una componente natural, basada en la presencia de yacimientos cupríferos asociados a las franjas metalogénicas ubicadas en la parte alta y la parte media-baja de la cuenca, y también tiene una componente antrópica, debido a las actividades mineras ligadas a la existencia de dichos yacimientos, que ya se alargan por más de 100 años en la región, y por lo han dejado su huella con diversos depósitos de relaves, sitios de extracción o producción muy cercanos al cauce principal del río Copiapó. De esta forma, para disponer de mayor información de la calidad de las aguas superficiales en dicha área, se plantea aumentar la periodicidad de las mediciones de las estaciones, debido a que algunas estaciones de la red hidrométrica de la DGA en los últimos 10 años solo presentan mediciones bianuales.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones superficiales de la Red Hidrométrica de la DGA para un mejor seguimiento de la evolución de parámetros físico-químicos de las aguas superficiales en la parte alta de la cuenca. De esta forma, se podrá estudiar las variaciones estacionales asociadas a los distintos caudales observados a lo largo de un año en el río Copiapó y sus afluentes.	
Características generales:	
Ambito:	Ecosistema
Ubicación:	Cuenca "Río Copiapó" (Código BNA 0305)
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s):	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
La Red Hidrométrica de la DGA tiene 10 estaciones vigentes de calidad en la cuenca "Río Copiapó" (código BNA 0305). Se propone incluir dentro de esta medida 7 puntos, los cuales podrían ser "Río Jorquera en Vertedero" (BNA 3404001-K), "Río Pulido en Vertedero" (BNA 3414001-4), "Río Manflas en Vertedero" (BNA 3421001-2), "Río Copiapó en La Puerta" (BNA 3431001-7), "Río Copiapó en ciudad de Copiapó" (BNA 3450001-0), "Río Copiapó en Angostura" (BNA 3453001-7) y "Río Copiapó en Desembocadura" (BNA 3453004-1).	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-4 Ficha resumen Acción N°: MG-01

ACCIÓN N°:	MG-02
Nombre de la Acción:	
Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de aguas de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
En la parte baja de la cuenca del Río Copiapó, específicamente en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) 6, se han encontrado concentraciones de Cl ⁻ , As, SO ₄ ²⁻ , SDT y CE por sobre las normas NCh409/05 (agua potable) y/o NCh1333/78 (riego), lo que permite catalogar este sector como un acuífero de calidad insuficiente para el consumo. De esta forma, y debido a la gran cantidad de depósitos de relaves presentes en el curso medio-bajo de la cuenca (SHAC 3, 4, 5 y 6), se hace imprescindible disponer de mayor información de la evolución temporal de la calidad de las aguas subterráneas, por lo que se plantea aumentar la periodicidad de las mediciones en los pozos de esta cuenca.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Aumentar la frecuencia de las mediciones de parámetros de calidad en estaciones subterráneas de la Red Hidrométrica de la DGA para un mejor seguimiento de la evolución de los distintos parámetros de las aguas en la parte media y baja de la cuenca. De esta forma, se podrán establecer variaciones estacionales asociadas a cambios en el nivel freático de los puntos monitoreados.	
Características generales:	
Ámbito:	Agua Potable/Ecosistema
Ubicación:	SHAC 6 (Piedra Colgada-Angostura)
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
Se ha identificado solo 1 punto de monitoreo vigente, "Hacienda María Isabel (4)" (BNA 3453005-K) ubicado en el SHAC 6 (el mas cercano a la desembocadura) para el cual se debería aplicar este criterio.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-5 Ficha resumen Acción N°: MG-03

ACCIÓN N°:	MG-03
Nombre de la Acción:	
Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
Se ha detectado la presencia de <i>E. coli</i> en diversas muestras del curso medio y bajo de la subcuenca "Río Copiapó" (030500), obtenidas a partir de los PR018002 de la SISS. De esta forma, resulta relevante incorporar dicho parámetro, además de los Coliformes Totales y Fecales, a la red de monitoreo constante de las estaciones de de calidad de aguas de la DGA, de manera que se analicen a la par del resto de los contaminantes.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Mantener un monitoreo constante de los parámetros microbiológicos más relevantes (<i>E. coli</i> , Coliformes Totales y Coliformes Fecales), utilizando la red Hidrométrica de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas, de manera de contar con suficiente información para estudiar su variación temporal y espacial en la cuenca.	
Características generales:	
Ámbito:	Agua Potable/Ecosistema
Ubicación:	Subcuenca "Río Copiapó" (030500) y SHAC 6.
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
Se considera el uso de red Hidrométrica actual, siendo de mayor relevancia las estaciones de monitoreo cercanas a los puntos donde se detectó la presencia de <i>E. coli</i> . Algunas de las posibles estaciones superficiales serían "Río Copiapó en La Puerta" (BNA 3431001), "Canal Mal Paso Después de Bocatoma" (BNA 3434004), "Río Copiapó en Ciudad de Copiapó" (BNA 3450001), "Río Copiapó en Angostura" (BNA 3453001), "Río Copiapó en Desembocadura (CA)" (3453004) y el punto subterráneo "Hacienda María Isabel (3)" (BNA 3453006).	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-6 Ficha resumen Acción N°: MG-06

ACCIÓN N°: MG - 06	
Nombre de la Acción: Proyecto para la creación de una "Plataforma de Información Hídrica" de la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada: Actualmente la cuenca del río Copiapó solo cuenta con datos "en tiempo real" de ocho (8) estaciones fluviométricas, siete (7) de calidad de aguas, dos (2) de estaciones sedimentométricas y nueve (9) estaciones meteorológicas. A pesar de esto, aun se considera que esta incompleta en relación al potencial de que agrupe la información de la red hidrométrica DGA y otros monitoreos de carácter público y privado (por ejemplo, extracciones). Esta brecha supone una falta de herramientas para la toma de decisiones de actores de la cuenca que agrupe la información disponible actual y potencialmente futura sobre el estado del recurso hídrico en la cuenca.	
Eje(s) del Plan: Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 3. Gestión y gobernanza del agua.	
Objetivo(s) del Plan: Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 3.1. Promover y revitalizar la alianza público-privada en materia hídrica.	
Objetivo(s) de la Acción: Fortalecer la gestión sustentable del agua en la cuenca del río Copiapó a través de la complementación de la plataforma "en línea" que integre las diferentes fuentes de información hídrica pública y privada disponibles y/o potenciales como: estaciones fluviométricas; estaciones de calidad de agua; monitoreo de aguas subterráneas; nivel de embalses; extracciones subterráneas (MEE, APRs); extracciones superficiales (canales); otros de interés.	
Características generales:	
Ambito:	Gobernanza
Ubicación:	Cuenca del río Copiapó
Beneficiarios directos:	OUA, DGA, DOH y otros miembros de la comunidad relacionada a la toma de decisiones en temas hídricos.
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Mediano Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	CORFO
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones: Para el éxito completo de la implantación de esta medida debe promoverse el monitoreo de las extracciones superficiales (canales) con telemetría y/o automatización de bocatomas. La Ley 18.450 puede apoyar este tipo de proyectos, por lo que se incide en la necesidad de seguir apostando por estos subsidios, los cuales gestiona la Comisión Nacional de Riego (CNR). Cabe señalar que estas inversiones tienen que alinearse con medidas para el control aluvional en la cuenca del río Copiapó, causa de afectación sobre esos sistemas en episodios pasados.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-7 Ficha resumen Acción N°: MG-05

ACCIÓN N°:	MG - 05
Nombre de la Acción:	Programa de Perfeccionamiento y Sanamiento de Derechos de Aguas en la cuenca del río Copiapó.
Brecha o problemática identificada:	Existen en la cuenca del río Copiapó 110 Derechos de Aprovechamiento de Aguas con al menos una característica esencial del derecho sin definir, es decir, son DAA incompletos que necesitan ser perfeccionados.
Eje(s) del Plan:	Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda.
Objetivo(s) del Plan:	Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.
Objetivo(s) de la Acción:	Perfeccionar los DAA a usuarios de la cuenca del río Copiapó.
Características generales:	<p>Ámbito: Organizaciones de Usuarios</p> <p>Ubicación: Cuenca del río Copiapó</p> <p>Beneficiarios directos: 110 usuarios de DAA.</p> <p>Tipo de acción: Propuesta</p> <p>Situación de la acción: Propuesta</p> <p>Horizonte: Corto Plazo</p> <p>Tipo de financiación: Pública</p> <p>Entidad(es) financiadora(s): DGA</p> <p>Entidad(es) responsable(s): DGA</p>
Observaciones:	El estado legal actual de los derechos por perfeccionar, impide una correcta gestión y administración del recurso hídrico en la cuenca, generando conflictos de reparto entre OUAs, sus usuarios y actores públicos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-8 Ficha resumen Acción N°: MG-09

ACCIÓN N°:	MG - 09
Nombre de la Acción:	
Programa de fortalecimiento y apoyo a comunidades de agua superficial en la parte baja de la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
Existe una disparidad de capacidades técnicas y organizacionales entre OUAs, en particular a nivel de Comunidades de Aguas Superficiales, las cuales, poseen normas establecidas y con algunos mecanismos de solución de conflictos, pero carentes de participación efectiva y mecanismos de mejora de gestión. En particular, se destaca la necesidad de fortalecer a las CA en la zona baja de la cuenca (fuera de la jurisdicción de la JV). Se debe considerar que el nivel organizacional actual de la OUAs condicionará el nivel desarrollo que puedan alcanzar al fortalecer sus capacidades. No obstante, cualquier iniciativa que acorte dicha brecha de disparidad, permitirá mejorar las aptitudes de gestión y de coordinación entre las OUAs, incrementando las posibilidades de participar en instancias de alianzas público-privadas en materia hídrica.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 3. Gestión y gobernanza del agua	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 3.1 Promover y revitalizar la alianza público - privada en materia hídrica.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Contribuir a la gestión de los recursos hídricos de la parte baja de la cuenca del río Copiapó (fuera de la jurisdicción de la Junta de Vigilancia del río Copiapó), mediante el fortalecimiento de la gestión organizacional de las comunidades de agua superficiales, mejorando su gestión de información, transparencia y toma de decisiones.	
Características generales:	
Ámbito:	OUA
Ubicación:	Cuenca deL río Copiapó
Beneficiarios directos:	13 Comunidades de Aguas Superficiales de la cuenca de Copiapó*
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s):	DGA
Observaciones:	
De acuerdo a lo señalado por DGA Atacama, en Copiapó ha costado más obtener información desde las comunidades de aguas en la parte baja de la cuenca (fuera de la jurisdicción de la JV), debido a diferencias en capacidades organizacionales, dificultando el trabajo de las CA con DGA. *Las 13 CA corresponden a aquellos canales identificados y georeferenciados en el estudio DGA-UCH (2018a) como fuera de la jurisdicción de la JV: La Chimba; Bodega; Tuc Chamonate Toledo; Chamonate; Toledo Copiapó; Piedra Colgada N1; Piedra colgada N2; San Pedro; Perales; Valle Fértil N1; Valle Fértil N2; San Camilo; Maria Isabel.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-9 Ficha resumen Acción N°: MG-10

ACCIÓN N°:	MG - 10
Nombre de la Acción:	
Programa de saneamiento y regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas para comunidades de agua superficial en la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
Actualmente, de acuerdo al diagnóstico realizado por DGA-UCH (2018a), dentro de la jurisdicción de la Junta de Vigilancia del río Copiapó existen 1.100 DAA con factibilidad de ser regularizados, es decir, no se sabe el número actual de usuarios de dichos derechos, sus coordenadas de captación o el caudal efectivo en uso. Esta irregularidad de información impide conocer el estado actual de demanda efectiva de agua en la cuenca, lo cual dificulta generar propuestas estratégicas para reducir las brechas entre oferta y demanda de agua, además de obstaculizar la participación de dichos usuarios de DAA en proyectos de conservación y/o mejora de infraestructuras hidráulicas.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Contribuir a la mejora de la gestión de los recursos hídricos de la Junta de Vigilancia de la cuenca del río Copiapó, mediante el saneamiento y/o regularización de los derechos de aprovechamiento de aguas de sus usuarios.	
Características generales:	
Ámbito:	Organizaciones de Usuarios
Ubicación:	Cuenca de Copiapó
Beneficiarios directos:	500 usuarios de DAA de la JVRC
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
El estado legal actual de los derechos por regularizar, impide una correcta gestión y administración del recurso hídrico en la cuenca, generando conflictos de reparto entre OUA, sus usuarios y actores públicos.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-10 Ficha resumen Acción N°: MG-08

ACCIÓN N°: MG - 08	
Nombre de la Acción:	
Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
Actualmente no existen compuertas automáticas que permitan gestionar la distribución de las aguas en los canales de riego de la cuenca del río Copiapó; únicamente están en funcionamiento dos puntos de telemetría, en la cubeta y en la descarga del embalse Lautaro. Dado el valor que supone el recurso hídrico superficial en el territorio, se hace necesaria la promoción de estos sistemas de forma de mejorar la eficiencia en la distribución del recurso hídrico y contar con información en tiempo real en entrada de canales y puntos críticos de la red a lo largo de todos los distritos de riego (cordilleranos, I-IX).	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.4 Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual. Objetivo 2.1 Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares).	
Objetivo(s) de la Acción:	
Instalar mecanismos para el monitoreo de caudal superficial y la automatización de compuertas en las bocatomas y/o compuertas principales de los canales de riego, incluyendo las adecuaciones pertinentes en las obras civiles implicadas (aforadores), de forma de contar con información en tiempo real de los caudales en los 9 distritos de riego de la Junta de Vigilancia del río Copiapó.	
Características generales:	
Ámbito:	Organizaciones de Usuarios
Ubicación:	Cuenca de Copiapó
Beneficiarios directos:	Junta de Vigilancia del río Copiapó, Comunidades de Aguas Superficiales de la cuenca de Copiapó
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Corto/Mediano Plazo
Tipo de financiación:	Público-Privada
Entidad(es) financiadora(s)	CNR-JVRC
Entidad(es) responsable(s)	JVRC y/o CA
Observaciones:	
Se debe definir el número de puntos de control y/o número de compuertas a automatizar según una priorización técnica y de gestión establecida por la propia JVRC, pero que tenga cobertura espacial en todos los distritos de riego y que cubra la mayor proporción de caudal entregado (canales matrices y/o unificados).	

Fuente: Elaboración propia.

3.4 ACCIONES: NUEVAS FUENTES DE AGUA

Las medidas relativas a nuevas fuentes de agua comprenden iniciativas que repercuten positivamente sobre la oferta hídrica en la cuenca, tal como la recarga artificial de acuíferos, la desalinización o el uso de aguas servidas tratadas.

3.4.1 Recarga de acuíferos

A partir del diagnóstico, de la revisión de las acciones en cartera actual y de la modelación de un escenario de gestión con recarga artificial del acuífero de Copiapó, se considera estratégica la iniciativa siguiente:

- Implementación de recarga artificial del acuífero en la zona media de la cuenca del río Copiapó (NF-01).

3.4.2 Desalinización

No se generan nuevas iniciativas de esta tipología, siendo que existen nuevas fuentes de agua por desalación en cartera y próximos a la puesta en marcha (el caso de la planta de Econssa).

3.4.3 Uso aguas servidas tratadas

En la actualidad no se tiene registros de reutilización de aguas servidas en la cuenca del río Copiapó. Es importante mencionar que no existen descargas de aguas servidas directamente al mar; la cuenca del río Copiapó cuenta con dos (2) plantas de tratamiento de aguas servidas, las PTAS Copiapó y PTAS Tierra Amarilla, que descargan las aguas tratadas al propio río Copiapó, en donde este recurso es devuelto al ciclo de uso.

No se ha presentado un interés explícito por parte de actores relevantes en las reuniones PAC del estudio respecto al tema; también se hace notar la ausencia de proyectos en cartera. No obstante, esta potencial fuente de agua toma relevancia en futuras reformulaciones del Plan de Acción.

3.4.4 Fichas resumen de iniciativas NF

En la Tabla 3.4-1 se presenta la ficha resumen identificatoria de la iniciativa correspondiente a Nuevas Fuentes de Agua.

Tabla 3.4-1 Ficha resumen Acción N°: NF-01

ACCIÓN N°:	NF-01
Nombre de la Acción:	
Recarga artificial del acuífero en zona media de la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
En la actualidad existe un déficit hídrico importante que se potenciará con el pasar del tiempo. Por causa de lo anterior, se gesta la necesidad de diseñar e implementar nuevas estrategias para resolver los efectos que este fenómeno tiene sobre las comunidades y las actividades productivas que se desarrollan en el territorio. Se requieren actuaciones encaminadas a la sustentabilidad del acuífero; la recarga de acuífero gestionada es una medida que repercute positivamente en la recuperación de los niveles subterráneos.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el tiempo.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Implementar una solución robusta que permita mejorar el suministro de agua dulce en los SHAC 3 (La Puerta-Malpaso) y/o 4 (Mal Paso-Copiapó) del acuífero de Copiapó, mediante recarga artificial del acuífero.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	SHAC 3 y/o 4
Beneficiarios directos:	Titulares de DAA subterráneos de SHAC 3 y/o 4
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Propuesta
Horizonte:	Mediano Plazo
Tipo de financiación:	Público-Privada
Entidad(es) financiadora(s)	CAS3 y/o CAS4-CNR-GORE Atacama
Entidad(es) responsable(s)	JVRC-CAS3 y/o CAS4 (no conformadas legalmente en la actualidad)
Observaciones:	
Se considera necesario coordinar esta iniciativa con estudios hidrogeológicos para la adecuada localización de sectores de infiltración en los SHAC 3 y/o 4 así como relativos a la calidad del agua a infiltrar. Estos antecedentes deberán seleccionar la metodología de recarga más adecuada (piscinas, pozos de inyección u otros). Los acuíferos prestan un servicio ecosistémico de provisión; las acciones en torno a la mejora en los niveles del acuífero y el control sobre su explotación repercuten positivamente sobre el Objetivo 4.2. En caso que la recarga sea a través de piscinas de infiltración lenta, además, permite el mantenimiento de humedales temporales que cumplen funciones ecosistémicas relevantes como refugio de fauna y flora silvestre o recreación.	

Fuente: Elaboración propia.

3.5 ACCIONES: OTRAS MEDIDAS

El resto de las medidas estratégicas del Plan de Acción corresponden a estudios propuestos que ayudan a generar nueva información relativo a los recursos hídricos de la cuenca del río Copiapó, y que disminuyen las brechas observadas en la caracterización de la misma.

3.5.1 Estudios

A partir del diagnóstico y de la revisión de las acciones en cartera actual, se considera estratégica la iniciativa siguiente:

- Estudio hidrogeológico en el entorno del embalse Lautaro, en la cuenca del río Copiapó, en relación a la propuesta de "Mejoramiento del Embalse Lautaro 2.0" (OM-01).
- Estudio para la determinación del origen antropogénico del SO_4^{2-} en la cuenca del río Copiapó y medidas de contención y/o remediación (OM-02).
- Elaboración del Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Copiapó (OM-04).
- Análisis de alternativas y definición de obras de recarga artificial en el acuífero de Copiapó (OM-03).

3.5.2 Fichas resumen de iniciativas OM

En la Tabla 3.5-1 a la Tabla 3.5-4 se presentan las fichas resumen identificatorias de las iniciativas correspondientes a Otras Medidas.

Tabla 3.5-1 Ficha resumen Acción N°: OM-01

ACCIÓN N°:	OM-01
Nombre de la Acción:	
Estudio hidrogeológico en la cuenca del río Copiapó en relación a la propuesta de "Mejoramiento Embalse Lautaro 2.0".	
Brecha o problemática identificada:	
El principal problema del embalse Lautaro es su gran permeabilidad. Esto se debe a que se construyó sobre un depósito de grava y arena, lo cual provoca la infiltración de más de un 50% del agua superficial durante el acopio de la misma. Además, tiene un estado de colmatación actual tal que dispone menos de 23 hm ³ de capacidad (originariamente 42 hm ³). No existe información de carácter hidrogeológico en el sector del embalse Lautaro que permita la oportuna toma de decisiones en torno a un mejoramiento del embalse Lautaro y la claridad sobre las relaciones de flujos superficiales y subterráneos producto de una posible actuación sobre la obra de acumulación existente.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 1.4. Conservar y/o mejorar el estado de la infraestructura hidráulica actual.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Estudiar las características hidrogeológicas para evaluar la posible impermeabilización el embalse u otra actuación a fin de entregar mayor seguridad en el abastecimiento del recurso hídrico superficial.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	Comuna de Tierra Amarilla
Beneficiarios directos:	Regantes
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DOH
Entidad(es) responsable(s)	DOH
Observaciones:	
Respecto al estado actual de la iniciativa "Mejoramiento Embalse Lautaro 2.0", la DOH, durante instancia de participación ciudadana asociada a este estudio, destacó que, previo a la inversión de impermeabilización, se debe llevar a cabo un estudio hidrogeológico.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.5-2 Ficha resumen Acción N°: OM-02

ACCIÓN N°:	OM-02
Nombre de la Acción:	
Estudio para la determinación del origen antropogénico del SO_4^{2-} en la cuenca del río Copiapó, así como posibles medidas de contención y/o remediación.	
Brecha o problemática identificada:	
Se ha identificado al SO_4^{2-} como el contaminante principal en la cuenca del río Copiapó, presentando concentraciones sobre las normas NCh409/05 y/o NCh1333/78 a lo largo de su curso, tanto en la parte alta, en la subcuenca "Río Jorquera" (BNA 030503), como en la parte media y baja de la subcuenca "Río Copiapó" (BNA 030500). Sin embargo, al estar las estaciones de la Red Hidrométrica muy separadas entre sí, no se logran distinguir variaciones de SO_4^{2-} por fenómenos locales, que puedan ser por cambios geológicos naturales, la llegada de afluentes con distintas características hidroquímicas, o la presencia de industrias mineras, agrícolas o de otra naturaleza.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.1. Conservar y/o mejorar el estado de la calidad de las fuentes superficiales y subterráneas.	
Objetivo(s) de la Acción:	
Determinar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Copiapó (BNA 0305), en particular del SO_4^{2-} , utilizando una escala de estudio de más detalle que la que posee la red Hidrométrica actual. De esta forma, se espera identificar los puntos de mayor aporte de SO_4^{2-} a las aguas de la cuenca, y establecer posibles medidas de contención y/o remediación.	
Características generales:	
Ambito:	Ecosistema
Ubicación:	Cuenca del río Copiapó
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Ejecución
Horizonte:	Corto Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
Es de mayor relevancia estudiar las diferencias en las concentraciones de SO_4^{2-} que existen aguas arriba e inmediatamente aguas abajo de los posibles focos de contaminación, ya sean afluentes de agua superficiales o subterráneas al curso principal del río Copiapó, ubicación de faenas mineras o depósitos de relaves.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.5-3 Ficha resumen Acción N°: OM-04

ACCIÓN N°:	OM-04
Nombre de la Acción:	
Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
La cuenca del río Copiapó cuenta actualmente con 185 glaciares, de los cuales 27 son de montaña, 96 son rocosos y 62 son glaciaretos. En su conjunto, cubren un área total de 36,6 km ² y un volumen de 1,02 km ³ . A pesar de la importancia que representan los glaciares dentro de la dinámica hídrica de la cuenca, y la actual situación climática que favorece su rápido retroceso, no existe un monitoreo de variables como su área o su aporte hídrico, considerando que el último monitoreo a nivel de cuenca se realizó hace casi 10 años (DGA, 2011). De esta forma, resulta relevante contar con información y metodologías de estudio sobre glaciares para conocer, monitorear y gestionar su rol hídrico en la cuenca del río Copiapó.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 2. Monitoreo del recurso hídrico. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 2.1. Mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterráneo, de montaña y glaciares). Objetivo 4.2. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
Desarrollar un inventario de glaciares. Evaluar metodologías para determinar aportes hídricos, y crear un plan que permita gestionar eficientemente los glaciares de la cuenca del río Copiapó. Determinar mediante métodos satelitales el área glaciar de la cuenca río Copiapó, y reportar las disminuciones de área de cada glaciar en particular, y del área total a nivel de cuenca. Utilizar parámetros de clasificación de los cuerpos glaciares, para ver si existen características que favorecen su retrocesos, como su altura, latitud, orientación o subcuenca.	
Características generales:	
Ámbito:	Ecosistema
Ubicación:	Cuenca del río Copiapó
Beneficiarios directos:	-
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Mediano plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	DGA
Entidad(es) responsable(s)	DGA
Observaciones:	
El estudio "Variaciones Recientes de Glaciares en Chile, Según Principales Zonas Glaciológicas" (DGA, 2011) presenta el área del glaciar "Tronquitos" para los años 1986 y 2002. Por otra parte, en el estudio "Caracterización Física e Hidrológica de los Cuerpos Criosféricos en Cuenclas Estratégicas de la Región de Atacama" (UDA, 2019), se presentó el área de los glaciares "Del Potro" y "Maranceles". Dichas metodologías pueden ser replicadas para estimar las variaciones de las áreas de los glaciares en el tiempo.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.5-4 Ficha resumen Acción N°: OM-03

ACCIÓN N°:	OM-03
Nombre de la Acción:	
Estudio de análisis de alternativas y definición de obras de recarga artificial de acuíferos en acuífero de Copiapó.	
Brecha o problemática identificada:	
Debido a la incertidumbre y a la variabilidad de la disponibilidad hídrica, sumada al aumento creciente de la demanda hídrica ligada a la actividad económica en el valle del río Copiapó, se aprecian escenarios futuros no sustentables por sobreexplotación de las fuentes naturales y un aumento en los conflictos entre usuarios. En materia de recarga artificial del acuífero, no se dispone de información suficiente que permita establecer los sectores óptimos para implementar este tipo de obras.	
Eje(s) del Plan:	
Eje 1. Uso estratégico del recurso hídrico: brechas entre oferta y demanda. Eje 4. Conservación y protección del recurso y del ecosistema hídrico.	
Objetivo(s) del Plan:	
Objetivo 1.1. Reducir las brechas entre oferta y demanda de agua considerando cambio climático, sequía e inundaciones. Objetivo 4.1. Proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua en el	
Objetivo(s) de la Acción:	
Identificar zonas de infiltración relevantes en los SHAC 3 (La Puerta–Mal Paso) y SHAC 4 (Mal Paso–Copiapó), analizar la calidad de las aguas y establecer tipología viable para implementar obras de recarga artificial del acuífero.	
Características generales:	
Ámbito:	Riego
Ubicación:	SHAC 3 y SHAC 4
Beneficiarios directos:	Titulares de DAA subterráneos SHAC 3 y SHAC 4
Tipo de acción:	Propuesta
Situación de la acción:	Perfil
Horizonte:	Corto Plazo
Tipo de financiación:	Pública
Entidad(es) financiadora(s)	CNR-DOH
Entidad(es) responsable(s)	CNR-DOH
Observaciones:	
Según información resultante del modelo hidrológico superficial-subterráneo, los SHAC 4 y 3 son los más afectados por influencia antrópica en cuanto a dinámica de niveles.	

Fuente: Elaboración propia.

3.6 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN

La valorización económica del Plan de Acción se basó en una evaluación de los costos de cada una de las iniciativas, los cuales se resumen seguidamente. Además, se identifican los actores responsables de su ejecución y las instituciones financiadoras en cada caso.

3.6.1 Evaluación económica de las Acciones

Para cada una de las iniciativas presentadas en los acápite precedentes se realizó una evaluación técnica. Cabe señalar que gran parte de las medidas seleccionadas corresponden a medidas no estructurales, o habilitantes para la toma de decisiones, que son necesarias para la gestión de los recursos hídricos. No obstante, es importante resaltar que, para este tipo de acciones no es siempre posible atribuir beneficios directos o externalidades evaluables, a pesar de que sí contribuyen a obtener información de base o generen capacidades necesarias para los objetivos del Plan, su impacto está orientado principalmente a la gestión. Por ello, y para tener un indicador económico comparable entre las acciones, la evaluación económica se centra en el enfoque costo eficiencia, utilizando como indicador el valor actual de costos (VAC) y el costo anual equivalente (CAE).

Es importante considerar que la estimación de costos es una aproximación general, basada en referencias de licitaciones, gasto público y/o público-privado. La inversión exacta se debe determinar una vez que se definan los alcances específicos de cada iniciativa, y cuando se desarrollen los estudios de factibilidad y/o detalles correspondientes, lo que permitirá identificar los elementos de costos reales requeridos para la inversión. Las estimaciones acá presentadas son una aproximación referencial que permiten tener un primer acercamiento al costo del Plan. A modo de síntesis, en la Tabla 3.6-1 se entrega el VAC y CAE de cada acción, identificando actor responsable y financiador en cada caso.

Tabla 3.6-1 Resumen de evaluación económica de iniciativas

ID	Acción	Institución Responsable	Institución Financiadora	VAC [UF]	CAE [UF]
OH-01	Programa colaborativo para la mantención de estaciones fluviométricas de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	DGA-DOH	DGA-DOH	4.667,6	468,3
OH-02	Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la cuenca del río Copiapó, mediante construcción de nuevas estaciones y aumento de sección en estaciones fluviométricas existentes.	DGA	DGA	53.193,0	5.336,9
OH-03	Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la cuenca del río Copiapó, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	DGA	DGA	20.184,2	2.025,1
OH-04	Construcción obras fluviales y control aluvional río Copiapó Tierra Amarilla.	DOH	DOH	3.630.302,0	364.229,3
MG-01	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	DGA	DGA	4.522,4	453,7
MG-02	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de aguas de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	DGA	DGA	2.779,8	278,9
MG-03	Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Copiapó.	DGA	DGA	2.821,3	283,1
MG-04	Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Copiapó.	DGA	DGA	27.856,1	3.491,4
MG-05	Programa de Perfeccionamiento y Saneamiento de Derechos de Aguas en la cuenca del río Copiapó.	DGA	DGA	4.342,0	1.449,1
MG-06	Proyecto para la creación de una "Plataforma de Información Hídrica" de la cuenca del río Copiapó.	DGA	CORFO	7.843,5	786,9

ID	Acción	Institución Responsable	Institución Financiadora	VAC [UF]	CAE [UF]
MG-07	Programa de mediación para la resolución de conflictos de agua en la cuenca de Copiapó.	Persona natural o jurídica acordada por las partes en conflicto	GORE	15.083,9	5.034,0
MG-08	Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Copiapó.	JVRC	CNR-JVRC	84.547,0	12.107,2
MG-09	Programa de fortalecimiento y apoyo a comunidades de agua superficial en la parte baja de la cuenca del río Copiapó.	DGA	DGA	5.254,7	2.629,7
MG-10	Programa de saneamiento y regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas para comunidades de agua superficial en la cuenca del río Copiapó.	DGA	GORE	5.972,1	1.993,1
NF-01	Recarga artificial del acuífero en zona media de la cuenca del río Copiapó.	JVRC-CAS 3 y/o CAS 4	CAS 3,4-CNR-GORE	71.353,5	7.158,9
OM-01	Estudio hidrogeológico en la cuenca del río Copiapó en relación a la propuesta de "Mejoramiento Embalse Lautaro 2.0".	DOH	DOH	3.064,6	1.533,7
OM-02	Estudio para la determinación del origen antropogénico del SO42- en la cuenca del río Copiapó, así como posibles medidas de contención y/o remediación.	DGA	DGA	16.894,9	5.638,4
OM-03	Estudio de análisis de alternativas y definición de obras de recarga artificial de acuíferos en acuífero de Copiapó.	CNR-DOH	CNR-DOH	7.294,6	2.434,5
OM-04	Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Copiapó.	DGA	DGA	6.908,5	2.305,6

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Resumen de la valorización económica

Las medidas contempladas en el presente Plan ascienden a un valor actual de costos de **3.974.885,8 UF**, donde todas las acciones están evaluadas a un máximo de 10 años. El costo anual equivalente total asciende a **419.637,7 UF**, con las mismas consideraciones de horizonte de evaluación indicadas.

La Tabla 3.6-2 presenta los resultados agregados según línea de acción, donde se puede apreciar que el mayor porcentaje de costos totales evaluados a través del VAC están concentrados en las acciones de Obras Hidráulicas. Esto se debe al alto costo que significan estas acciones al contemplar medidas estructurales. Respecto a las acciones relativas a Medidas de Gestión, suponen un costo considerablemente inferior al conjunto de medidas OH; son de tipo no estructurales y algunas de ellas se consideran estratégicas porque son habilitantes para otras acciones del Plan de Acción. Las iniciativas relacionadas con la línea de acción denominada Nuevas Fuentes son de menor costo relativo, ya que, aun siendo también acciones estructurales, únicamente es una medida de costo relativamente bajo. Las iniciativas relacionadas con la línea de acción denominada Otras Medidas son también de menor costo relativo, ya que se centran en acciones no estructurales, con estudios básicos. Estos se consideran estratégicos porque son habilitantes para otras medidas de gestión u obras hidráulicas, entregando antecedentes relevantes para la toma de decisión.

Tabla 3.6-2 Resumen evaluación económica por tipología de acciones

Tipología	VAC [UF]	CAE [UF]
OH	3.708.347	372.060
MG	161.023	28.507
NF	71.353	7.159
OM	34.163	11.912
Total	3.974.886	419.638

Fuente: Elaboración propia.

El modelo de negocio del PEGH se basa principalmente en la coordinación de las entidades públicas, reasignación de presupuesto público, y la gestión de los fondos y/o programas en forma consistente a los objetivos y medidas del Plan. Desde la perspectiva del financiamiento, algunos costos pueden ser atribuidos al sector público, otros al sector privado (inversión fiscal) y otros pueden ser pensados como una forma de financiamiento mixto (por ejemplo, medidas relacionadas con la tecnificación del riego, la automatización de bocatomas, entre otros).

La implementación de las iniciativas consideradas en el presente PEGH dependen principalmente de la inversión fiscal, por lo que toma especial relevancia la estrategia de financiamiento que permita implementar el Plan con éxito. Para ello, se debe tomar en consideración la posibilidad de que las iniciativas se acojan a subsidios y herramientas de política existente, o en su defecto se deberán definir programas específicos acorde a lo planteado en cada medida.

Así, la estrategia de financiamiento para la implementación de las medidas debe considerar las principales fuentes de financiamiento nacionales, pero también debe tener a la vista las fuentes internacionales. En particular, en materia internacional, existen fondos de acción climática que tienen una orientación a la adaptación, considerando temáticas adjudicables a la gestión de recursos hídricos, la construcción de obras adaptativas y la gestión del riesgo frente a desastres, como aluviones, inundaciones, entre otros. Por ello se considera una oportunidad observar la aplicabilidad de dichos fondos internacionales durante la implementación del presente Plan.

Por lo pronto, y en base al financiamiento nacional, a continuación, se resumen las acciones según el responsable de su ejecución, quien deberá asegurar la implementación de la iniciativa a través de la coordinación de distintos actores, asignando presupuesto público, y/o gestionando los fondos y/o programas relacionados.

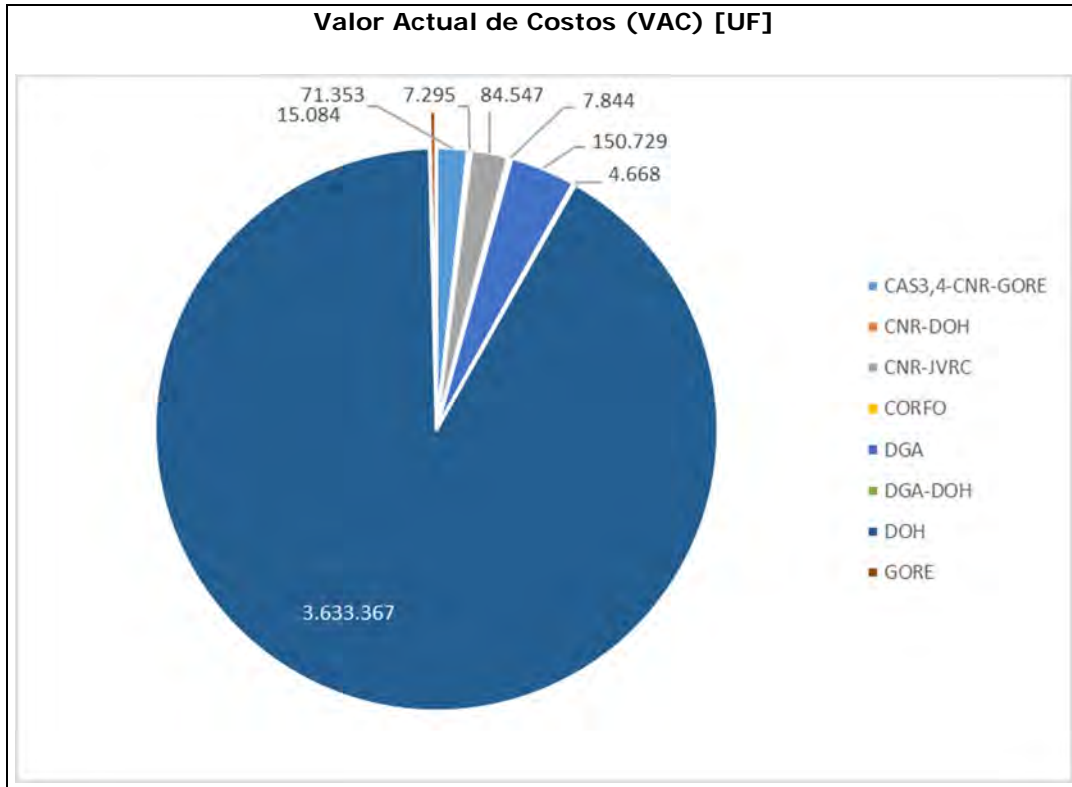
3.6.3 Distribución de costos por actores

En función de los resultados de la evaluación económica, y la responsabilidad en la ejecución de las iniciativas, se resume a continuación el VAC y CAE total por institución; se presentan los resultados en la Tabla 3.6-3, la Figura 3.6-1 y la Figura 3.6-2.

Tabla 3.6-3 Distribución de costos según ejecutor: VAC y CAE [UF]

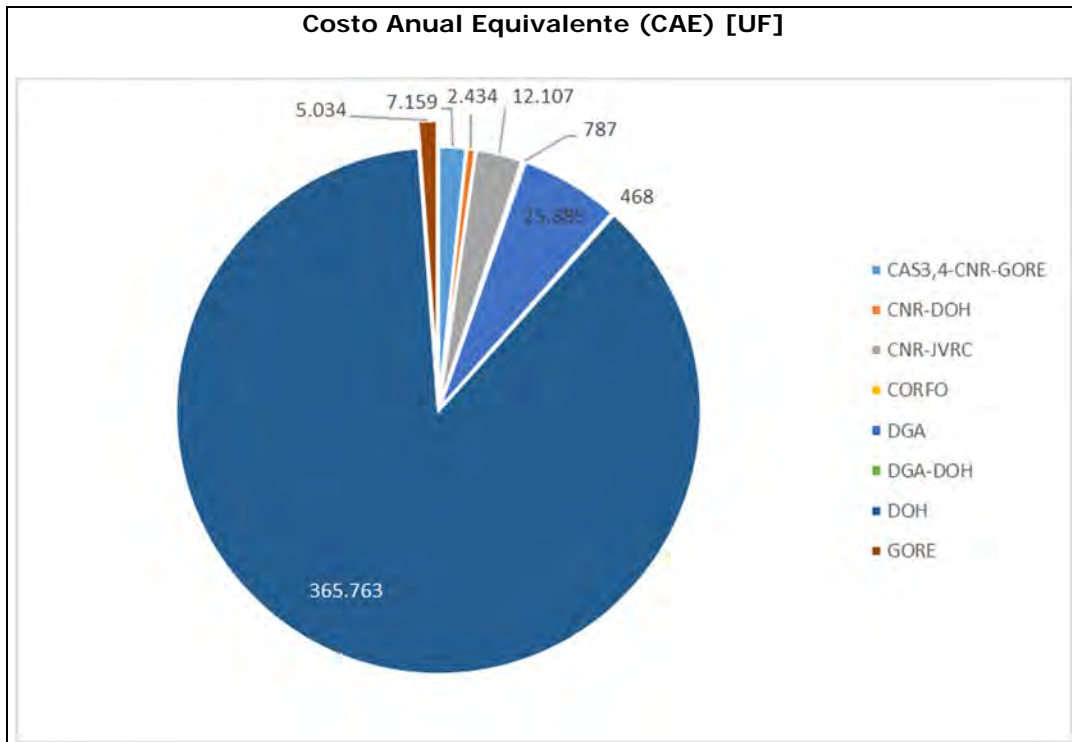
Institución	VAC [UF]	CAE [UF]
DGA	150.729	25.885
DGA-DOH	4.668	468
CAS 3,4-CNR-GORE	71.353	7.159
CNR-DOH	7.295	2.434
CNR-JVRC	84.547	12.107
CORFO	7.844	787
DOH	3.633.367	365.763
GORE	15.084	5.034
Total	3.974.886	419.638

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.6-1 Distribución de VAC [UF] según institución



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.6-2 CAE [UF] según institución

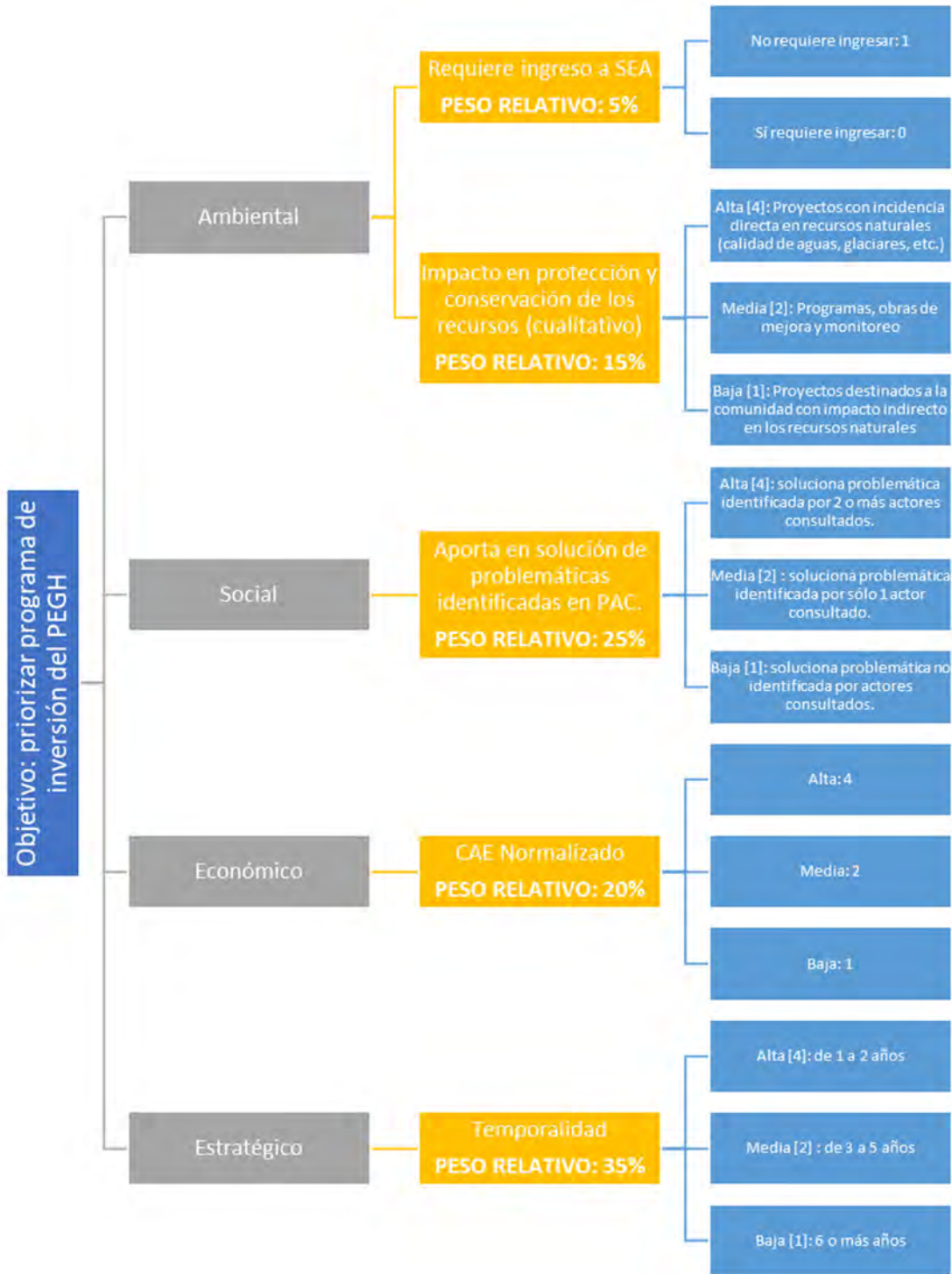
3.7 PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES

Dentro del conjunto de líneas de acción estratégicas y las iniciativas que las componen, se ha definido una planificación para su implementación, priorizando aquellas que requieren una especial atención por tratar temas que constituyen la base en la que se apoyarán otras acciones. El objetivo de la priorización es planificar la ejecución del PEGH en el horizonte previsto como corto, mediano y largo plazo. El Plan se ha definido en 10 años; no obstante, hay acciones contempladas en éste que podrían exceder dicho periodo, y que se consideran estratégicas por cuanto vienen a resolver problemas relevantes en términos de gestión hídrica.

Es importante mencionar que la priorización se basa en un análisis multicriterio, donde los criterios y ponderaciones han sido sugeridas desde la opinión experta del equipo consultor. Para aumentar la confiabilidad en este método, en futuras aplicaciones, se sugiere que tanto los criterios como las ponderaciones sean definidas en una mesa de trabajo ampliada a distintos actores de la cuenca. La identificación y la priorización de las iniciativas y acciones que componen el PEGH se ha definido en base a: el diagnóstico de la cuenca; los aportes del proceso de PAC; y, la opinión experta del equipo consultor, mediante su:

- Evaluación Económica;
- Evaluación Social;
- Evaluación Ambiental; y
- Evaluación Estratégica.

Para efectos del presente ejercicio y en base a la opinión experta del equipo consultor se ha seguido el esquema de la Figura 3.7-1. Las puntuaciones asignadas y el resultado de priorización se presentan en la Tabla 3.7-1, organizadas de mayor prioridad a menor. Aquellas iniciativas con mayor puntaje son las que resultan prioritarias, lo que permite tener un orden referencial para orientar los esfuerzos requeridos para el Plan.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.7-1 Esquema de priorización de iniciativas

Tabla 3.7-1 Resultado de priorización de iniciativas

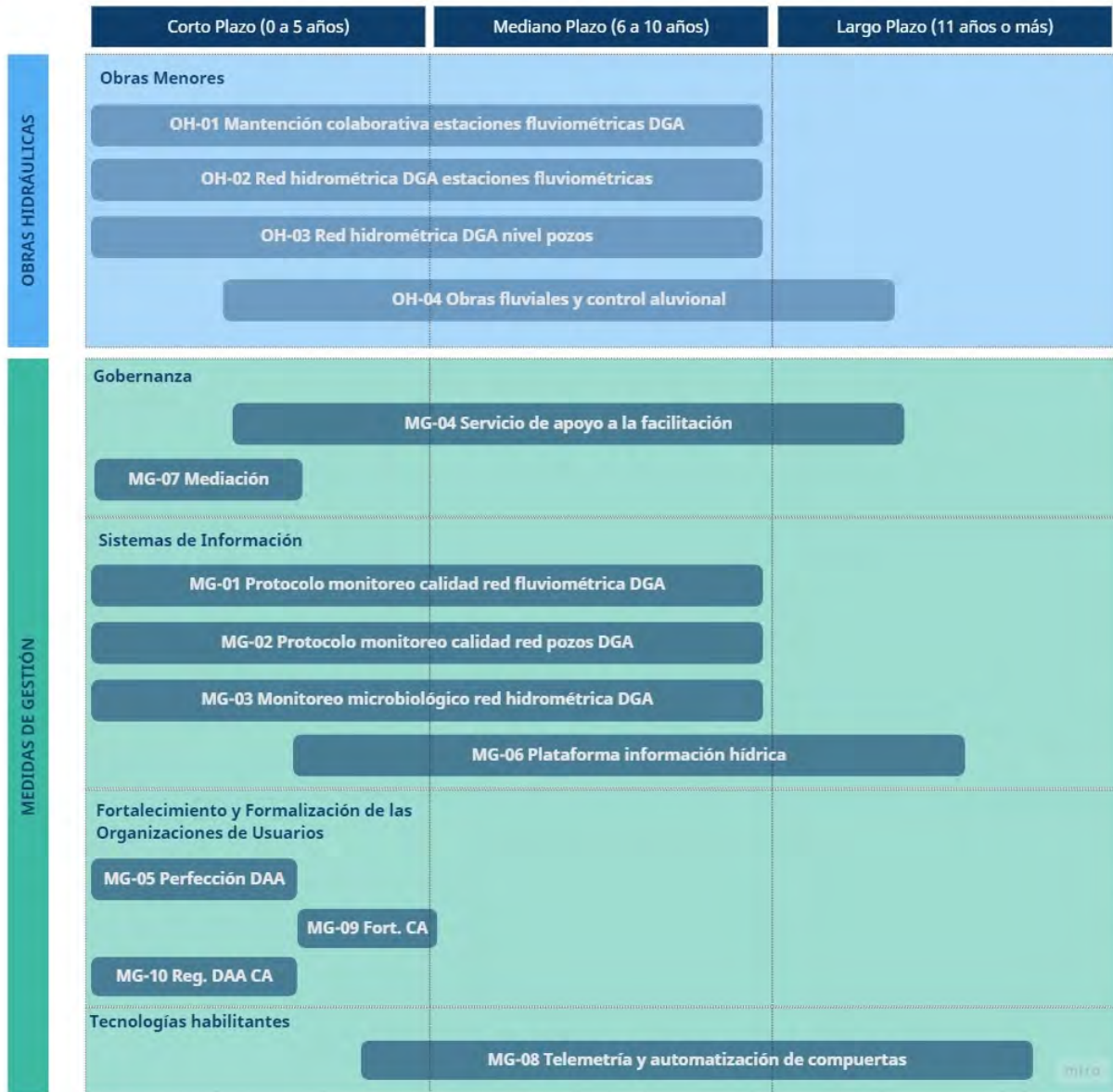
ID	Acción	Amb. (SEA)	Amb. (Imp.)	Social	Econ.	Estr.	Ptje. Prioriz.
MG-01	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones superficiales de calidad de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	1	2	4	4	4	3,55
MG-02	Actualización del protocolo de monitoreo de estaciones subterráneas de calidad de aguas de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó.	1	2	4	4	4	3,55
OM-03	Estudio de análisis de alternativas y definición de obras de recarga artificial de acuíferos en acuífero de Copiapó	1	4	4	2	4	3,45
OH-03	Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la cuenca del río Copiapó, mediante la incorporación de nuevos puntos de medición de niveles subterráneos.	1	1	4	4	4	3,4
MG-05	Programa de Perfeccionamiento y Saneamiento de Derechos de Aguas en la cuenca del río Copiapó	1	1	4	4	4	3,4
MG-10	Programa de saneamiento y regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas para comunidades de agua superficial en la cuenca del río Copiapó.	1	1	4	4	4	3,4
OM-02	Estudio para la determinación del origen antropogénico del SO ₄ ²⁻ en la cuenca del río Copiapó, así como posibles medidas de contención y/o remediación.	1	4	4	1	4	3,25
MG-07	Programa de mediación para la resolución de conflictos de agua en la cuenca de Copiapó	1	2	4	2	4	3,15
OM-04	Investigación Plan de Gestión de Glaciares en la cuenca del río Copiapó	1	4	1	4	4	3,1
OM-01	Estudio hidrogeológico en la cuenca del río Copiapó en relación a la propuesta de "Mejoramiento Embalse Lautaro 2.0".	1	2	2	4	4	3,05
MG-04	Proyecto para la creación del "Servicio de Apoyo a la Facilitación" a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Copiapó.	1	1	4	2	4	3
MG-09	Programa de fortalecimiento y apoyo a comunidades de agua superficial en la parte baja de la cuenca del río Copiapó.	1	1	4	2	4	3
OH-01	Programa colaborativo para la mantención de estaciones fluviométricas de la Red Hidrométrica de la DGA en la cuenca del río Copiapó	1	1	2	4	4	2,9
OH-02	Obras de ampliación y mejora de la Red Hidrométrica de la cuenca del río Copiapó, mediante construcción de nuevas estaciones y aumento de sección en estaciones fluviométricas existentes.	1	1	4	1	4	2,8
MG-03	Inclusión de parámetros microbiológicos en la Red Hidrométrica de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Copiapó.	1	2	1	4	4	2,8

ID	Acción	Amb. (SEA)	Amb. (Imp.)	Social	Econ.	Estr.	Ptje. Prioriz.
MG-06	Proyecto para la creación de una "Plataforma de Información Hídrica" de la cuenca del río Copiapó.	1	1	1	4	4	2,65
NF-01	Recarga artificial del acuífero en zona media de la cuenca del río Copiapó	0	4	4	1	1	2,15
OH-04	Construcción obras fluviales y control aluvional río Copiapó Tierra Amarilla	0	4	1	1	2	1,75
MG-08	Proyecto de telemetría y automatización de compuertas en la cuenca de Copiapó	1	2	1	1	2	1,5

Fuente: Elaboración propia.

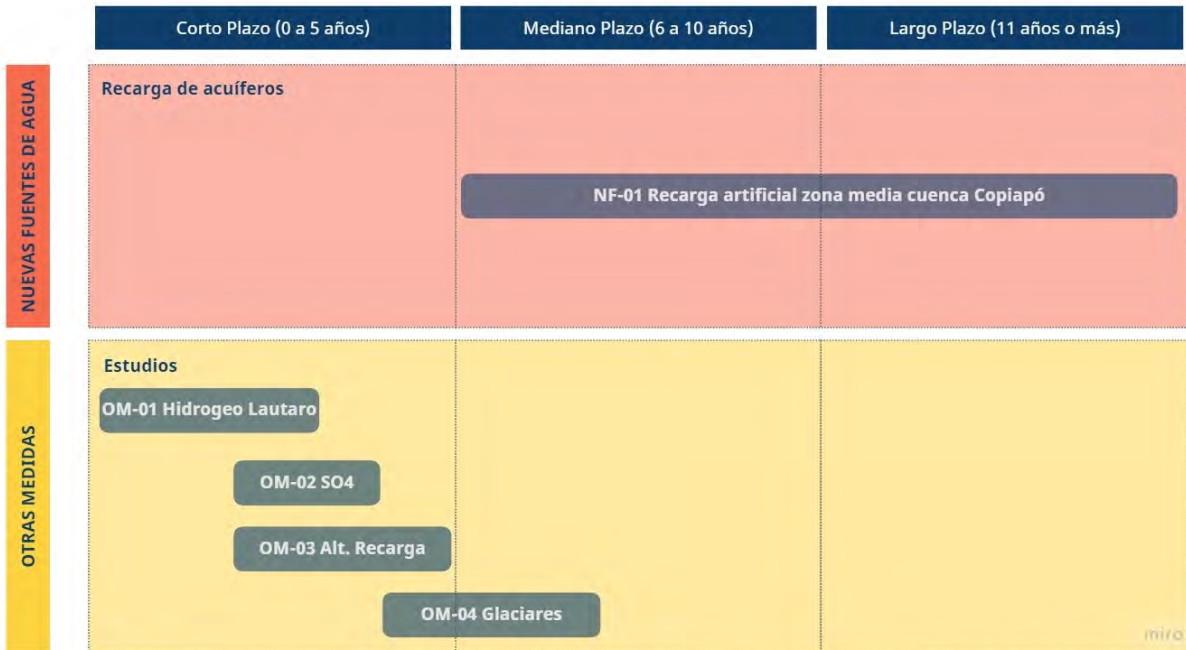
3.8 CRONOGRAMA DE LAS SOLUCIONES

En el esquema presentado en la Figura 3.8-1 y la Figura 3.8-2, se representa una versión extendida de la hoja de ruta del PEGH de la cuenca del río Copiapó. Es el resultado del análisis e integración de los diversos componentes trabajados, priorizados y seleccionados a través de todo el estudio. En el esquema es posible observar las cuatro líneas de acción que fueron priorizadas, con un total de 19 iniciativas, tomando además en consideración su temporalidad orientativa en el corto, mediano y largo plazo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.8-1 Hoja de ruta del Plan de Acción



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.8-2 Hoja de ruta del Plan de Acción (continuación)

CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

En el presente capítulo se presentan los principales hitos identificados en la implementación del Plan de Acción, atendiendo a su horizonte (corto, mediano o largo plazo). Seguidamente, se exponen algunas directrices a considerar para el éxito del Plan de Acción, tanto en lo relativa a la estrategia de su implementación como comunicacional, así como los pasos para su implementación.

4.1 HITOS DE REFERENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

A continuación, se exponen los principales hitos a considerar, en función de la temporalidad establecida para cada medida del Plan de Acción.

- **Corto plazo.** Como hitos de referencia, cabría destacar la iniciativa MG-07 “Programa de mediación para la resolución de conflictos de agua en la cuenca de Copiapó”, la cual se considera muy relevante para la consecución de otras medidas de diferentes naturalezas. Por otra parte, la iniciativa OM-01 “Estudio hidrogeológico en la cuenca del río Copiapó en relación a la propuesta de Mejoramiento Embalse Lautaro 2.0” también se considera relevante, ya que a partir de ella se pueden establecer nuevas acciones en relación a actuaciones sobre el principal embalse de la cuenca.
- A **mediano plazo**, los hitos relevantes tienen relación con medidas de gestión, siendo destacables las iniciativas MG-04 “Proyecto para la creación del Servicio de Apoyo a la Facilitación a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca del río Copiapó” y MG-06 relativa a un “Proyecto para la creación de una Plataforma de Información Hídrica de la cuenca del río Copiapó”.
- **Largo plazo.** No se han establecido medidas estratégicas a largo plazo, según el diagnóstico realizado y la información levantada en las reuniones de PAC con actores relevantes. Cabe señalar que, si bien no hay medidas que se inician en este horizonte, se plantean acciones que finalizan a largo plazo, tal como muestra la hoja de ruta del Plan de Acción. No obstante lo anterior, en futuras actualizaciones del PEGH, según se hayan acometido las medidas a corto plazo actuales, será posible vislumbrar nuevas iniciativas a largo plazo.

4.2 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

El éxito de la ejecución de las iniciativas del PEGH Copiapó viene sujeto por determinadas condiciones del entorno que pueden facilitar o retardar la implementación de las acciones definidas, entre las cuales se encuentran:

- Aspectos institucionales,
- Aspectos de cultura del agua;
- Aspectos de financiamiento; y/o
- Aspectos legales o normativos.

Cabe señalar que los aspectos limitantes o condicionantes son en muchos casos comunes a la realidad de otras cuencas, por lo que particularmente se sugiere enfocar los esfuerzos hacia su resolución a una escala mayor que la de la propia cuenca del río Copiapó, viéndose

beneficiados por ello otros territorios con situaciones similares, tanto a nivel regional (región de Atacama) como a escala nacional.

4.3 ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

La estrategia comunicacional del PEGH tiene que contemplar el universo de actores del territorio relacionados con materia hídrica en la cuenca del río Copiapó. La presente estrategia corresponde a una pauta de interacciones con actores relevantes, así como otros actores del territorio, estando conformada por dos objetivos:

- Informar a los actores relevantes y otros actores del territorio acerca de los avances en la implementación del PEGH.
- Corroborar la aceptación de las iniciativas del PEGH por parte de los potenciales beneficiarios directos.

Respecto al primer objetivo, y dado que el público general es amplio, se sugiere que la DGA genere un correo electrónico institucional de contacto, el cual quede disponible para que el público general pueda hacer seguimiento, consultas o aportes, con el objetivo de transparentar el avance de las iniciativas del Plan. Así mismo, se recomienda la identificación de una persona referencial del servicio a nivel local (DGA Región Atacama) con conocimiento íntegro del PEGH que pueda resolver dudas o consultas de terceros sobre el avance de implantación de las medidas. Además de lo anterior, se recomienda el uso de medios de difusión a través de las actuales plataformas de la DGA (web, redes sociales).

En relación al segundo objetivo, el público objetivo variará en función de la acción del PEGH. Para este caso, previamente a la asignación de financiamiento correspondiente para la implementación de acciones, se sugiere establecer reuniones de trabajo al menos con los actores relevantes identificados como beneficiarios directos, con el objetivo de presentar los detalles técnicos (y sociales y económicos si corresponde) de la iniciativa. En el caso que la acción implique otras instituciones públicas, o bien diferentes unidades o departamentos de la DGA, será preciso la coordinación de las reuniones pertinentes para aunar lineamientos interinstitucionales.

Cabe indicar que las actividades de participación ciudadana en el PEGH Copiapó se limitaron a una reunión con actores relevantes y un seminario final; por lo anterior, y dado que no se generaron talleres grupales de trabajo, se reitera la conveniencia de mantener una comunicación fluida en instancias participativas, que pueda reforzar la visión recopilada hasta la fecha respecto de las soluciones estratégicas planteadas.

4.4 PASOS EN LA IMPLEMENTACIÓN

La implementación del Plan de Acción dependerá de diversos factores, entre ellos:

- la identificación de responsabilidades institucionales;
- la buena acogida de la acción por parte de los beneficiarios;
- el financiamiento disponible;
- otras externalidades positivas o negativas propias de cada medida.

Por lo anterior, se debe definir una institución coordinadora transversal del conjunto de las medidas propuestas. Dado que el PEGH está promovido por la DGA, esta entidad es la responsable de su herramienta de planificación, y dentro de este servicio, se sugiere que sea la Dirección Regional de Aguas quien ostente esta figura de coordinación, por las razones siguientes:

- El PEGH Copiapó tiene un enfoque de gestión de cuenca; en ausencia de una institucionalidad pública de esta escala, la figura más próxima corresponde a la Dirección Regional de Aguas de la región de Atacama.
- DGA Regional es conocedora de la realidad territorial de una forma más próxima que, por ejemplo, podría tener DGA Nivel Central.
- DGA Regional mantiene vínculos con los actores territoriales, tanto públicos de otros servicios (DOH, CNR u otros) como actores.

Considerando la gobernanza como herramienta para gestionar la interacción de los sistemas políticos, sociales y económicos involucrados en la gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad, resulta clave la generación de procesos interactivos que impliquen diversas formas de asociatividad, colaboración y negociación entre estos sectores (y actores).

Respecto de la aceptación y la acogida de las medidas por parte de los diferentes actores, se debe considerar que las interacciones entre ellos (no conflicto, colaboración y confianza, u otra situación) pueden cambiar según el tema que los una o relacione y, en consecuencia, también pueden cambiar sus voluntades para hacerse partícipes de las acciones del Plan. No obstante, cabe señalar las consideraciones indicadas en la estrategia de comunicación definida y llevada a cabo posterior a la elaboración del presente PEGH. Se pretende con ello asegurar que el proceso planificador sea cercano a los *stakeholders* y que pueda contribuir a una mejora continua.

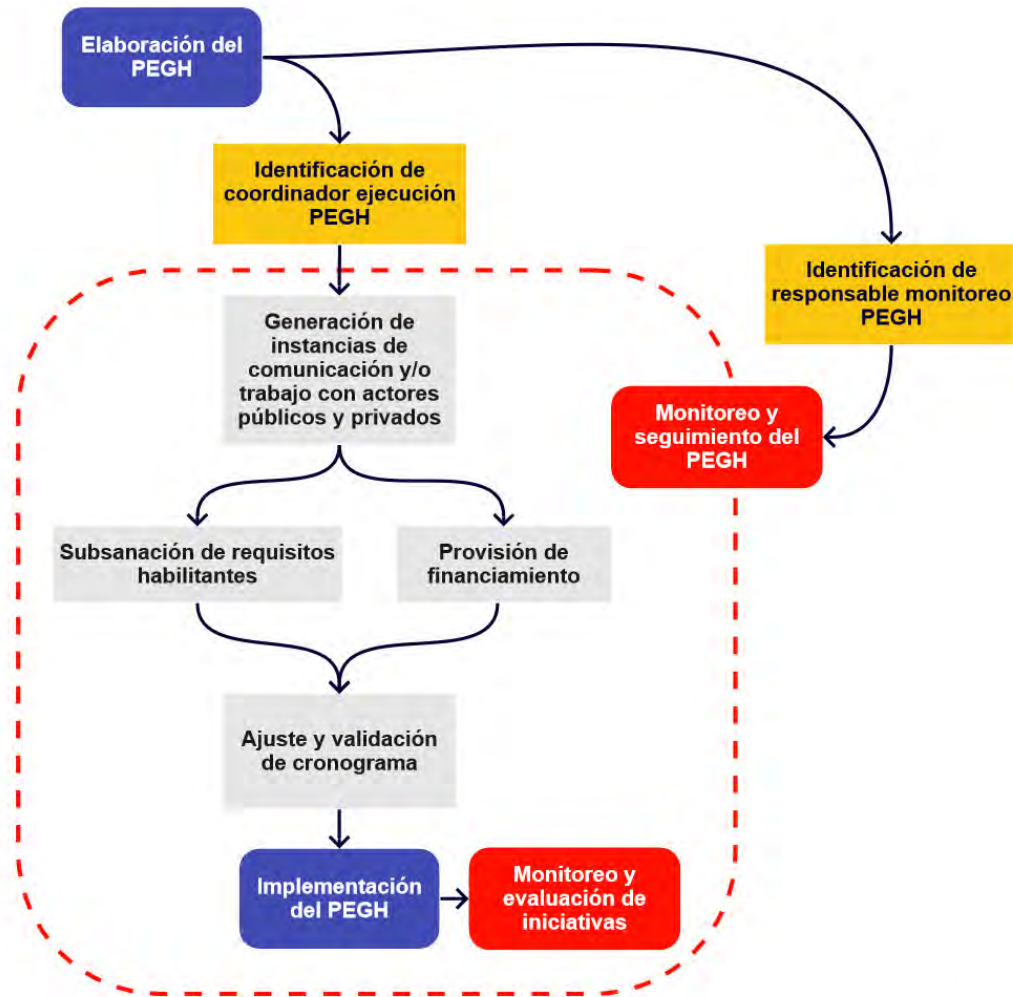
La obtención del financiamiento, en general, irá de la mano con los lineamientos estratégicos de cada institución (principalmente pública) involucrada; para ello, se sugiere que DGA regional establezca una reunión inicial de trabajo invitando a los servicios públicos involucrados en el PEGH, con la finalidad de informar sobre los montos estimados por iniciativa para cada institución.

En relación a externalidades que puedan afectar la correcta ejecución de las iniciativas según la hoja de ruta propuesta (Figura 3.8-1 y Figura 3.8-2), es relevante considerar los aspectos institucionales, de cultura del agua, de financiamiento y normativo.

En paralelo a la implementación de las iniciativas del PEGH, el Plan de Monitoreo asociado permitirá un seguimiento y mejora de la pertinencia de las propuestas identificadas y su adaptación a lo largo del tiempo en caso oportuno. Se sugiere que el monitoreo general del Plan podría realizarse desde DGA Nivel Central (por ejemplo, la División de Estudios y Planificación o quien designe el director general), así como la evaluación de las iniciativas ejecutadas (acciones que aborda la propia DGA). Para el caso de acciones cuyo responsable sea otra institución diferente a la DGA, la evaluación de las iniciativas quedará supeditada a la información facilitada por esta, para lo cual será importante reforzar el diálogo interinstitucional.

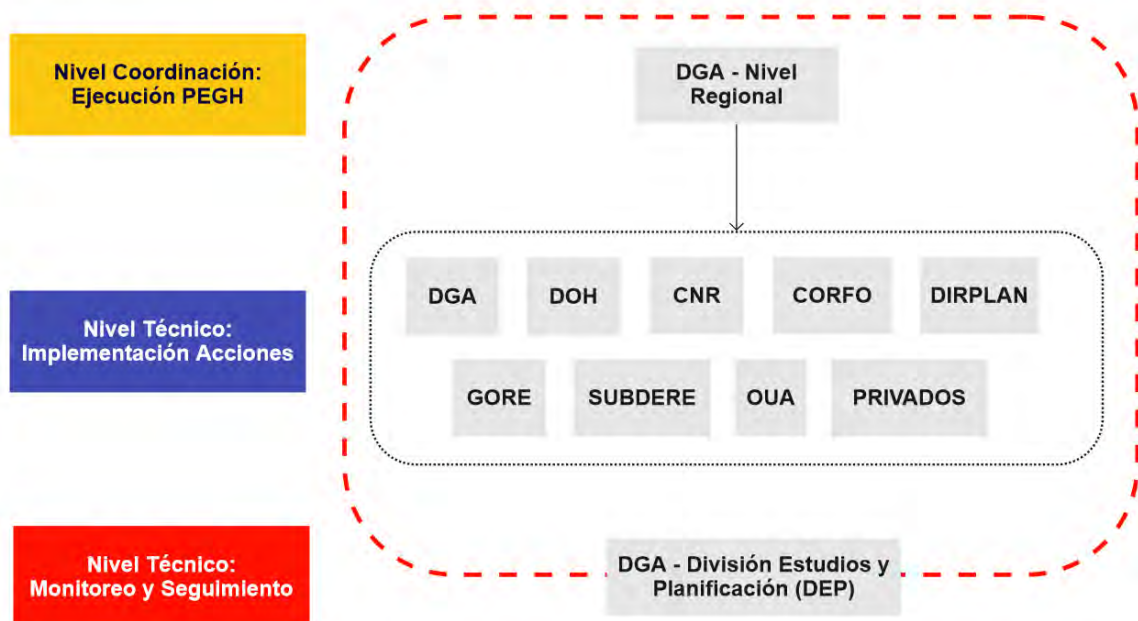
En la Figura 4.4-1 se presenta un esquema básico de los pasos propuestos a seguir en la implementación de las iniciativas del PEGH, mientras que en la Figura 4.4-2 se presenta el modelo de gobernanza asociado.

Además, y con la finalidad de evitar duplicidades de las iniciativas propuestas debido a otros planes en acción o abordables en los próximos años por parte de otros servicios públicos, el coordinador PEGH deberá solicitar a los actores implicados en la implementación de acciones la cartera actualizada de sus medidas planificadas relacionada con los recursos hídricos en las instancias de trabajo indicadas en la Figura 4.4-1, con especial atención a aquellos organismos que manejan presupuestos propios (por ejemplo, GORE).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4-1 Esquema simplificado de los pasos de implementación del PEGH



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4-2 Modelo de gobernanza del PEGH Copiapó

Por otra parte, y en el marco del cambio climático, el PEGH es un instrumento de adaptación, ya que permite ajustarse a la proyección de escasez que se ve altamente presionada por los cambios del clima futuros. Actualmente los PEGH son parte de los compromisos de Chile ante Naciones Unidas en el eje de adaptación del actual NDC (sigla en inglés de Contribución Nacional Determinada), específicamente en la variable de agua y saneamiento. Por ello se considera pertinente y necesario que el financiamiento e implementación del PEGH vaya en consonancia con la Estrategia Nacional Financiera frente al Cambio Climático (EFCC) elaborado por el Ministerio de Hacienda el 2019, y la Estrategia Climática de Largo Plazo actualmente en ejecución, coordinado a través del Ministerio del Medio Ambiente. En este contexto, el coordinador del PEGH Copiapó y el responsable de cada iniciativa debe coordinar posibles accesos a financiamiento a través del Ministerio de Hacienda y la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.

Es importante mencionar que este desafío se ve acentuado por el nuevo escenario que enfrenta Chile al salir de la lista de países elegibles del Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la OECD; por lo que aumenta la presión por fortalecer la capacidad del Estado para coordinar financiamientos públicos, privados e internacionales.

CAPÍTULO 5 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

En este capítulo se detalla el Plan de Monitoreo del PEGH Copiapó, así como los mecanismos para análisis y toma de decisiones asociados.

5.1 PLAN MONITOREO

El Plan de Monitoreo (PM) asociado al PEGH Copiapó tiene por objetivo establecer el seguimiento y la eficacia de su implementación, determinando los indicadores que permitan trazar el grado de cumplimiento de las iniciativas y de los objetivos del PEGH. Adicionalmente, se especifican los mecanismos para la actualización y/o el rediseño del PEGH, como instrumento de planificación a mediano y/o largo plazo.

La cartera de acciones del PEGH considera un total de 19 iniciativas, de las cuales 1 están catastradas y 18 corresponden a propuestas. El PM centrará como índice de cumplimiento, la implementación tanto las iniciativas propuestas como las catastradas; si bien estas últimas poseen sus propios tiempos de implementación establecidos y el PEGH no tiene injerencia directa sobre ellas, se considera fundamental, por coherencia del plan en su conjunto, aplicar el seguimiento correspondiente. Lo anterior supone un esfuerzo de coordinación entre los diferentes servicios públicos, pero justificando entendiendo que el recurso hídrico es un tema transversal y atañe a un amplio abanico de actores del territorio.

Se propone, de acuerdo a lo establecido en el acápite 0 y reflejado en la Figura 4.4-1, que la responsabilidad de la coordinación para la ejecución general del PEGH sea de la DGA regional, a través de la figura del coordinador PEGH establecido por el propio servicio, mientras que el monitoreo y control se realice desde DGA nivel central, por quien designe el Director General (se sugiere, como opción, la División de Estudios y Planificación). Se resalta la importancia de mantener instancias periódicas de reunión entre estas dos figuras para alcanzar los resultados esperados de implementación del PEGH.

5.1.1 Indicadores

El PM se centrará en dar seguimiento anualmente a los indicadores establecidos para los primeros 5 años, debido al elevado número de iniciativas recogidas en ese horizonte, y sobre todo considerando potenciales reformulaciones futuras del PEGH al final de dicho periodo. Por lo anterior, para el periodo posterior (mediano y largo plazo), el PM asociado deberá ser evaluado, actualizado y rediseñado según lo indicado en los mecanismos para el análisis y toma de decisiones. Los indicadores establecidos fueron:

- **Indicadores de cumplimiento del PEGH.** A su vez, se distinguen:
 - **Indicadores Generales.** Cuantifican el grado de avance del PEGH a nivel global, considerando la relación existente entre iniciativas comenzadas y/o finalizadas versus la programación planificada según la carta Gantt. Considera 4 indicadores: PIC, PICa, PIF y PIFa.
 - **Indicadores Específicos.** Dan cuenta del porcentaje de avance de la implementación de las iniciativas clave del Plan de Acción, siendo éstas: a)

Programa de mediación para la resolución de conflictos de agua en la cuenca (MG-07) (iniciativa 1), y b) Creación del “Servicio de Apoyo a la Facilitación” a las buenas prácticas de gobernanza en la cuenca (MG-04) (iniciativa 2). Lo anterior se refuerza con el hecho de que la participación de los potenciales beneficiarios en cada medida del PEGH refuerza el éxito de las mismas, y que las instancias generadas en un marco de buenas prácticas derivadas del servicio de facilitación son necesarias para dicho objetivo.

- **Indicadores de evaluación de las iniciativas.** En cada una de las iniciativas identificadas en el PEGH se ha identificado uno o varios indicadores de evaluación de las acciones, con el objetivo de analizar de forma particular los resultados obtenidos con su implantación respecto el objetivo esperado y su problemática original.

5.1.2 Seguimiento

El seguimiento del PEGH Copiapó se expone en la Tabla 5.1-1, detallando los indicadores generales y específicos, los parámetros de referencia en cada caso y el umbral establecido.

Tabla 5.1-1 Seguimiento del PEGH Copiapó

Tipo de indicador	Indicador de seguimiento	Umbral
General	PIC N° de iniciativas comenzadas/N° iniciativas planificadas al año	Umbral PIC 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar al año <i>i</i> hasta <i>i+4</i>
	PICa N° de iniciativas comenzadas acumuladas/N° iniciativas acumuladas planificadas al año	Umbral PICa 1) 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar al año <i>i</i> hasta <i>i+3</i> (valor acumulado) 2) 100% de las iniciativas propuestas proyectadas a comenzar su implementación hasta el año <i>i+4</i> (valor acumulado)
	PIF N° de iniciativas finalizadas/N° iniciativas finalizadas planificadas al año	Umbral PIF 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar al año <i>i</i> hasta <i>i+4</i>
	PIFa N° de iniciativas finalizadas acumuladas/N° iniciativas finalizadas acumuladas planificadas al año	Umbral PIFa 1) 80% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar su implementación el año <i>i</i> hasta <i>i+3</i> (valor acumulado) 2) 100% de las iniciativas propuestas proyectadas a finalizar su implementación hasta el año <i>i+4</i> (valor acumulado)
Específico	Porcentaje de avance de cada iniciativa	Iniciativa N° 1: MG-07 100% año <i>i+1</i>
		Iniciativa N° 2: MG-04 100% año <i>i+4</i>

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido en el apartado 4.1.1, se presenta seguidamente el Plan de Acción a considerar en el supuesto que no se hayan cumplido con los umbrales fijados en la Tabla 5.1-1, teniendo en cuenta que el PM se divide en dos periodos, los primeros 4 años y el año 5:

- **Primer periodo (año i hasta $i+4$):** El objetivo del Plan de Acción en este periodo consiste en reprogramar o replanificar las iniciativas que se encuentren atrasadas para el año siguiente al originalmente programado. Su valor corresponderá al número de iniciativas mínimas programadas para un determinado año (PIC, 80% anual) más las iniciativas retrasadas acumuladas.
- **Segundo periodo (año $i+5$):** El objetivo del Plan de Acción en este periodo es analizar si el PEGH ha cumplido en un 100% con su planificación. En caso negativo, el PM entregará el número de iniciativas que no fueron ejecutadas, información que será una variable de entrada en la evaluación, actualización y rediseño del PEGH, a través de los mecanismos para el análisis y toma de decisiones (ver acápite 5.2).

5.2 MECANISMOS PARA EL ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES

La planificación tiene una componente dinámica, más aún considerando iniciativas relativas a los recursos hídricos, los cuales van de la mano con la evolución del contexto climático, incidiendo sobre la oferta hídrica en la cuenca, y los cambios inherentes en la demanda de agua del territorio, así como las relaciones entre los actores (fortalecimiento, conflictos). Lo anterior hace necesario que el PEGH sea evaluado para determinar si el diseño original sigue vigente al cabo de su primer ciclo de 5 años, así como en ciclos consecutivos del mismo periodo.

En el presente mecanismo de análisis y toma de decisiones se expone, la metodología a considerar, y luego cómo debe ejecutarse la etapa de reformulación del PEGH.

En relación al análisis del PEGH para su reformulación, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- a) Actualización del diagnóstico en la cuenca del río Copiapó en materia de recursos hídricos, con especial atención a las brechas entre oferta y demanda, el estado de la infraestructura, la situación de gobernanza en el territorio y el estado ambiental de los cuerpos de agua de la cuenca.
- b) Actualización de la cartera actual de acciones, tanto a nivel público como privado.
- c) Actualización del modelo hidrológico superficial-subterráneo con la nueva *data* disponible, resolviendo brechas de modelización que hubieron quedado no resueltas durante el diseño del PEGH original.
- d) Evaluación de las condiciones habilitantes de las iniciativas no ejecutadas.
- e) Evaluación del resultado del Plan de Monitoreo el año $i+4$, mediante la cuantificación de las iniciativas no comenzadas/finalizadas del PEGH.

En base a lo anterior, la DGA deberá establecer la forma de abordar la reformulación del PEGH, ya sea a través de medios propios o con apoyo externo al servicio, estableciendo:

- ✓ Revisión y/o actualización de los ejes y objetivos específicos del PEGH.
- ✓ Revisión y/o actualización de las iniciativas ya iniciadas, e incorporación de nuevas acciones, a corto/mediano/largo plazo.
- ✓ Si corresponde, actualización del Plan de Monitoreo asociado al PEGH.