



watercongress2022

**10th International Congress on Water Management
in Mining and Industrial Processes**

Desafíos en la Formulación de Planes de Seguimiento Hidrogeológico y Planes de Alerta Temprana para SEIA

Beatriz Labarca, Cristóbal Fernández, Cristóbal Cox

 **srk** consulting

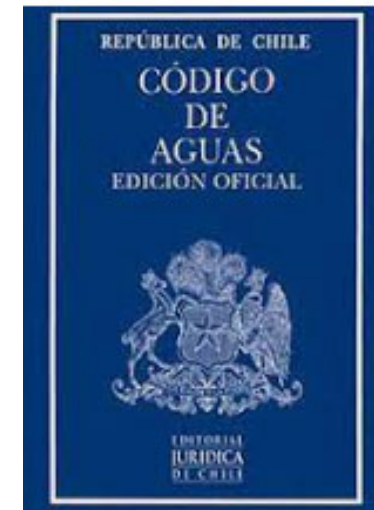
gecamin.com/watercongress



GECAMIN

Justificación

- Nuevas exigencias regulatorias ambientales
 - EIA, DIA, Pertinencia (Ley 19.300 1994)
 - SEA: “Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico”, Feb-2022.
 - Res. Exenta SMA N°223/2015 Elaboración Plan de Seguimiento e Informes
 - Res. Exenta SMA N°31/2022 Vigilancia Tranques de Relaves
- Crisis Hídrica Nacional
- Nuevo Código de Agua: Priorización del uso de agua para consumo humano
- Mayor control



 **srk** consulting

watercongress2022



FCH
FUNDACIÓN CHILE

KINNERET
Academic College 

GECAMIN

Importancia del monitoreo

El **agua** es una componente ambiental que evoluciona en el tiempo ya se mueve en el espacio y es susceptible de cambios en su composición al contacto con el medio

Para entender su comportamiento es necesario monitorear



 **srk** consulting

watercongress2022

 **CRHIAM**
CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
Área Hidrogeología

FCH
FUNDACIÓN CHILE

 **KINNERET**
Academic College

GECAMIN

© SRK Consulting (Chile) SpA 2020. All rights reserved.

Seguimiento Ambiental dentro de SEIA

El SA es una herramienta que permite (SEA, 2022):

- Gestionar el comportamiento de las variables ambientales
- Detectar la generación de impactos no deseados
- Confirmar la efectividad de las medidas propuestas por el titular
- Confirmar la no generación de impactos significativos conforme a lo evaluado.

Incluye:

- **Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales** (Artículo 105 Reglamento del SEIA)
- **Compromiso Ambiental Voluntario** (CAV, Artículo 18 Ley N°19300)



 **srk** consulting

watercongress2022

 **CRHIAM**
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
Área Hidrogeología

FCH
FUNDACIÓN CHILE

KINNERET
Academic College 

GECAMIN

© SRK Consulting (Chile) SpA 2020. All rights reserved.

Aspectos a Considerar en un PSA Hidrogeológico

Variables Hidrogeológicas

– Cantidad:

- Nivel
- Caudal de extracción
- Posición Cuña Salina
- Puntos de Afloramientos de agua (vegas-bofedales)

– Calidad: Parámetros Físico-químicos, Biológicos, Isotópicos



Aspectos Relevantes a Considerar en un PSA

Selección de Puntos de Control

- Elegir un conjunto de puntos que cuenten con una cobertura espacial amplia más allá del área de influencia
- Elegir puntos que cuenten con un registro de datos históricos previos para poder tener entendimiento de su comportamiento en el tiempo
- No es recomendable comprometer puntos inexistentes a construir en etapas tempranas del proyecto
- Definir puntos que representen la calidad o cantidad de las zonas sin intervención, condición natural o línea base según el modelo conceptual
- Definir puntos que se ubiquen aguas debajo de las zonas de potencial afección/efecto/impacto del Proyecto evaluado

 **srk** consulting

watercongress2022

 **CRHIAM**
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN AGUAS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
Área Hidrogeología

FCH
FUNDACIÓN CHILE

 **KINNERET**
Academic College

GECAMIN

© SRK Consulting (Chile) SpA 2020. All rights reserved.

Aspectos Relevantes a Considerar en un PSA

Selección de parámetros a monitorear

- En caso de coexistir mas de un sistema hidrogeológico o con densidad variable, considerar monitoreo en vertical:
 - piezómetros múltiples (hidroquímica – calidad)
 - con cuerdas vibrantes (nivel)
- Considerar una batería de analitos considerando fracción disuelta y total
- Considerar analitos que permitan hacer un QAQC de los datos para garantizar la calidad
- Considerar al menos los siguientes parámetros insitu: pH, Conductividad Eléctrica, Temperatura y Redox
- En caso que sea necesario integrar isótopos: Deuterio, Oxigeno-18, Azufre-34, Oxigeno 18 del Sulfato, Tritio, isótopos de estroncio, etc

 **srk** consulting

watercongress2022

 **CRHIAM**
CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERIA
Área Hidrogeología

FCH
FUNDACIÓN CHILE

 **KINNERET**
Academic College

GECAMIN

© SRK Consulting (Chile) SpA 2020. All rights reserved.

Aspectos Relevantes a Considerar en un PSA

Frecuencia de monitoreo y reporte de informes

- SEA (2022) sugiere mensual para el monitoreo y anual para los reportes
- La definición de la frecuencia de monitoreo depende de la variación del parámetro según el modelo conceptual
 - Si hay cambios estacionales
 - Si hay cambios generados por la acción antrópica existente
 - Si se trata de sistemas profundos estables en ausencia de recarga directa o recarga lateral

Plan de Alerta Temprana dentro de SEIA

Un PAT es una herramienta de gestión para tener un control de la componente hidrogeológica, con el objetivo de ejecutar acciones que permitan la mantención de las variables ambientales dentro de lo proyectado y aprobado ambientalmente.

- Red de Alerta Temprana: Puntos de Control
- Parámetros a Monitorear e Indicadores de Estado
- Definición de Valores Umbrales
- Sistema de Activación – Desactivación PAT
- Plan de Medidas: Alerta Temprana y Contingencia
- Protocolo de Gestión: Reportes a la Autoridad



 **srk** consulting

watercongress2022

 **CRHIAM**
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN AGUAS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
Área Hidrogeología

FCH
FUNDACIÓN CHILE

KINNERET
Academic College 

GECAMIN

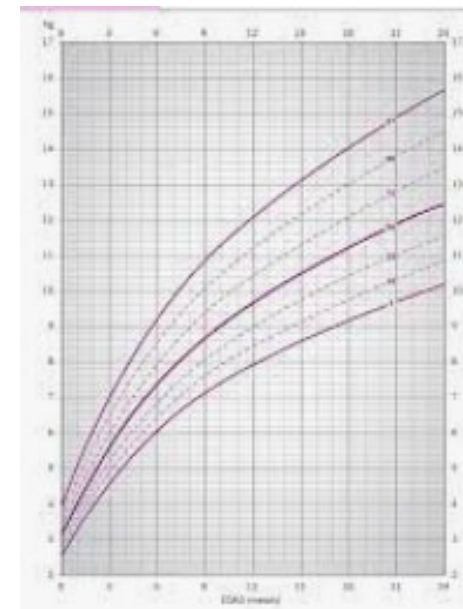
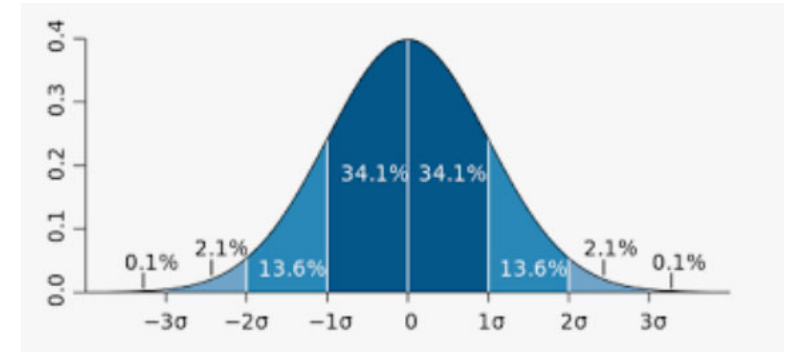
© SRK Consulting (Chile) SpA 2020. All rights reserved.

Aspectos Relevantes a Considerar en un PAT

Los umbrales comúnmente se definen empleando análisis estadísticos de datos históricos:

- Percentiles
- Promedios o medias móviles con desviaciones estándares
- Resultados predictivos de modelos numéricos
- Eliminación de outlayers

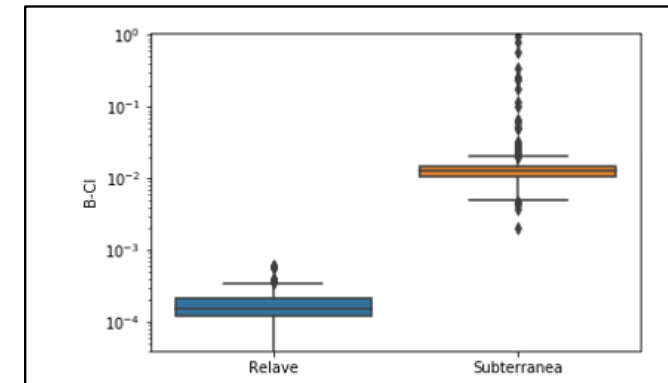
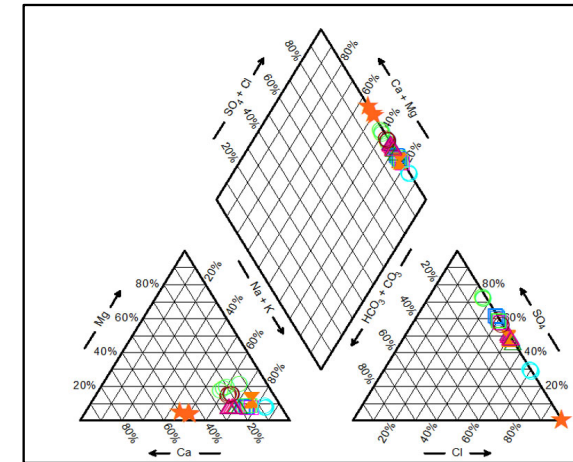
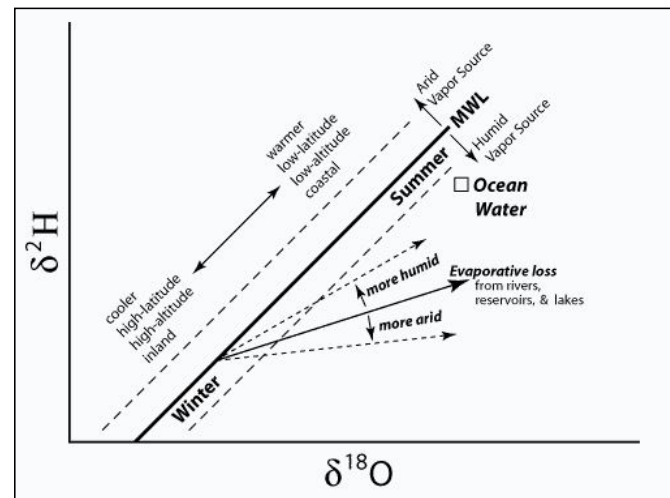
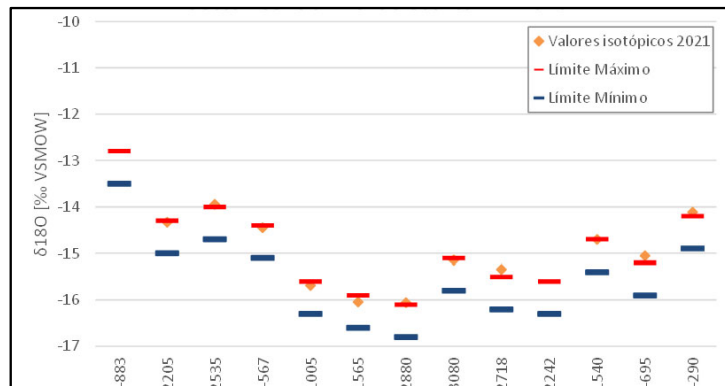
Estas metodologías no consideran las condiciones hídricas del futuro por lo que no son certeras



Aspectos Relevantes a Considerar en un PAT

El desafío está en incluir datos robustos con parámetros de control estables en el tiempo tales como

- Razones elementales (Br/Cl)
- Relación entre isotopos del agua $^2\text{H}/^{18}\text{O}$
- Relación entre isotopos y otros parámetros químicos



Conclusiones

La incertidumbre en la definición de la dinámica hidrogeológica y en general de la naturaleza frente a los cambios a nivel global debe permitir generar herramientas de gestión que sean perfectibles en el tiempo.

Los sistemas de PSA y PAT deben ser ajustados con mejor y mayor cantidad de información durante el desarrollo del proyecto.

La integración de nuevos datos al análisis permitirá ir ajustando el funcionamiento de la variable resguardando el principio preventivo.

Se requiere de un esfuerzo **técnico** para encontrar nuevas metodologías que consideren la incertidumbre y riesgo, pero también un esfuerzo administrativo para que la autoridad acepte estos cambios

 **srk** consulting

watercongress2022

 **CRHIAM**
CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
Área Hidrogeología

FCH
FUNDACIÓN CHILE

 **KINNERET**
Academic College

GECAMIN

© SRK Consulting (Chile) SpA 2020. All rights reserved.



FIN

 **srk** consulting

watercongress2022



GECAMIN