

CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE

**SERVICIO DE MONITOREO AMBIENTAL, AGUAS, RILES Y
RESIDUOS SÓLIDOS, DIVISIÓN SALVADOR**

4600024727-029

**ESTACIONES METEOROLÓGICAS
INFORME SEMESTRAL
SALAR DE PEDERNALES
JUNIO 2024**

0	11-09-24	REVISION CODELCO	PE	MB	CBG	KAG
B	22-08-24	REVISION CODELCO	PE	MB	CBG	KAG
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REVISADO POR	APROBADO POR	APROBADO POR
			AGQ CHILES.A.			CODELCO
						Pág. 1 de 31
		4600024727-029				Rev.0

Servicio de monitoreo ambiental, aguas, RILES y residuos sólidos

División Salvador

Estaciones meteorológicas
Salar de Pedernales

Primer Semestre 2024

Septiembre 2024

1205_AGQ_Meteo_Junio2024_SPED_v0



Índice

Resumen Ejecutivo	7
1 Introducción	8
1.1 Objetivos	8
2 Antecedentes	9
3 Metodología.....	10
3.1 Descarga de datos	10
3.2 Variables meteorológicas.....	10
4 Resultados.....	11
4.1 Precipitación.....	11
4.2 Dirección y velocidad de viento	13
4.3 Temperatura ambiente.....	16
4.4 Humedad relativa	17
4.5 Presión atmosférica	19
4.6 Radiación solar	20
4.7 Nivel de agua en estanque y piezómetro.....	22
5 Discusión de resultados	23
5.1 Precipitación y altura de nieve	23
5.2 Dirección y velocidad del viento.....	23
5.3 Temperatura ambiental	24
5.4 Humedad relativa	24
5.5 Presión atmosférica	24
5.6 Radiación solar	24
5.7 Nivel de agua en el estanque y en el piezómetro	25

5.8	Evaporación	26
6	Conclusiones	27
7	Referencias.....	29
Anexo A.	Compromisos Ambientales	31
Anexo B.	Certificaciones ETFA.....	31
Anexo C.	Variables Climáticas	31

Índice de Tablas

Tabla 2-1: Coordenadas de las estaciones meteorológicas en el sector de Pedernales.	9
Tabla 3-1: Variables climáticas de monitoreo en cada estación meteorológica.	10

Índice de Figuras

Figura 2-1. Plano general de ubicación de las estaciones meteorológicas en el sector Salar de Pedernales.	9
Figura 4-1: Precipitación y altura de nieve diaria en estación La Ola.	11
Figura 4-2: Precipitación y altura de nieve diaria en estación Los Arroyos.	12
Figura 4-3: Precipitación y altura de nieve diaria en estación Centro Salar.	13
Figura 4-4: Rosa de velocidad direccional expresada en porcentaje de ocurrencia (Centro Salar).	14
Figura 4-5: Velocidad media diaria en estación La Ola.	15
Figura 4-6: Velocidad media diaria en estación Los Arroyos.	15
Figura 4-7: Velocidad media diaria en estación Centro Salar.	16
Figura 4-8: Temperatura ambiental media diaria en estación La Ola.	16
Figura 4-9: Temperatura ambiental media diaria en estación Los Arroyos.	17
Figura 4-10: Temperatura ambiental media diaria en estación Centro Salar.	17
Figura 4-11: Humedad relativa media diaria en estación La Ola.	18
Figura 4-12: Humedad relativa media diaria en estación Los Arroyos.	18
Figura 4-13: Humedad relativa media diaria en estación Centro Salar.	19
Figura 4-14: Presión atmosférica media diaria en estación La Ola.	19
Figura 4-15: Presión atmosférica media diaria en estación Los Arroyos.	20
Figura 4-16: Presión atmosférica media diaria en estación Centro Salar.	20
Figura 4-17: Radiación solar media diaria en estación La Ola.	21
Figura 4-18: Radiación solar media diaria en estación Los Arroyos.	21
Figura 4-19: Radiación solar media diaria en estación Centro Salar.	21
Figura 4-20: Nivel de agua medio diario medido en el estanque y en el piezómetro en la estación Centro Salar.	22

Resumen Ejecutivo

El presente Informe Semestral de Meteorología corresponde a la exposición de la estadística descargada de las 3 estaciones meteorológicas (La Ola, Los Arroyos y Centro Salar) ubicadas en el sector del Salar de Pedernales y al análisis efectuado a las variables medidas en dichas estaciones. Los datos descargados corresponden a los registrados entre los meses de enero y junio de 2024, que conforman el primer semestre 2024. Cabe señalar que la estación Los Arroyos no presenta información meteorológica desde mayo 2023 hasta la actualidad. Lo mismo ocurre con la estación meteorológica La Ola, cuyo periodo sin información es desde septiembre 2023 hasta junio 2024.

Por lo anterior, las mediciones analizadas en el presente reporte se realizan solamente en la estación Centro Salar, cuyas variables estudiadas corresponden a: precipitación, altura de nieve, presión barométrica, velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar, nivel de agua en el estanque y en el piezómetro.

En el periodo evaluado, la estación Centro Salar registra eventos de precipitación durante los meses de febrero, abril y mayo. Por otro lado, según el registro de la altura de nieve en la estación Centro Salar, se logra evidenciar eventos de caída de nieve sólo en abril de 2024.

Durante el primer semestre 2024, en la estación Centro Salar predominan los vientos en las direcciones W (enero a mayo 2024), que a su vez registra las velocidades más altas en todo el periodo reportado y, desde SE a ESE (junio 2024).

Respecto a la temperatura media diaria y la radiación solar, ambas responden a variaciones estacionales siguiendo una tendencia descendente en el semestre reportado, con temperaturas entre $-3,35^{\circ}\text{C}$ y $16,27^{\circ}\text{C}$ y radiación máxima de $468,9 \text{ W/m}^2$ en la estación Centro Salar.

Por otro lado, la humedad presenta una mayor variación diaria frente a los otros parámetros meteorológicos. Durante el semestre reportado varía entre un 14,18% y 85,75% en la estación Centro Salar.

Además, la presión barométrica se ha mantenido constante durante el periodo reportado, con valores de promedio diario en torno a los 684 mbar en la estación Centro Salar.

Finalmente, en cuanto a los registros de los sensores de nivel en el piezómetro y en estanque que componen el lisímetro ubicado en la estación Centro Salar, se recomienda una inspección técnica de su correcto funcionamiento, verificando a través del llenado del estanque la correcta lectura y la medición contrastada con pozómetro en el piezómetro asociado.

1 Introducción

La División Salvador (DSAL) de Codelco Chile se encuentra ubicada en la Región de Atacama, comuna de Diego de Almagro, a 5,2 kilómetros de la ciudad El Salvador. DSAL se ha comprometido, mediante un Plan de Seguimiento Ambiental Voluntario, al monitoreo de diversos componentes ambientales de la cuenca Salar de Pedernales, incluyendo dentro de estos las variables climatológicas, con la finalidad de garantizar la conservación de las actuales zonas de vegetación activas del tipo SVAHT localizadas al suroeste del salar, así como controlar la extensión del cono de depresión de los pozos de bombeo asociados al Proyecto Rajo Inca (PRI), aprobado mediante la Resolución Exenta N°19 del 28 de febrero de 2020 (todos estos documentos son incluidos en el Anexo A).

Con lo anterior, DSAL solicitó a AGQ la descarga trimestral de la información meteorológica en tres estaciones del sector, lo que permite monitorear las variables climáticas que puedan afectar a los niveles y el volumen en el acuífero, tal y como se comprometió en el Plan de Seguimiento Ambiental Voluntario (PSAV) antes mencionado (Apéndice 1 del Anexo 1-2 de la Adenda Complementaria Excepcional).

El presente documento consolida la información meteorológica del primer semestre del 2024. Cabe mencionar que la frecuencia de medición de las variables climáticas es cada 5, 15 y 60 minutos, según la estación meteorológica revisada, y si bien la descarga de datos se realiza de manera trimestral, la entrega de la información a la autoridad es de carácter semestral.

Además, cabe indicar que AGQ se trata de una “Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental” (ETFAs) debidamente inscrita en el registro de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y que cuenta con las resoluciones exentas pertinentes, adjuntas en el Anexo B, para la correcta ejecución de los trabajos.

1.1 Objetivos

El presente informe tiene como objetivo cumplir con el PSAV en el control de las aguas subterráneas del sector Salar de Pedernales (Proyecto Rajo Inca) en lo que respecta al control de las diferentes variables climáticas comprometidas.

2 Antecedentes

Como parte de los compromisos establecidos, se incluye la realización de un monitoreo de las variables meteorológicas de forma trimestral en tres estaciones meteorológicas en la cuenca Salar de Pedernales. El nombre, coordenadas y altitud de cada una de las estaciones se indican en la Tabla 2-1. Además, la ubicación de estas se presenta en la Figura 2-1.

Tabla 2-1: Coordenadas de las estaciones meteorológicas en el sector de Pedernales.

Nombre de estación	Este WGS84 (m)	Norte WGS84 (m)	Altitud (m s.n.m.)
La Ola	494.019	7.071.078	3.550
Los Arroyos	501.854	7.054.150	3.865
Centro Salar	490.106	7.095.633	3.362

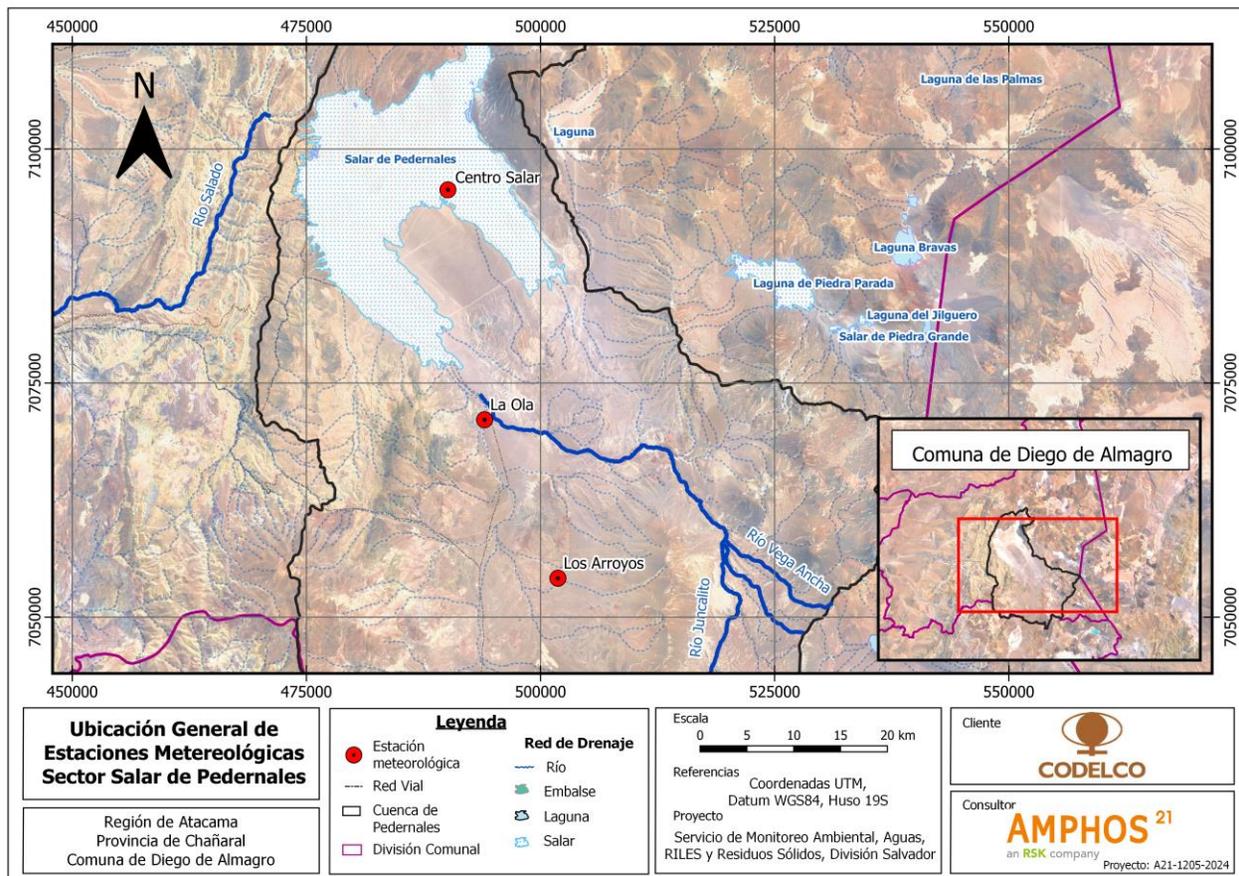


Figura 2-1. Plano general de ubicación de las estaciones meteorológicas en el sector Salar de Pedernales.

3 Metodología

3.1 Descarga de datos

Los datos son descargados trimestralmente, realizándose dos descargas durante el semestre (primer y segundo trimestre de 2024). La descarga de la información es vía remota en las estaciones La Ola y Los Arroyos, mientras que los datos que registra la estación Centro Salar se descargan in situ.

La cantidad de datos descargados depende de la frecuencia en la que mide cada una de las estaciones meteorológicas. La estación La Ola realiza mediciones de las variables cada 5 minutos, la estación Los Arroyos cada 15 minutos y la estación Centro Salar cada 1 hora.

Cabe mencionar que la estación Los Arroyos carece de información meteorológica desde el 4 de mayo 2023 hasta el actual reporte, ya que no se encuentra disponible remotamente para su descarga. Lo mismo ocurre con la estación La Ola, cuya información no se encuentra disponible desde el 5 de septiembre 2023.

3.2 Variables meteorológicas

Las variables meteorológicas que monitorea cada estación se presentan en la Tabla 3-1. Durante noviembre de 2021 en la estación Centro Salar se realizó la instalación de nuevos sensores de altura de nieve, precipitación y radiación solar. Adicionalmente, la estación Centro Salar presenta un lisímetro, donde se registra el nivel de agua en el estanque y el nivel de agua en un piezómetro cercano al instrumento.

Tabla 3-1: Variables climáticas de monitoreo en cada estación meteorológica.

Estación	Altura nieve	Humedad relativa	Precipitación	Rad. Solar	Presión	Temperatura	Vel-Dir Viento	Lisímetro
La Ola	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Los Arroyos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Centro Salar	Si	Sí	Sí	Si	Sí	Sí	Sí	Sí

Nota: en noviembre de 2021 fueron instalados nuevos sensores de altura de nieve, precipitación y radiación solar en la estación Centro Salar.

4 Resultados

4.1 Precipitación

En la Figura 4-1, Figura 4-2 y Figura 4-3 se presentan las precipitaciones y alturas de nieve diarias para las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar respectivamente, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2024.

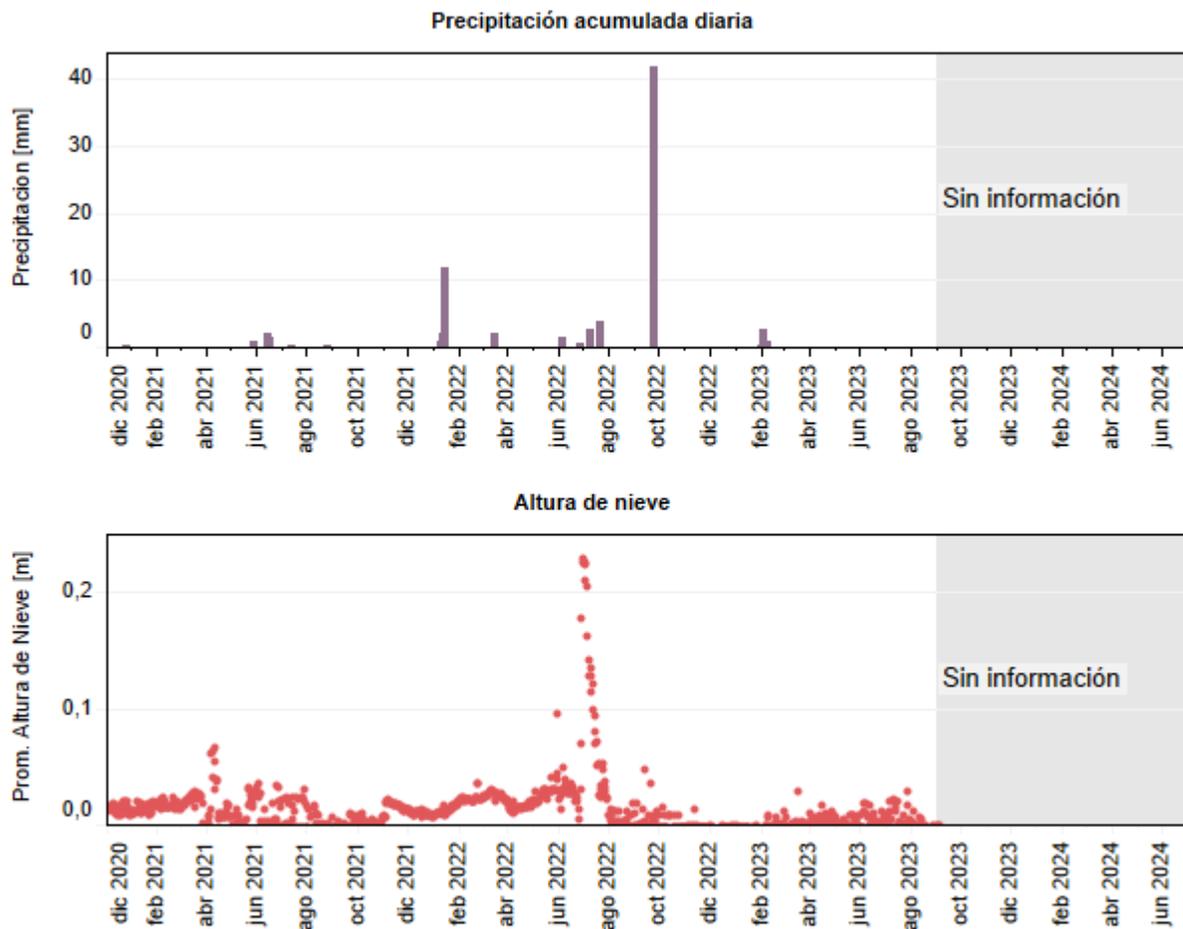


Figura 4-1: Precipitación y altura de nieve diaria en estación La Ola.

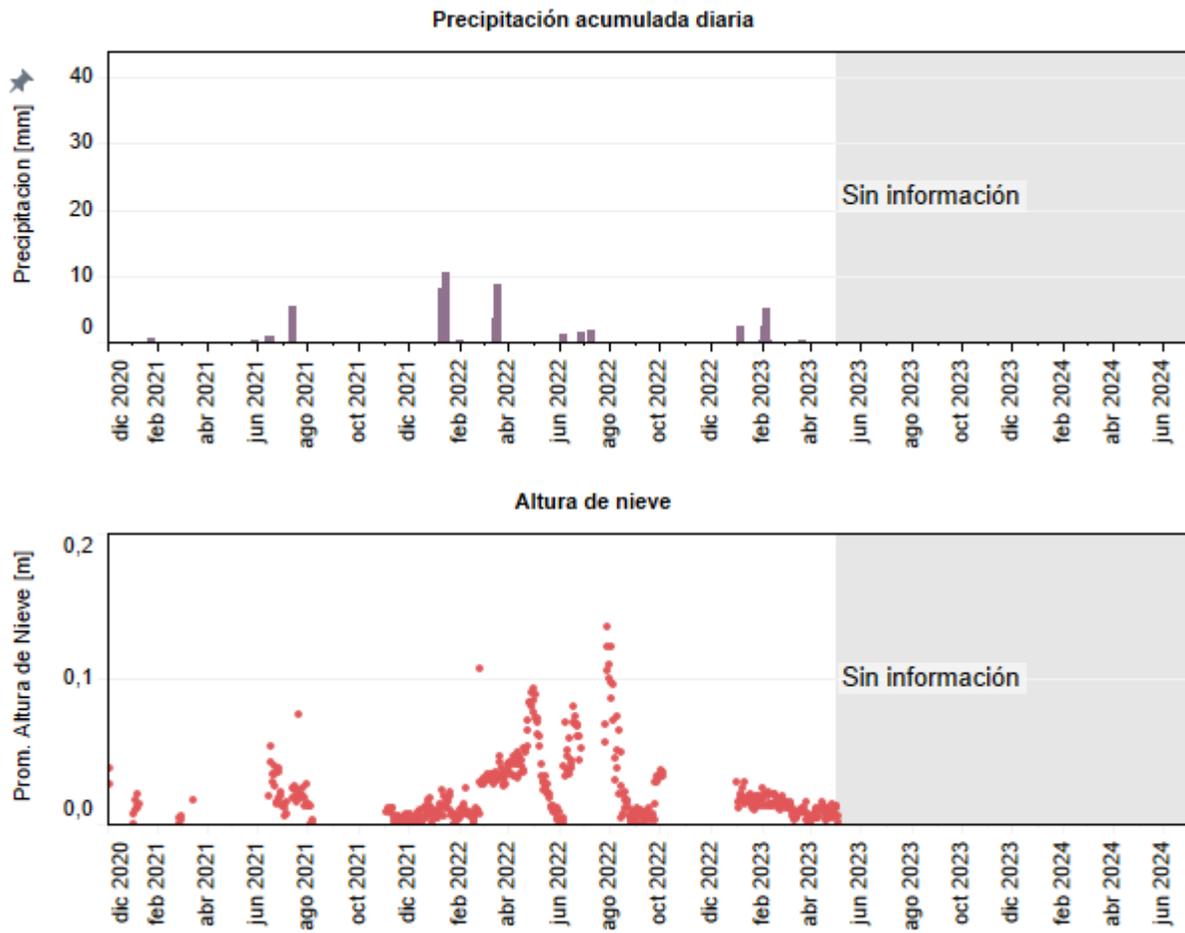


Figura 4-2: Precipitación y altura de nieve diaria en estación Los Arroyos.

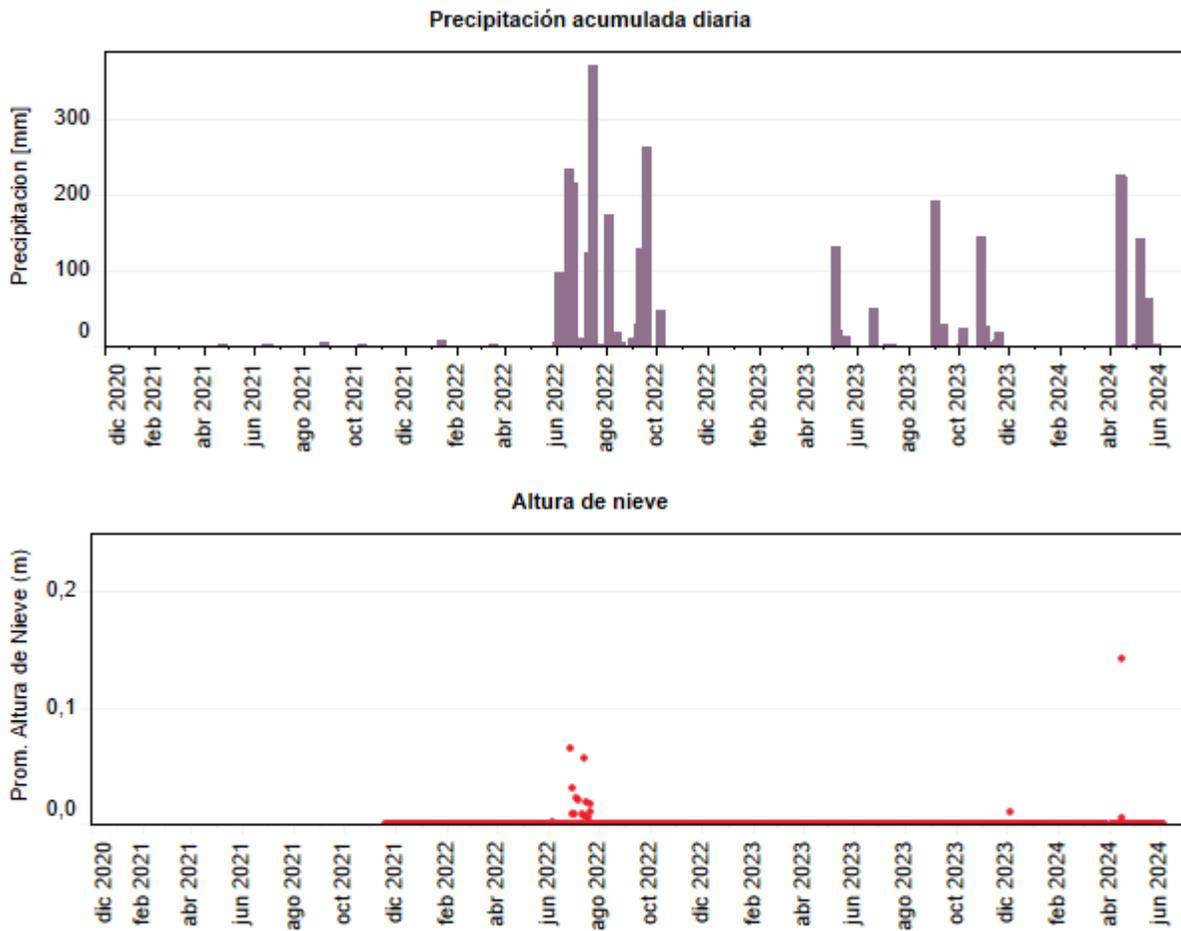


Figura 4-3: Precipitación y altura de nieve diaria en estación Centro Salar.

4.2 Dirección y velocidad de viento

En la Figura 4-4 se representan las direcciones y velocidades del viento de la estación Centro Salar durante los meses del semestre reportado. Las clases en que se agrupan los vientos (dirección y velocidad) se encuentran normalizadas según la cantidad total de datos de cada mes reportado, es decir, el tamaño de la clase indica la ocurrencia del evento. Cabe destacar que la estación Los Arroyos no presenta información meteorológica desde mayo 2023 hasta la actualidad, al igual que la estación La Ola, desde septiembre 2023 hasta la campaña actual (junio 2024).

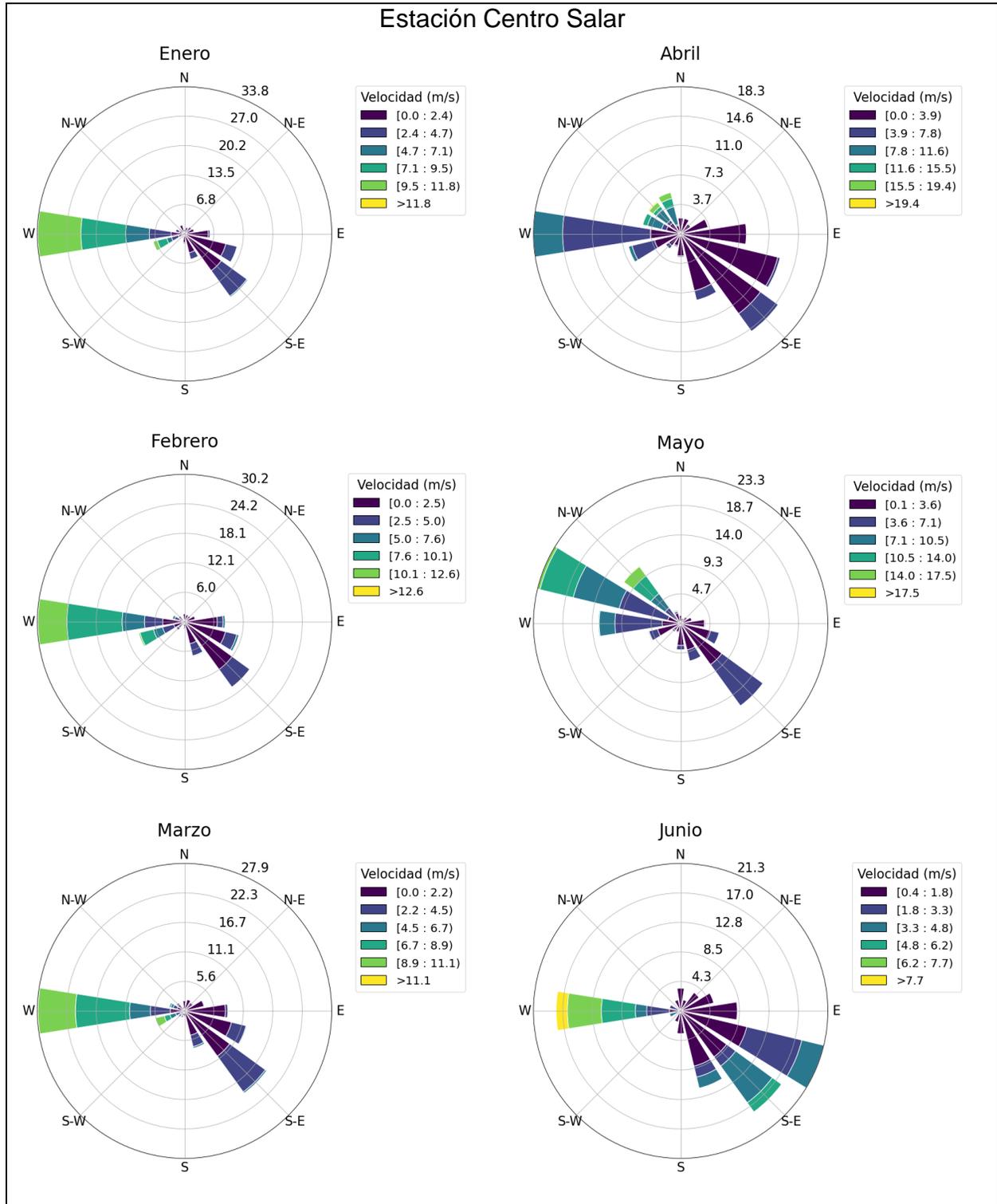


Figura 4-4: Rosa de velocidad direccional expresada en porcentaje de ocurrencia (Centro Salar).

Por otra parte, la Figura 4-5, Figura 4-6 y Figura 4-7 presentan las velocidades medias diarias registradas en las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar respectivamente, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

Además, en el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2024.

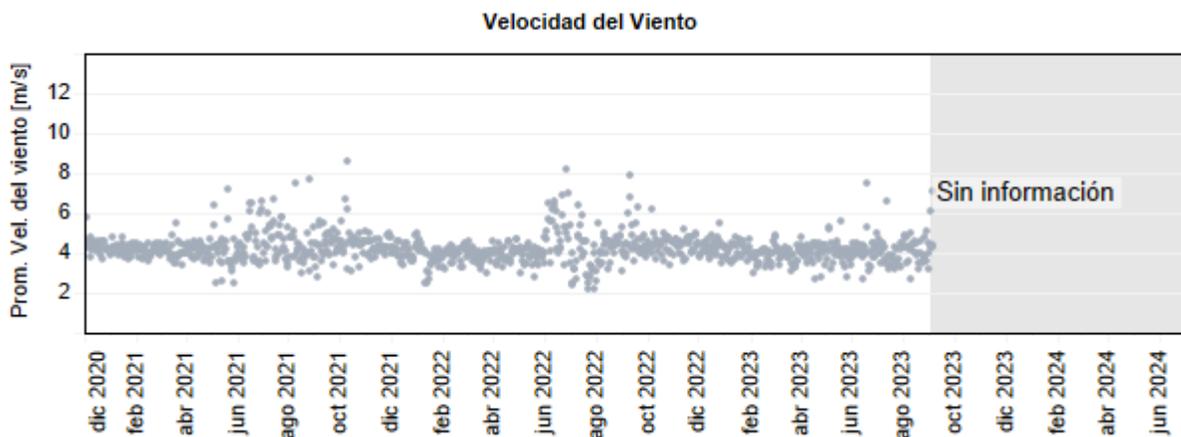


Figura 4-5: Velocidad media diaria en estación La Ola.

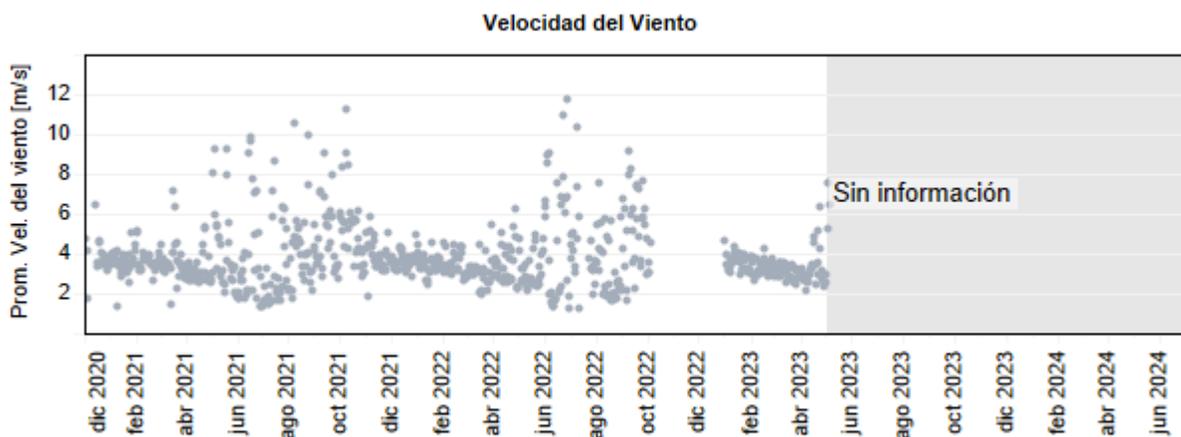


Figura 4-6: Velocidad media diaria en estación Los Arroyos.

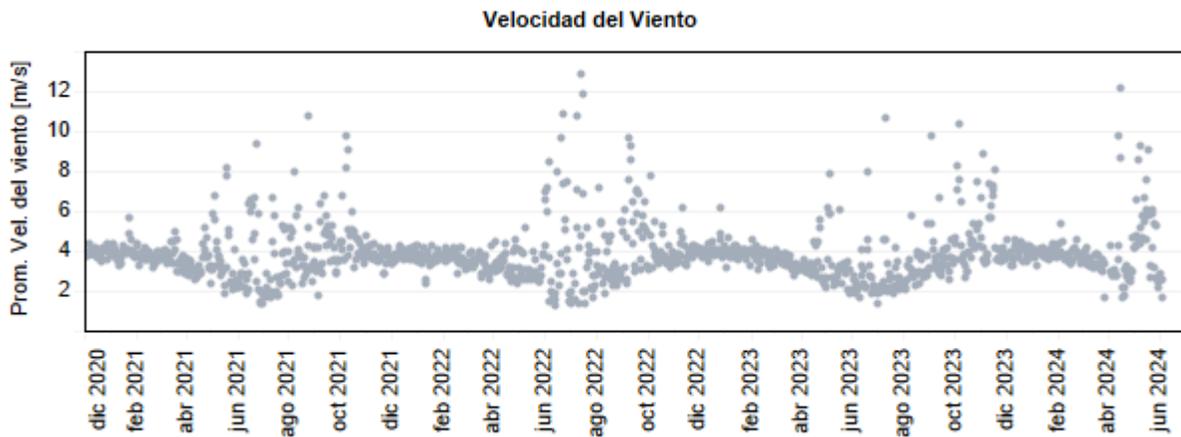


Figura 4-7: Velocidad media diaria en estación Centro Salar.

4.3 Temperatura ambiente

En la Figura 4-8, Figura 4-9 y Figura 4-10 se presentan las temperaturas ambientales medias diarias registradas en las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar respectivamente, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2024.

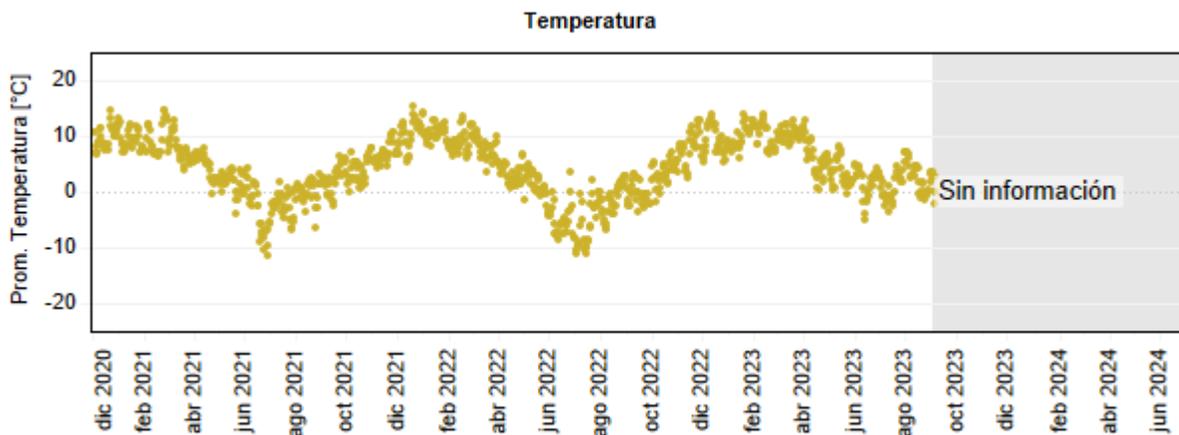


Figura 4-8: Temperatura ambiental media diaria en estación La Ola.

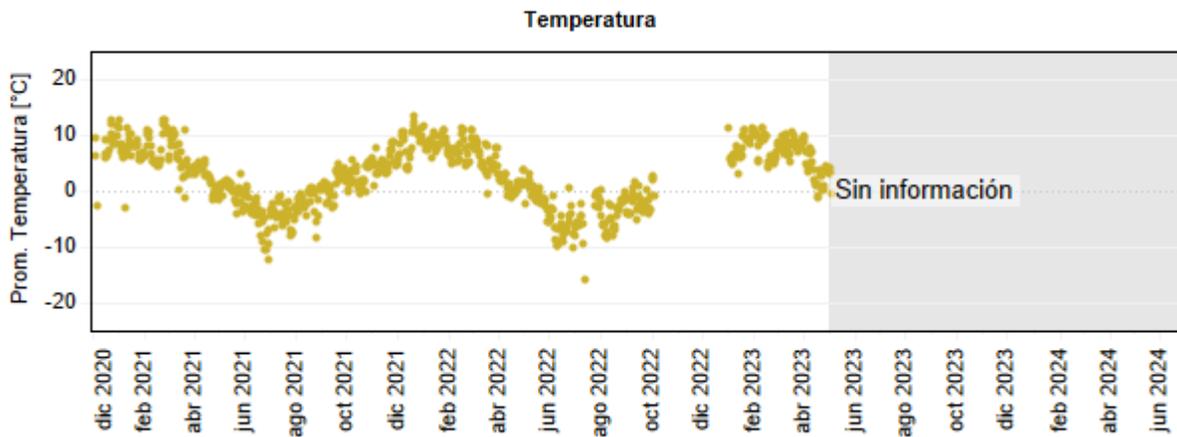


Figura 4-9: Temperatura ambiental media diaria en estación Los Arroyos.

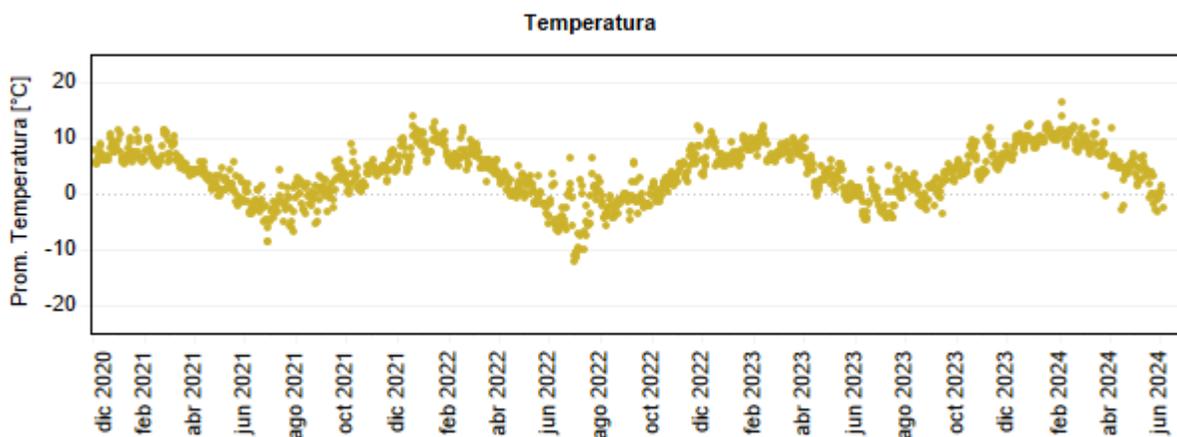


Figura 4-10: Temperatura ambiental media diaria en estación Centro Salar.

4.4 Humedad relativa

En la Figura 4-11, Figura 4-12 y Figura 4-13 se presentan la humedad relativa media diaria registrada en las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar respectivamente, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2024.

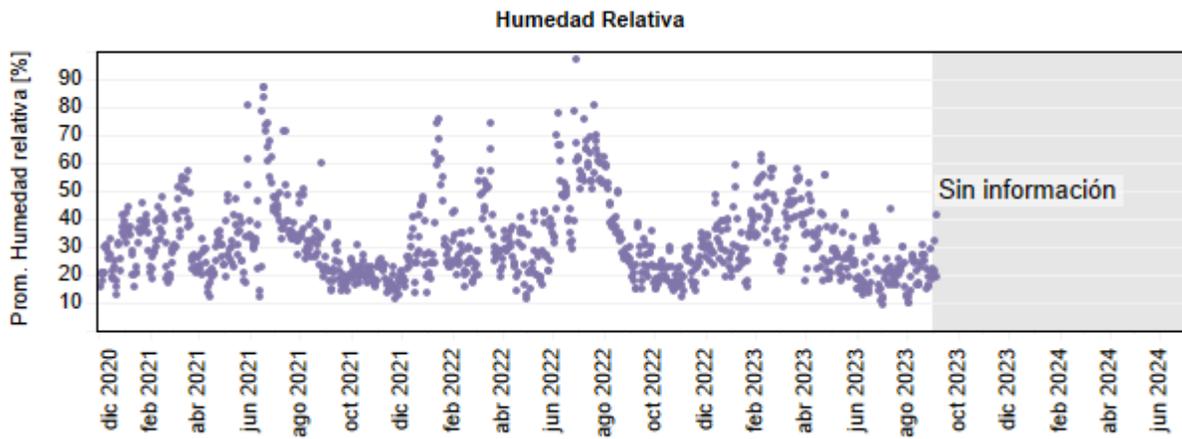


Figura 4-11: Humedad relativa media diaria en estación La Ola.

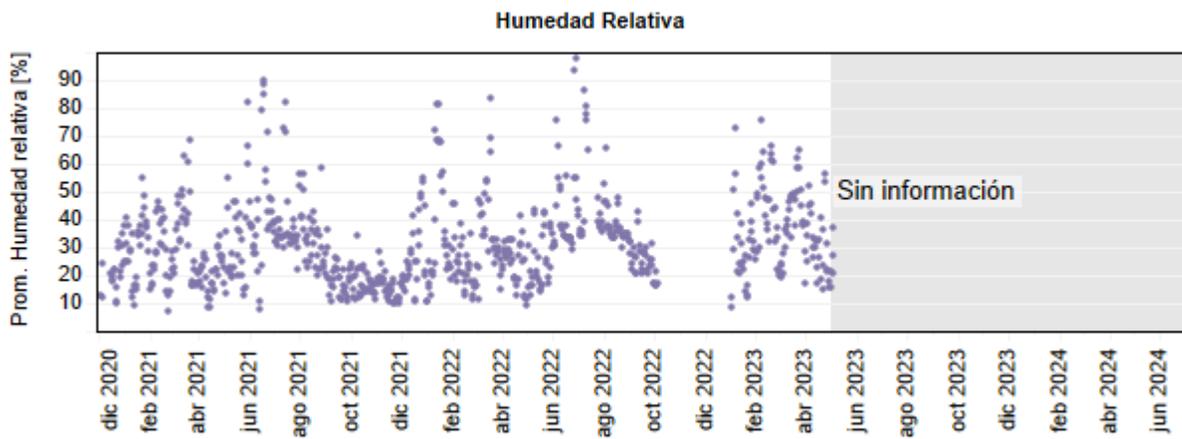


Figura 4-12: Humedad relativa media diaria en estación Los Arroyos.

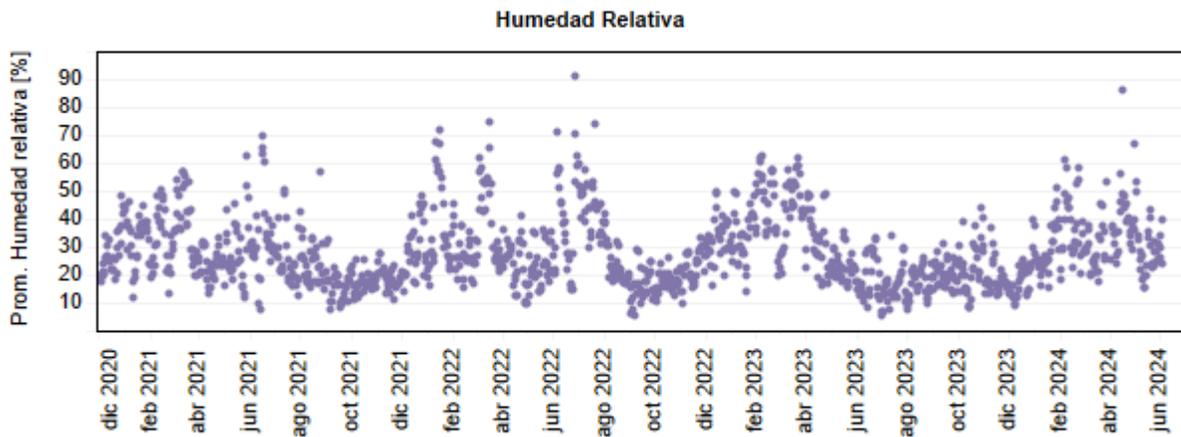


Figura 4-13: Humedad relativa media diaria en estación Centro Salar.

4.5 Presión atmosférica

En la Figura 4-14, Figura 4-15 y Figura 4-16 se presentan la presión atmosférica media diaria registrada en las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar respectivamente, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre 2020 a junio 2024.

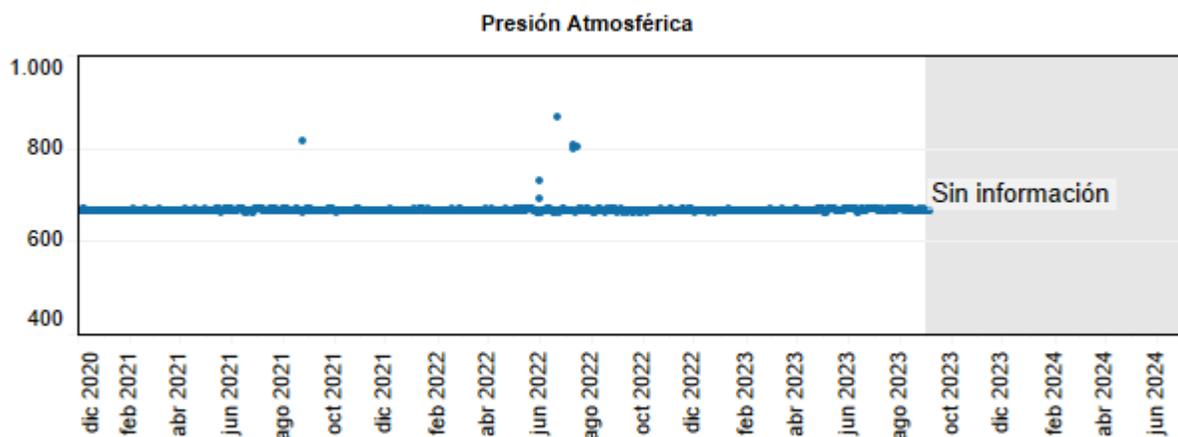


Figura 4-14: Presión atmosférica media diaria en estación La Ola.

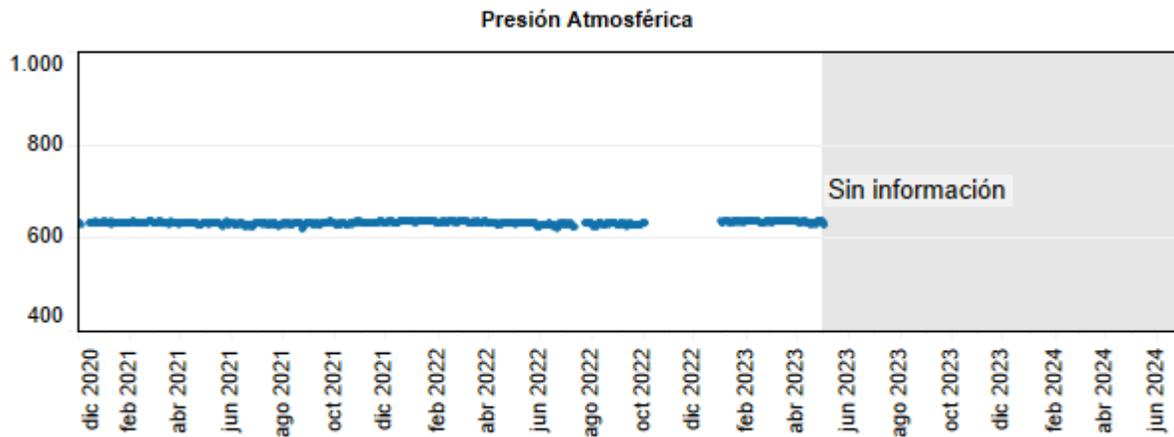


Figura 4-15: Presión atmosférica media diaria en estación Los Arroyos.

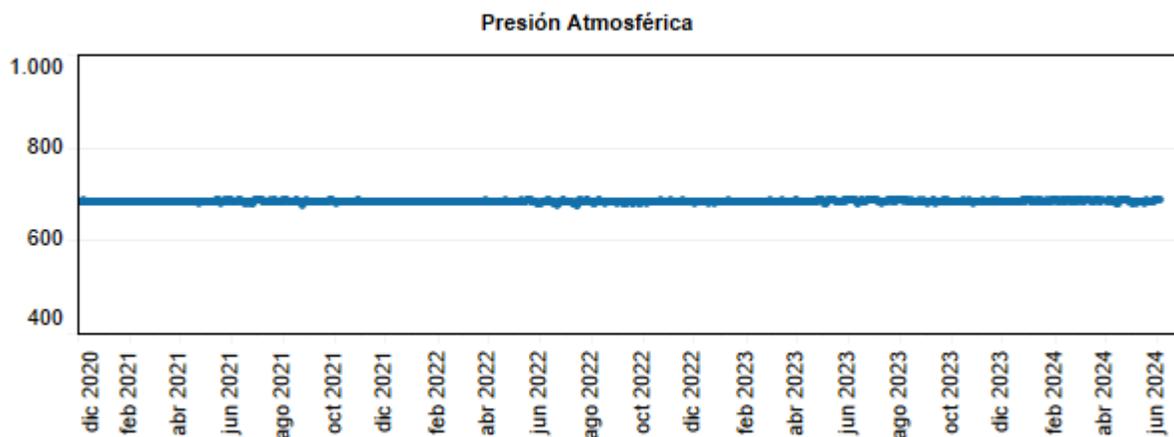


Figura 4-16: Presión atmosférica media diaria en estación Centro Salar.

4.6 Radiación solar

En la Figura 4-17, Figura 4-18 y Figura 4-19 se presentan la radiación solar media diaria registrada en las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar, respectivamente, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2024.

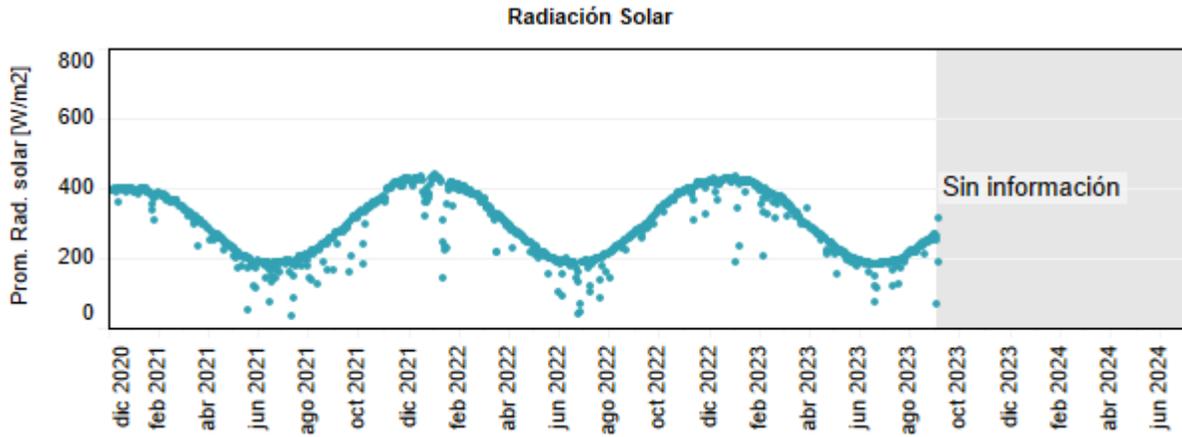


Figura 4-17: Radiación solar media diaria en estación La Ola.

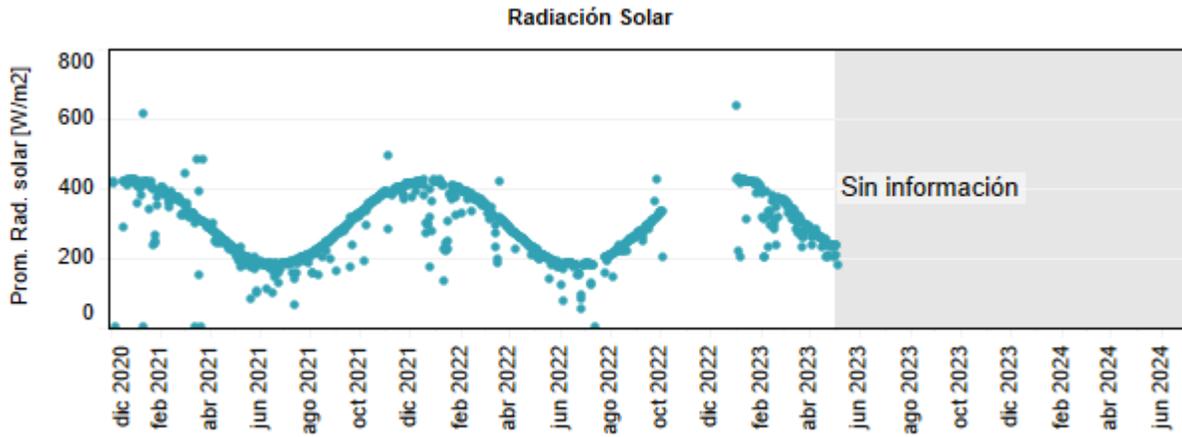


Figura 4-18: Radiación solar media diaria en estación Los Arroyos.

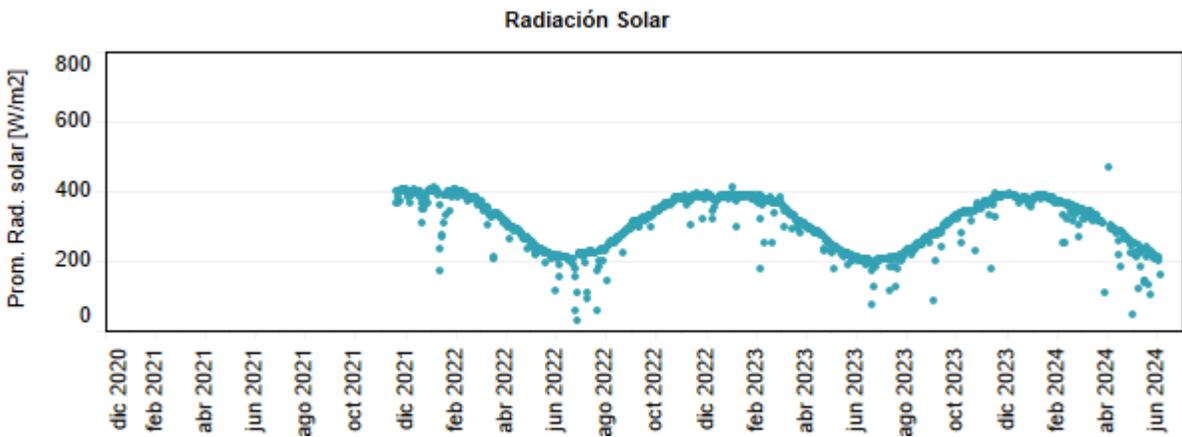


Figura 4-19: Radiación solar media diaria en estación Centro Salar.

4.7 Nivel de agua en estanque y piezómetro

En la Figura 4-20 se presenta el nivel de agua medio diario en el estanque y el nivel de agua en el piezómetro, registrado en la estación Centro Salar, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 hasta junio de 2024.

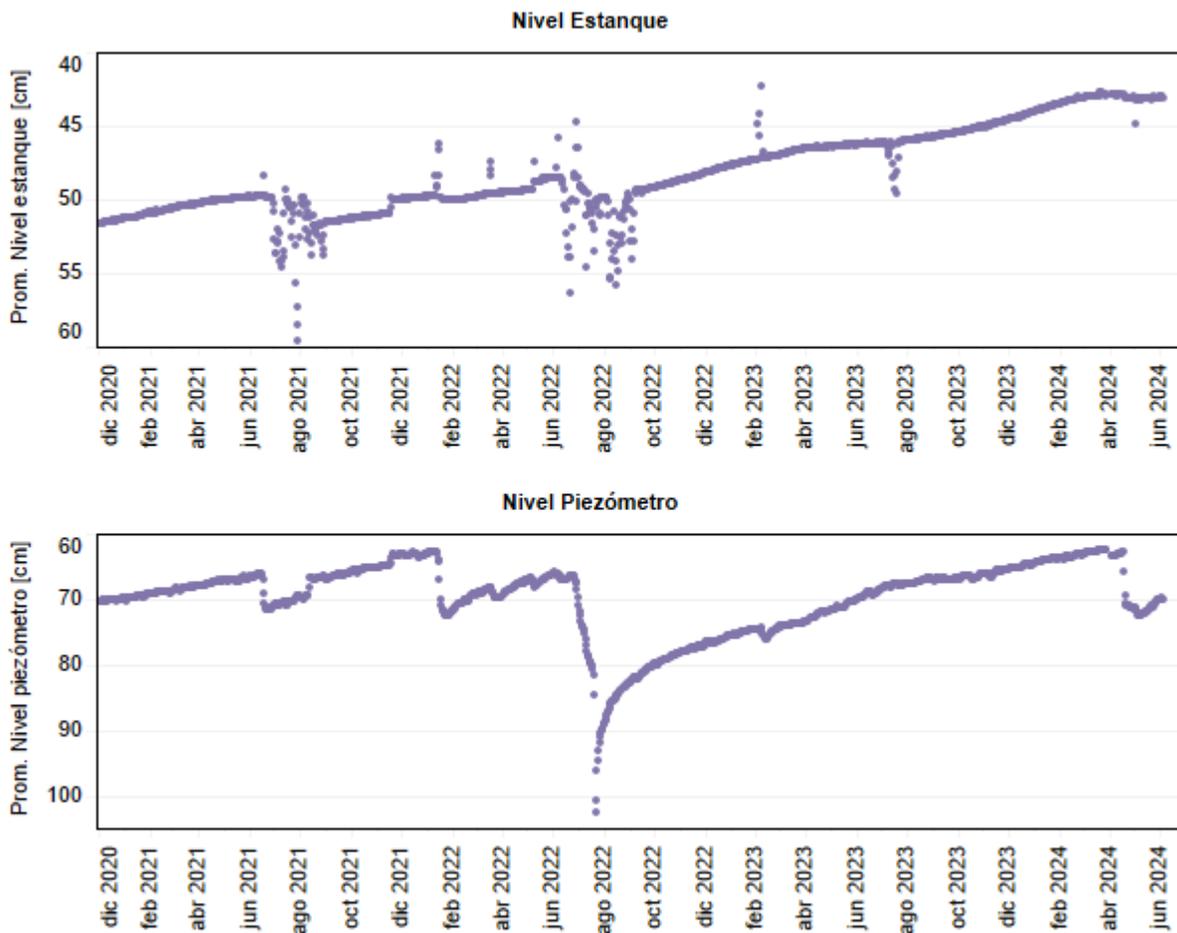


Figura 4-20: Nivel de agua medio diario medido en el estanque y en el piezómetro en la estación Centro Salar.

5 Discusión de resultados

Las variaciones y tendencias exhibidas de las variables meteorológicas en las estaciones ubicadas en el sector Salar de Pedernales, especialmente en el primer semestre de 2024, son discutidas en los siguientes puntos. Cabe señalar que, durante el semestre a reportar, únicamente se cuenta con la totalidad del registro en la estación Centro Salar, dado que la estación Los Arroyos no dispone de información en línea para su descarga desde mayo de 2023 y, por otra parte, la estación La Ola no dispone de información desde septiembre de 2023.

5.1 Precipitación y altura de nieve

Durante el primer trimestre de 2024 (enero a marzo) la estación Centro Salar solo registró precipitaciones en febrero 2024, en un rango de 0,2 a 0,5 mm. En cuanto al segundo trimestre de 2024 (abril a junio), la estación Centro Salar registró eventos de precipitación en abril, en un rango de 0,3 a 109,8 mm, y mayo, con precipitaciones de hasta 76,4 mm.

En esta estación, específicamente, se identifica un ligero cambio en la estacionalidad de la precipitación, considerando que los eventos máximos registrados anteriormente ocurrieron en el segundo semestre de 2022 (julio con 105,9 mm y septiembre con 162,6 mm) y de 2023 (junio con 76,6 mm y octubre con 107,4 mm), en contraposición con la medición de abril de 2024 que alcanza los 109,8 mm.

Con respecto al promedio diario de la altura de nieve, durante el primer semestre de 2024, la estación Centro Salar registró eventos de caída de nieve sólo en abril de 2024.

Adicionalmente, los datos brutos descargados del sensor indicarían mediciones puntuales o *peaks* superiores a 2 metros de altura, que corresponderían a ruido propio del instrumento (por el viento u otros factores al tratarse de un sensor de ultrasonido).

5.2 Dirección y velocidad del viento

Con respecto a la velocidad y dirección del viento registradas en el primer trimestre del 2024, en la estación Centro Salar se observa que los vientos de mayor velocidad y frecuencia se manifiestan en dirección W, alcanzando hasta 12,6 m/s.

En cuanto al segundo trimestre del 2024, en abril los vientos más recurrentes provienen del W y, en segundo lugar, del SE a ESE, alcanzando velocidades de 11,5 m/s y 5,5 m/s respectivamente. En mayo 2024, aumenta la recurrencia y velocidad del viento en la dirección W a WNW, registrando velocidades de hasta 17,5 m/s, y finalmente en junio 2024, si bien los vientos más

recurrentes se registran en la dirección SE a ESE (hasta 4,5 m/s), las máximas velocidades provienen desde el W alcanzando los 7,7 m/s.

5.3 Temperatura ambiental

La temperatura ambiental media diaria en la estación Centro Salar presenta una variación estacional, con una tendencia descendente durante el primer semestre de 2024. Además, la temperatura media diaria máxima y mínima registradas en el semestre a reportar, corresponden a 16,27°C en febrero 2024 y a -3,35°C en mayo 2024, respectivamente, lo cual es consistente con los registros previos.

Cabe destacar que los máximos registros de temperatura diaria en mediciones previas se sitúan en la temporada de verano de 2021 (24,8°C), 2022 (22,2°C) y 2023 (24,3°C) correspondientes al primer o cuarto trimestre de los años mencionados. Además, a partir de agosto 2023, se observa un leve aumento de la temperatura diaria en comparación con las mediciones anteriores, alcanzando un nuevo máximo de 26,02°C en febrero de 2024.

5.4 Humedad relativa

La humedad relativa presenta una mayor variación diaria frente a las otras variables meteorológicas y, en general, durante el primer semestre 2024, la humedad relativa media diaria en la estación Centro Salar varía entre 14,18% y 85,75%.

5.5 Presión atmosférica

La presión atmosférica, en general, no presenta variaciones dentro del semestre a reportar, manteniéndose el promedio diario en torno a los 684 mbar en la estación Centro Salar.

5.6 Radiación solar

Durante el primer semestre 2024, la radiación solar registrada en la estación Centro Salar muestra una clara tendencia descendente, debido principalmente a la variación estacional de esta variable. Además, alcanza un valor diario mínimo de 43 W/m² en mayo 2024 y un valor máximo de 468,9 W/m² en abril 2024.

5.7 Nivel de agua en el estanque y en el piezómetro

En la estación Centro Salar, se observa una dispersión de los registros en los meses de junio, julio y agosto de 2021, posiblemente debido a condiciones climáticas como nieve o congelación. Dichos niveles se estabilizaron durante el mes de septiembre, presentándose, tanto en el nivel de agua del estanque, como en el piezómetro, una tendencia ascendente hasta diciembre de 2021.

En el período de enero a junio 2022, el nivel de agua en el estanque mantiene la tendencia ascendente alcanzando un valor de 48,5 cm, con registros puntuales durante los períodos de lluvia que se alejan de la tendencia. Mientras que, en el caso del nivel de agua medido en el piezómetro se observan disminuciones puntuales seguidas de una recuperación del nivel durante los meses de enero (9,9 cm), marzo (1,5 cm), mayo (1,4 cm) y junio (1,2 cm) de 2022.

Entre junio y septiembre 2022, y en julio 2023 se observa nuevamente dispersión en los registros del nivel del estanque, posiblemente debido a las condiciones climáticas como presencia de nieve o congelación. Por otra parte, el nivel registrado en el piezómetro indica una disminución desde 66,5 cm a 102,5 cm entre junio y julio 2022 y un posterior aumento constante. Por lo tanto, se recomienda la revisión de estos sensores.

A continuación, entre agosto y diciembre del 2023, el nivel de agua en el estanque presenta una clara tendencia ascendente con valores que fluctúan entre 46,07 cm y 44,35 cm, con registros puntuales que se alejan de la tendencia durante julio de 2023 (alcanzando valores de 49,55 cm). Por otro lado, el nivel de agua medido en el piezómetro, en general, presenta una tendencia ascendente con valores que fluctúan entre 68,34 cm y 65,02 cm.

Finalmente, en el primer semestre de 2024, el nivel de agua en el estanque continúa ascendiendo hasta los 43,06 cm, con una medición puntual en mayo 2024 que se desvía del comportamiento general de los datos (registrando 44,9 cm). Por otra parte, el nivel del agua medido en el piezómetro mantiene la tendencia al ascenso hasta marzo 2024 (62,35 cm), desciende levemente hasta abril 2024 (62,99 cm), y posteriormente disminuye de forma repentina alcanzando los 69,93 cm en la última medición.

La tendencia ascendente del nivel de agua del estanque durante los meses de verano indica que el sistema no está funcionando correctamente, puesto que deberían descender producto de la evaporación. Por otro lado, dado que el piezómetro presenta en general una tendencia al aumento en períodos de no lluvia, quiere decir que el tanque de carga o bien el tanque de ensayo presentan una filtración, provocando que se conecte el agua del acuífero con el sistema cerrado del lisímetro en cuyo caso, el lisímetro no cumpliría la función de medir la evaporación.

5.8 Evaporación

Debido a las anomalías e inconsistencias medidas en el estanque y piezómetro indicadas anteriormente, en la actualidad se está realizando la comparación de resultados y revisando el cálculo de la evaporación, que serán verificados con las mediciones del siguiente reporte.

Presumiblemente, y dado el rápido comportamiento de los niveles registrados en el estanque al momento de las precipitaciones en enero y marzo 2023, se podría indicar una falla en el sistema que provocaría la entrada de agua directamente en el sensor, lo cual se evidenciaría también con la rápida recuperación del nivel una vez cesa la precipitación.

Para el análisis de la información se requiere mayor detalle acerca del funcionamiento del sensor, por ejemplo, si este corrige automáticamente la presión barométrica del entorno, ya que los datos son reportados como centímetros y no como columna de agua. Además del diseño del estanque y sus características técnicas.

6 Conclusiones

El presente Informe Semestral de Meteorología corresponde a la exposición de la estadística descargada de las 3 estaciones meteorológicas ubicadas en el sector del Salar de Pedernales y al análisis efectuado a las variables medidas en dichas estaciones. Las actividades de monitoreo de variables climáticas se iniciaron en diciembre de 2020, y en el presente informe se complementan los registros con los datos descargados hasta junio de 2024.

Cabe señalar que la estación Los Arroyos no presenta información meteorológica desde mayo de 2023 hasta la actualidad. Lo mismo ocurre con la estación meteorológica La Ola, cuyo periodo sin información es desde septiembre 2023 hasta junio 2024.

Por lo anterior, el análisis de las mediciones se realiza solamente en la estación Centro Salar, cuyas variables estudiadas corresponden a: precipitación, altura de nieve, dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar, nivel de agua en el estanque y en el piezómetro. Cabe mencionar que los datos son registrados con una frecuencia de 1 hora y la descarga se realiza de forma trimestral *in situ*.

En la estación Centro Salar, se identifica un ligero cambio en la estacionalidad de la precipitación, considerando que los eventos máximos registrados anteriormente ocurrieron en el segundo semestre de 2022 (julio con 105,9 mm y septiembre con 162,6 mm) y de 2023 (junio con 76,6 mm y octubre con 107,4 mm), en contraposición con la medición de abril de 2024 que alcanza los 109,8 mm. Adicionalmente, en el primer trimestre de 2024, la precipitación diaria registrada no supera los 0,5 mm, mientras que en los meses de abril 2024 y mayo 2024, alcanza los 109,8 mm y 76,4 mm respectivamente.

Por otro lado, según el registro de la altura de nieve en la estación Centro Salar, se logra evidenciar eventos de caída de nieve sólo en abril de 2024.

Con respecto a la dirección y velocidad del viento en la estación operativa (Centro Salar), durante el primer trimestre de 2024 se observa que los vientos de mayor velocidad y frecuencia provienen del oeste, alcanzando los 12,6 m/s. En cuanto al segundo trimestre de 2024, en abril y mayo los vientos más frecuentes mantienen la misma dirección (oeste), alcanzando velocidades de 11,5 m/s y 17,5 m/s respectivamente, sin embargo, estos cambian en mayo, cuya dirección más recurrente es de SE a ESE.

En cuanto a la temperatura ambiental medida en la estación Centro Salar, esta presenta una variación estacional cuyos máximos registros se sitúan en la temporada de verano, correspondientes al primer o cuarto trimestre del 2021, 2022, 2023 y 2024 (primer trimestre).

Por su parte, la humedad relativa presenta una mayor variación diaria frente a los otros parámetros meteorológicos. Durante el primer semestre de 2024, los valores de la estación Centro Salar varían entre el 14,18% y 85,75%.

Por otro lado, la presión barométrica no ha variado en el periodo reportado, manteniéndose el promedio diario en torno a los 684 mbar en la estación Centro Salar.

En relación con la radiación solar en la estación Centro Salar, a modo general, esta muestra variaciones estacionales alcanzando los mayores valores al inicio del primer semestre de 2024 y, por consiguiente, los mínimos al final de dicho semestre. No obstante, registra un máximo que se desvía del comportamiento general de los datos en abril 2024 ($468,9 \text{ W/m}^2$) y un mínimo por debajo de la tendencia en mayo 2024 (43 W/m^2).

Finalmente, respecto a los registros de los sensores de nivel en el piezómetro y en el estanque que componen el lisímetro ubicado en la estación Centro Salar, se recomienda una inspección técnica de su correcto funcionamiento, verificando a través del llenado del estanque la correcta lectura y la medición contrastada con pozómetro en el piezómetro asociado.

7 Referencias

- Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 19/2020. Proyecto Rajo Inca.
- Apéndice 1 del Anexo 1-2 Adenda Excepcional EIA Proyecto Rajo Inca. Plan de Seguimiento y Plan de Alerta Temprana Pedernales.
- Amphos 21. 2018. Informe Modelo conceptual hidrogeológico de la cuenca Salar de Pedernales. Estudio Impacto Ambiental (EIA) Proyecto Rajo Inca.

Anexos

Anexo A. Compromisos Ambientales

Anexo B. Certificaciones ETFA

Anexo C. Variables Climáticas