

CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE

VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS

CS-064 SERVICIO DE MONITOREO HÍDRICO Y
METEOROLÓGICO, PERIODO 2021-2022
PROYECTO RAJO INCA

4600019896-06310-INFSU-000039

ESTACIONES METEOROLÓGICAS

INFORME SEMESTRAL
SALAR DE PEDERNALES
JUNIO 2022



ESTADO DE REVISIÓN DE DOCUMENTO

Nº de Estado de Revisión

- 1 Sin observaciones
2 Con observaciones
3 El documento requiere mayor desarrollo
4 No revisado por Codelco

Las observaciones indicadas son un aporte a la globalidad, en ningún caso se libera con éstas, la responsabilidad de la calidad del diseño encomendado.

REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REVISADO POR	APROBADO POR	APROBADO POR
1	29-09-22	REVISION CODELCO	PE	MBR	CBG	ROL
				AGG CHILES.A.		CODELCO

		Pág. 1 de 35
	4600019896-06310-INFSU-000039	Rev.1

Monitoreo hídrico y meteorológico 2021-2022

Estaciones meteorológicas
Salar de Pedernales

Primer Semestre 2022



Septiembre 2022

1001_AGQ_Meteo_Junio2022_SPED_rev.1

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 Velocidad y dirección de viento.....	13
4.3 Temperatura ambiente.....	18
4.4 Humedad relativa.....	20
4.5 Presión atmosférica	22
4.6 Radiación solar	24
4.7 Nivel de agua en estanque y piezómetro	25
5 Discusión de resultados	27
5.1 Precipitación y altura de nieve	27
5.2 Velocidad y dirección del viento	27
5.3 Temperatura ambiental	28
5.4 Humedad relativa.....	28
5.5 Presión atmosférica	29
5.6 Radiación solar	29

5.7	Nivel de agua en el estanque y en el piezómetro	29
5.8	Evaporación.....	30
6	Conclusiones.....	31
7	Referencias	33
Anexo A.	Compromisos Ambientales.....	35
Anexo B.	Certificaciones ETFA	35
Anexo C.	Variables Climáticas	35

Índice de Tablas

Tabla 2-1: Coordenadas de las estaciones meteorológicas en el sector Salar 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 (La Ola).	15
Figura 4-5: Rosa de velocidad direccional expresada en porcentaje de ocurrencia (Los Arroyos).....	15
Figura 4-6: Rosa de velocidad direccional expresada en porcentaje de ocurrencia (Centro Salar).....	15
Figura 4-7: Velocidad media diaria en estación La Ola.	16
Figura 4-8: Velocidad media diaria en estación Los Arroyos.....	16
Figura 4-9: Velocidad media diaria en estación Centro Salar.	17
Figura 4-10: Temperatura ambiental media diaria en estación La Ola.	18
Figura 4-11: Temperatura ambiental media diaria en estación Los Arroyos.	19
Figura 4-12: Temperatura ambiental media diaria en estación Centro Salar.	19
Figura 4-13: Humedad relativa media diaria en estación La Ola.	20
Figura 4-14: Humedad relativa media diaria en estación Los Arroyos.	20
Figura 4-15: Humedad relativa media diaria en estación Centro Salar.	21
Figura 4-16: Presión atmosférica media diaria en estación La Ola.	22
Figura 4-17: Presión atmosférica media diaria en estación Los Arroyos.....	22
Figura 4-18: Presión atmosférica media diaria en estación Centro Salar.....	23
Figura 4-19: Radiación solar media diaria en estación La Ola.	24
Figura 4-20: Radiación solar media diaria en estación Los Arroyos.....	24
Figura 4-21: Radiación solar media diaria en estación Centro Salar.....	25
Figura 4-22: Nivel de agua medio diario medido en el estanque y en el piezómetro en la estación Centro Salar.....	26

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 del 2022, que conforman el primer semestre del 2022. Cabe destacar que en la estación Centro Salar no fue posible la descarga de datos durante el segundo trimestre de 2022 debido a las condiciones climáticas y, por tanto, solamente se dispone de la información registrada en dicha estación hasta inicios de abril 2022.

Las variables analizadas corresponden a la precipitación, altura de nieve, presión barométrica, velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y radiación solar en las estaciones La Ola y Los Arroyos, mientras que en la estación Centro Salar a las anteriores variables se añade el nivel de agua en el estanque (asociado al lisímetro) y en el piezómetro.

En general, se observa que los comportamientos de las variables meteorológicas en las tres estaciones son similares en el transcurso del tiempo. Esto ocurre principalmente en las variables de temperatura, humedad relativa, presión y radiación solar.

En el periodo evaluado, la estación La Ola registró precipitaciones durante los meses de enero (0,8 a 11,8 mm), marzo (2,2 mm) y junio (0,6 a 1,6 mm), la estación Los Arroyos de igual manera registró precipitaciones durante los meses enero (0,4 a 10,6 mm), marzo (2,2 a 8,8 mm) y junio (1,2 a 1,4 mm), y la estación Centro Salar durante los meses de enero (0,6 a 8,7 mm), febrero (0,1 mm) y marzo (0,2 a 2,1 mm).

En la estación La Ola predominan los vientos de direcciones NW a WNW y SE a SSE, mientras que en la estación Los Arroyos predominan direcciones NNW a WNW y NE a ENE, y en la estación Centro Salar direcciones W y SE. Además, los vientos de mayor velocidad se manifiestan en la primera dirección mencionada anteriormente de cada estación (por sobre los 7 m/s).

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 El 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, que permiten 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 2022. 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 mencionar que AGQ se trata de una “Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental” (ETFA) 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 altura 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 Salar de Pedernales.

Nombre de estación	Este WGS84 (m)	Norte WGS84 (m)	Altura (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

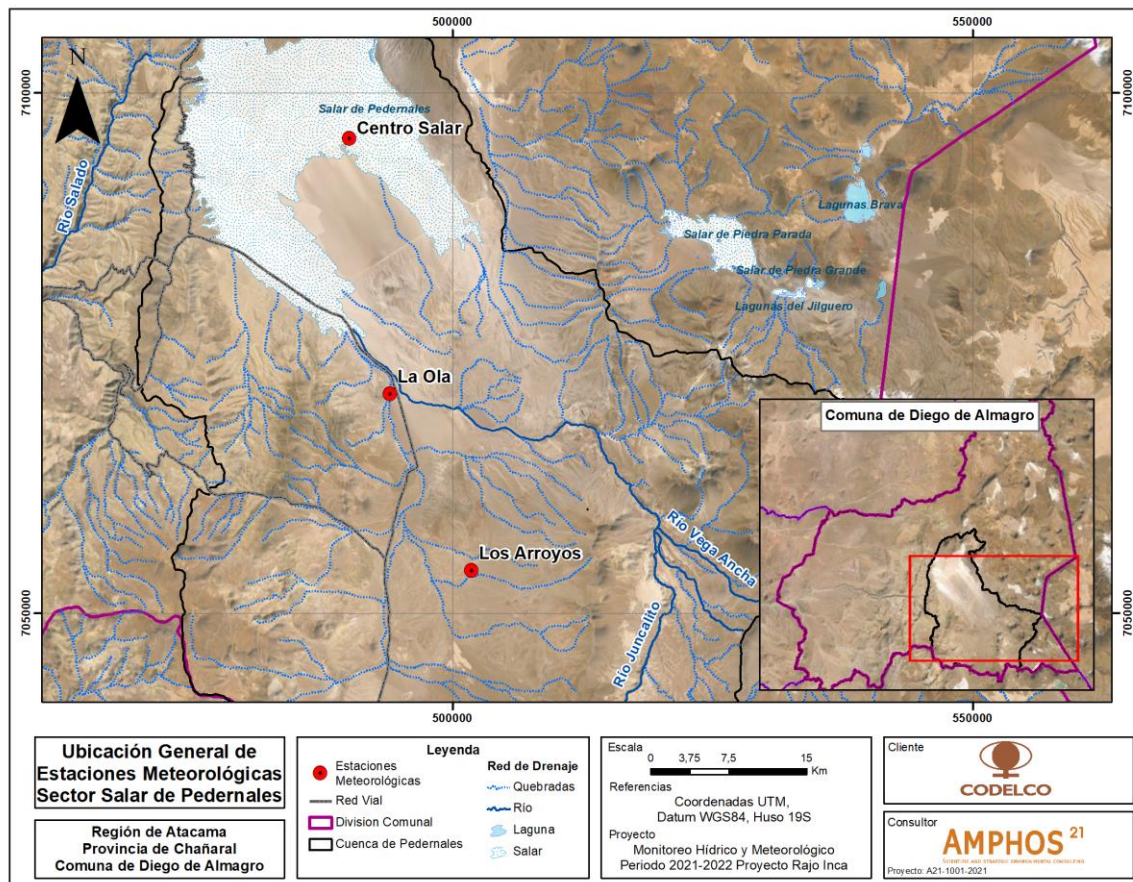


Figura 2-1. Plano general de ubicación de las estaciones meteorológicas en el sector Salar de Pedernales.

3 Metodología

3.1 Descarga de datos

Los datos son descargados trimestralmente, realizándose dos descargas durante el semestre (primer y segundo trimestre de 2022). 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.

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 2022. Cabe destacar que la altura de nieve en la estación Centro Salar presenta registro desde el 18 de noviembre de 2021, cuando se realizó la instalación del sensor de dicho parámetro. Además, en dicha estación no fue posible la descarga de datos durante el segundo trimestre de 2022 por la presencia de nieve que impidió el acceso al sector, por lo tanto, solamente se presentan datos hasta inicios de abril 2022.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2022.

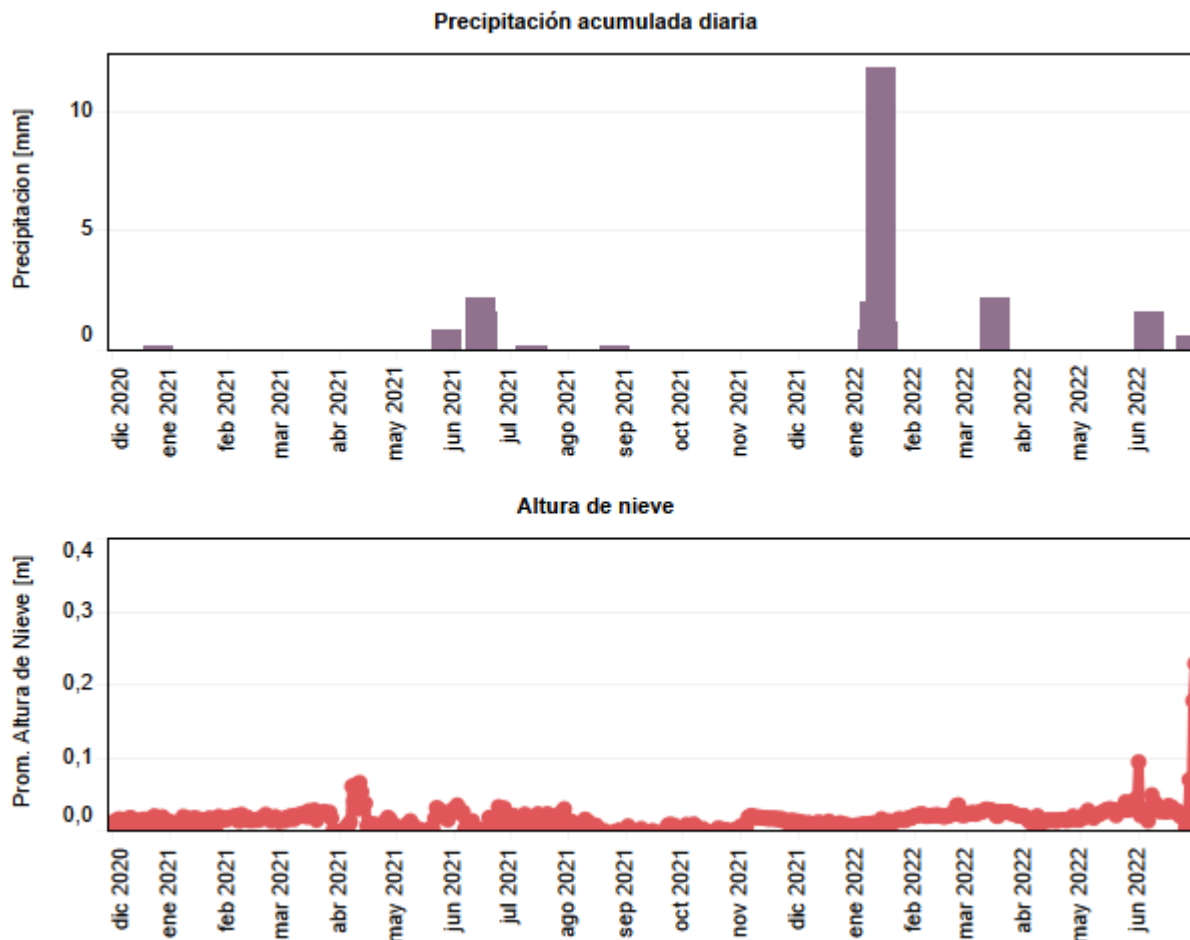


Figura 4-1: Precipitación y altura de nieve diaria en estación La Ola.

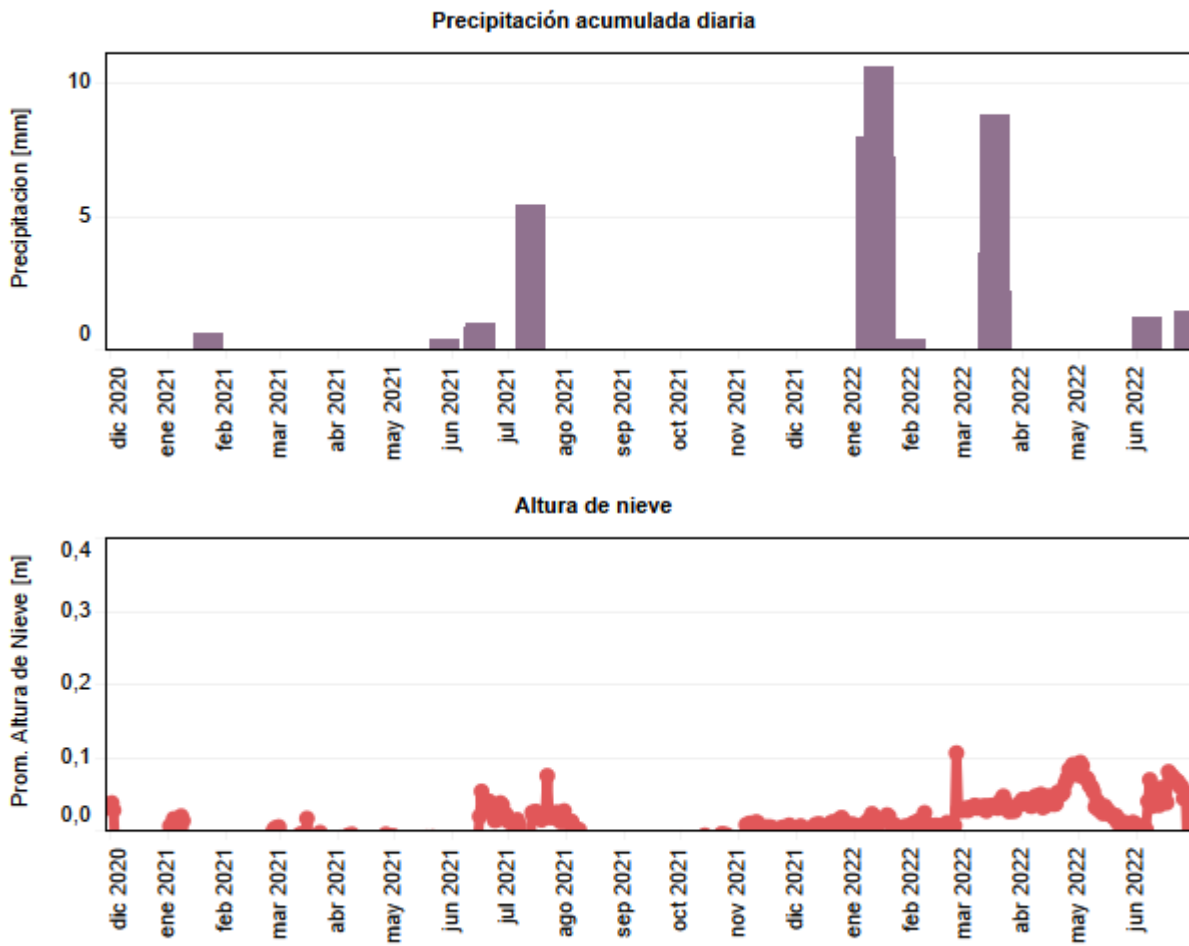


Figura 4-2: Precipitación y altura de nieve diaria en estación Los Arroyos.

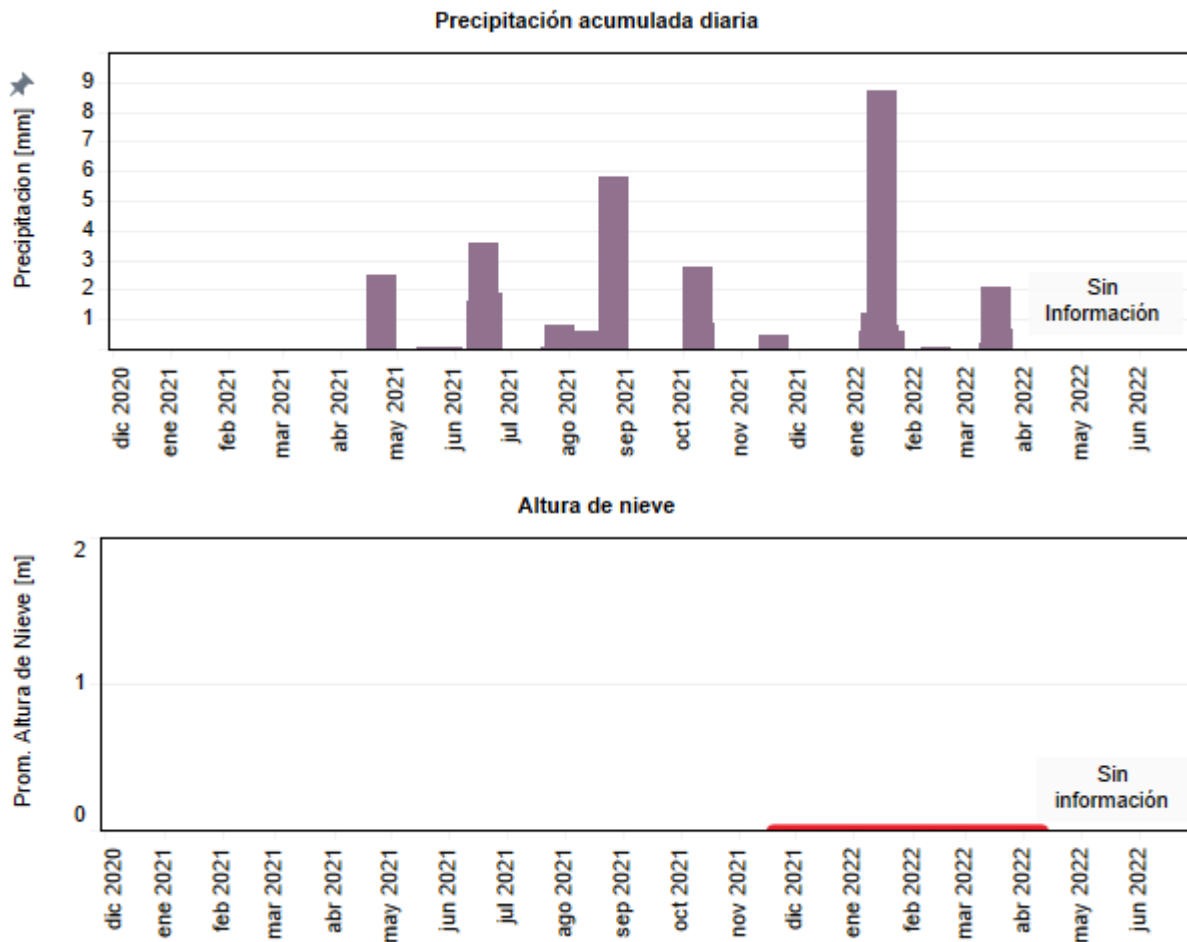
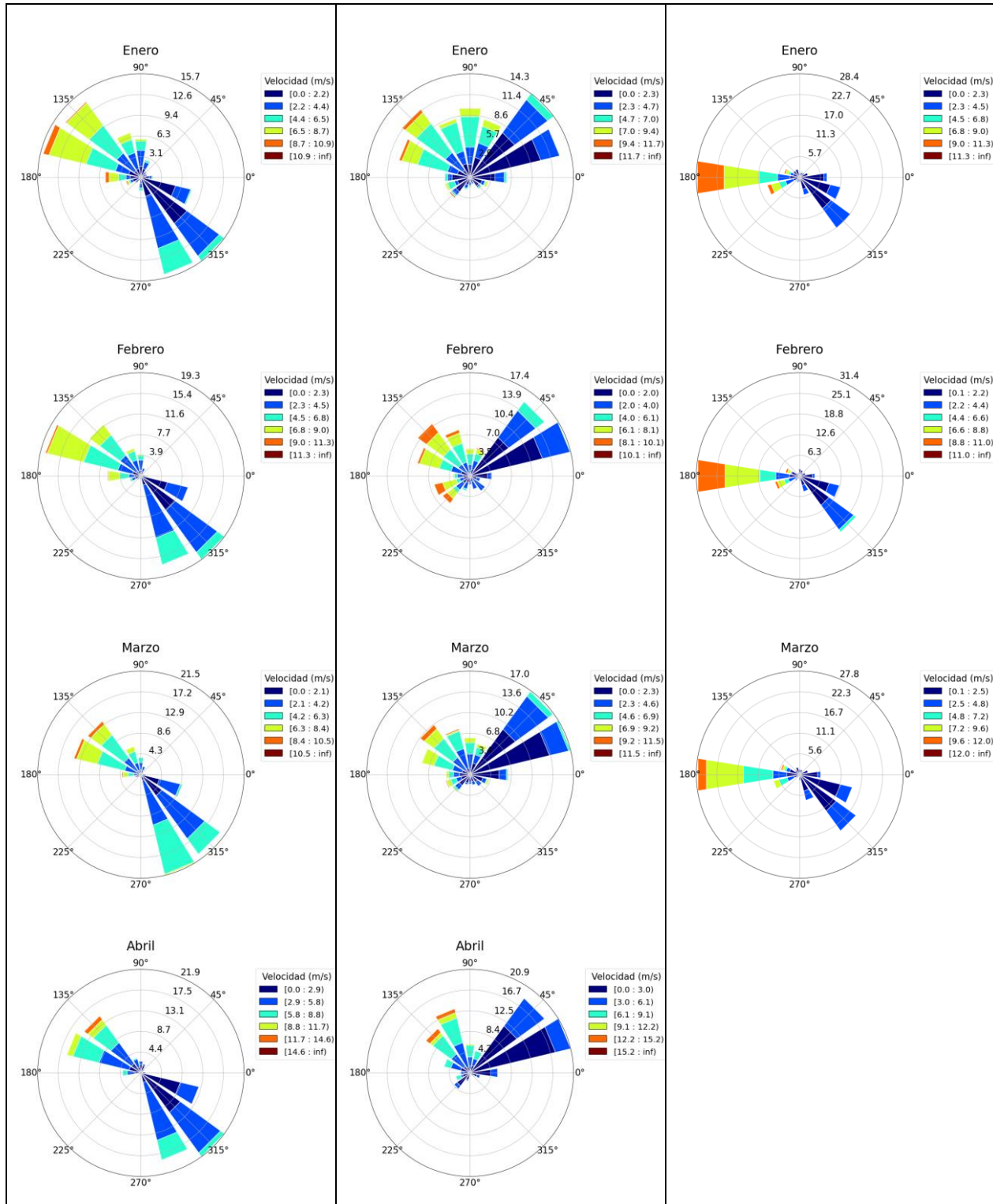
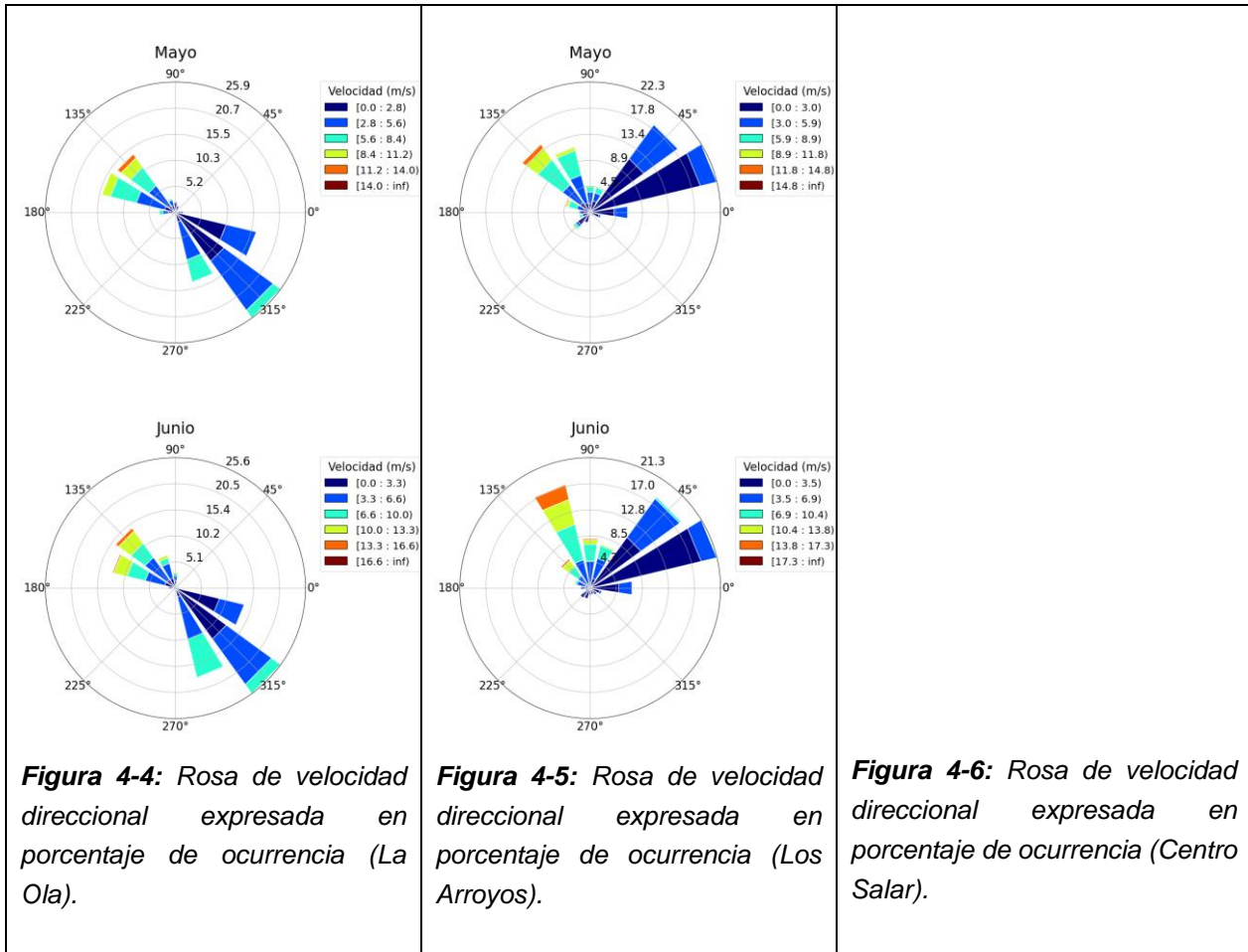


Figura 4-3: Precipitación y altura de nieve diaria en estación Centro Salar.

4.2 Velocidad y dirección de viento

En la Figura 4-4, Figura 4-5 y Figura 4-6 se representan las direcciones y velocidades del viento, para las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar respectivamente, en los meses que conforman el semestre reportado. Las clases en que se agrupan los vientos (dirección y velocidad) presentadas en las figuras 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 en la estación Centro Salar no fue posible la descarga de datos durante el segundo trimestre 2022 debido a las condiciones climáticas y que, por ende, solo se presentan las rosas de velocidad para enero, febrero y marzo 2022.





Por otra parte, la Figura 4-7, Figura 4-8 y Figura 4-9 presentan las velocidades medias diarias registradas en las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar respectivamente, desde diciembre de 2020 hasta junio de 2022.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2022.

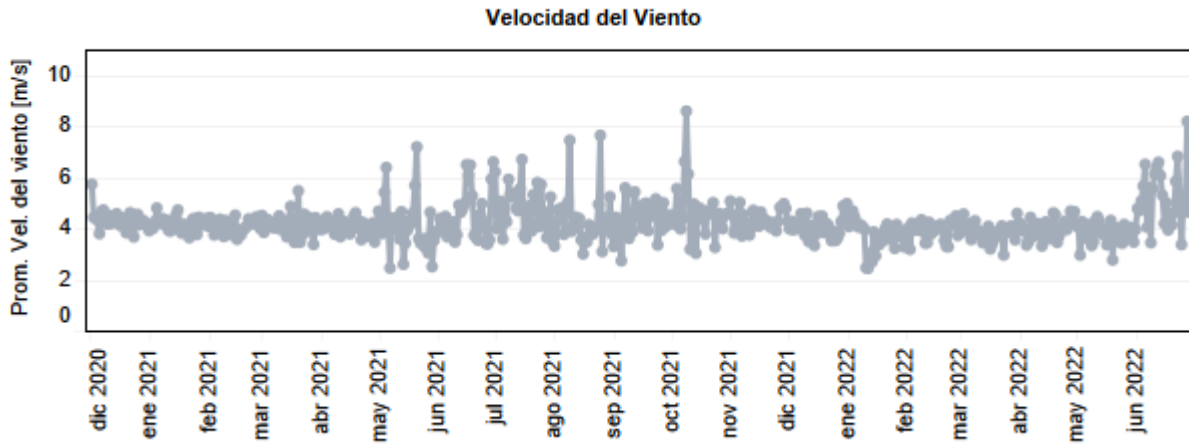


Figura 4-7: Velocidad media diaria en estación La Ola.

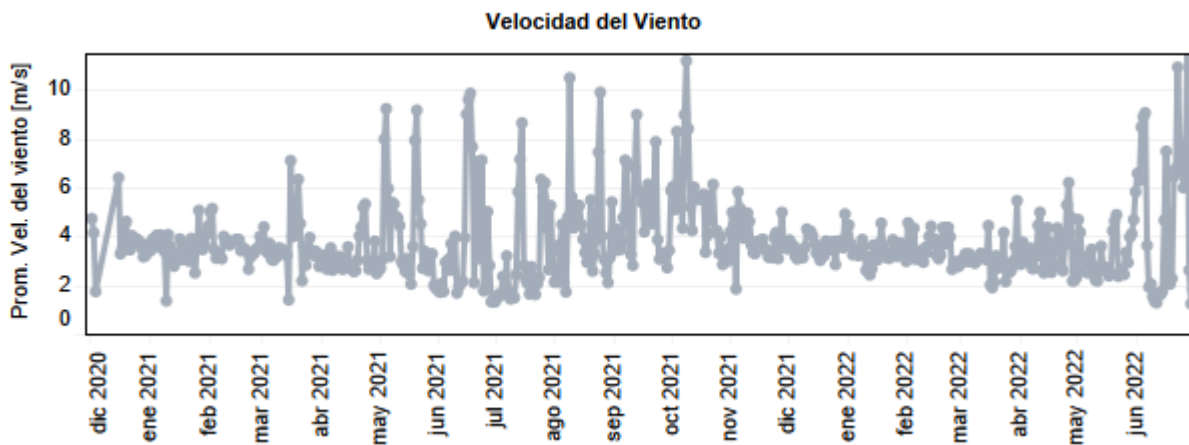


Figura 4-8: Velocidad media diaria en estación Los Arroyos.

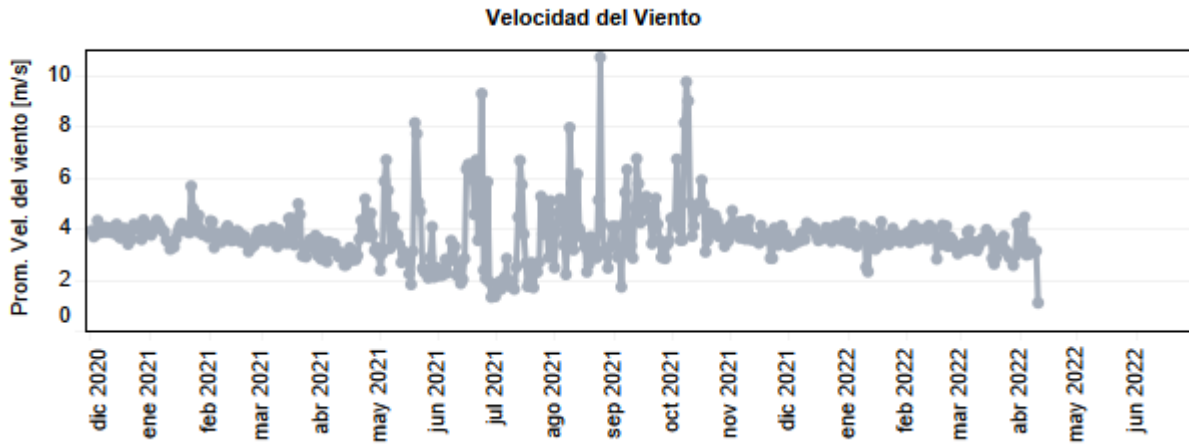


Figura 4-9: Velocidad media diaria en estación Centro Salar.

4.3 Temperatura ambiente

En la Figura 4-10, Figura 4-11 y Figura 4-12 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 2022. En la estación Centro Salar no se pudo acceder a la descarga de datos debido a las condiciones climáticas durante el segundo trimestre 2022, por tanto, se presenta la información registrada hasta inicios de abril 2022.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2022.

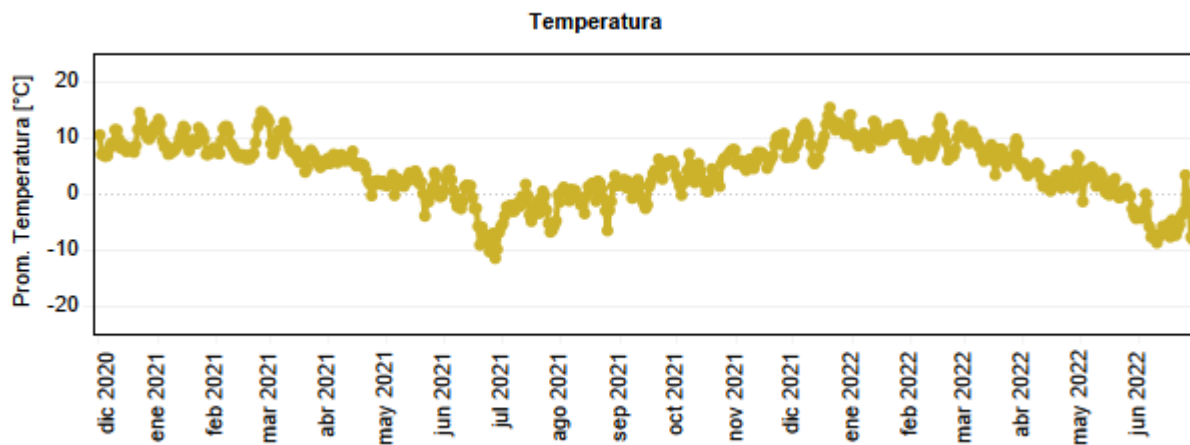


Figura 4-10: Temperatura ambiental media diaria en estación La Ola.

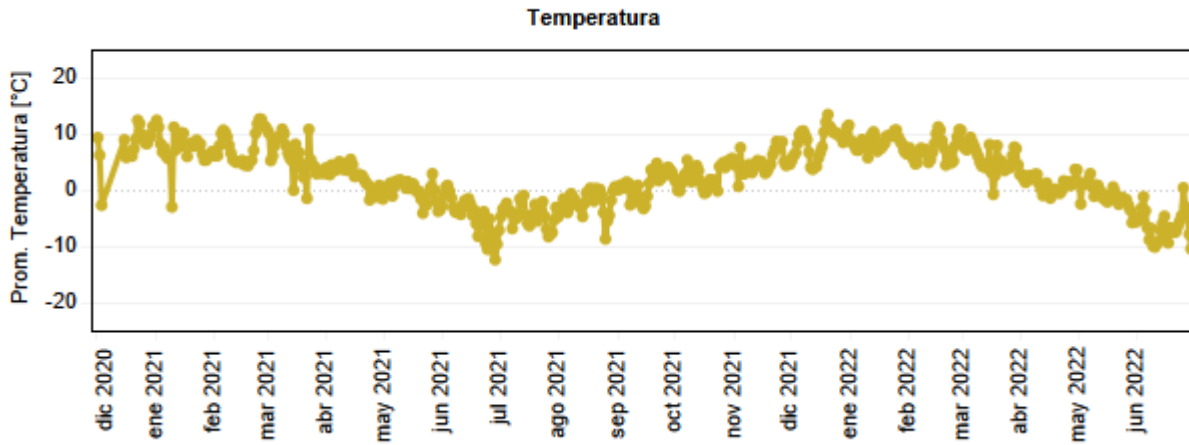


Figura 4-11: Temperatura ambiental media diaria en estación Los Arroyos.

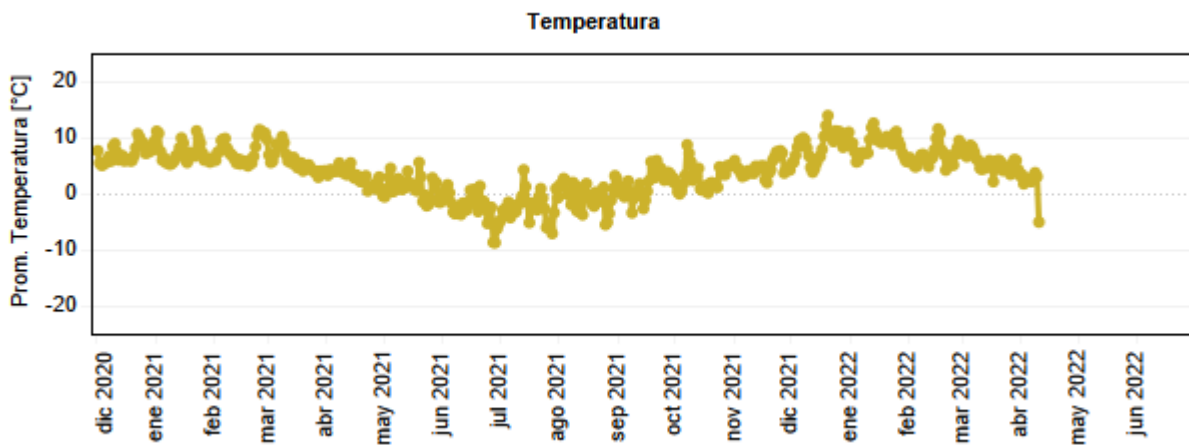


Figura 4-12: Temperatura ambiental media diaria en estación Centro Salar.

4.4 Humedad relativa

En la Figura 4-13, Figura 4-14 y Figura 4-15 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 2022. En la estación Centro Salar no se pudo acceder a la descarga de datos debido a las condiciones climáticas durante el segundo trimestre 2022, por tanto, se presentan los datos registrados hasta inicios de abril 2022.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2022.

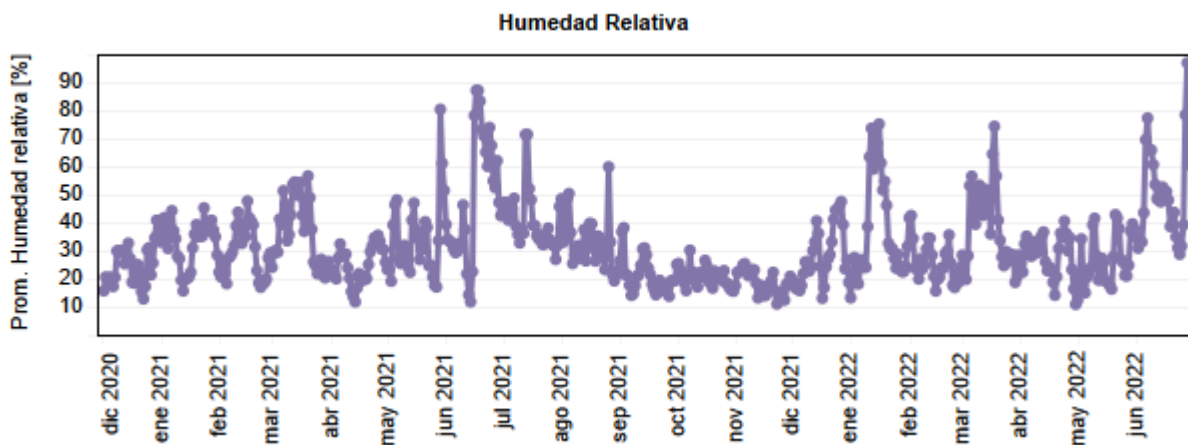


Figura 4-13: Humedad relativa media diaria en estación La Ola.

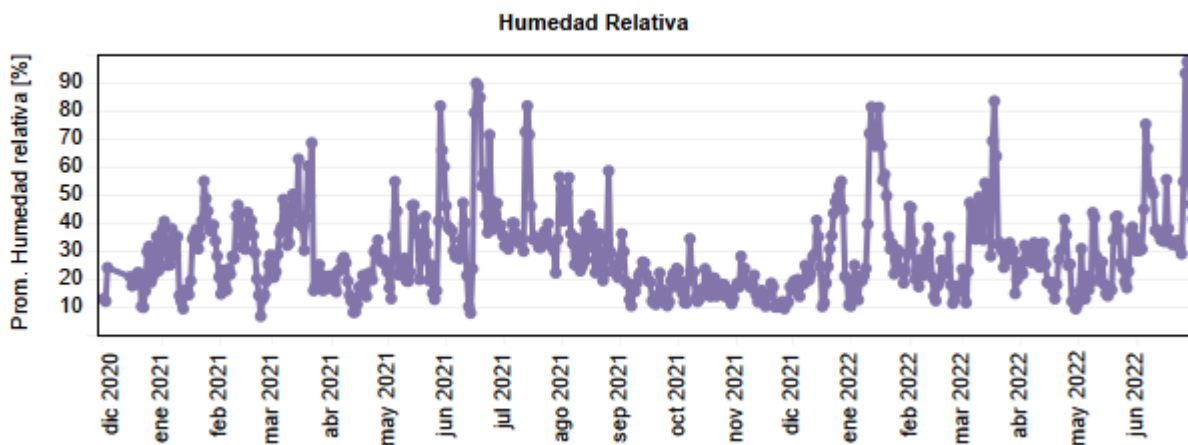


Figura 4-14: Humedad relativa media diaria en estación Los Arroyos.

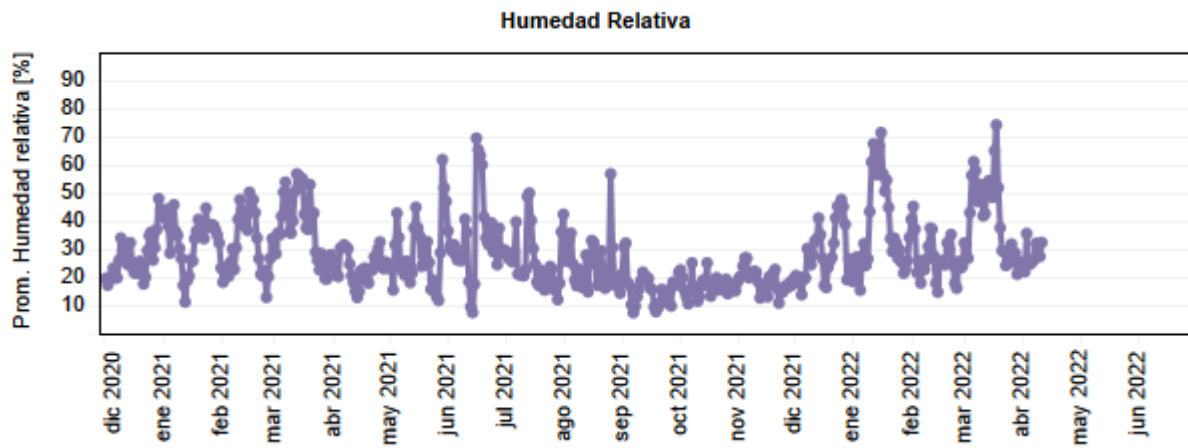


Figura 4-15: Humedad relativa media diaria en estación Centro Salar.

4.5 Presión atmosférica

En la Figura 4-16, Figura 4-17 y Figura 4-18 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 2022. En la estación Centro Salar no se pudo acceder a la descarga de datos debido a las condiciones climáticas durante el segundo trimestre 2022, por tanto, se presentan los datos registrados hasta inicios de abril 2022.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2022.

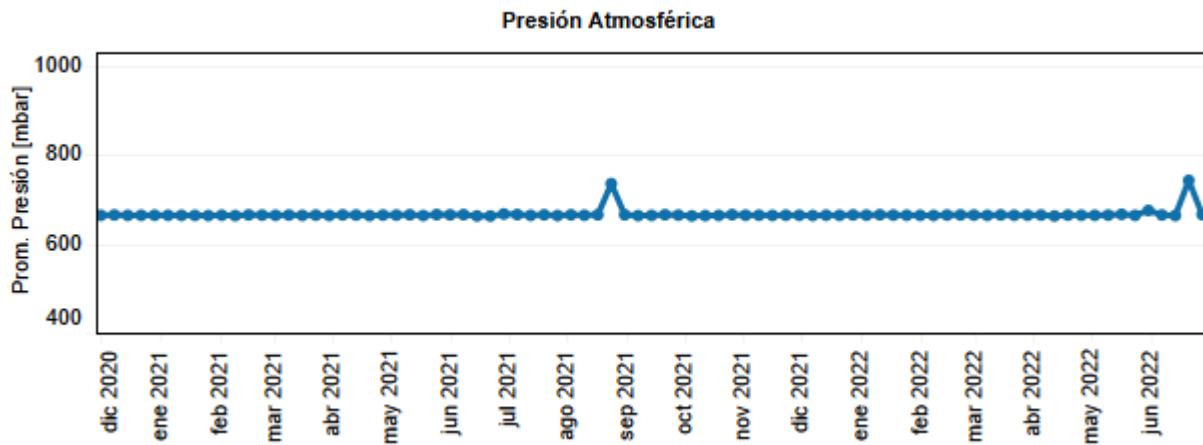


Figura 4-16: Presión atmosférica media diaria en estación La Ola.

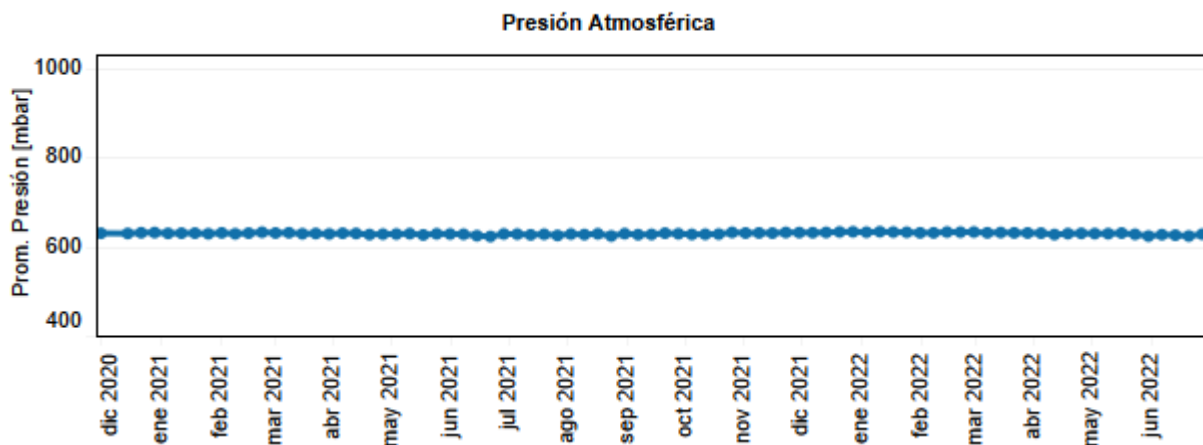


Figura 4-17: Presión atmosférica media diaria en estación Los Arroyos.

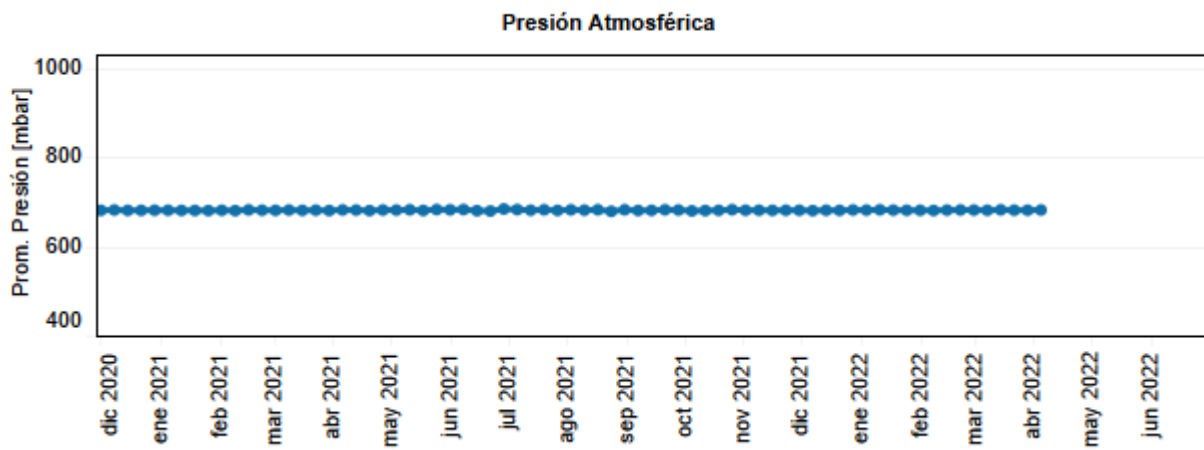


Figura 4-18: Presión atmosférica media diaria en estación Centro Salar.

4.6 Radiación solar

En la Figura 4-19, Figura 4-20 y Figura 4-21 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 2022. La estación Centro Salar tiene registro desde el 18 de noviembre de 2021, cuando se realizó la instalación del sensor de radiación solar. Además, no se pudo acceder a la descarga de datos en dicho punto durante el segundo trimestre 2022, por lo tanto, únicamente se dispone de información entre noviembre 2021 e inicios de abril 2022.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 a junio de 2022.

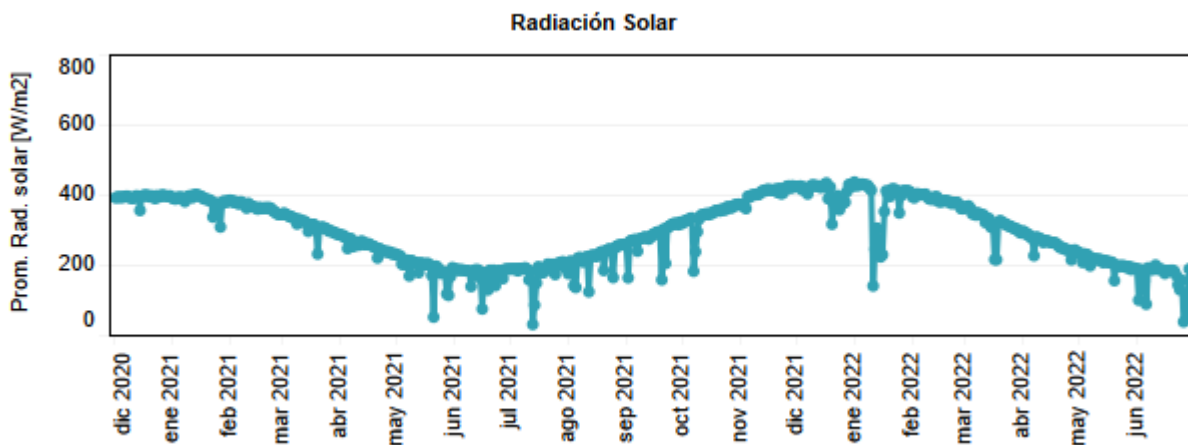


Figura 4-19: Radiación solar media diaria en estación La Ola.

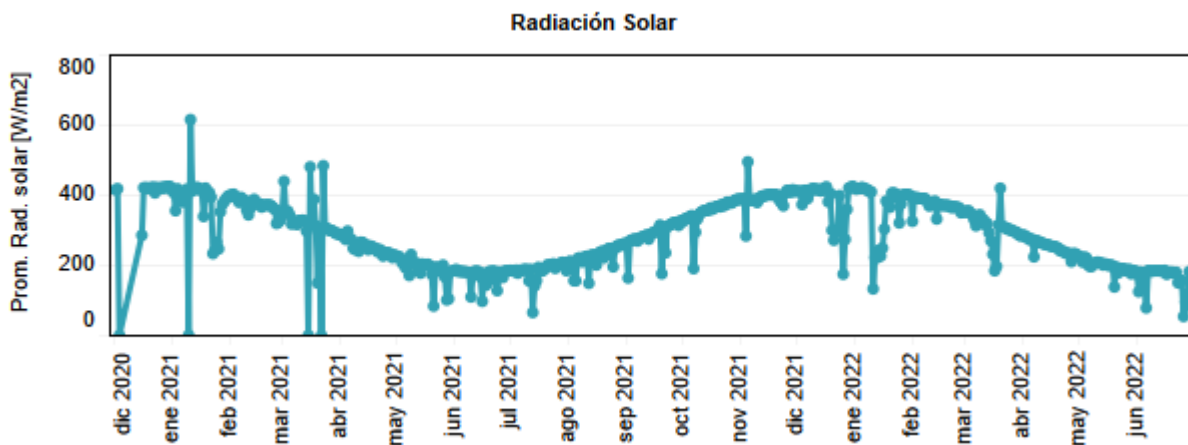


Figura 4-20: Radiación solar media diaria en estación Los Arroyos.

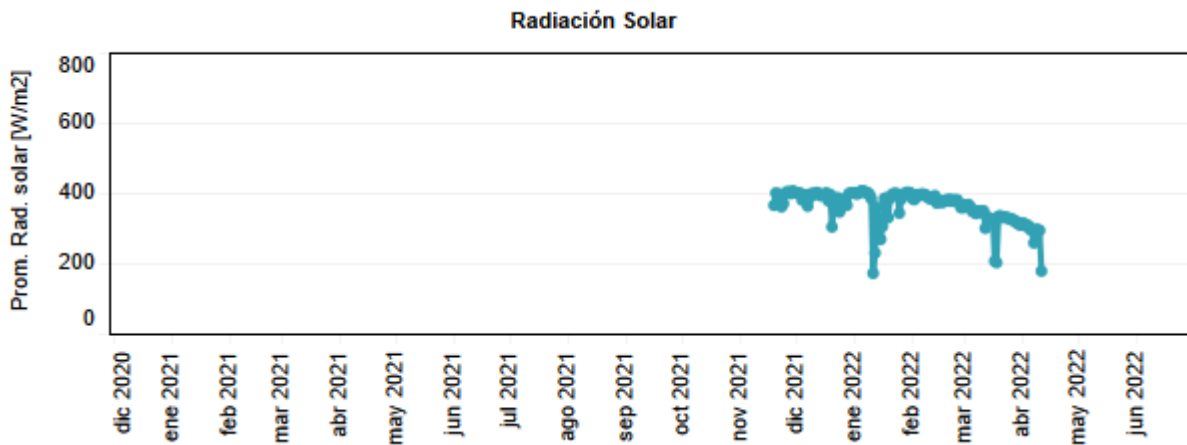


Figura 4-21: Radiación solar media diaria en estación Centro Salar.

4.7 Nivel de agua en estanque y piezómetro

En la Figura 4-22 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 inicios de abril de 2022.

En el Anexo C adjunto se entregan las mediciones desde diciembre de 2020 hasta abril de 2022.

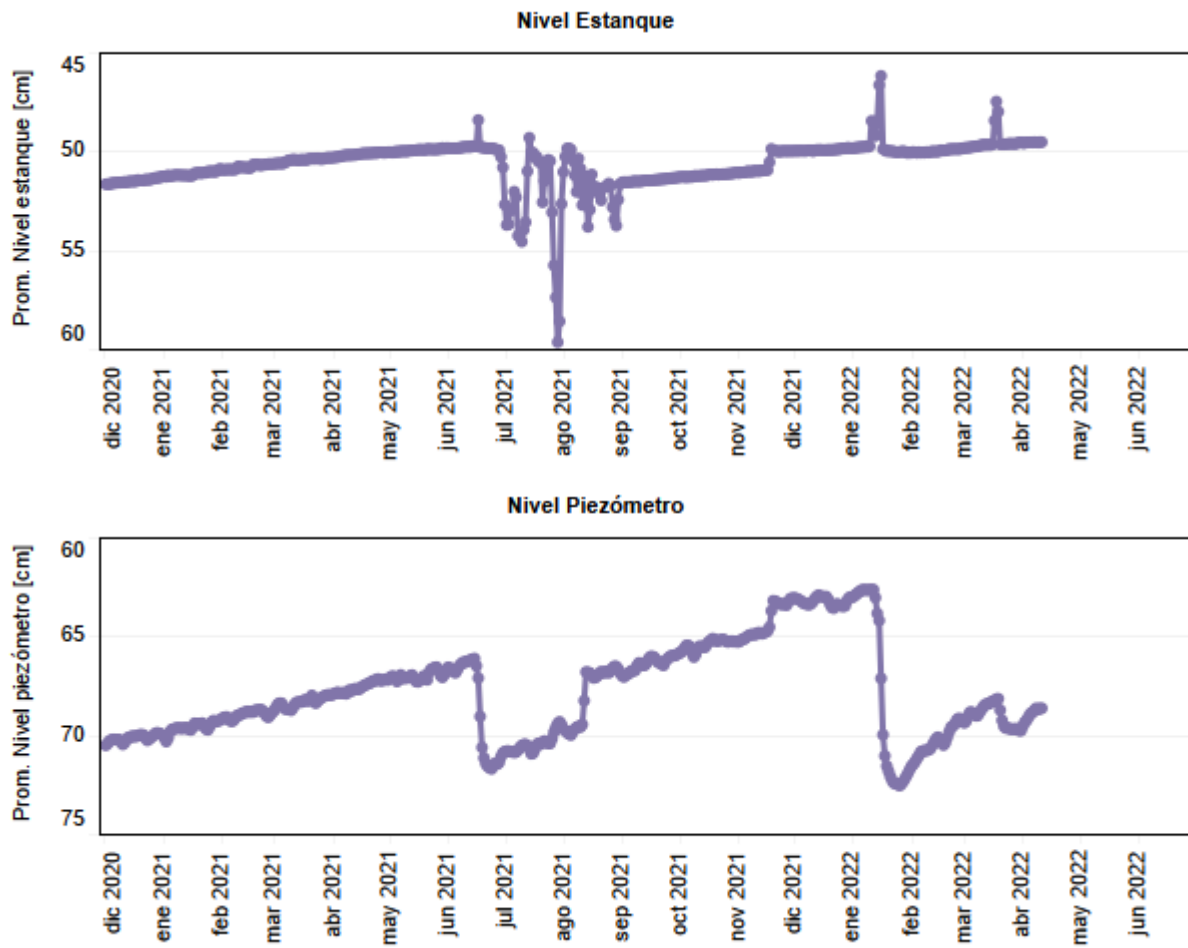


Figura 4-22: Nivel de agua medio diario medido en el estanque y en el piezómetro en la estación Centro Salar.

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 2022, son discutidas en los siguientes puntos.

5.1 Precipitación y altura de nieve

Durante el primer trimestre de 2022 la estación La Ola registró precipitaciones líquidas de 0,8 a 11,8 mm en enero de 2022 y de 2,2 mm en marzo de 2022. En la estación Los Arroyos se registran eventos de precipitación de entre 0,4 y 10,6 mm en enero de 2022 y eventos de precipitación de 2,2 a 8,8 mm en marzo de 2022. Por último, en la estación Centro Salar también se registraron precipitaciones durante enero y marzo de 2022 de 0,6 a 8,7 mm y 0,2 a 2,1 mm respectivamente. Adicionalmente, en la estación Centro Salar se registró un evento de precipitación en febrero de 2022 de 0,1 mm.

Durante el segundo trimestre de 2022 (abril a junio 2022), únicamente se dispone de la información registrada en las estaciones La Ola y Los Arroyos. En dichas estaciones, se registraron eventos de precipitación en junio 2022 de 1,2 y 1,4 mm en la estación Los Arroyos y de 0,6 y 1,6 mm en la estación La Ola.

Con respecto al promedio diario de la altura de nieve, entre enero y marzo se observan registros mínimos en las mediciones de la estación La Ola que no reflejarían necesariamente presencia de nieve. Por otro lado, la estación Los Arroyos registra eventos de caída de nieve entre febrero y abril de 2022, coincidiendo con las lluvias registradas en marzo. Posteriormente, entre mayo y junio 2022 se registran alturas de nieve en ambas estaciones, coincidiendo con las lluvias registradas en junio 2022.

Finalmente, la estación Centro Salar no registra mediciones de nieve entre noviembre de 2021 y marzo de 2022. 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 Velocidad y dirección del viento

Con respecto a la velocidad y dirección del viento registradas en el primer semestre del 2022, se observan diferencias entre las tres estaciones.

Por un lado, la estación La Ola registra vientos de mayor velocidad (hasta 16 m/s) con direcciones NW a WNW, y vientos de menor velocidad (bajo 10 m/s) en dirección SE a SSE. Además, durante los meses de mayo y junio los vientos con direcciones NW y WNW se debilitan, ganando mayor importancia los vientos SE y SSE.

En la estación Los Arroyos se registran vientos con direcciones preferentes en las direcciones NNW a WNW y NE a ENE. En general, en la estación Los Arroyos, los vientos de mayor velocidad se manifiestan en el primer rango mencionado (sobre los 7 m/s) mientras que en el segundo rango se visualizan vientos de 0 a 7 m/s.

Por último, en la estación Centro Salar los vientos de mayor velocidad se manifiestan en dirección W (hasta 12 m/s) y velocidades de menor magnitud en dirección SE (6,8 m/s máximo).

Considerando la evolución de los vientos medios diarios, se observa que, durante gran parte del primer semestre las velocidades tienden a la estabilidad, sin embargo, a partir de junio 2022 se identifica mayor dispersión en los datos.

5.3 Temperatura ambiental

La temperatura ambiental media diaria en las tres estaciones es muy similar, evidenciándose una tendencia descendente durante el primer semestre de 2022. Las tendencias observadas coinciden con la variación estacional.

La máxima temperatura media diaria registrada en las tres estaciones ocurre en diciembre 2021. En el caso de la estación La Ola corresponde a 15,47°C, en la estación Los Arroyos a 13,57 y en la estación Centro Salar a 14,05°C.

Por otro lado, la temperatura media diaria mínima se alcanza durante el mes de junio de 2021 en las tres estaciones. En la estación La Ola la temperatura mínima es de -11,37°C, en la estación Los Arroyos es de -12,24°C y en la estación Centro Salar de -8,6°C.

5.4 Humedad relativa

La humedad relativa presenta una mayor variación diaria frente a las otras variables meteorológicas, la cual coincide con la variación estacional. Además, las tres estaciones presentan un patrón similar en los datos medidos.

La humedad relativa media diaria en la estación La Ola varía entre un 11,17% y 97,28%, en la estación Los Arroyos varía entre un 6,97% y 97,64%, y en la estación Centro Salar los valores

varían entre el 7,73% y 74,53%. Los meses con mayor humedad coinciden con los meses de invierno, mientras que en el resto de los meses se presentan humedades menores.

5.5 Presión atmosférica

La presión atmosférica en general no presenta variaciones dentro del periodo evaluado, manteniéndose en los 666 mbar en la estación La Ola, en los 632 mbar en la estación Los Arroyos y en los 683 mbar en la estación Centro Salar. La estación La Ola registra un aumento puntual durante agosto 2021 a 737 mbar y en junio 2022 a 745 mbar, disminuyendo posteriormente al valor de 666 mbar.

5.6 Radiación solar

La radiación solar presenta una tendencia descendente hasta julio de 2021, posteriormente una tendencia ascendente hasta enero de 2022 y finalmente un descenso hasta junio 2022 debido principalmente a la variación estacional de esta variable. Esta variable alcanza un valor máximo diario de 432 W/m² en la estación La Ola, de 409 W/m² en la estación Centro Salar y de 423 W/m² en la estación Los Arroyos, todos valores alcanzados a inicios de enero de 2022.

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 marzo 2022 el nivel de agua en el estanque mantiene la tendencia ascendente alcanzando un valor de 49,6 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 observa una disminución en el mes de enero de 9,9 cm, un posterior aumento entre los meses febrero y marzo de 4,4 cm y finalmente, una leve disminución (1,5 cm) y estabilización a partir del 20 de marzo de 2022.

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, o bien 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.

Cabe mencionar que los niveles en el estanque y en el piezómetro se comportan de forma opuesta durante los eventos de precipitación de enero y marzo de 2022. Esto no sería consistente con el correcto funcionamiento del sistema puesto que ambos deberían aumentar. Durante la próxima descarga de datos se realizará una inspección de los equipos para comprobar posibles fallas o verificar su correcto funcionamiento.

5.8 Evaporación

Debido a las 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, cuando sea posible proceder a la descarga de datos.

Presumiblemente, y dado el rápido comportamiento de los niveles registrados en el estanque al momento de las precipitaciones, 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 2022.

Las variables analizadas en las estaciones La Ola, Los Arroyos y Centro Salar corresponden a: precipitación, altura de nieve, presión barométrica, velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y radiación solar. Adicionalmente, en la estación Centro Salar se registra el nivel de agua en el estanque y en el piezómetro. Los datos son registrados con una frecuencia de 5 minutos en la Ola, de 15 minutos en Los Arroyos y de 1 hora en Centro Salar. La descarga de datos se realiza de forma trimestral, vía remota en las estaciones La Ola y Los Arroyos, e in situ en la estación Centro Salar. Cabe destacar que en esta última no fue posible realizar la descarga de datos durante el segundo trimestre de 2022 por la presencia de nieve que impidió el acceso al lugar.

En general, se observa que los comportamientos de las variables meteorológicas en las tres estaciones son similares en el transcurso del tiempo. Esto ocurre principalmente en las variables de temperatura, humedad relativa, presión y radiación solar.

Las principales diferencias se observan en los registros de la dirección del viento, siendo que en la estación La Ola predominan los vientos en las direcciones NW a WNW y SE a SSE, en la estación Los Arroyos en las direcciones NNW a WNW y NE a ENE y, en la estación Centro Salar en las direcciones W y SE. Además, los vientos de mayor velocidad se manifiestan según la primera dirección mencionada anteriormente en cada estación (por sobre los 7 m/s).

Durante el primer semestre de 2022, la estación La Ola registró precipitaciones durante los meses de enero (0,8 a 11,8 mm), marzo (2,2 mm) y junio (0,6 a 1,6 mm), la estación Los Arroyos, de igual manera en los meses enero (0,4 a 10,6 mm), marzo (2,2 a 8,8 mm) y junio (1,2 a 1,4 mm), y la estación Centro Salar durante los meses de enero (0,6 a 8,7 mm), febrero (0,1 mm) y marzo (0,2 a 2,1 mm).

Con respecto a la radiación, esta responde a las variaciones estacionales, alcanzando los mayores valores al inicio de la estación del verano. Se observa que su valor disminuye con respecto al valor máximo durante el semestre analizado. Por otro lado, la temperatura media diaria también ha presentado una tendencia descendente durante el periodo evaluado, producto

de las variaciones estacionales. Al contrario, se observa un aumento de la humedad relativa hasta junio de 2022, también asociada al periodo invierno-verano.

Finalmente, respecto 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.

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