

Para: Edwin Guzmán
De: Camila Zúñiga
Fecha: 25 febrero de 2026

Contenido

Introducción.....	2
Validación de parámetros meteorológicos.....	3
Precipitación	3
Humedad relativa	4
Presión atmosférica	4
Temperatura del aire	5
Radiación global.....	5
Evaporación	5
Velocidad del viento y dirección del viento	6
Relleno de parámetros meteorológicos	9
Evaporación	11
Dirección del viento	12
Humedad relativa	14
Presión atmosférica	15
Radiación global.....	16
Temperatura del aire	17
Velocidad del viento	18
Conclusiones	19
Referencias.....	19
 Figura 1. Precipitación diaria para el mes de enero.	4
Figura 2. Humedad relativa promedio diaria para el mes de enero.....	4
Figura 3. Presión atmosférica promedio diaria para el mes de enero.	5
Figura 4. Temperatura del aire promedio diaria para el mes de enero.	5
Figura 5. Radiación global promedio diaria para el mes de enero.	5
Figura 6. Evaporación diaria para el mes de enero.....	6
Figura 7. Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Alta Montaña para el mes de enero.	6
Figura 8: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Borde Este para el mes de enero.....	7
Figura 9. Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Cuenca Salar de Atacama para el mes de enero.....	7

Figura 10: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas Sistema Aguas de Quelana para el mes de enero.	8
Figura 11: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas Sistema Soncor para el mes de enero	8
Figura 12: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Núcleo para el mes de enero.	8
Figura 14: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Peine y Tilopozo para el mes de enero. .	9
Figura 15: Matriz de correlación para la variable precipitación.	11
Figura 16: Matriz de correlación para la evaporación.	12
Figura 17: Matriz de correlación para la dirección del viento.	13
Figura 18: Matriz de correlación para la humedad relativa.....	14
Figura 19: Matriz de correlación para la presión atmosférica.	15
Figura 20: Matriz de correlación para la radiación global.	16
Figura 21: Matriz de correlación para la temperatura del aire.	17
Figura 22: Matriz de correlación para la velocidad del viento.....	18
Tabla 1. Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas.	3
Tabla 2: Parámetros rellenos para el mes de enero.	10
Tabla 3: Estaciones utilizadas para el relleno de evaporación.	12
Tabla 4: Estaciones utilizadas para el relleno de la dirección del viento.....	13
Tabla 5: Estaciones utilizadas para el relleno de la humedad relativa con sus respectivos coeficientes de correlación.	14
Tabla 6: Estaciones utilizadas para el relleno de la presión atmosférica.	15
Tabla 7: Estaciones utilizadas para el relleno de la radiación global.	16
Tabla 8: Estaciones utilizadas para el relleno de la temperatura del aire con sus respectivos coeficientes de correlación.	17
Tabla 9: Estaciones utilizadas para el relleno de la velocidad del viento.	18

Introducción

En el presente reporte se detalla el proceso de validación del registro meteorológico (Tabla 1) para el mes de enero de 2026 aplicado para la red de estaciones meteorológicas de Novandino en Salar de Atacama en el

marco del Programa de Cumplimiento (PdC) y operación continua de Novandino. De acuerdo con el PdC, la meteorología validada mensual debe ser entregada a la autoridad el día 10 del mes siguiente.

Tabla 1. Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas.

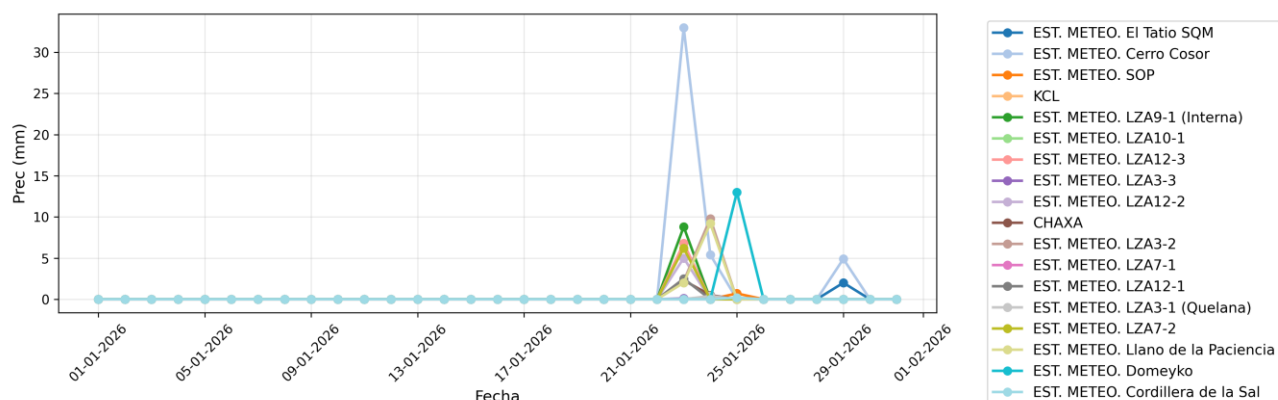
Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento
Cordillera de la Sal	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Chaxa	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
KCL	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
SOP	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Interna LZA9-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Quelana LZA3-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Domeyko	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Llano de la Paciencia	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Cerro Cosor	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
El Tatio	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA3-2	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LAZA3-3	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA7-1	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA7-2	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA10-1	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA12-1	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LAZ12-2	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA12-3	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊

El relleno se llevó a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro. A continuación, se detallan los hallazgos y validación de cada variable.

Validación de parámetros meteorológicos

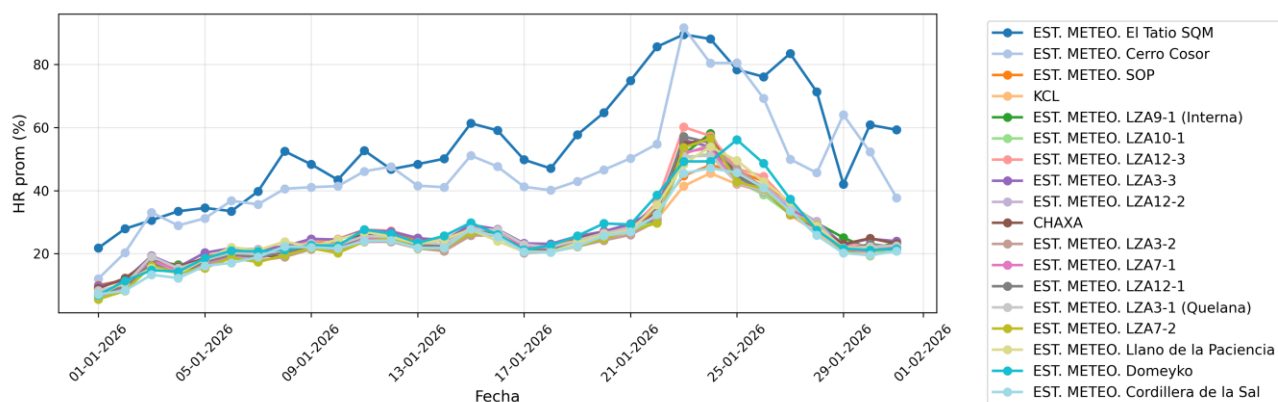
Precipitación

La Figura 1 presenta la precipitación diaria acumulada. La lluvia se registró entre los días 23 al 25 y el 29 de enero, destacando la medición capturada en la estación Cerro Cosor el día 23, que alcanzó 33 mm. Los eventos restantes corresponden a pruebas y datos atípicos, validados mediante ValMeteo.



Humedad relativa

En la Figura 2 se presenta la humedad relativa promedio diaria durante el mes de enero. Los máximos de humedad diaria se alcanzan el día 23, coincidente con el inicio de las lluvias.



Presión atmosférica

La presión atmosférica promedio para enero se presenta en la Figura 3. Las estaciones Cerro Cosor y Tatio cuenta con los registros de menor magnitud, ya que ambas están ubicadas sobre los 4.000 m.s.n.m.

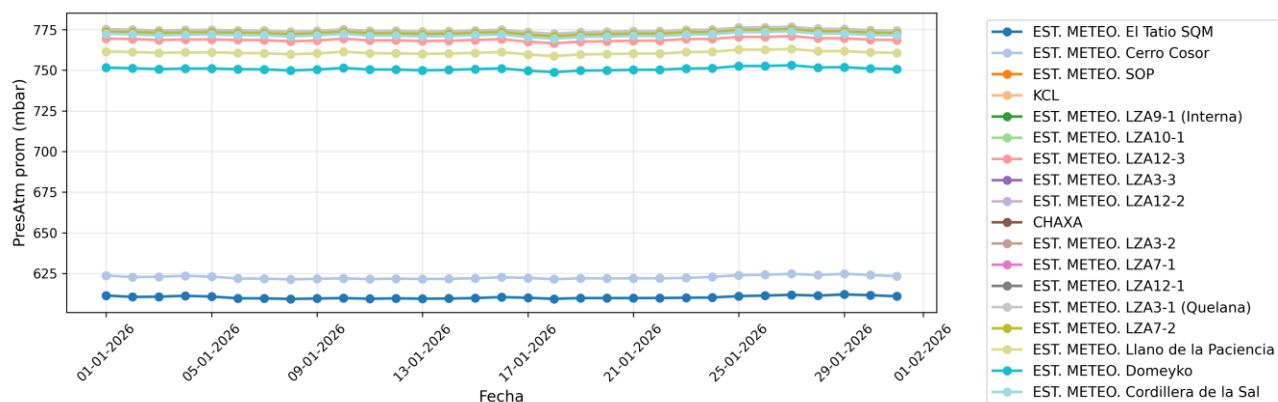


Figura 3. Presión atmosférica promedio diaria para el mes de enero.

Temperatura del aire

La Figura 4 muestra las temperaturas promedio diarias del mes. Las estaciones Cerro Cosor y Tatio registran las mínimas temperaturas, consistente con su ubicación geográfica, el resto de las estaciones registran temperaturas promedio por sobre los 15°C con una tendencia al ascenso hacia el final del mes.

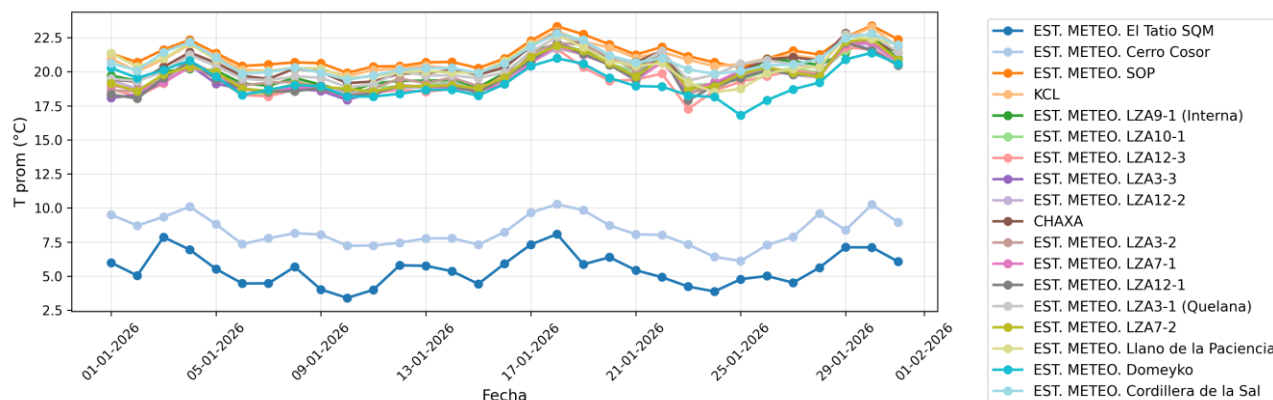


Figura 4. Temperatura del aire promedio diaria para el mes de enero.

Radiación global

La Figura 5 muestra la radiación promedio diaria; se comienza a observar un descenso en esta variable desde la quincena de enero. En Chaxa se detectaron anomalías recurrentes en horarios específicos, atribuidas a interferencia del piranómetro por sombras de la infraestructura, según la información de las visitas de mantenimiento.

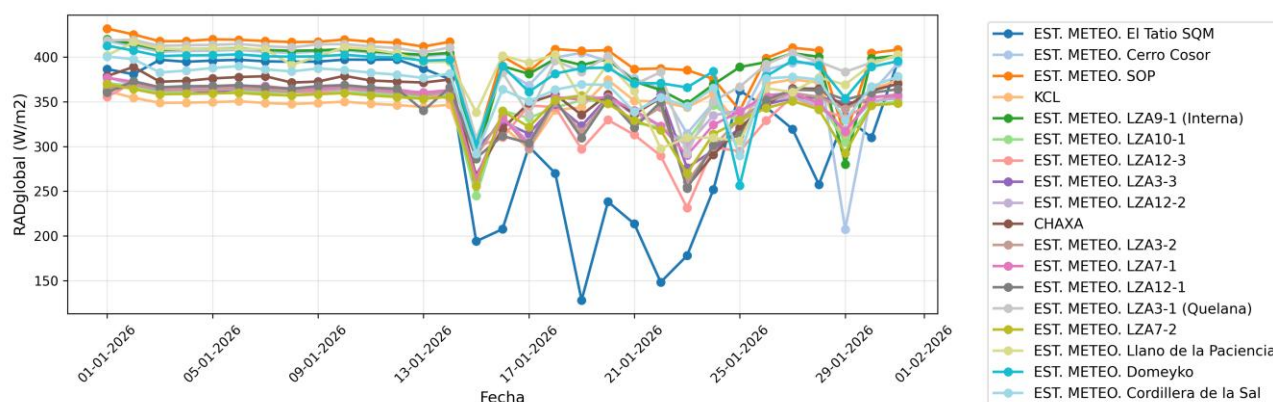


Figura 5. Radiación global promedio diaria para el mes de enero.

Evaporación

En la Figura 6 se muestra la evaporación diaria. El 23, las estaciones LZA3-1 (Quelana), Chaxa e LZA9-1 (Interna) marcaron el mínimo mensual. La evaporación diaria en Chaxa e Interna para este día fue de 5,62 mm.

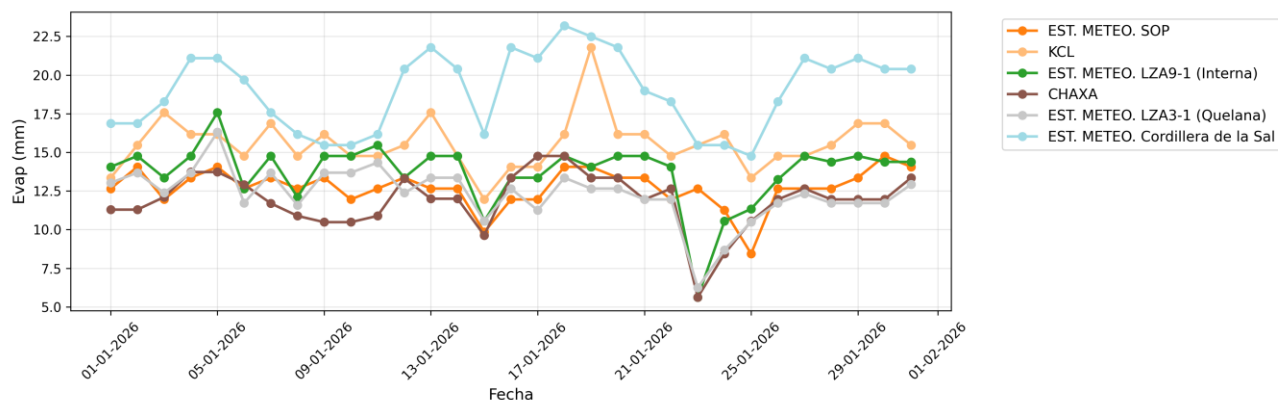


Figura 6. Evaporación diaria para el mes de enero.

Velocidad del viento y dirección del viento

Desde la Figura 7 a Figura 13 muestran rosas de los vientos construidas a partir de los datos de velocidad y dirección del viento de toda la red de estaciones meteorológicas de Novandino, agrupadas por sectores: Alta Montaña, Borde Este, Cuenca Salar de Atacama, Núcleo, Peine y Tilopozo.

Rosas de los Vientos - Alta Montaña

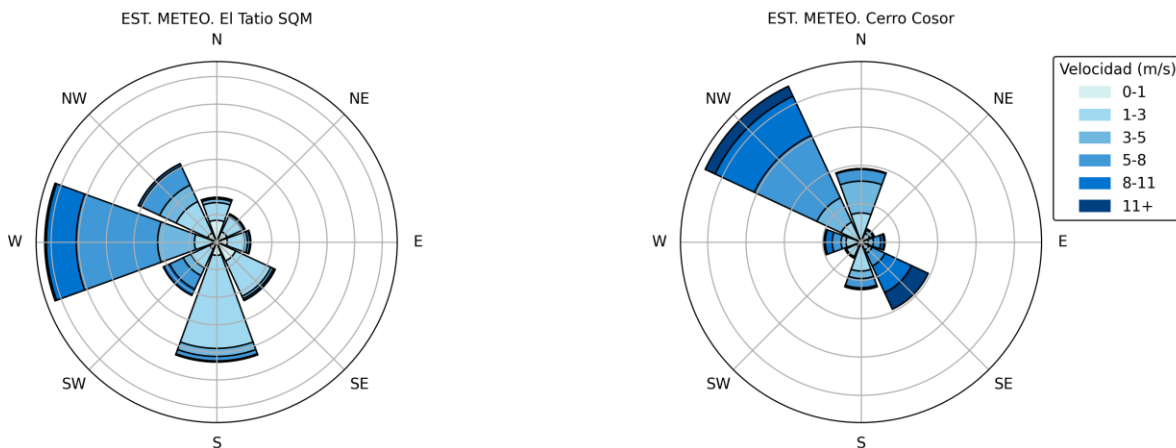


Figura 7. Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Alta Montaña para el mes de enero.

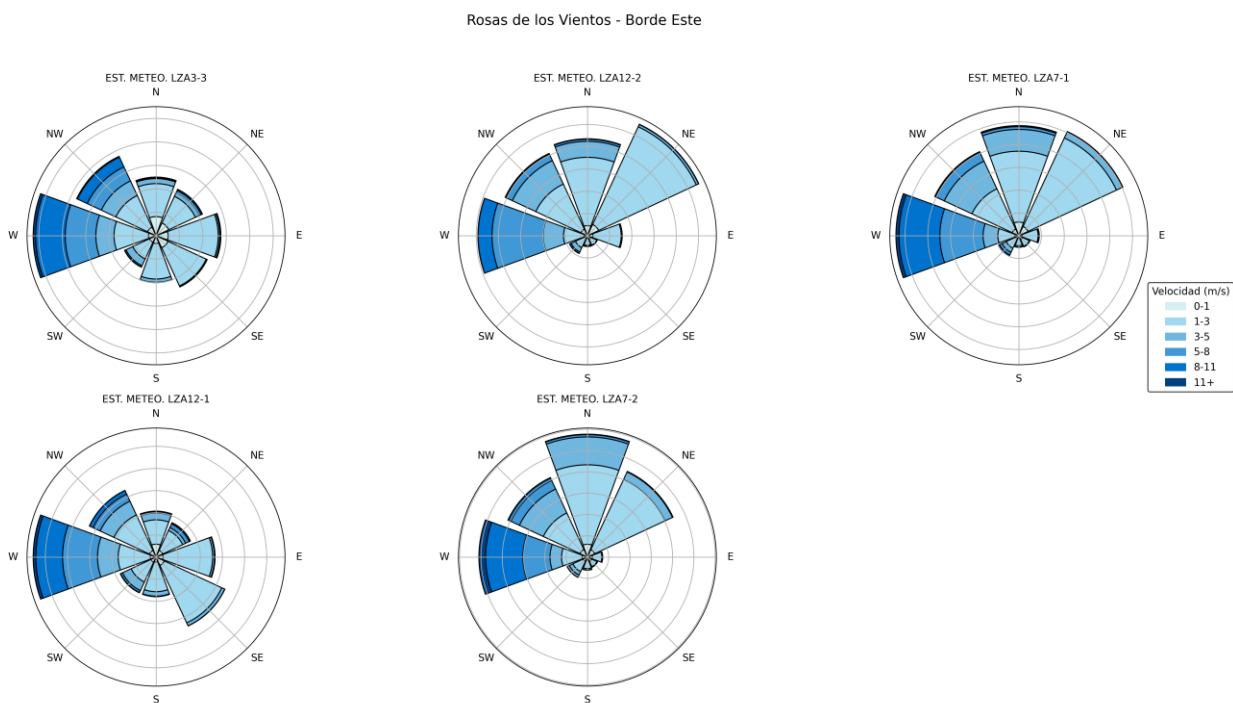


Figura 8: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Borde Este para el mes de enero

Rosas de los Vientos - Cuenca Salar de Atacama

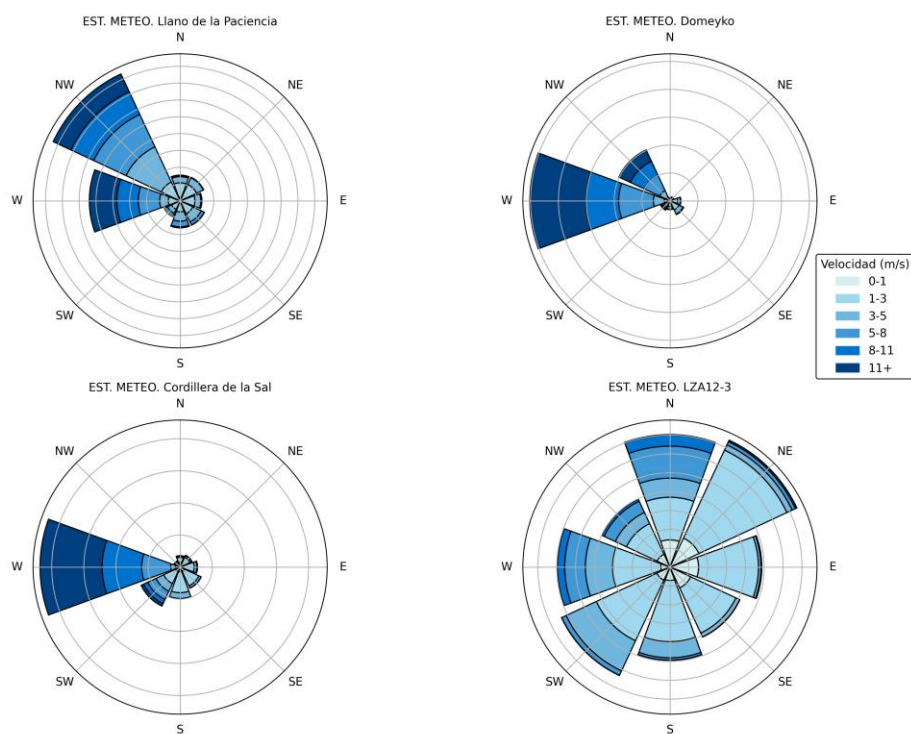


Figura 9. Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Cuenca Salar de Atacama para el mes de enero.

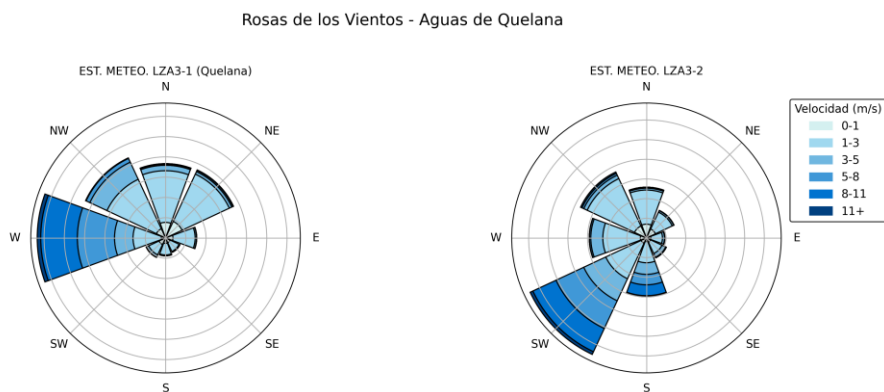


Figura 10: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas Sistema Aguas de Quelana para el mes de enero.
Rosas de los Vientos - Soncor

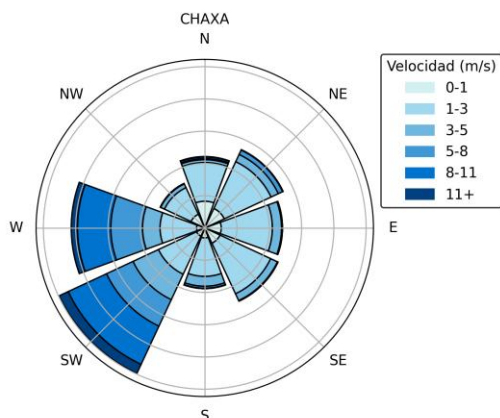


Figura 11: Comportamiento eólico estaciones meteorológicas Sistema Soncor para el mes de enero
Rosas de los Vientos - Núcleo

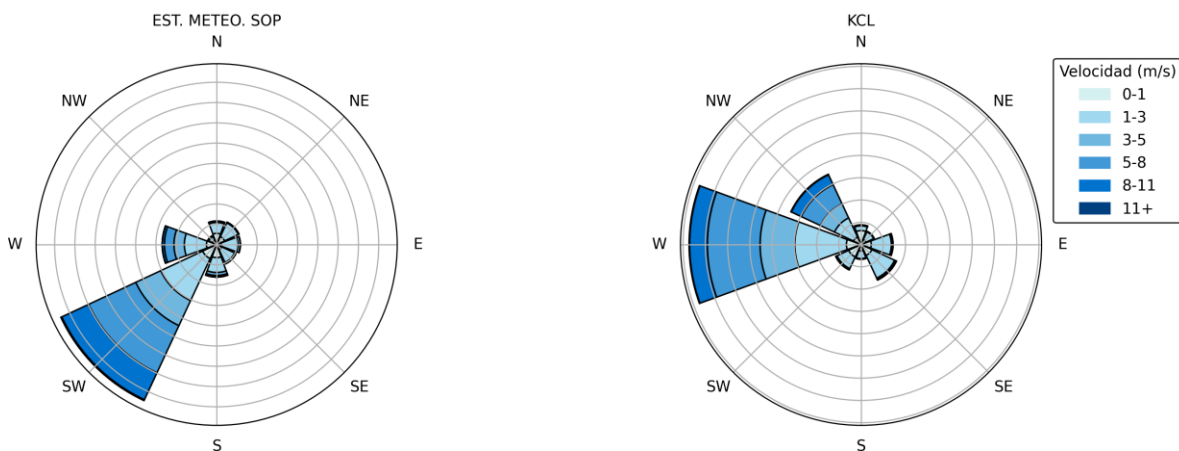


Figura 12. Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Núcleo para el mes de enero.

Rosas de los Vientos - Peine y Tilopozo

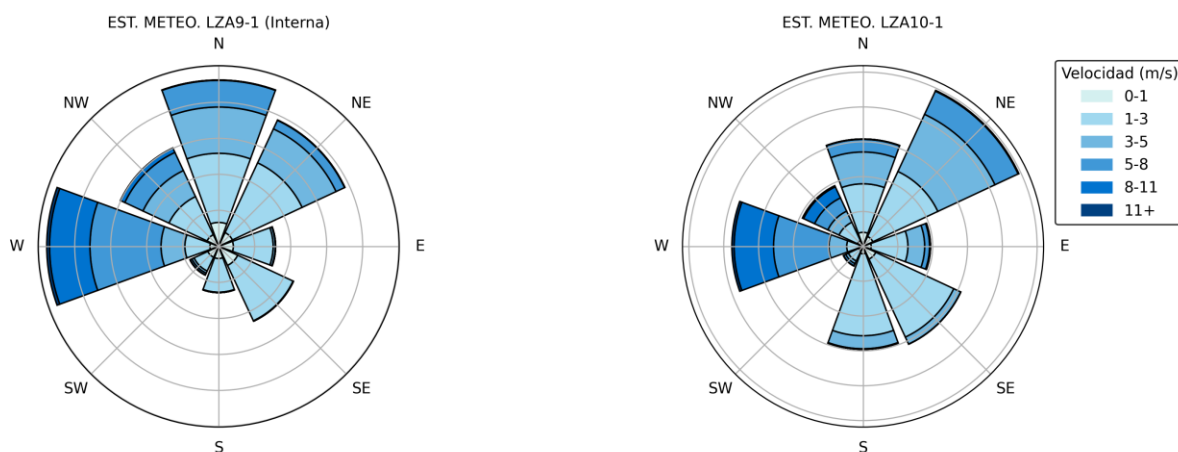


Figura 13. Comportamiento eólico estaciones meteorológicas sector Peine y Tilopozo para el mes de enero.

Relleno de parámetros meteorológicos

En la Tabla 2 se detallan las estaciones cuyos parámetros fueron rellenados debido a contar con menos de un 95% de las mediciones diarias validadas. En el mes de enero, se procedió a la reconfiguración de las estaciones para incrementar la frecuencia de captura de información de 5 minutos a 1 minuto. Asimismo, se rellenaron los datos correspondientes al día de la configuración con el objetivo de prevenir valores atípicos en los promedios.

En marzo de 2025 se instaló una estación Lufft en LZA12-2, seguida por la instalación en LZA3-3, LZA12-1 y LZA7-2 en abril, y en LZA12-3, LZA3-2, LZA7-1 y LZA10-1 en mayo. Estas estaciones miden presión atmosférica, radiación global, velocidad y dirección del viento; cualquier futuro relleno de estas variables debe considerar este antecedente hasta contar con la cantidad suficiente de información.

El relleno se llevó a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro (2023).

La bandeja del pan de evaporación tiene una altura de 250 mm, se consideró una altura del 5% como condición de borde de mínima altura de columna de agua válido y así evitar considerar mediciones erróneas por parte del LT. Los registros menores a 12 mm fueron invalidados.

La precipitación se registró como 0 mm en días con pérdida de datos en ciertas estaciones. En Cerro Cosor, la reconexión se hizo el día en el que inicia el sistema frontal; en El Tatio, se presume un fallo del pluviómetro, corroborado en una visita en febrero 2026. No se realizó relleno por falta de información actualizada de la DGA y bajas correlaciones con la red Novandino (menos del 28%, Figura 14).

Tabla 2: Parámetros rellenos para el mes de enero.

Estación	Fecha	Parámetros	Causa
CHAXA	1 al 15 de enero de 2026	Evaporación	Pan de evaporación seco
EST. METEO. Cerro Cosor	1 al 23 de enero de 2026	Dirección del viento	Problema con terminal satelital y controlador de solar. Se cambian en la visita de mantención del 23-01-2026
		Humedad relativa	
		Precipitación	
		Presión atmosférica	
		Radiación global	
		Temperatura del aire	
		Velocidad del viento	
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	1 al 12 y 23 al 31 de enero de 2026	Evaporación	Pan de evaporación seco
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	8 y 25 al 31 de enero de 2026	Evaporación	Pan de evaporación seco
EST. METEO. El Tatio SQM	29 de enero de 2026	Dirección del viento	Visita de mantención, se realizan ajusten en el pluviómetro y en la configuración del PLC
		Humedad relativa	
		Precipitación	
		Presión atmosférica	
		Radiación global	
		Temperatura del aire	
		Velocidad del viento	
KCL	1 al 19 de enero de 2026	Radiación global	Sensor de radiación sucio, se registra menos radiación en comparación a SOP

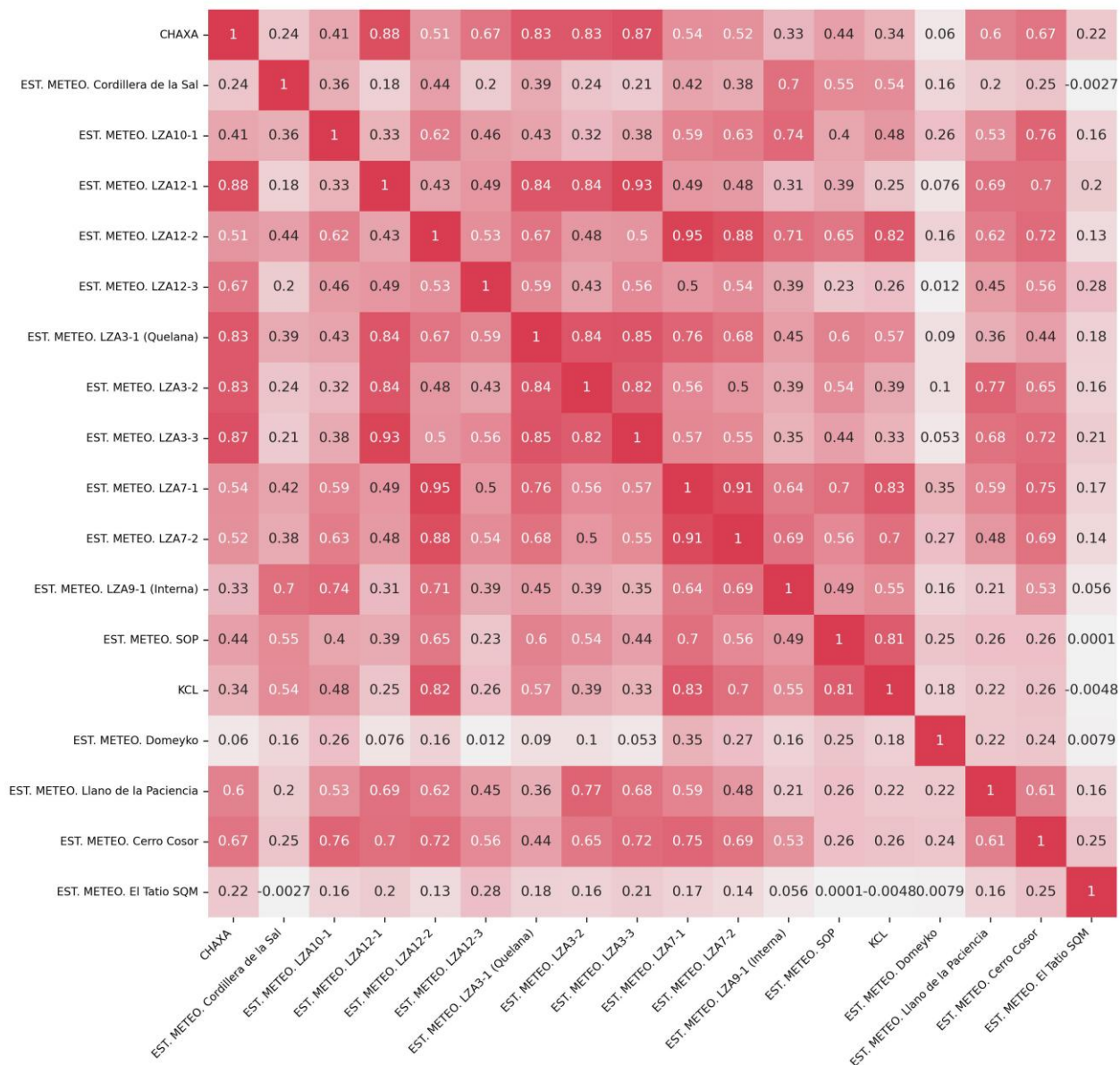


Figura 14: Matriz de correlación para la variable precipitación.

Evaporación

En la Tabla 3 detallan las estaciones utilizadas para el relleno de evaporación y la matriz de correlación de esta variable se presenta en la Figura 15.

Tabla 3: Estaciones utilizadas para el relleno de evaporación.

Variable	Estación	Estaciones usadas como referencia
Evaporación	CHAXA	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
	CHAXA	EST. METEO. Cordillera de la Sal
	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	EST. METEO. Cordillera de la Sal
	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	CHAXA
	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	EST. METEO. Cordillera de la Sal

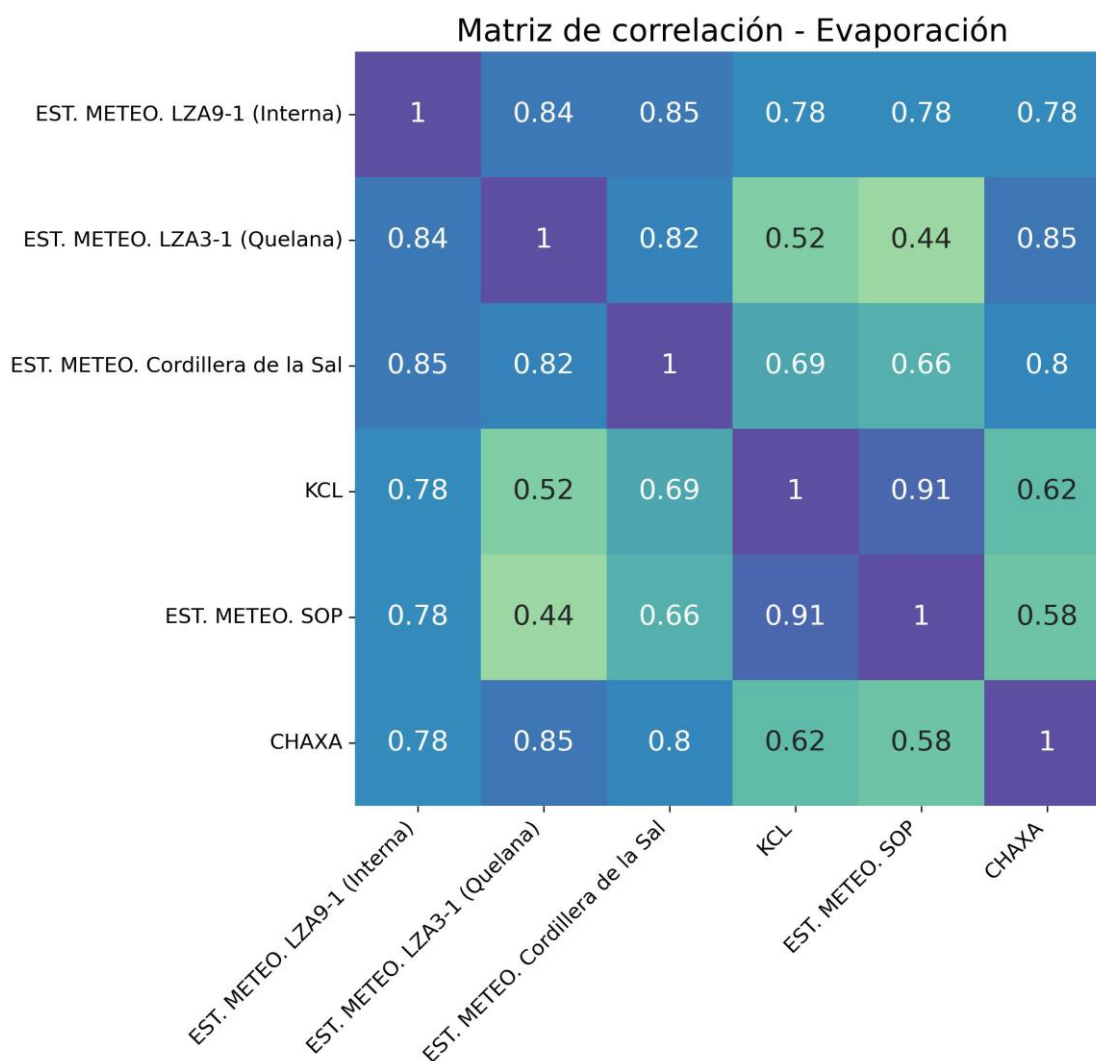


Figura 15. Matriz de correlación para la evaporación.

Dirección del viento

En la Tabla 4 se detallan las estaciones utilizadas para el relleno y la matriz de correlación para la dirección del viento se presenta en la Figura 16

Tabla 4: Estaciones utilizadas para el relleno de la dirección del viento.

Variable	Estación	Estaciones usadas como referencia
Dirección del viento	EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. LZA7-1
	EST. METEO. El Tatio SQM	EST. METEO. Cordillera de la Sal

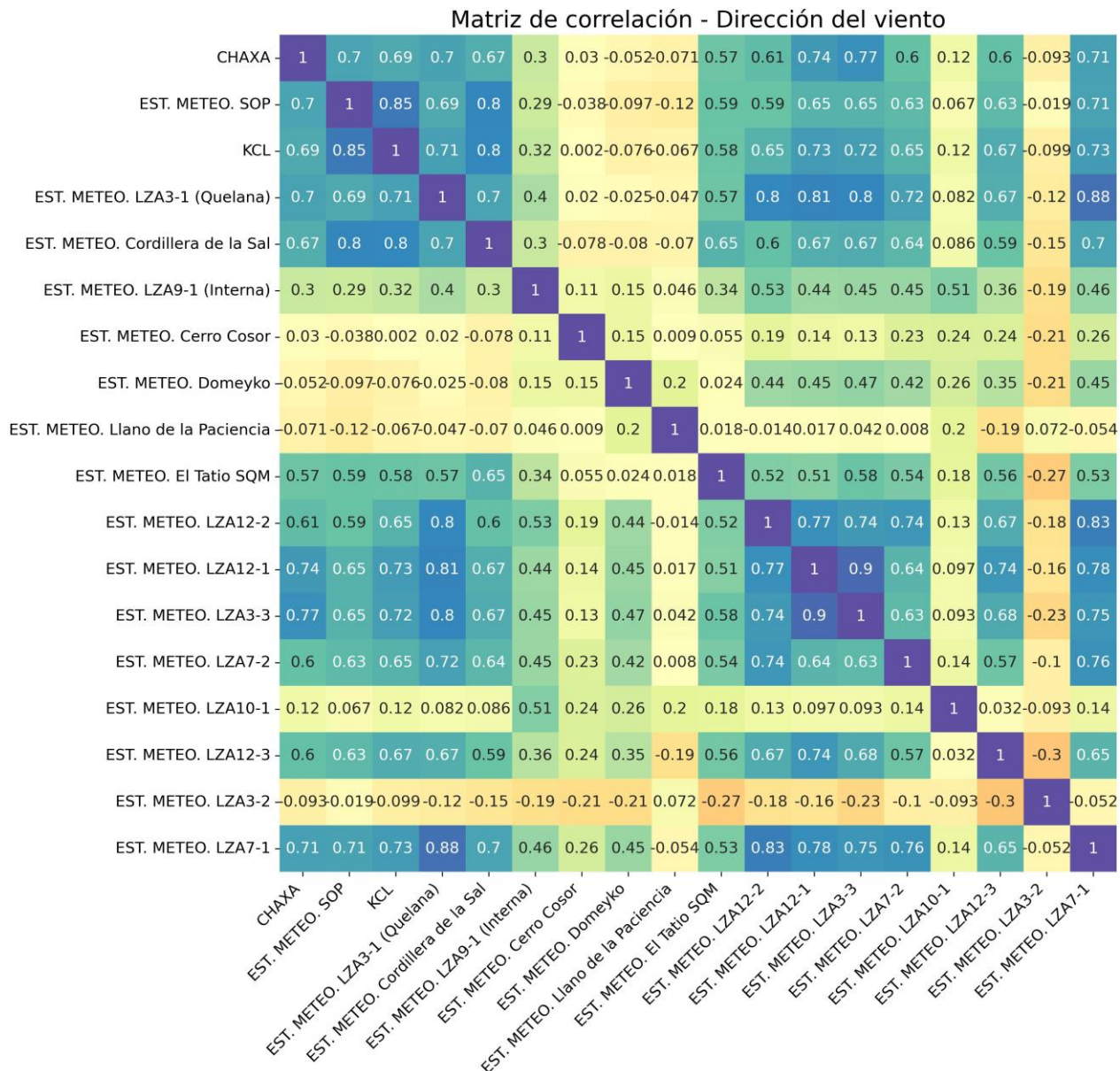


Figura 16. Matriz de correlación para la dirección del viento.

Humedad relativa

En la Figura 17 se presenta la matriz de correlación para la dirección del viento y en la Tabla 5 se detallan las estaciones utilizadas para el relleno.

Tabla 5: Estaciones utilizadas para el relleno de la humedad relativa con sus respectivos coeficientes de correlación.

Variable	Estación	Estaciones usadas como referencia
Humedad relativa	EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. LZA10-1
	EST. METEO. El Tatio SQM	EST. METEO. LZA12-3

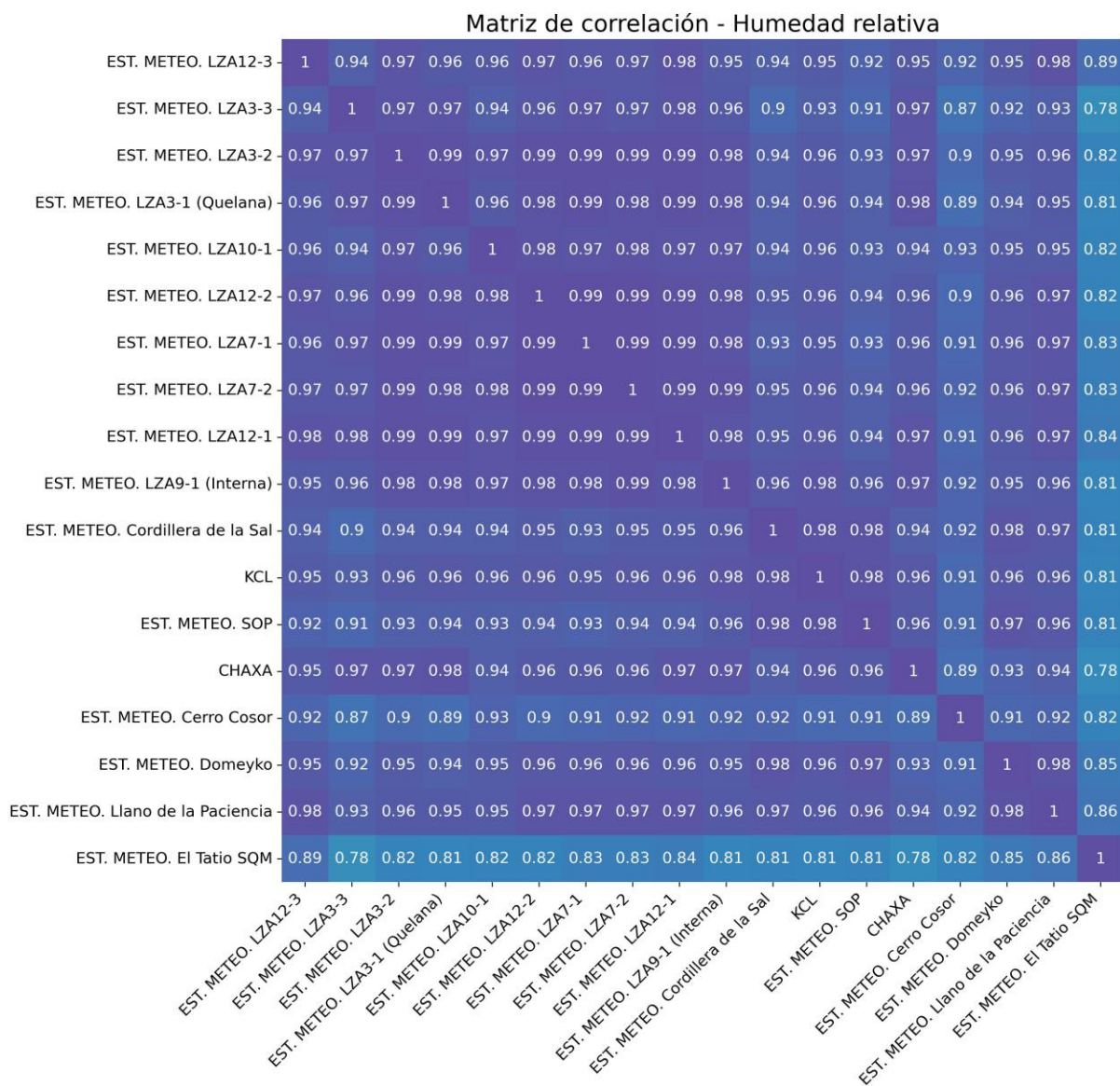


Figura 17: Matriz de correlación para la humedad relativa.

Presión atmosférica

En la Tabla 6 se detallan las estaciones utilizadas para el relleno y en la matriz de correlación para la dirección del viento se presenta en la Figura 18.

Tabla 6: Estaciones utilizadas para el relleno de la presión atmosférica.

Variable	Estación	Estaciones usadas como referencia
Presión atmosférica	EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. El Tatio SQM
	EST. METEO. El Tatio SQM	EST. METEO. Cerro Cosor

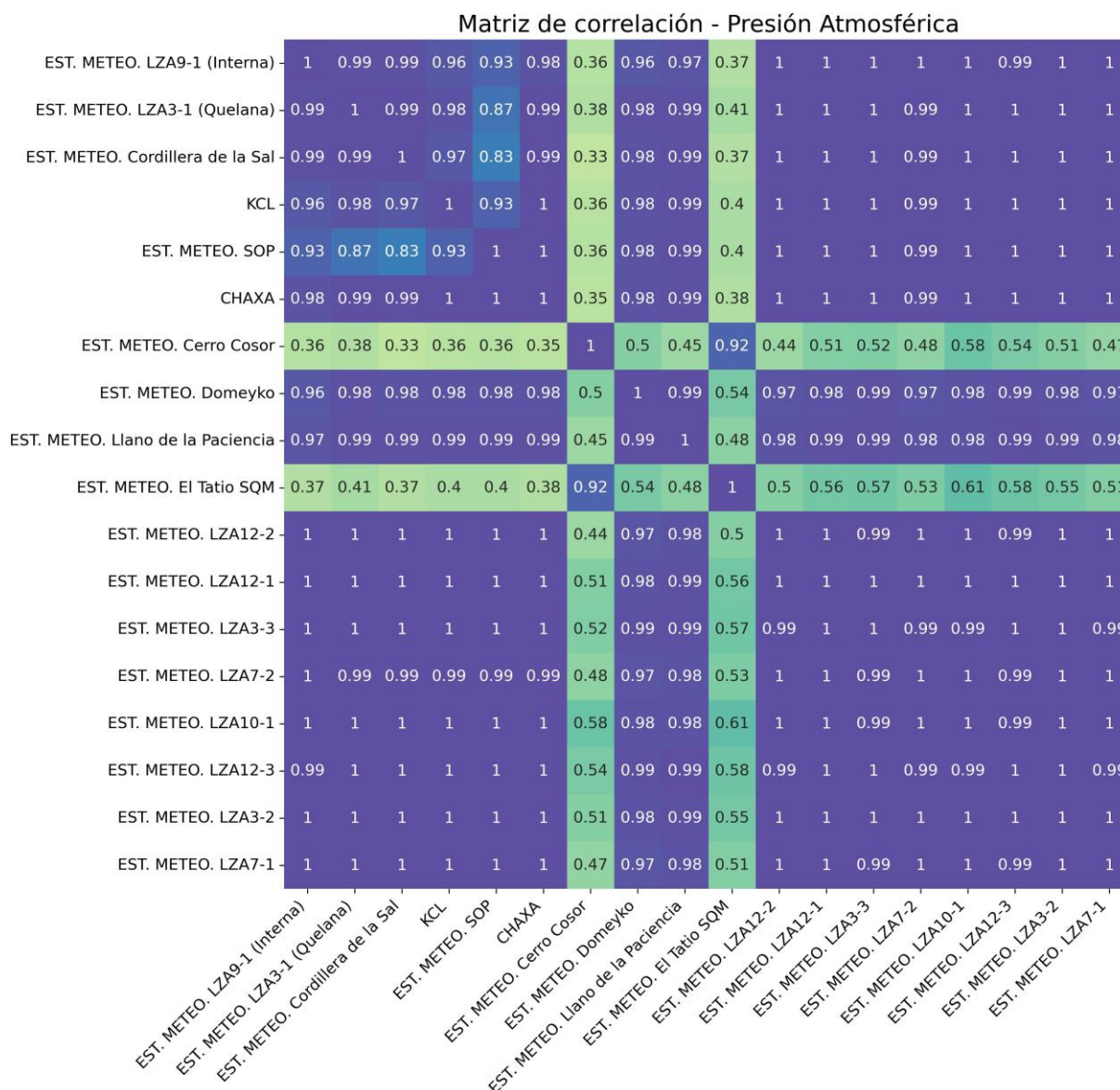


Figura 18: Matriz de correlación para la presión atmosférica.

Radiación global

En la Figura 19 se presenta la matriz de correlación para la radiación global y en la Tabla 7 se detallan las estaciones utilizadas para el relleno

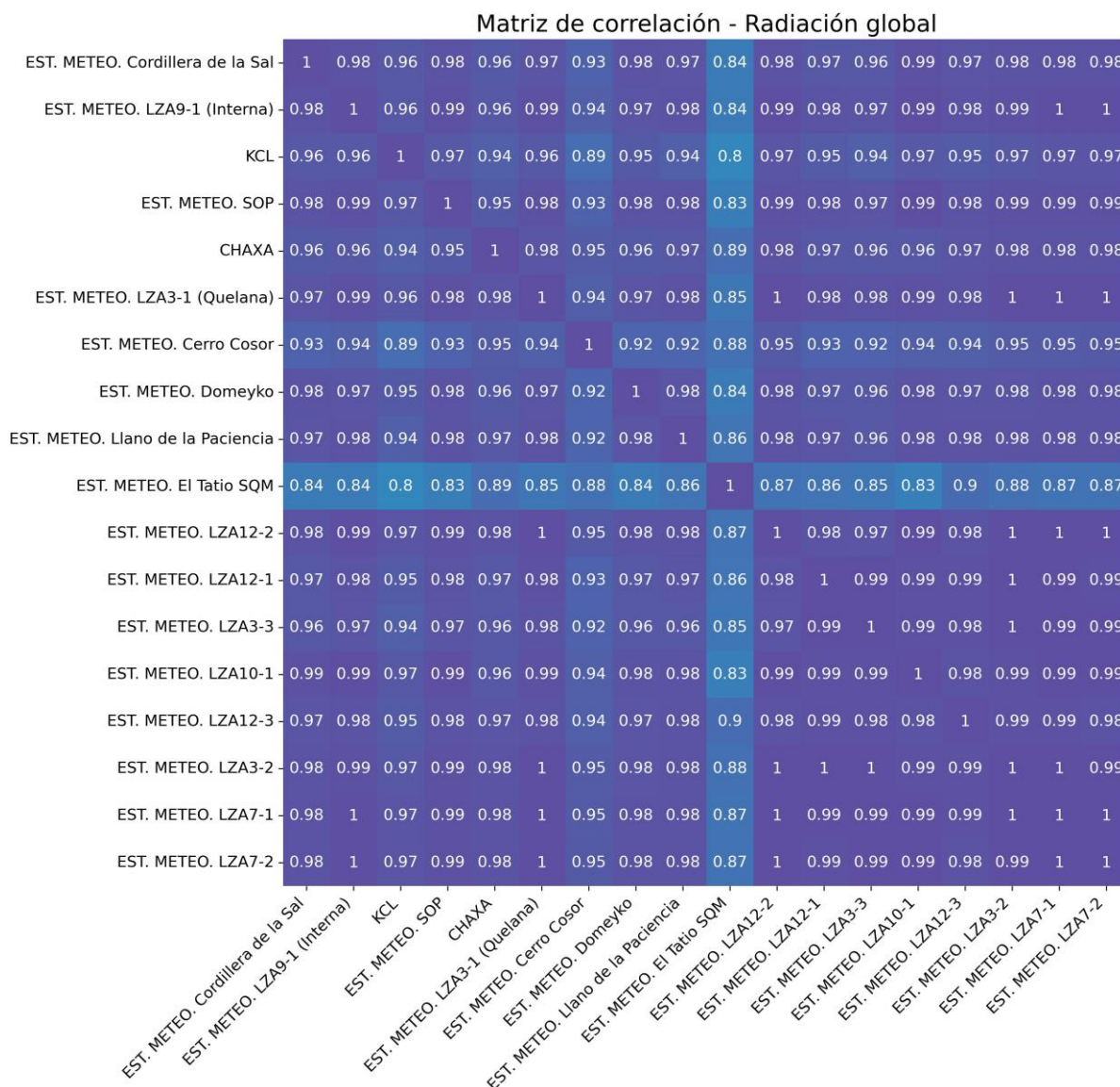


Figura 19: Matriz de correlación para la radiación global.

Tabla 7: Estaciones utilizadas para el relleno de la radiación global.

Variable	Estación	Estaciones usadas como referencia
Radiación global	EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. LZA7-2
	EST. METEO. El Tatío SQM	EST. METEO. LZA12-3

Temperatura del aire

En la Tabla 8 se detallan las estaciones utilizadas para el relleno y la matriz de correlación para la dirección del viento se presenta en la Figura 20.

Tabla 8: Estaciones utilizadas para el relleno de la temperatura del aire con sus respectivos coeficientes de correlación.

Variable	Estación	Estaciones usadas como referencia
Temperatura del aire	EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. Domeyko
	EST. METEO. El Tatio SQM	EST. METEO. Llano de la Paciencia

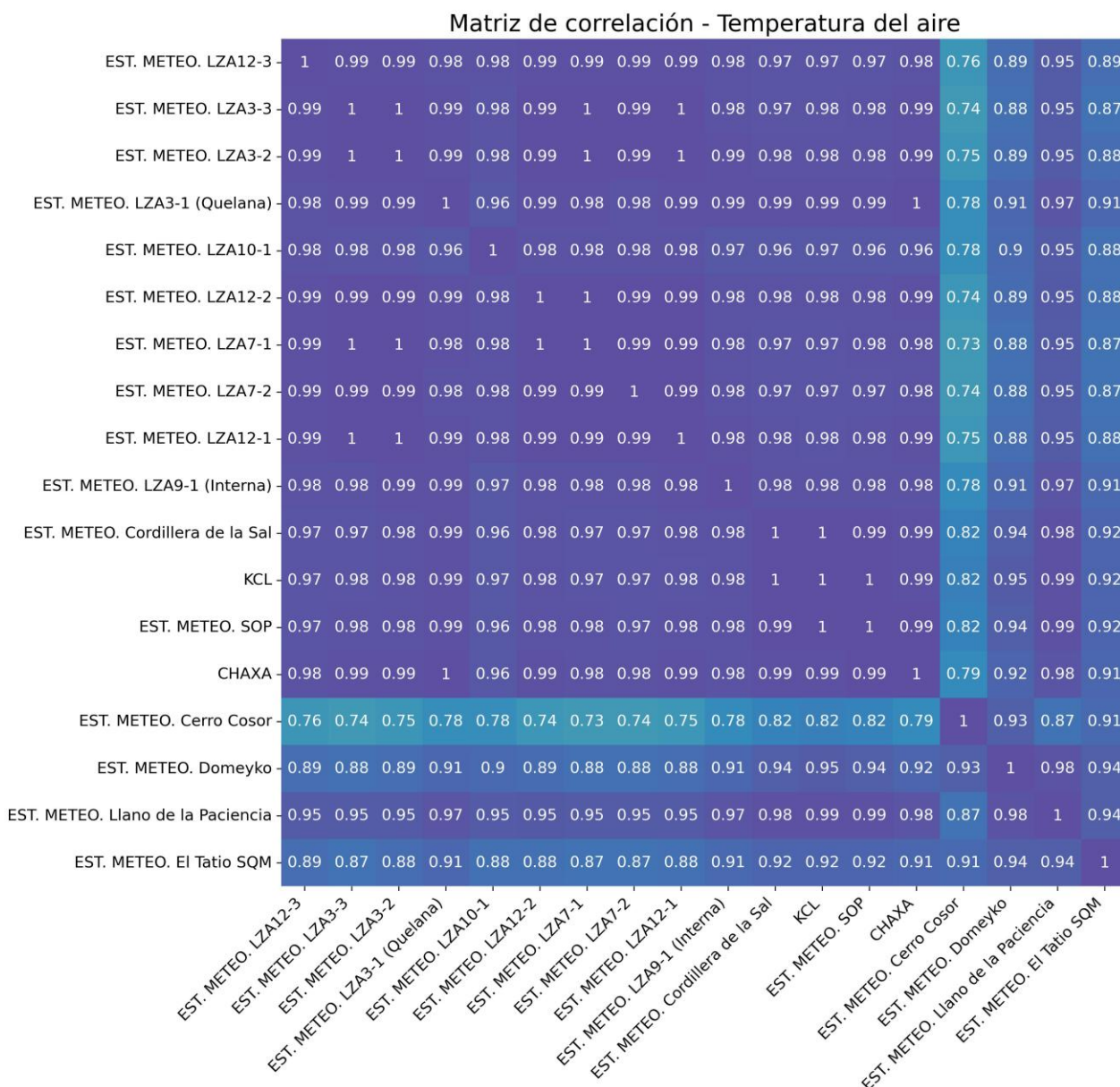


Figura 20: Matriz de correlación para la temperatura del aire.

Velocidad del viento

En la Figura 21 se presenta la matriz de correlación para la velocidad del viento y en la Tabla 9 se detallan las estaciones utilizadas para el relleno.

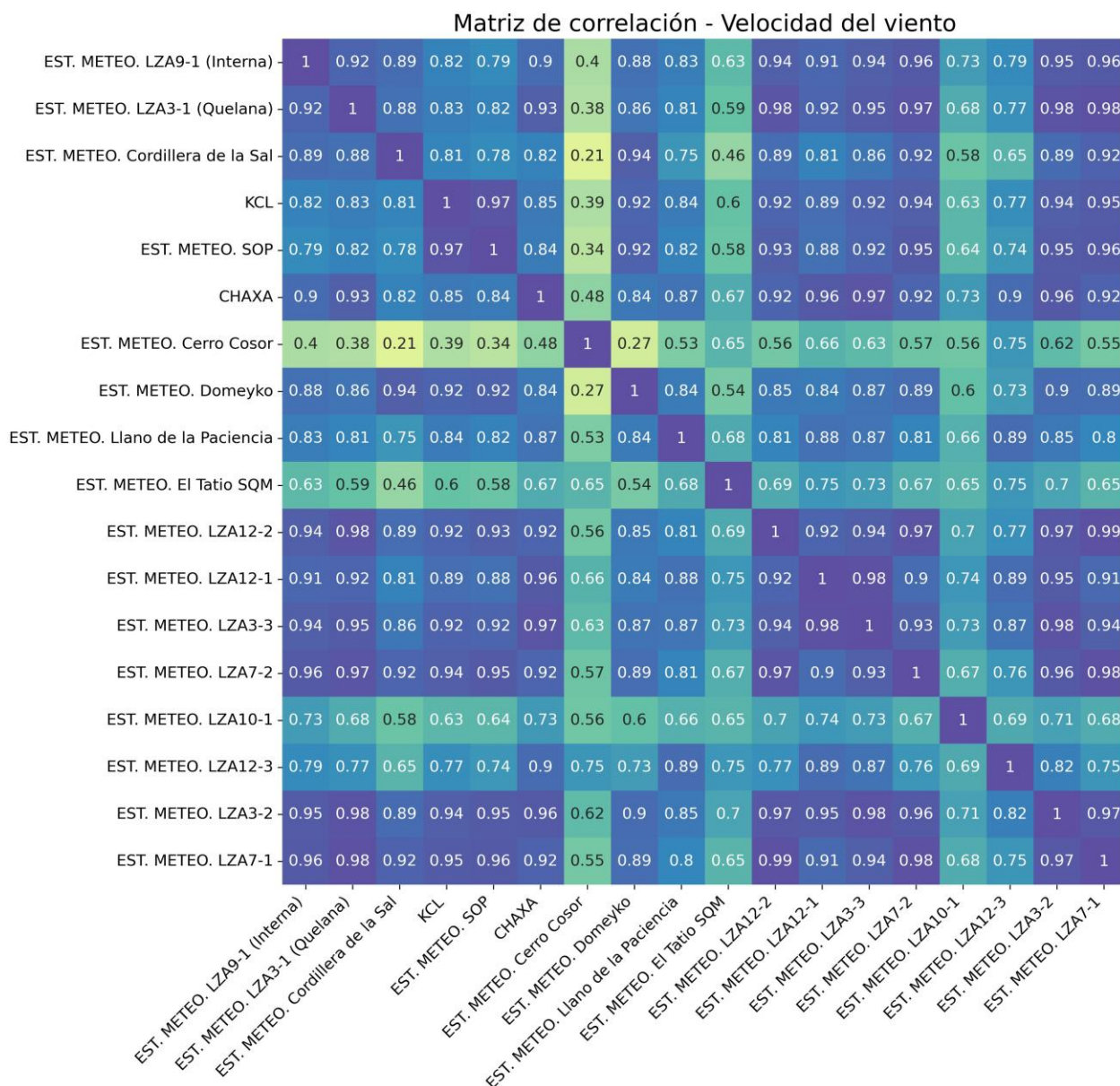


Figura 21: Matriz de correlación para la velocidad del viento.

Tabla 9: Estaciones utilizadas para el relleno de la velocidad del viento.

Variable	Estación	Estaciones usadas como referencia
Velocidad del viento	EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. LZA12-3
	EST. METEO. El Tatio SQM	EST. METEO. LZA12-1

Conclusiones

El relleno de las estaciones con un porcentaje validado menor al 95% fue realizado con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro, utilizando como referencia mediciones registradas en otras estaciones de la red de monitoreo meteorológico Novandino. Entre las razones para requerir relleno se encuentran secado del pan de evaporación, fallas en la transmisión, problemas con el sistema de alimentación de energía y piranómetro sucio.

Referencias

Flow Hydro Consulting. (2023). *Instructivo Python para relleno de datos meteorología SQM*.