

Luis E. Gonzales
Isidora Lara

www.clapesuc.cl

Actualización del impacto económico de los sistemas frontales de invierno en Chile

Informe (25 agosto, 2023)

Informe

Actualización del impacto económico de los sistemas frontales de invierno en Chile

Luis Gonzales Carrasco Isidora Lara Ochoa

lwgonzal@uc.cl

ilara3@uc.cl

CLAPES UC

25 de agosto de 2023

Introducción

Con mayor frecuencia los efectos de eventos climáticos extremos tienen relevancia globalmente. Estos eventos naturales como incendios e inundaciones son intensificados por el cambio climático (IPCC, 2023). Chile no ha sido ajeno a esta tendencia, las fuertes lluvias de junio de ese año causaron extensas inundaciones en la zona centro-sur, dañando infraestructura y resultando en pérdida de vidas. En agosto, nuevamente la zona centro-sur del país es afectada por un sistema frontal con daños extensos aún por determinar, al igual que lo observado en junio de este año. Los eventos recientes demandan la actualización de costos, revisión y fortalecimiento de protocolos de gestión de riesgos y urgen por respuestas a las emergencias en el país.

Los sistemas frontales son muy comunes en la zona sur de Chile y pueden ocurrir durante todo el año. Estos corresponden a fenómenos meteorológicos donde se encuentran dos masas de aire con distintas temperaturas, y pueden generar precipitaciones de variada intensidad y duración (Crespo, 2018).

Sin embargo, en esta ocasión están potenciados con la ocurrencia del fenómeno de “El Niño”, caracterizado por una elevación atípica de la temperatura de las aguas superficiales del océano Pacífico ecuatorial, induciendo a variaciones significativas en los regímenes pluviométricos de Chile. Durante episodios de El Niño, como el esperado para estos meses, se tiende a observar un incremento de las precipitaciones (Montecinos & Aceituno, 2003). Esta situación puede amplificar la susceptibilidad a inundaciones y daños cuando coincide con la actividad de sistemas frontales, como se evidenció estos episodios.

En este contexto, el volumen de precipitaciones está relacionado con el nivel de isoterma cero en la atmósfera. La isoterma cero se define como la altitud en la que la temperatura atmosférica alcanza los 0 °C. Las variaciones en su altura pueden influir en los regímenes de precipitación y procesos de deshielo en la cordillera de los Andes chilena. Durante periodos en los que la isoterma cero se sitúa a altitudes superiores, es probable una acumulación de nieve en altitudes más altas, lo cual podría inducir incrementos en el caudal de los ríos durante episodios de lluvias y deshielo (Masiokas et al., 2006).

El sistema frontal vivido hace algunos días en agosto y junio, impactó principalmente las zonas centro-sur del país en ambos eventos, resultando en evacuaciones de urgencia, daño a infraestructura, alteraciones en el sistema de transporte y afectaciones a establecimientos de salud, entre otras infraestructuras esenciales. Los reportes iniciales señalaron considerables consecuencias tanto humanas como materiales, con un gran número de personas desplazadas o aisladas.

Este documento, se suma a la línea de investigación que se desarrolla en ClapesUC sobre los costos económicos de la mitigación y adaptación en Chile, tiene como objetivo dar seguimiento y proporcionar un recuento preliminar de los daños relacionados con las lluvias e inundaciones de junio y agosto de 2023 en Chile. Utilizando datos preliminares provistos por Servicio Nacional de Prevención y Respuestas ante Desastres (SENAPRED) se proporciona una estimación inicial de los daños a las viviendas a la fecha de cierre de este informe.

Antecedentes

El 20 de junio de 2023, un sistema frontal impactó las zonas centro sur del país, específicamente entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía, caracterizado por tener una isoterma cero alta a 3.121 metros en promedio del episodio. Debido a la gravedad de este fenómeno, el 24 de junio se declaró estado de catástrofe en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío (SENAPRED, 2023a).

Nuevamente, a partir del 19 de agosto, un sistema frontal cálido con lluvias y vientos, caracterizado por una isoterma cero alta: En la Región de Valparaíso sobre los 3.300 metros y en la Metropolitana la isoterma cero en torno a 3.100 metros, en Ñuble a unos 2.600 metros y en el Biobío en torno a 2.300 metros.

En respuesta a los daños, el 21 de agosto, se decretó Estado de Excepción Constitucional de Catástrofe en las regiones de O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío, según el Decreto N°218. Adicionalmente, el 22 de agosto, a través de la Resolución Exenta 403, se determinó una Situación de Emergencia Agrícola en las mismas regiones debido a los perjuicios productivos provocados (SENAPRED, 2023c).

Tabla 1: Registro de precipitaciones sistema frontal junio y agosto 2023

Región	Estación DMC	Total evento (mm)	
		Junio	Agosto
Valparaíso	Viña del Mar ad (Torquemada)	-	91,1
	Zapallar Catapilco	-	90,4
Metropolitana	Llanos de Caleu – La Dormida, en Tiltil	58.3	-
	El Milagro, Buin	109.1	-
	San José de Guayacán, en San José de Maipo	130.7	-
	Quinta Normal, Santiago, en Estación Central	51.9	-
	El Paico	98.1	159,7
	San José Guayacán	-	155,1
O'Higgins	Nilahue – La Quebrada, en Pumanque	117.8	209.4
	Portezuelo-Codelco	137.4	184
Maule	Retiro Copihue, en Retiro	157.5	209.8
	General Freire, Curicó Ad.	113	273,2
Ñuble	General Bernardo O'Higgins, Chillán Ad.	223	-
	Termas de Chillán	810.3	372,3
	Chillán Mayulermo	-	252,5
Biobío	Carriel Sur, Concepción Ap.	164.4	-
	El Huertón liceo agrícola, Los Ángeles	-	74,5
	Lequecahue Tirúa Ad.	-	93,4
	PROMEDIO	180.9	201.1

Fuente: Elaboración propia en base a datos SENAPRED. Registro de precipitaciones de junio en base a datos SENAPRED (2023b) con datos de la Dirección Meteorológica de Chile, información hasta las 17:00 horas (27/06/2023). Registro de precipitaciones de agosto en base a datos SENAPRED (2023c) con datos de la Dirección Meteorológica de Chile, desde el 18-08-2023 (12:01 UTC) hasta el 23-08-2023 (12:00 UTC).

La Tabla 1 muestra los registros de precipitaciones durante los sistemas frontales de junio y agosto de 2023 para las estaciones de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) reportadas por SENAPRED para cada evento. Se puede notar que para algunas estaciones, como El Paico existe un aumento sustancial en las precipitaciones entre los eventos de junio y agosto, pasando de

98,1 mm a 159,7 mm. Esto mismo se puede ver en las regiones de O'Higgins y Maule. Por otro lado, en Ñuble se observa una disminución en los registros de precipitación entre ambos eventos.

Tabla 2: Registro afectación a personas causados por los sistemas frontales de junio y agosto 2023

Región/Mes	Damnificados		Albergados		Aisladas		Desaparecidos		Fallecidos		TOTAL
	Jun.	Ago.	Jun.	Ago.	Jun.	Ago.	Jun.	Ago.	Jun.	Ago.	
Valparaíso	3	11	–	–	–	–	–	–	–	–	14
Metropolitana	1.048	840	–	175	2	192	–	–	1	–	1.891
O'Higgins	3.677	4.644	103	588	126	634	–	–	–	–	5.981
Maule	19.170	32.247	–	558	1.055	39.717	1	–	1	–	49.734
Ñuble	1.475	294	14	121	322	196	–	–	–	1	2.105
Biobío	2.213	509	2	42	211	924	–	–	1	2	3.858
La Araucanía	2	–	–	–	8	–	–	–	–	–	10
TOTAL	27.588	33.234	119	1.245	1.724	41.663	1	–	3	3	70.967

Fuente: Elaboración propia en base a datos SENAPRED (2023a) y SENAPRED (2023c) hasta 24-08-2023 18:30.

La Tabla 2 desglosa la afectación a personas a raíz de los sistemas frontales en junio y agosto de 2023 por región, categorizando el impacto en las cinco clasificaciones entregadas por SENAPRED: Damnificados, Albergados, Aisladas, Desaparecidos y Fallecidos. Se observa que la región del Maule sufrió la mayor afectación con 49.734 personas impactadas a lo largo de los dos meses, seguida de la región de O'Higgins con 5.981 personas. La región Metropolitana, con 1.891 personas afectadas, es la tercera más impactada. Es notable el alto número de personas damnificadas en ambas fechas, particularmente en Maule, con un incremento considerable en agosto (19.170 en junio vs. 29.507 en agosto). También es relevante mencionar las 41.532 personas aisladas en agosto, siendo Maule nuevamente la región más afectada en esta categoría. En total, se reportaron 6 fallecimientos y 1 desaparición en ambas catástrofes.

Análisis daños a viviendas

En la Tabla 3, se presenta el registro de afectación a viviendas causada por los sistemas frontales de junio y agosto de 2023 en distintas regiones de Chile. De manera general, se puede observar un notable aumento en el número de viviendas afectadas en agosto en comparación con junio, especialmente en la región del Maule, donde las cifras de viviendas con daño menor y mayor aumentaron considerablemente.

Tabla 3: Registro afectación a viviendas causado por los sistemas frontales de junio y agosto 2023

Tipo de daño	Daño menor		Daño mayor		Destruídas		En evaluación	
Región/Mes	Jun.	Ago.	Jun.	Ago.	Jun.	Ago.	Jun.	Ago.
Valparaíso	–	96	–	4	2	-	–	7
Metropolitana	130	517	259	9	13	-	–	-
O'Higgins	2.784	1.082	1.112	1.429	303	58	–	-
Maule	621	13.713	390	8.001	1.424	21	3.497	4.654
Ñuble	818	94	394	62	82	22	–	237
Biobío	1.523	716	397	53	29	5	770	267
La Araucanía	5	-	1	-	–	-	–	-
TOTAL	5.881	16.218	2.553	9.558	1.853	106	4.267	5.165

Fuente: Elaboración propia en base a datos SENAPRED (2023a) y SENAPRED (2023c) hasta 24-08-2023 18:30.

Por otro lado, la región Metropolitana también tuvo un aumento significativo en viviendas con daño menor en agosto. Sin embargo, hubo regiones, como O'Higgins, donde se registró una disminución en el número de viviendas con daños menores en agosto en comparación con junio.

En términos globales, el total de viviendas con daño menor pasó de 5.881 en junio a 16.218 en agosto, y las viviendas con daño mayor aumentaron de 2.553 en junio a 9.558 en agosto. Estos datos, provenientes de SENAPRED hasta el 24-08-2023 a las 18:30, evidencian el significativo impacto de los sistemas frontales en la infraestructura habitacional de las regiones mencionadas, sus diferencias en intensidad y afectación regional.

Para valorizar los daños a las viviendas, se utilizó la metodología empleada en Gonzales et al., 2023. Utilizando la clasificación basada en el nivel de daño sufrido por cada vivienda entregada por SENAPRED: Daño menor, Daño mayor y Destruídas.

La valoración se basó en las proyecciones de edificación de residencias del estudio "Estimaciones del Costo Fiscal Directo de la Propuesta de Nueva Constitución" de Betancor et al., 2022. Se considera que el costo de una vivienda en UF es de 1.152 UF con especificaciones técnicas DS49 + mejora, y de 1.500 UF bajo el estándar DS19. Adicionalmente, se considera que el subsidio de reparación/ampliación de viviendas es de 110 UF por unidad en el escenario bajo y 153 UF en el escenario alto para las viviendas con daño menor. Para esta valuación se presupone que la inversión para restaurar daños más significativos (daño mayor) es el doble en comparación con las viviendas que necesitan reparaciones menores.

Para las viviendas destruidas se utilizó el valor unitario de vivienda para cada estándar técnico (ver ecuación 1). Donde γ corresponde a una variable categórica que indica el estándar técnico de la vivienda (DS49 + mejora y DS19), Q representa la cantidad de viviendas destruidas y $precio_{\gamma}$ corresponde al valor unitario de la vivienda.

$$Subsidio\ construcción\ de\ viviendas_{\gamma} = Q * precio_{\gamma} \quad (1)$$

Para las categorías “Daño mayor” y “Daño menor”, se calcula el costo en base a el subsidio de reparación o reconstrucción basándose en el valor unitario propuesto en Betancor, et al., 2022 (ver ecuación 2). Donde i corresponde a una variable categórica que identifica el daño de las viviendas (menor y mayor). Además, $precio_{\gamma}$ corresponde al precio unitario del subsidio de reparación dado el nivel de daño, Q_i corresponden a la cantidad de viviendas afectadas según nivel de daños.

$$Subsidio\ reparación\ de\ viviendas_{\gamma} = \sum_{i=1}^2 Q_i * precio_{\gamma} \quad (2)$$

Tabla 4: Valoración de los daños a las viviendas sistema frontal junio 2023

Viviendas	Cantidad	DS49 + mejora (US\$ millones)	DS19 (US\$ millones)
Destruídas	1.853	93,7	122,0
Subtotal		93,7	122,0
Viviendas	Cantidad	Subtotal bajo (US\$ millones)	Subtotal alto (US\$ millones)
Daño menor	5.881	28,4	39,5
Daño mayor	2.553	24,6	34,3
Subtotal		47,2	65,7
Total		140,9	187,7

Fuente: Elaboración propia con datos de SENAPRED, 2023a. Para la valorización en dólares se utiliza el promedio de junio, julio y agosto del dólar observado del Banco Central de Chile (BCh). El valor promedio de la UF de junio de Servicio de Impuestos Internos (SII).

La Tabla 3 muestra las estimaciones de gasto en recuperación de viviendas dañadas a causa del sistema frontal de junio suman en torno a los US\$140,9 y US\$187,7 millones. La valoración de los daños a las viviendas muestra la severidad de los impactos de los eventos climáticos extremos en las infraestructuras residenciales.

Tabla 5: Valoración de los daños a las viviendas sistema frontal agosto 2023

Viviendas	Cantidad	DS49 + mejora (US\$ millones)	DS19 (US\$ millones)
Destruídas	106	5,1	6,7
Subtotal		5,1	6,7
Viviendas	Cantidad	Subtotal bajo (US\$ millones)	Subtotal alto (US\$ millones)
Daño menor	16.218	75,1	104,5
Daño mayor	9.558	88,5	123,1
Subtotal		163,6	227,6
Total		168,8	234,3

Fuente: Elaboración propia con datos de SENAPRED, 2023c. Para la valorización en dólares se utiliza el promedio de agosto del dólar observado del Banco Central de Chile (BCh). El valor promedio de la UF de agosto de Servicio de Impuestos Internos (SII).

La Tabla 4 muestra las estimaciones de gasto en recuperación de viviendas dañadas a causa del sistema frontal de agosto suman en torno a los US\$168,8 y US\$234,3 millones.

Análisis daños y otros costos

Tomando en cuenta los esfuerzos realizados para cuantificar los daños en otros tipos de infraestructuras, se identificó que, durante el evento de junio, 55 puentes resultaron afectados por las crecidas en los caudales de los diferentes ríos, según el informe más reciente de SENAPRED a las 17:00 horas del 20/07/2023. De estos, 37 ya habían sido restaurados o se encontraban operativos bajo diversas condiciones, 10 en proceso de habilitación y 8 se encontraban cortados.

Con relación al reciente evento de agosto, según el informe más actual de SENAPRED a las 16:00 horas del 24/08/2023, se registraron 37 puentes afectados. De este total, 11 han sido recuperados o se encuentran habilitados en

diversas condiciones, 17 presentan afectaciones en distintos grados y nueve han sufrido cortes debido a daños estructurales.

Tras el paso del sistema frontal por la zona centro-sur en junio, que causó daños significativos en viviendas e infraestructura, el Gobierno ha lanzado una estrategia de recuperación compuesta por cuatro ejes: 1) Recuperación de la habitabilidad de las viviendas, 2) Rehabilitación productiva, 3) Recuperación de infraestructura y 4) Apoyo a los municipios en la gestión de gastos de emergencia.

Se identifican al menos tres medidas para atender el primer eje de la estrategia incluyendo: i) Bono de Recuperación por lluvias, correspondiente a una ayuda económica de libre disposición para familias afectadas, con montos que varían según el nivel de afectación (desde US\$437,7 hasta US\$1750,9), ii) viviendas de emergencia transitorias, iii) tarjeta para la compra de materiales para reparar viviendas (hasta 50 UF equivalente a US\$2.105 por tarjeta). Además del apoyo para alimentación animal y apícola con un costo de US\$4.7 millones por la política, entre muchas otras.

La inversión total estimada para las medidas es de US\$101,1 millones. Para el reciente evento de agosto se han anunciado nuevamente muchas de estas medidas.

Conclusiones

Los sistemas frontales de junio y agosto de 2023 han tenido un impacto significativo en diversas regiones de Chile, con particular énfasis en la región del Maule y O'Higgins. Las cifras indican un aumento notable en el número de personas y viviendas afectadas.

Los daños estimados para la recuperación de viviendas en junio se sitúan entre US\$140,9 y US\$187,7 millones, mientras que para agosto, hasta el momento, oscilan entre US\$168,8 y US\$234,3 millones. Acumulando en el año US\$309.7 y US\$422 millones

Además, se registró un impacto en infraestructura crítica, con 55 puentes afectados en junio y 37 en agosto lo que totaliza más de US\$460 millones en base a la metodología aplicada en Gonzales et al 2023, siendo este un reflejo de la intensidad de estos fenómenos climáticos. En respuesta, el gobierno ha instaurado una estrategia multifacética para la recuperación, incluyendo bonos de recuperación, viviendas de emergencia transitorias, apoyos para la

alimentación animal, entre otras medidas, con una inversión estimada de \$86 mil 600 millones de pesos para el evento de junio.

También es importante mencionar que queda aún pendiente la contabilización de daños en infraestructura productiva que afectará significativamente a las actividades de ganadería y agricultura con efectos regionales en el PIB e incidencia en precios.

Entre las tareas pendientes, es importante hacer el seguimiento de la ejecución de las estrategias y planes de ayuda que se activaron en el primer episodio. De igual manera, zonas que han sido doblemente afectadas, especialmente el Maule y O'Higgins abren la pregunta de reformular una estrategia permanente en la atención de estos eventos a futuro.

Referencias

Betancor, et al., 2022. Estimaciones del Costo Fiscal Directo de la Propuesta de Nueva Constitución. Bentancor, A , Larraín, G , Martínez, C , Ugarte, G , Vergara, R , Valdés, R 2022. Instituto de Economía, Política Pública N°3.

Banco Central de Chile, 2023. Serie de tiempo del dólar observado del Banco Central de Chile (BCh). https://si3.bcentral.cl/Bdemovil/BDE/Series/MOV_SC_TC1

Crespo, J., 2018. Radiografía de un sistema frontal. Juan Crespo (2018) <https://blog.meteochile.gob.cl/2018/07/12/radiografia-de-un-sistema-frontal/>

Gobierno de Chile 2023, Revisa las medidas de apoyo para afectados por lluvias en la zona centro sur, disponible en <https://www.gob.cl/noticias/paquete-de-ayudas-tempranas-dan-a-conocer-detalle-con-medidas-de-apoyo-y-alivio-para-familias-afectadas-por-las-lluvias/>

Gonzales, Lara y de Solminihac, 2023. Informe: Desafíos de Resiliencia y Adaptación: Análisis preliminar del impacto de las inundaciones de junio de 2023 en Chile. Luis Gonzales Carrasco, Isidora Lara y Hernán de Solminihac, 2023.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 36 pages. (in press).

Masiokas, M. H., Villalba, R., Luckman, B. H., Le Quesne, C., & Aravena, J. C. (2006). Snowpack variations in the central Andes of Argentina and Chile, 1951–2005: Large-scale atmospheric influences and implications for water resources in the region. *Journal of Climate*, 19(24), 6334-6352.

Montecinos, A., & Aceituno, P. (2003). Seasonality of the ENSO-Related Rainfall Variability in Central Chile and Associated Circulation Anomalies. *Journal of Climate*, 16(2), 281-296. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<0281:SOTERR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<0281:SOTERR>2.0.CO;2)

SENAPRED, 2023a. Monitoreo por evento meteorológico entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía. Fecha: 24-07-2023 20:43. Disponible en: <https://senapred.cl/monitoreo-por-evento-meteorologico-entre-las-regiones-de-valparaiso-y-la-araucania/>

SENAPRED, 2023b. Monitoreo por evento meteorológico entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía. Fecha: 28-06-2023 08:49:20. Disponible en: <https://senapred.cl/monitoreo-por-evento-meteorologico-entre-las-regiones-de-valparaiso-y-la-araucania/>

SENAPRED, 2023c. Monitoreo por evento meteorológico entre las regiones de Valparaíso y Biobío. Fecha: 24-08-2023 21:09. Disponible en: <https://senapred.cl/monitoreo-por-evento-meteorologico-entre-las-regiones-de-valparaiso-y-biobio/>

SII, 2023. Datos valor de la UF del Servicio de Impuestos Internos (SII). https://www.sii.cl/valores_y_fechas/uf/uf2023.htm



 clapesuc

 @clapesuc

 clapes_uc

 clapesuc