



The map displays the geographical outline of Chile with a topographic background. Isotherms are drawn across the landmass, with numerical values ranging from 10 to 30. Major cities and regions are labeled, including Valparaíso, Santiago, Rancagua, and Curico. A network of rivers and estuaries is shown, with specific points of interest marked and labeled. The text is centered over the map in a large, bold, black font.

# MAPA DE CHILE CON TEMPERATURAS DE REFERENCIA EN CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES CONTINENTALES



## INDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	4
Desarrollo.....	4
Metodología.....	4
Confección de la Cartografía.....	5
Cartografía Base.....	5

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Carta Base.....	6
Figura 2: Estaciones Seleccionadas.....	6
Figura 3: Segmentos de Ríos Seleccionados.....	7
Figura 4: Puntos de intersección entre el río y las curvas de nivel.....	7
Figura 5: Estructura de los datos del archivo de puntos final.....	8
Figura 6: Puntos con las Temperaturas Máximas de los Ríos seleccionados.....	8
Figura 7: Río (lineal) con las temperaturas máximas.....	9
Figura 8: Resultado de la construcción de las isoclinas.....	9

## INDICE DE MAPAS

Región de Arica y Parinacota.....	11 - 12
Región de Tarapacá.....	13 - 14
Región de Antofagasta.....	15 - 16
Región de Atacama.....	17 - 18
Región de Coquimbo.....	19 - 20
Región de Valparaíso.....	21 - 22
Región Metropolitana de Santiago.....	23 - 24
Región del Libertador Bernardo O'higgins.....	25 - 26
Región del Maule.....	27 - 28
Región del Biobío.....	29 - 30
Región de la Araucanía.....	31 - 32
Región de Los Ríos.....	33 - 34
Región de Los Lagos.....	35 - 36
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.....	37 - 38
Región de Magallanes y Antártica Chilena.....	39 - 40



# MAPA DE CHILE CON TEMPERATURAS DE REFERENCIA EN CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES CONTINENTALES

## Introducción.

En relación al proceso de revisión de la norma de emisión para la regulación de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Decreto Supremo N°90/2000, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, con el objeto de uniformar los criterios para establecer los límites máximos permitidos para la descarga de Residuos líquidos a cuerpos de aguas superficiales, ha estimado necesario construir un mapa a nivel nacional de isotermas de temperaturas referenciales, tomando como principal insumo la metodología establecida por la Dirección General de Aguas en su Minuta Técnica N° 181 del año 2009.

La confección de estos mapas permitirá, en forma clara y didáctica, conocer la temperatura de referencia en cada uno de los ríos y cuenca del país, con el objeto de que la Autoridad Ambiental competente pueda establecer los límites de temperaturas de las descargas de RILes a cursos de aguas continentales.

Cabe hacer presente que los alcances del presente estudio sólo es aplicable a cuerpos de aguas fluviales, quedando sin aplicabilidad a los lagos, fiordos, humedales y cualquier otro cuerpo léntico.

## Desarrollo.

Múltiples factores influyen en temperatura del flujo en un río. Factores climatológicos incluidos la temperatura del aire, la radiación solar, y la precipitación (nieve y lluvia); así como también influyen condiciones hidrológicas y la geomorfología del cauce.

Las características físicas de la superficie de la cuenca, incluyendo la cubierta forestal o vegetal, influencia glaciaria, geomorfología, elevación sobre el nivel del mar, afectan a las temperaturas en el flujo de agua. Los factores más significativos en el medio ambiente que influyen en temperatura del flujo de agua dependen de la escala de tiempo. Por ejemplo, Mohseni y Stefan (1999) determinaron que en escalas de tiempo diario, la temperatura del agua tiene más influencia de la temperatura del agua río arriba que las condiciones climáticas actuales; por lo tanto, el uso de un lapso de tiempo se debe considerar.

Cuando la escala de tiempo se eleva a una semana o a una escala anual, el equilibrio de la temperatura aire/agua es significativa.

En un estudio realizado en Inglaterra, Crisp y Howson (1982) encontró que una regresión lineal de la temperatura media del aire con la temperatura media del flujo da cuenta de 87-95 por ciento de la variación en la temperatura del agua.

## Metodología.

En términos generales este procedimiento obedece a relaciones de tipo lineal, en donde la distancia entre puntos y la variación de temperatura en el cuerpo de agua en función de la altitud (m.s.n.m.) están directamente relacionados.

De acuerdo a lo anterior, se identificaron las estaciones de calidad de aguas con datos conocidos de temperatura permitiendo obtener los valores de temperatura necesarios para realizar la interpolación.

La interpolación de los datos de temperatura, se realizó luego de obtener los registros de temperatura históricos de cada una de las estaciones y determinar los máximos y mínimos históricos de cada una de ellas.

Una vez obtenido los datos de temperatura de las estaciones se identificó la altitud de cada una de ellas (m.s.n.m.) con el objeto de generar el gradiente de temperaturas de acuerdo al incremento en la altitud, así se logró interpolar la temperatura del agua en cualquier punto entre las estaciones.

## Confección de la cartografía.

Los mapas tienen como objetivo mostrar las temperaturas Máximas y Mínimas de los ríos de una forma gráfica y simple de entender. Para lograr este objetivo es necesario disponer no solo de la información de temperaturas, sino que también de información anexa, que sirva de base para el mapa, y para representar las temperaturas es necesario traspasar la información de las tablas creadas en con la metodología de interpolación a los ríos. Las formas de hacer lo señalado depende en gran medida de los software utilizados, en esta ocasión se utilizó el software de SIG ARCGIS, en su versión 9.3, software muy potente con el cual se elaboró la cartografía y que también se ocupó para los análisis o "geoprocesos" necesarios para cumplir el objetivo. En los siguientes puntos se explica la metodología que se empleó para lograrlo.

### Cartografía base:

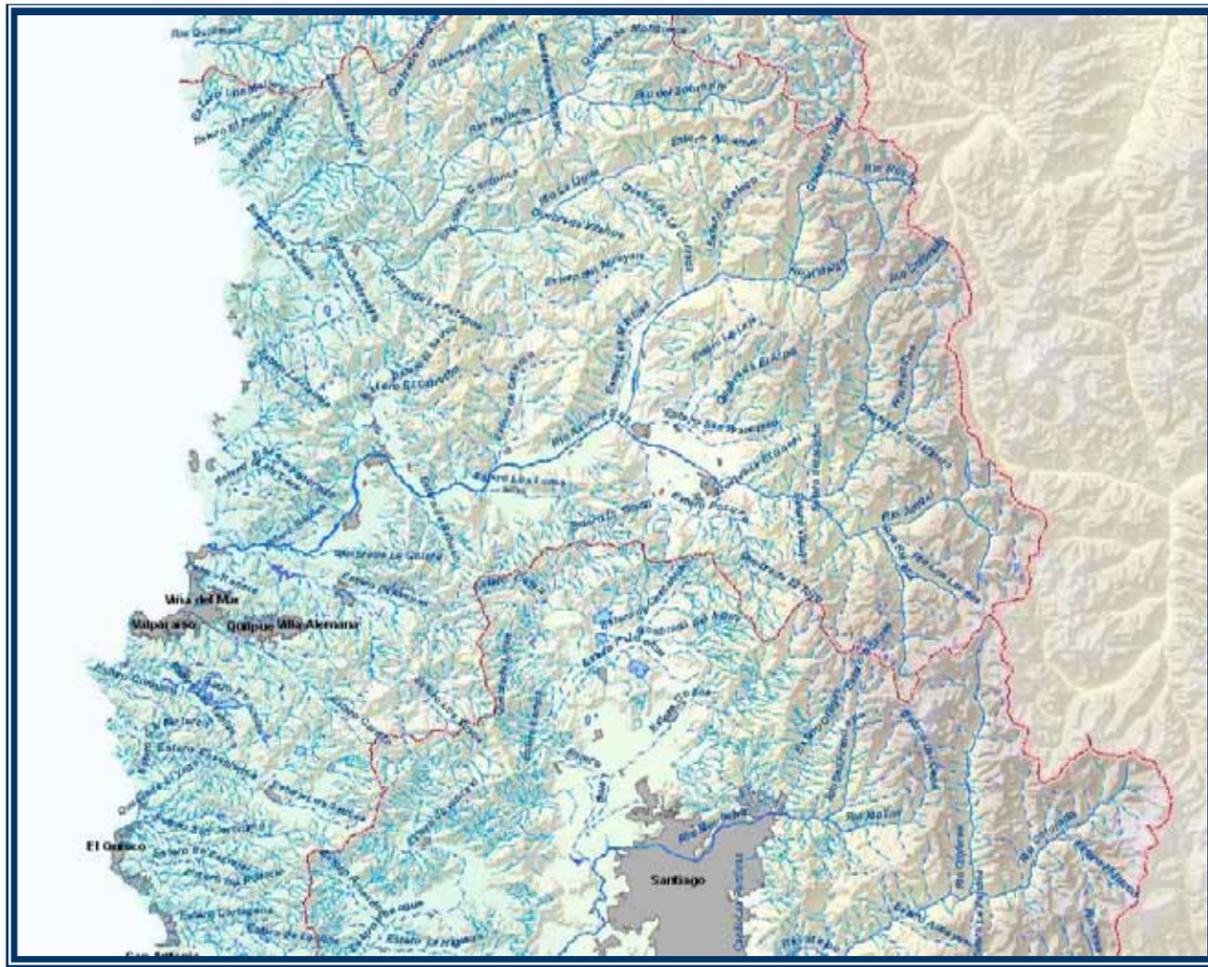
La construcción de la cartografía base consiste en la elaboración de la cartografía con las capas base que le dan sustento a la variable que se quiere representar, en este caso son las temperaturas Máximas y Mínimas de los ríos, las que deben ser representadas sobre ellos, estos a su vez deben estar sobre el terreno, el cual debe contener datos que le den coherencia y representatividad como son; las formas del relieve, las principales ciudades, los límites internacionales y regionales, e incluso el mar y los países vecinos.

Como estos mapas cubren una región a la vez también es necesario incluir un "esquicio", que no es otra cosa que un mapa de Chile completo en tamaño pequeño y muy general en donde se destaca el área cubierta por el mapa principal, de esta forma se puede visualizar rápidamente cual es la zona representada.

De los párrafos anteriores se desprende que la información a utilizar para la construcción de la carta base es la siguiente:

<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>ENTIDAD</b>	<b>ESCALA</b>
Fuentes	Corresponde a la red de drenajes	Lineal	1:250.000
Lagos	Son los lagos y salares	Polígono	1:250.000
Ciudades Nacional	Son las principales ciudades	Polígono	1:250.000
Límites Administrativos	Corresponden a los límites Internacionales y Regionales	Lineal	1:250.000
Mascara	Archivo cuya finalidad es pintar el mar y los países vecinos	Polígono	1:250.000
Fondo	Archivos de Imágenes SRTM que corresponden al modelo digital de elevación y que en conjunto con una imagen de sombreado se ocupan para representar el relieve.	Imagen	Píxel de 90 m.
Esquicio	Es construido con los archivos de Mascara y Regiones.	Polígono	1:250.000
Red de estaciones	Red de estaciones consideradas en el análisis	Puntual	-

Toda la Información tiene como fuente de origen la Mapoteca de la Dirección General de Aguas. (DGA), la cual se encuentra en formato shape de arcview, y esta georreferenciada en coordenadas UTM, Zona 19 y Datum WGS84.

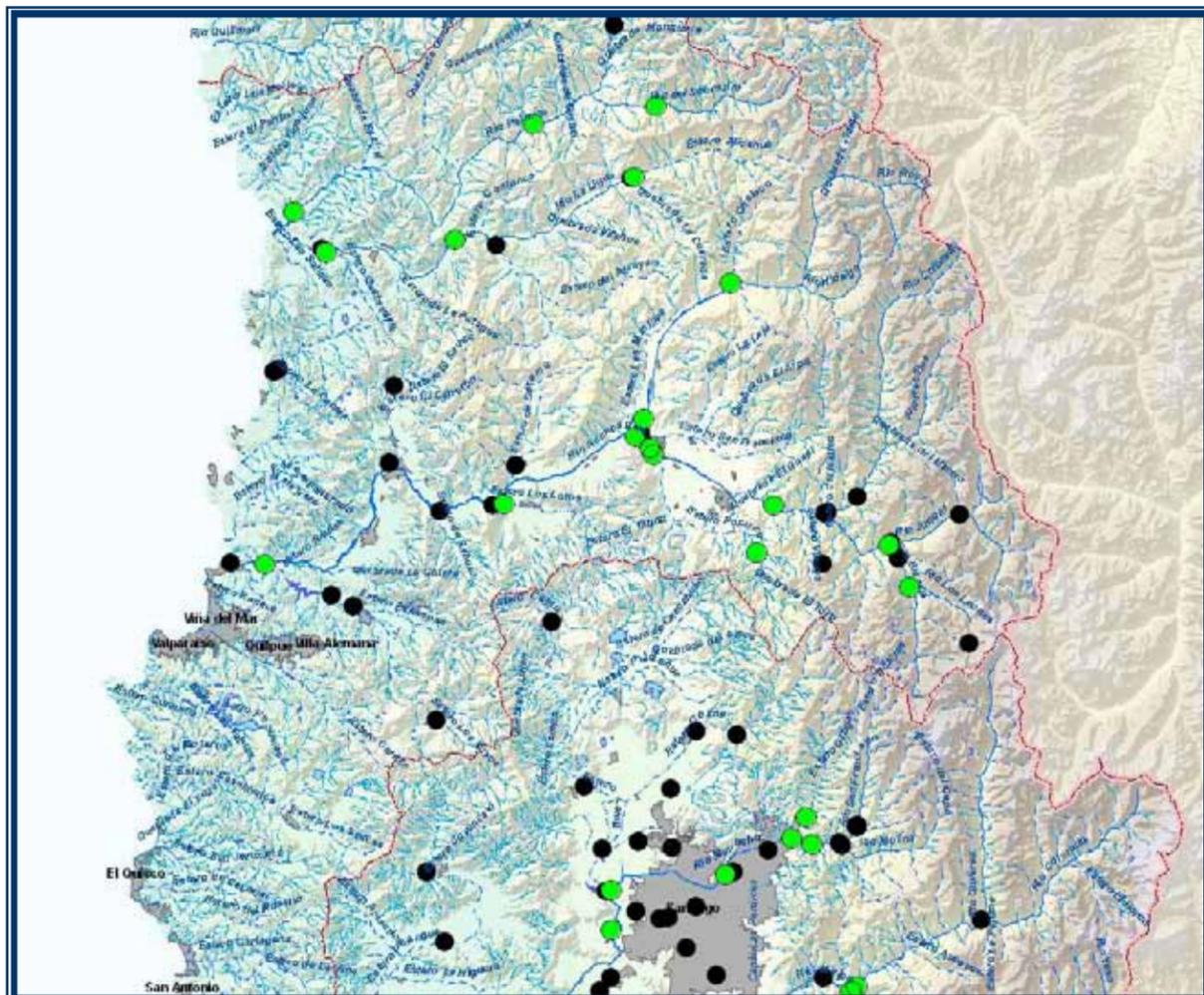


**Figura 1:** Carta Base.

De este modo con esta información se comienza a construir el mapa, y ahora el siguiente paso es representar a las Temperaturas Máximas y Mínimas.

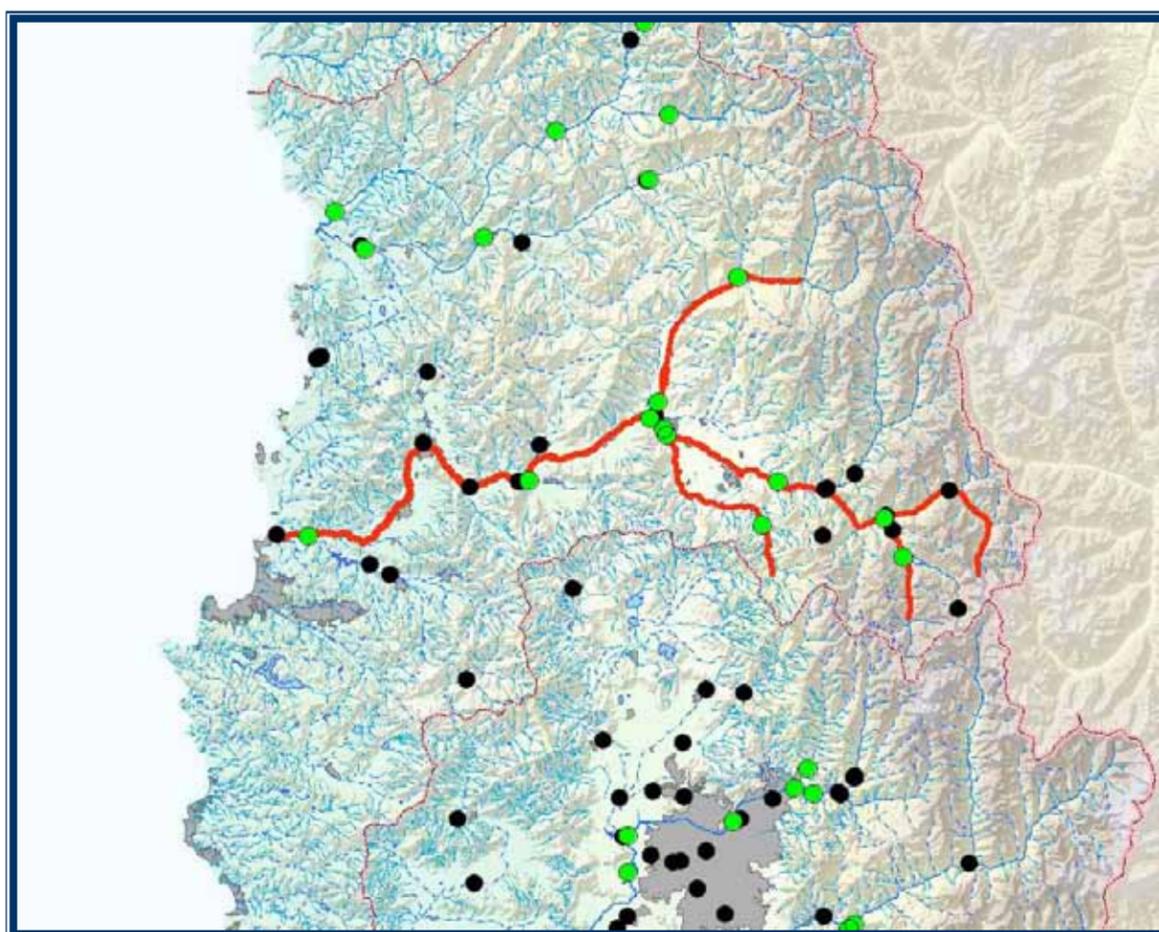
Representación de las temperaturas:

Ya se ha mencionado que el objetivo es mostrar la información de las tablas de la temperatura en los ríos, por lo tanto como primer paso, es necesario seleccionar las estaciones que se ocuparon para dar origen a las tablas de datos. Estas fueron las que cumplían con las condiciones de tener los datos necesarios.



**Figura 2:** Estaciones Seleccionadas.

Seguido de esto se seleccionan los ríos que son medidos por dichas estaciones, para este ejemplo se selecciona el Río Aconcagua y sus afluentes. Estos son llevados a un nuevo archivo shape.

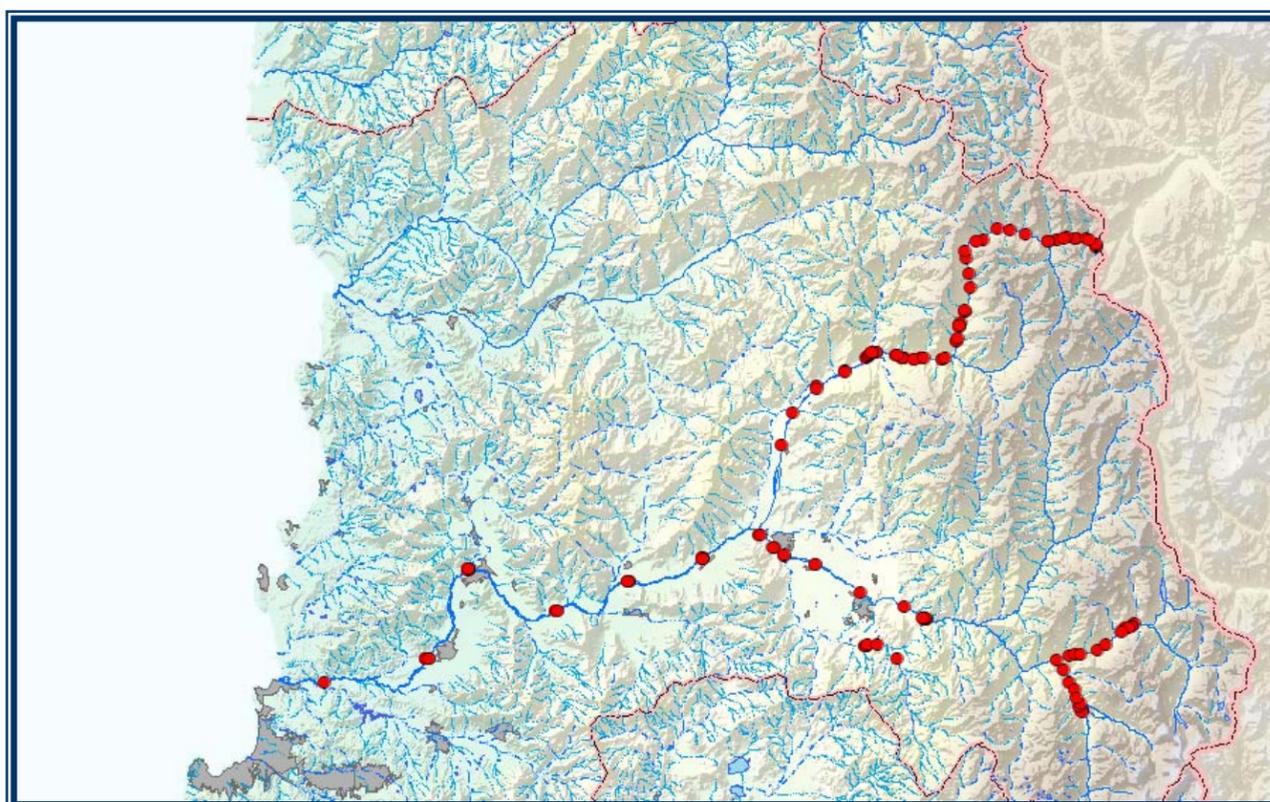


**Figura 3:** Se muestran en color rojo los segmentos del Río Seleccionado.

El paso siguiente, es llevar la Información de las tablas al río, pero esto requiere de ciertos procedimientos de SIG, ya que no existe un link entre el río y las tablas, y este link hay que construirlo.

Las tablas tienen como información La altitud y su correspondiente temperatura máxima y mínima. En cambio los ríos tienen como información; el nombre y otros datos que para el caso no sirven. Por lo tanto es necesario darle a al río la altitud a la que se encuentra, esto se puede hacer gracias a las herramientas del SIG, específicamente el proceso es un "overlays" del ARCGIS, que se llama "Intersect" este se debe realizar entre el río y alguna capa que contenga la información de altitudes, se puede utilizar el modelo de elevación, o bien si se dispone de curvas de nivel es mejor utilizar estas últimas.

De este modo para esta ocasión se utilizaron las curvas de nivel del IGM a escala 1:50.000, las cuales fueron "intersectadas" con el tramo del río seleccionado, dando como resultado un nuevo archivo de puntos, los cuales son los puntos en donde el río corta a la curva de nivel. Dicho punto contiene la información de la altitud, dato fundamental para poder hacer el link con las tablas.



**Figura 4:** Muestra los puntos de intersección entre el río y las curvas de nivel.

Este archivo se puede "linkear" con las tablas, este procedimiento en ARCGIS se denomina "Join" y es posible gracias a que ambos archivos dentro de sus campos tienen información común, en este caso es la altitud. De esta forma se traspa la información de la altitud al archivo de puntos creado con la intersección.

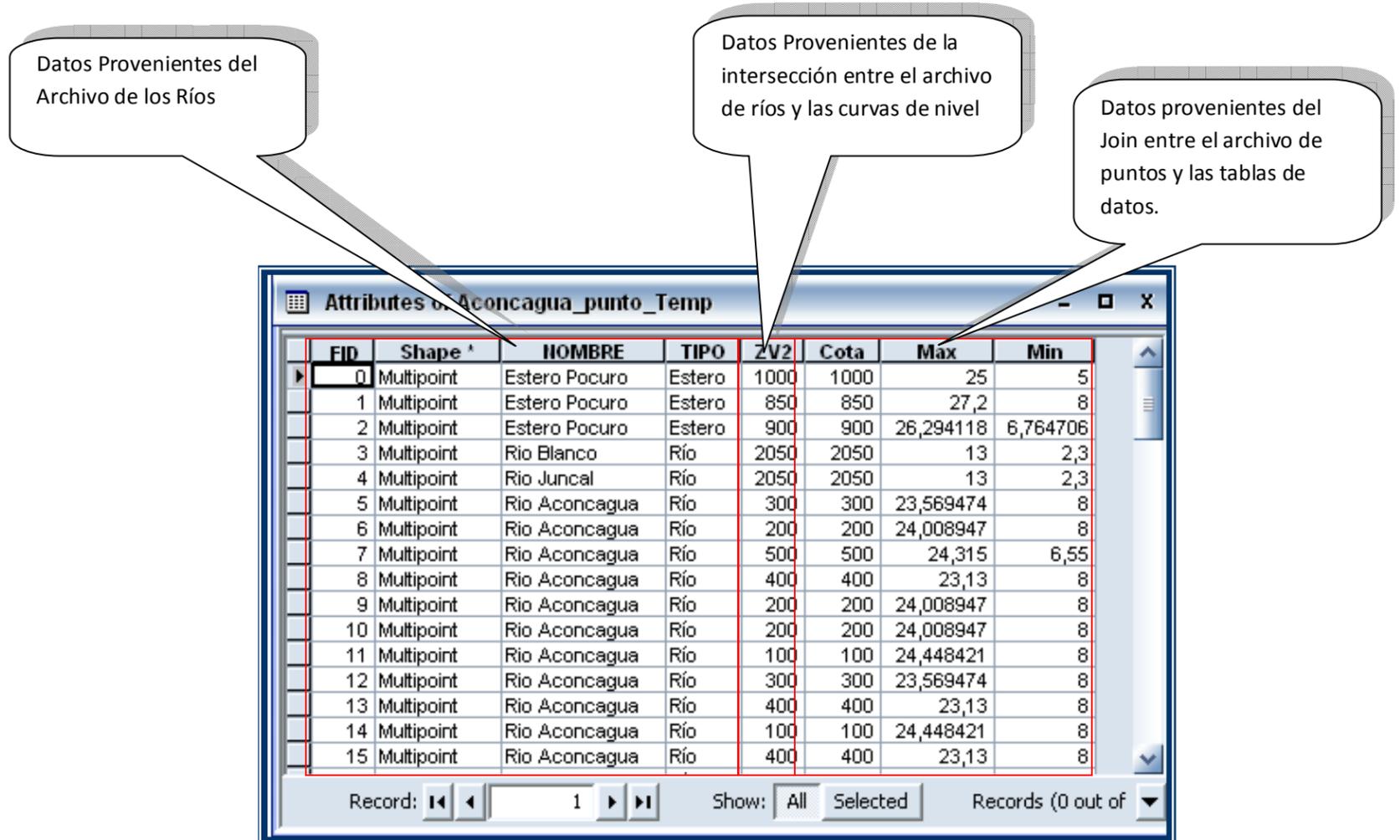


Figura 5: Estructura de los datos del archivo de puntos final.

Este archivo ya por si solo a través de las opciones de leyenda del ArcGis puede representar a las temperaturas máximas y mínimas.

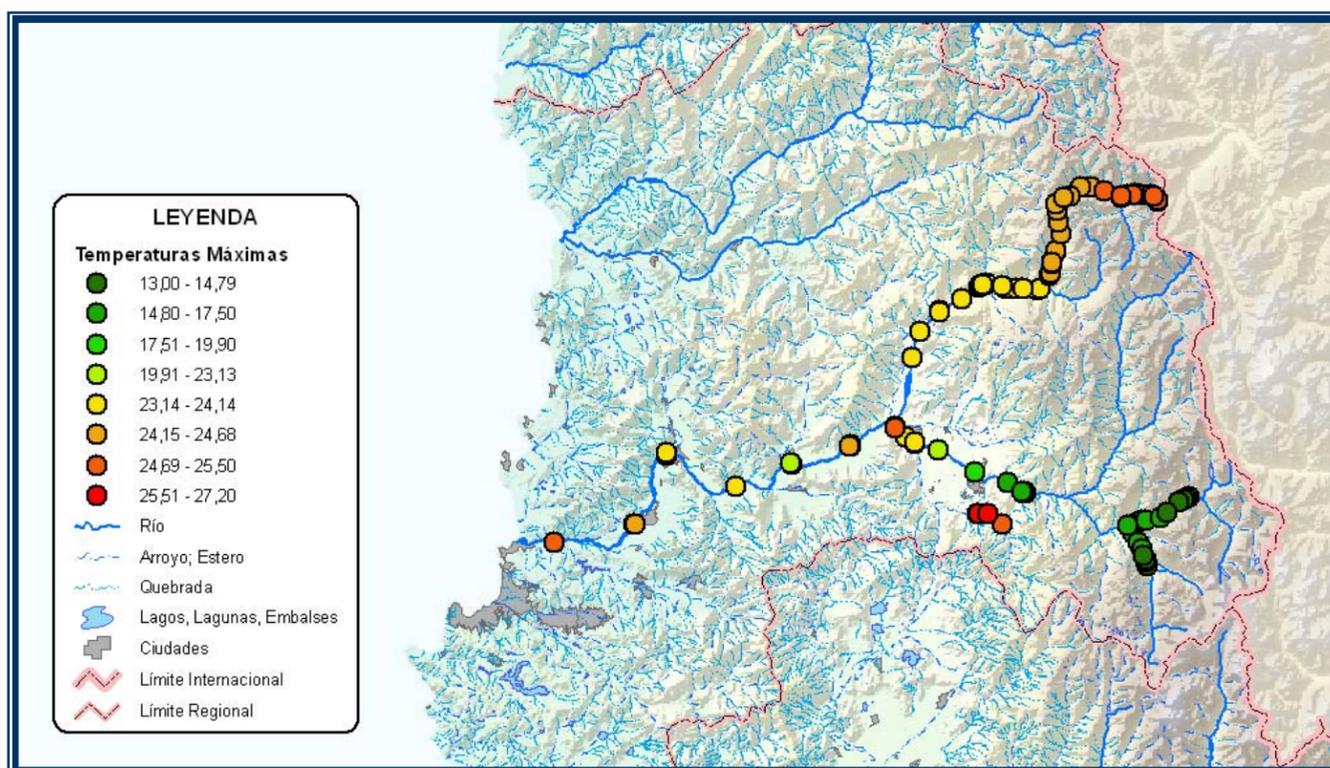
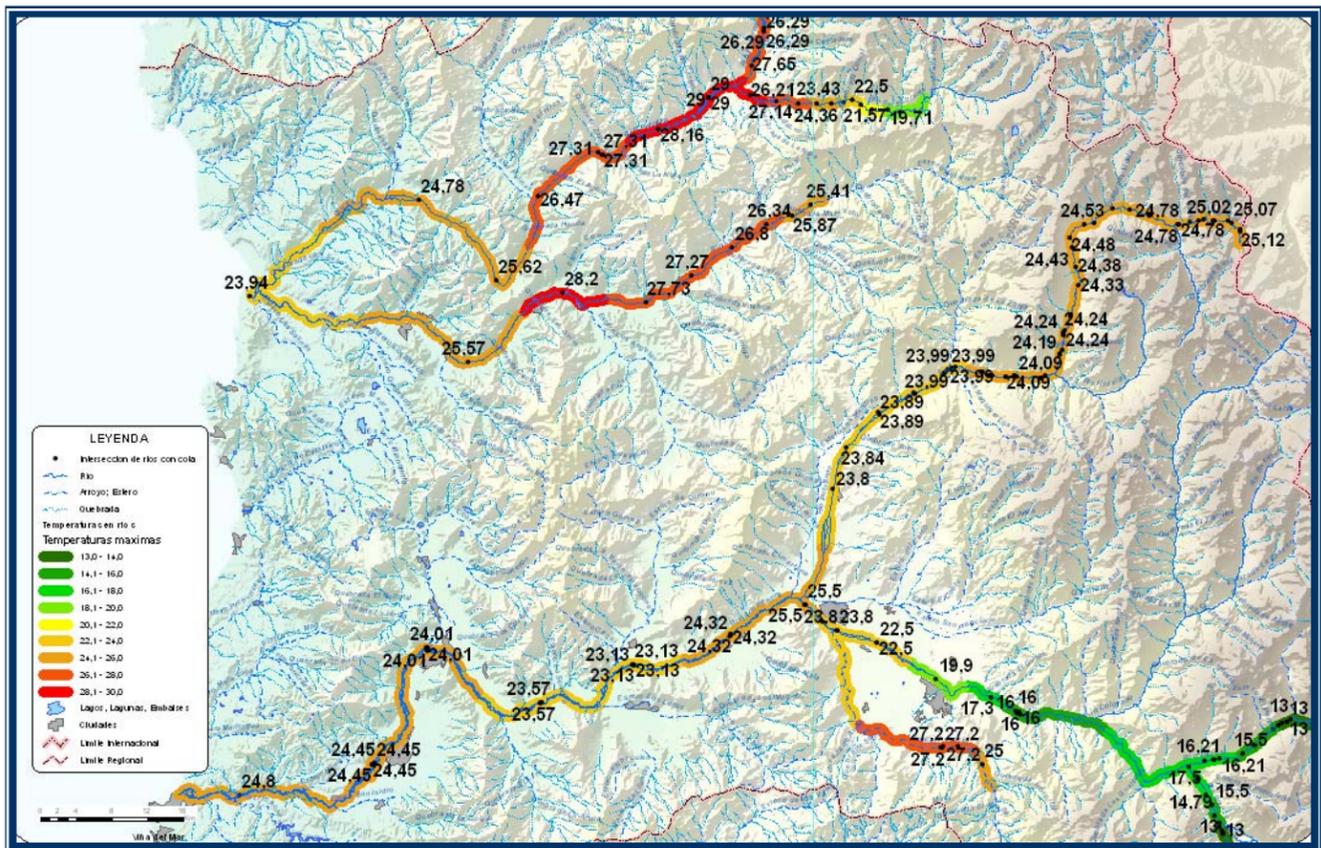


Figura 6: Puntos con las Temperaturas Máximas de los Ríos seleccionados

Para una buena visualización de la información se debe buscar un tipo de leyenda que represente de mejor manera a las temperaturas sobre los ríos, para lograr esto las temperaturas se deben representar en términos lineales, y la única forma de hacerlo es llevar la información de temperaturas presente en el archivo de puntos, al archivo del río, que es lineal, se puede usar el mismo que se ocupó para la intersección con las curvas de nivel. Esto se hace con un procedimiento del ARCGIS llamado "Join Espacial" el que consiste en llevar la información de los puntos a las líneas de los ríos.

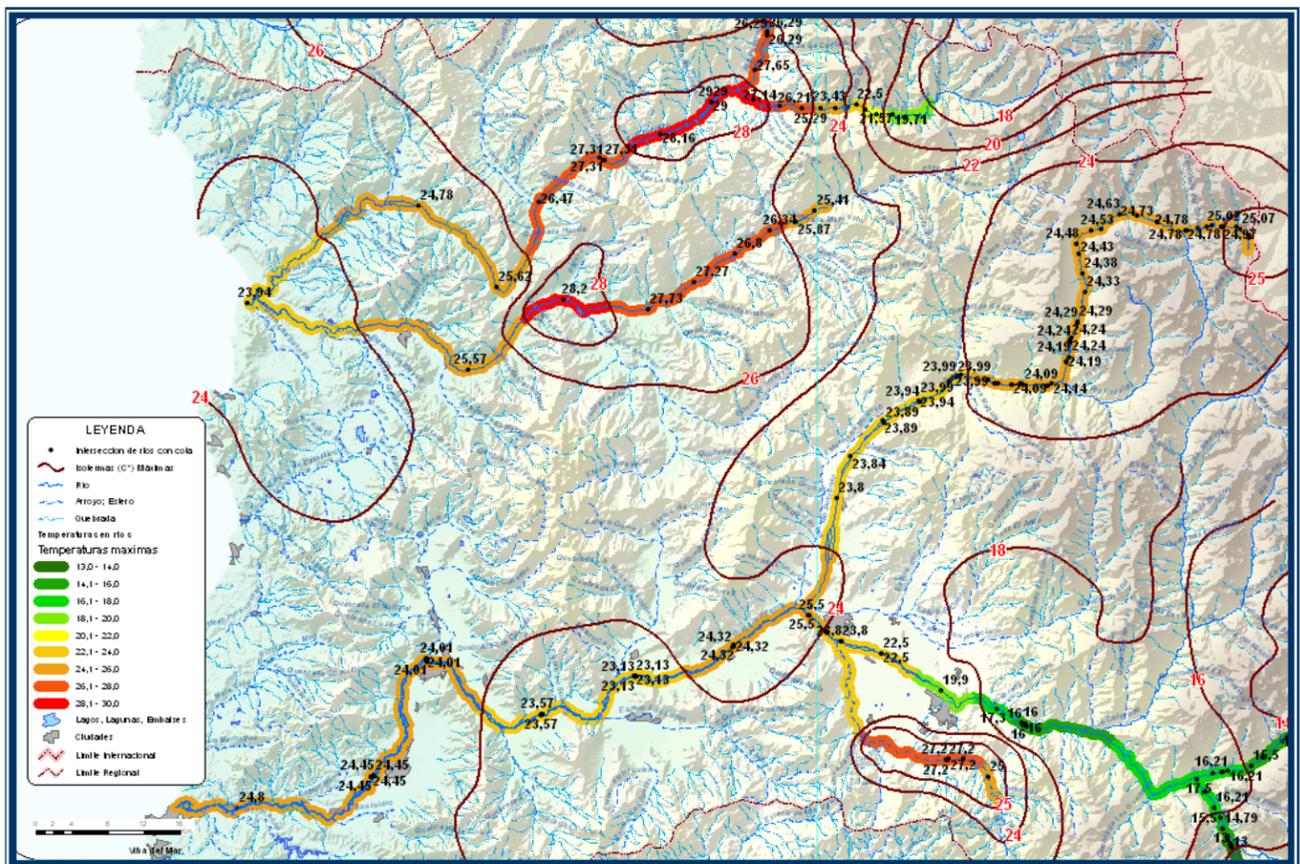
Antes de ejecutar el "Join Espacial" conviene dividir al máximo posible el archivo de los Ríos, esto se hace con un procedimiento llamado "Split Line at vértices" con ello se obtiene la certeza que toda la información del archivo de puntos tendrá cabida en el archivo lineal, si no se ejecuta este paso, existe la posibilidad que hayan puntos que no encuentren una línea en donde dejar su información.



**Figura 7:** Río (lineal) con las temperaturas máximas.

Como una forma de fortalecer la interpretación de los mapas se construyeron Isolíneas de temperaturas, tanto máximas como mínimas, para eso se utilizaron los archivos de puntos y lineales, y además se utilizaron métodos de interpolación del ArcGis, como forma de apoyar la creación de las Isolíneas.

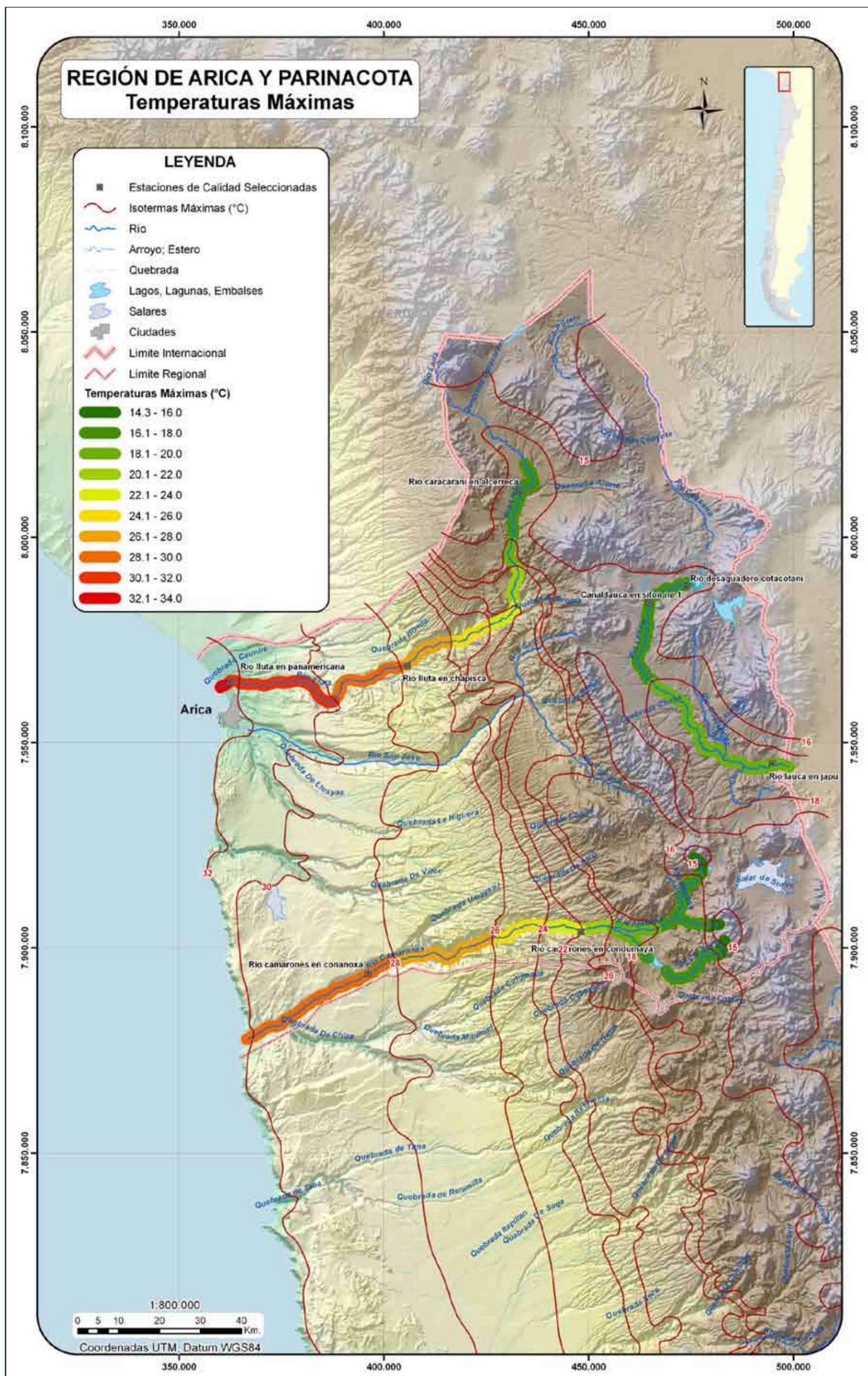
Es necesario mencionar que las isolíneas son solo una herramienta de apoyo, pero no tienen una exactitud infalible, ya que dependen del método de interpolación, y de la interpretación del operador, esta incertidumbre es generada por la falta de información, la cual es una gran limitante.

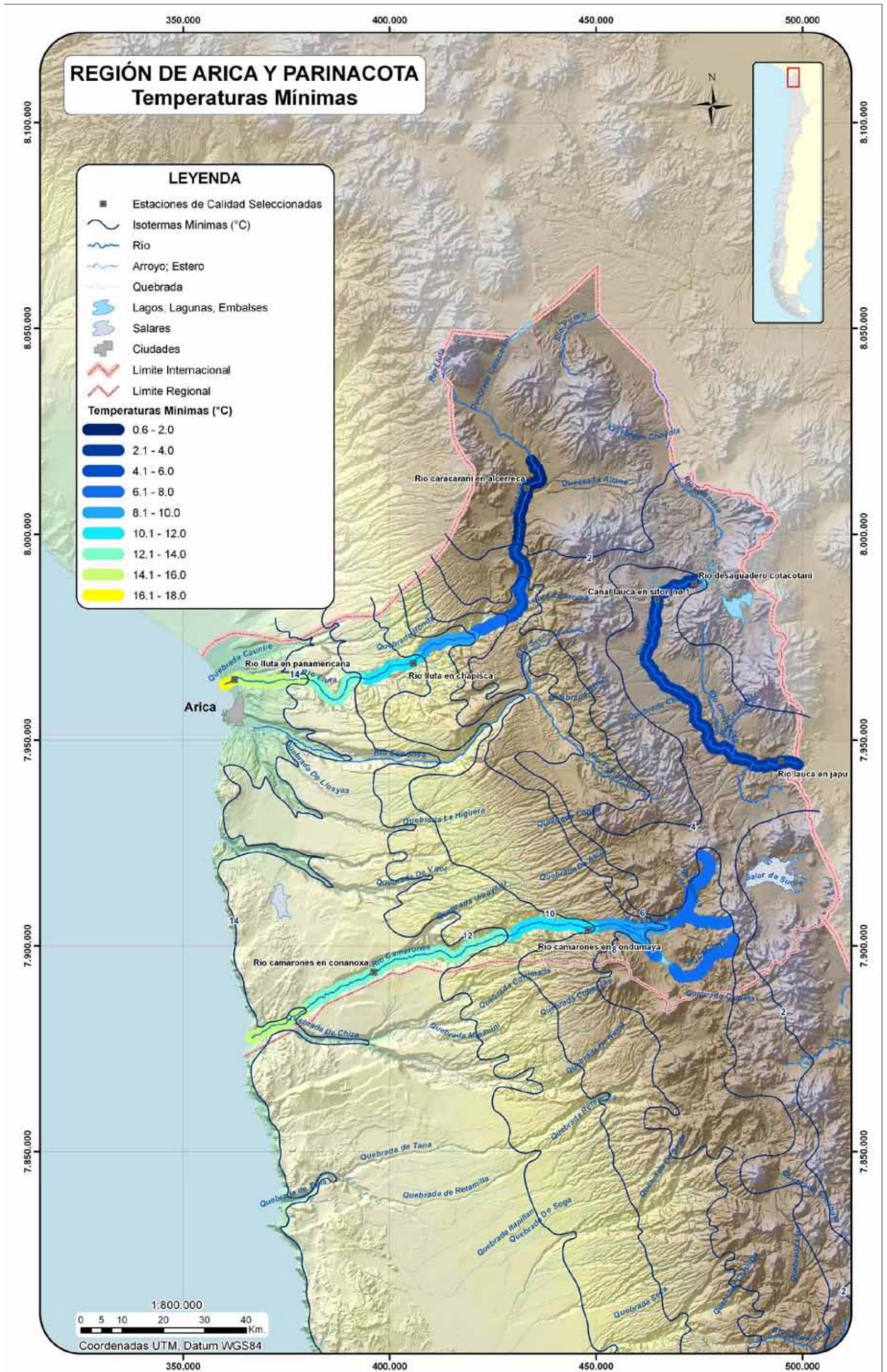


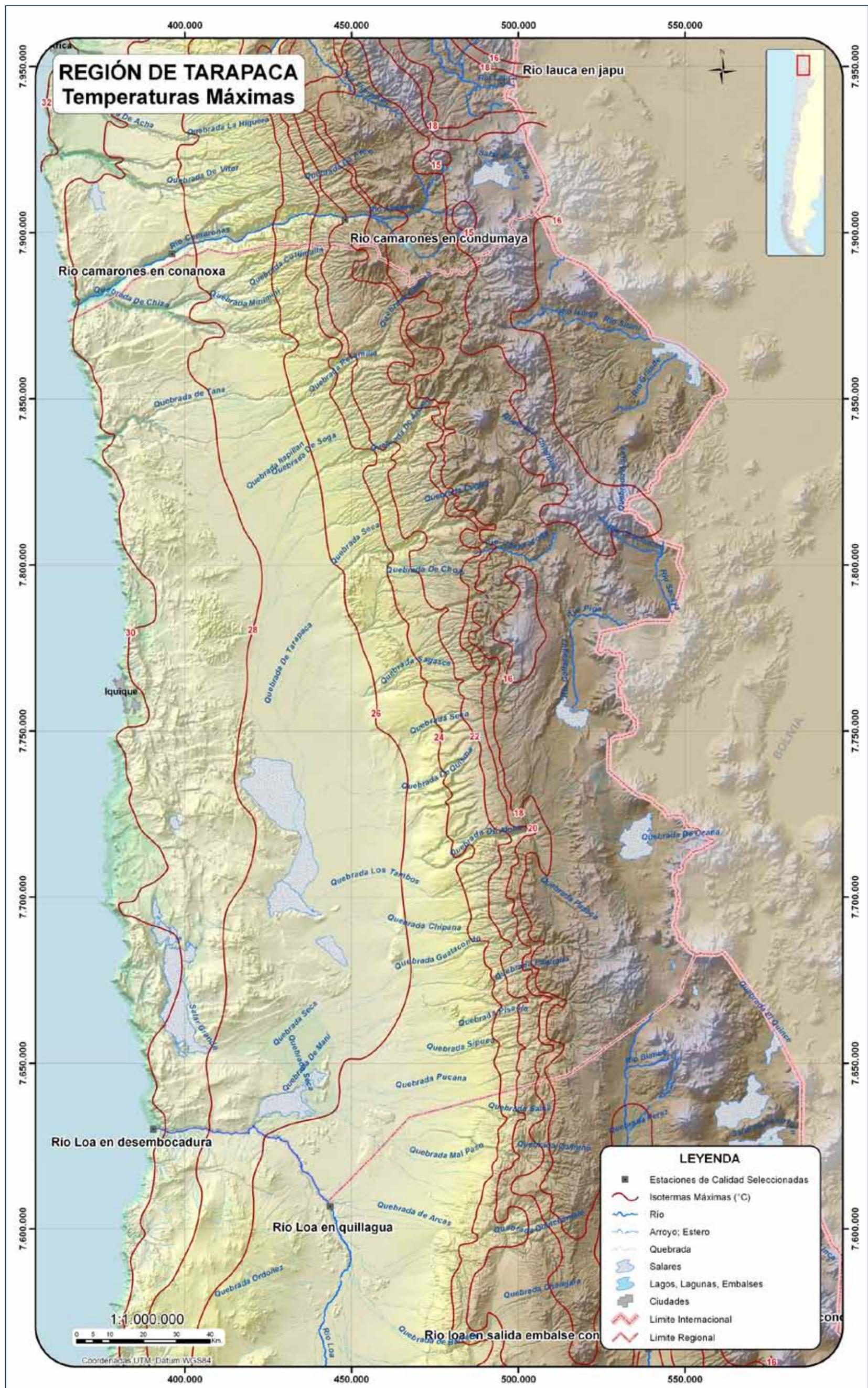
**Figura 8:** Resultado de la construcción de las isolíneas, tomando como base los archivos de puntos con las temperaturas.

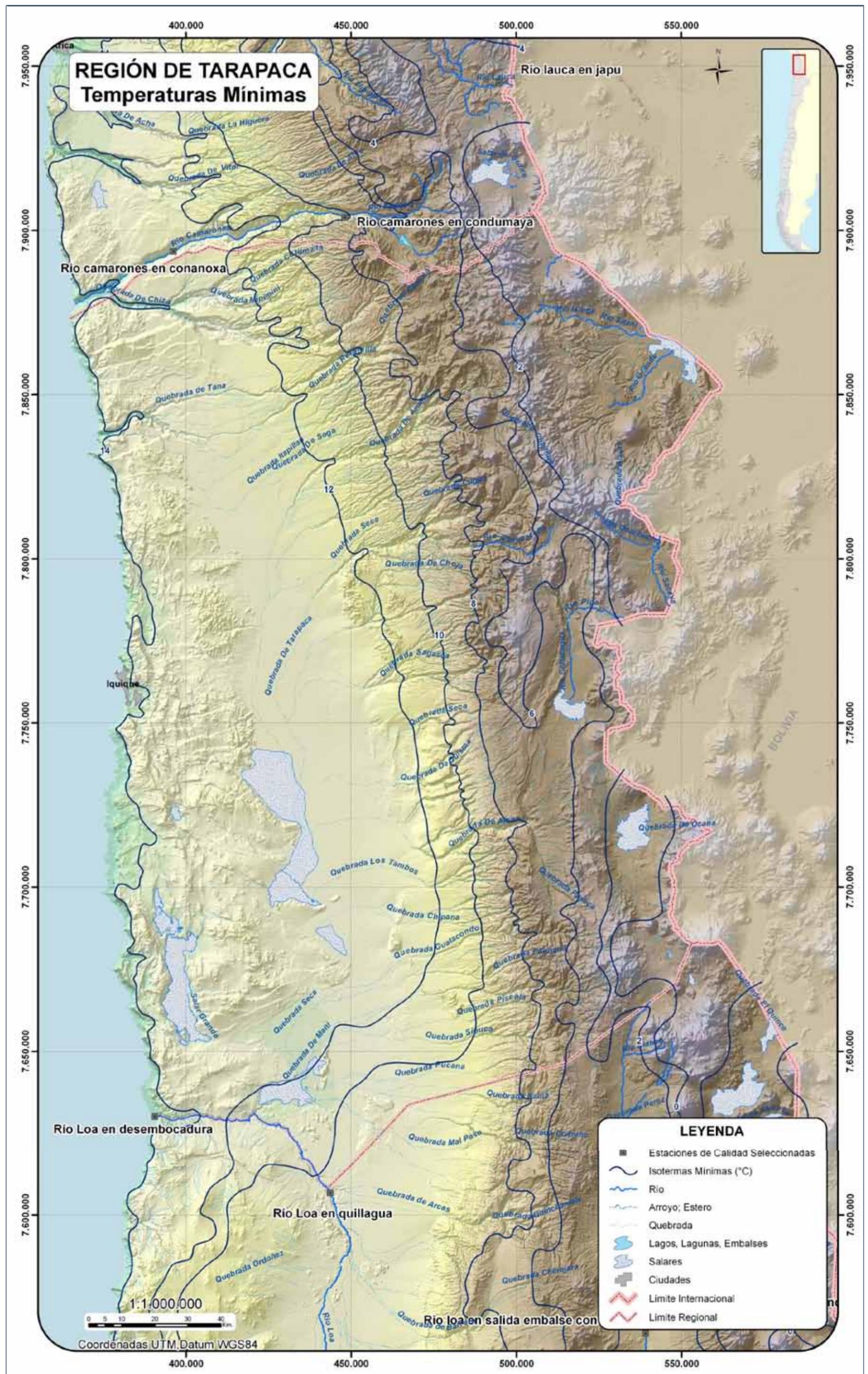
Finalmente se realiza la composición cartográfica para cada una de las regiones del país.

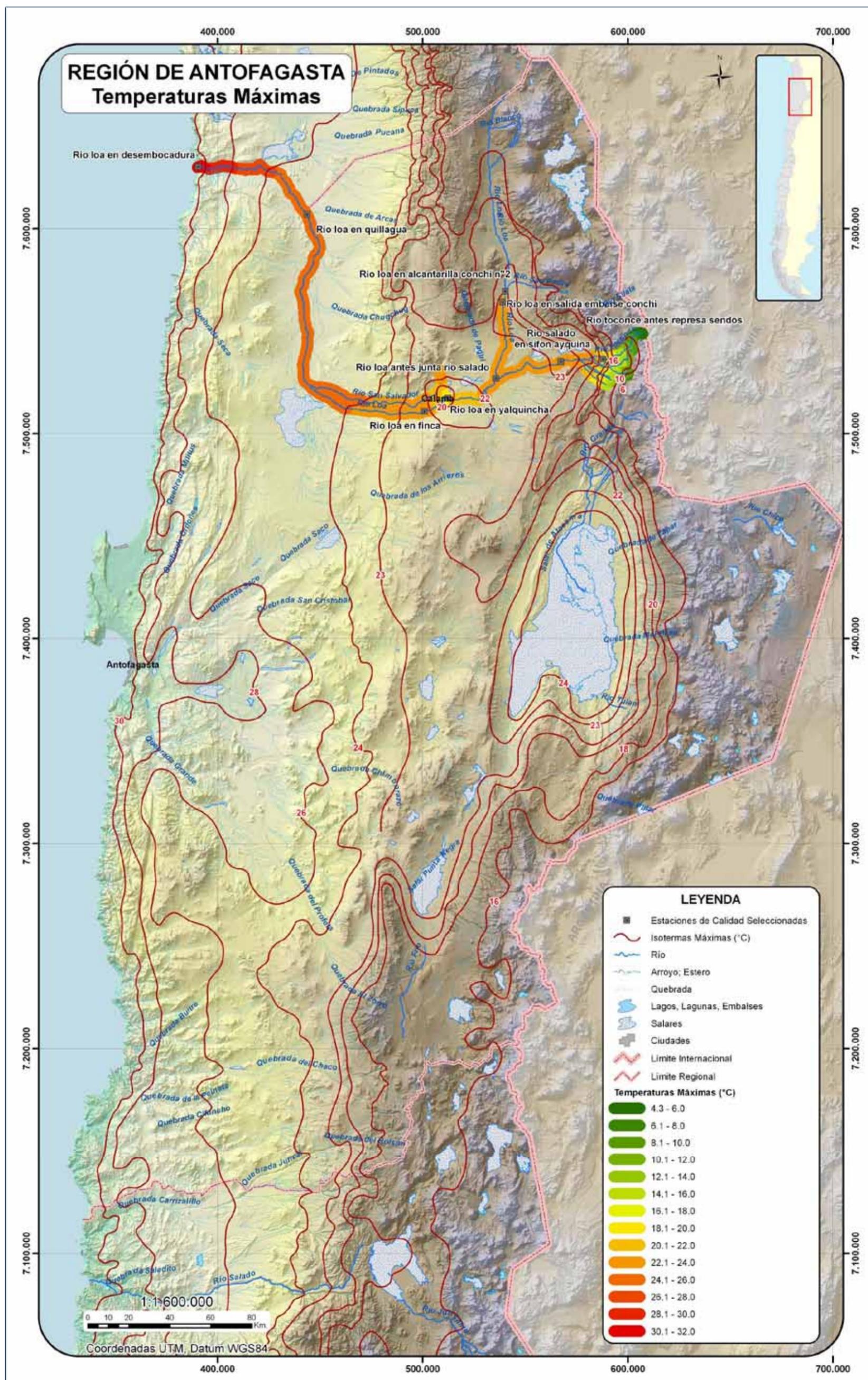
# MAPAS DE TEMPERATURAS POR REGIONES

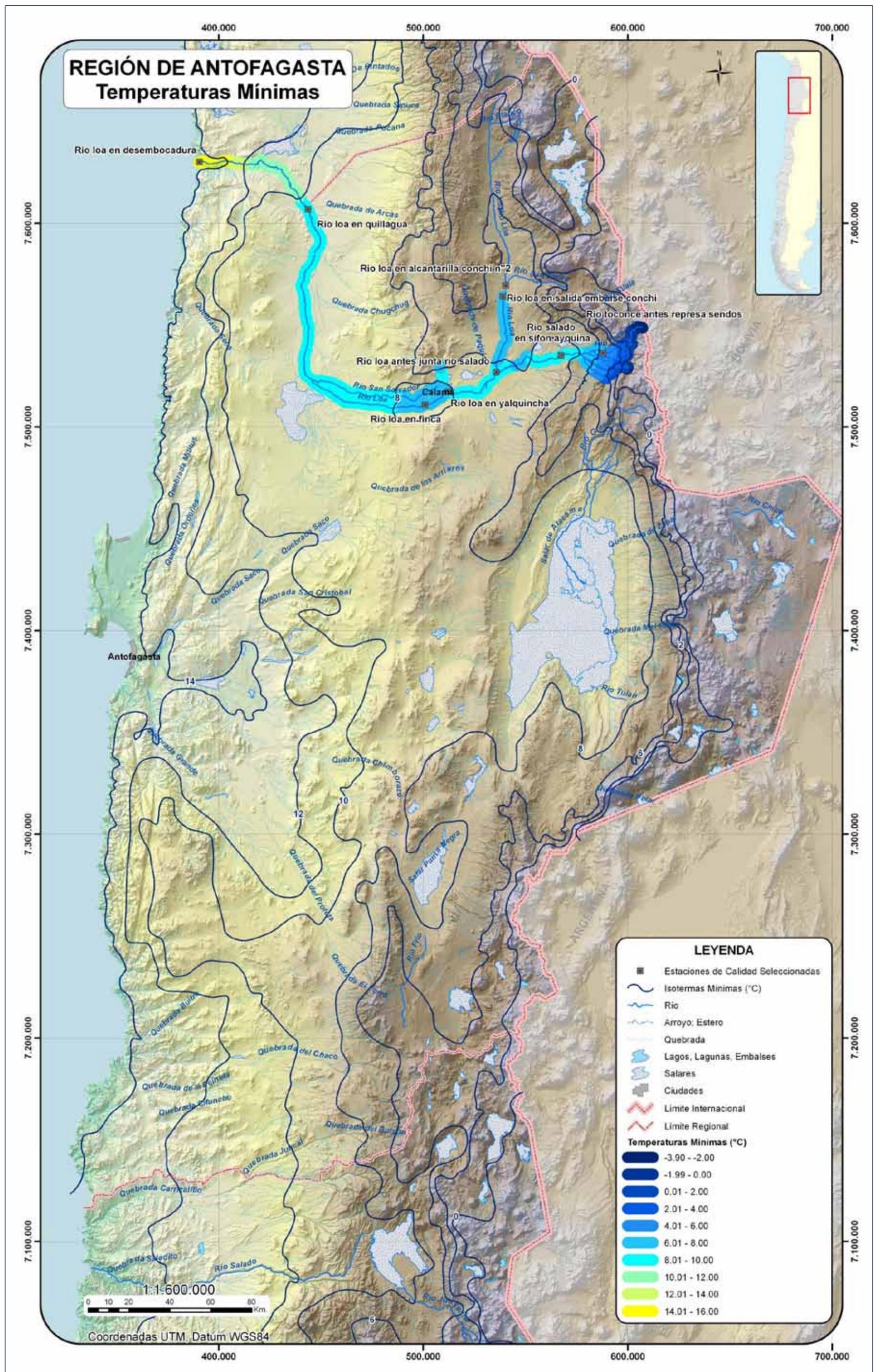


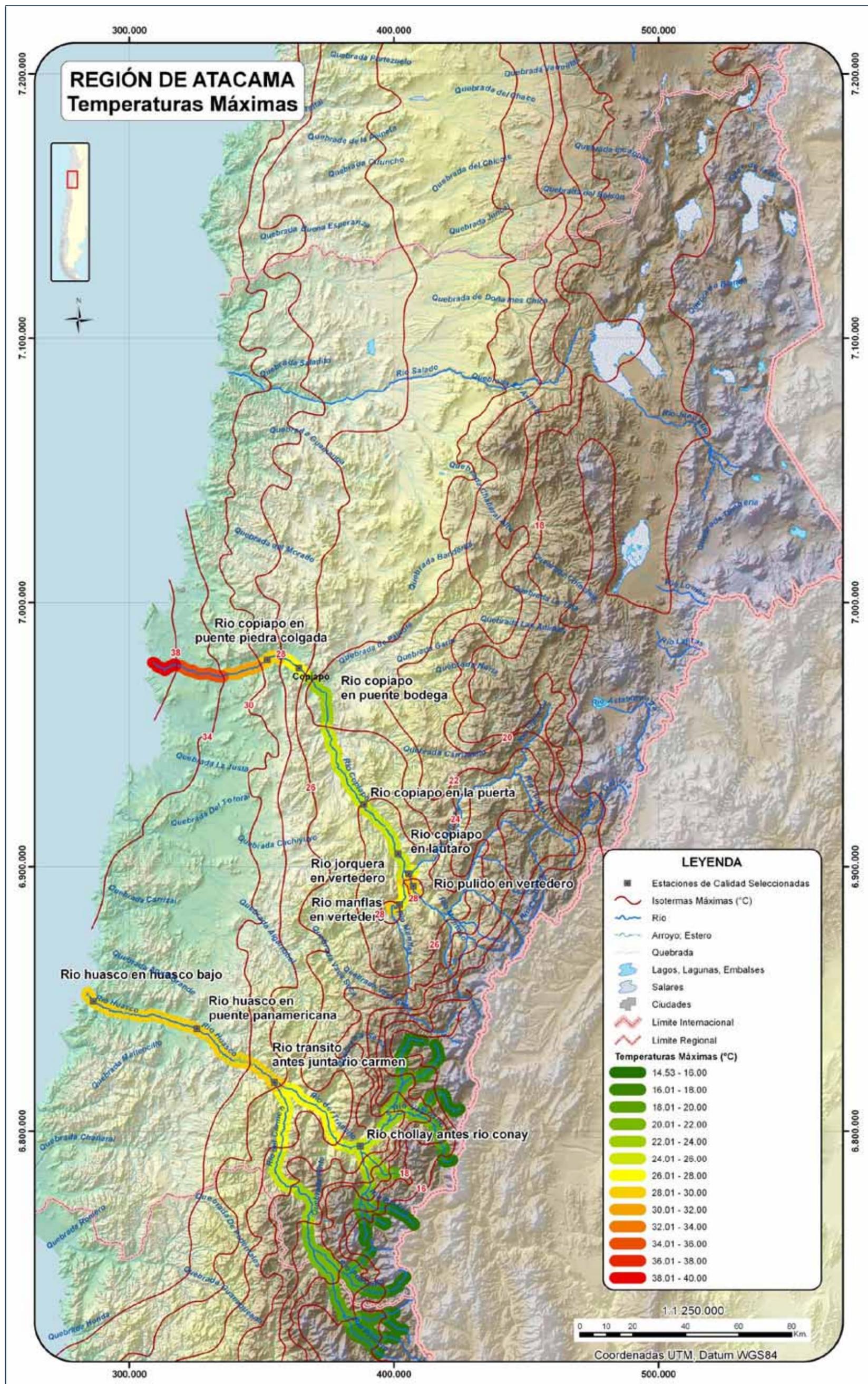


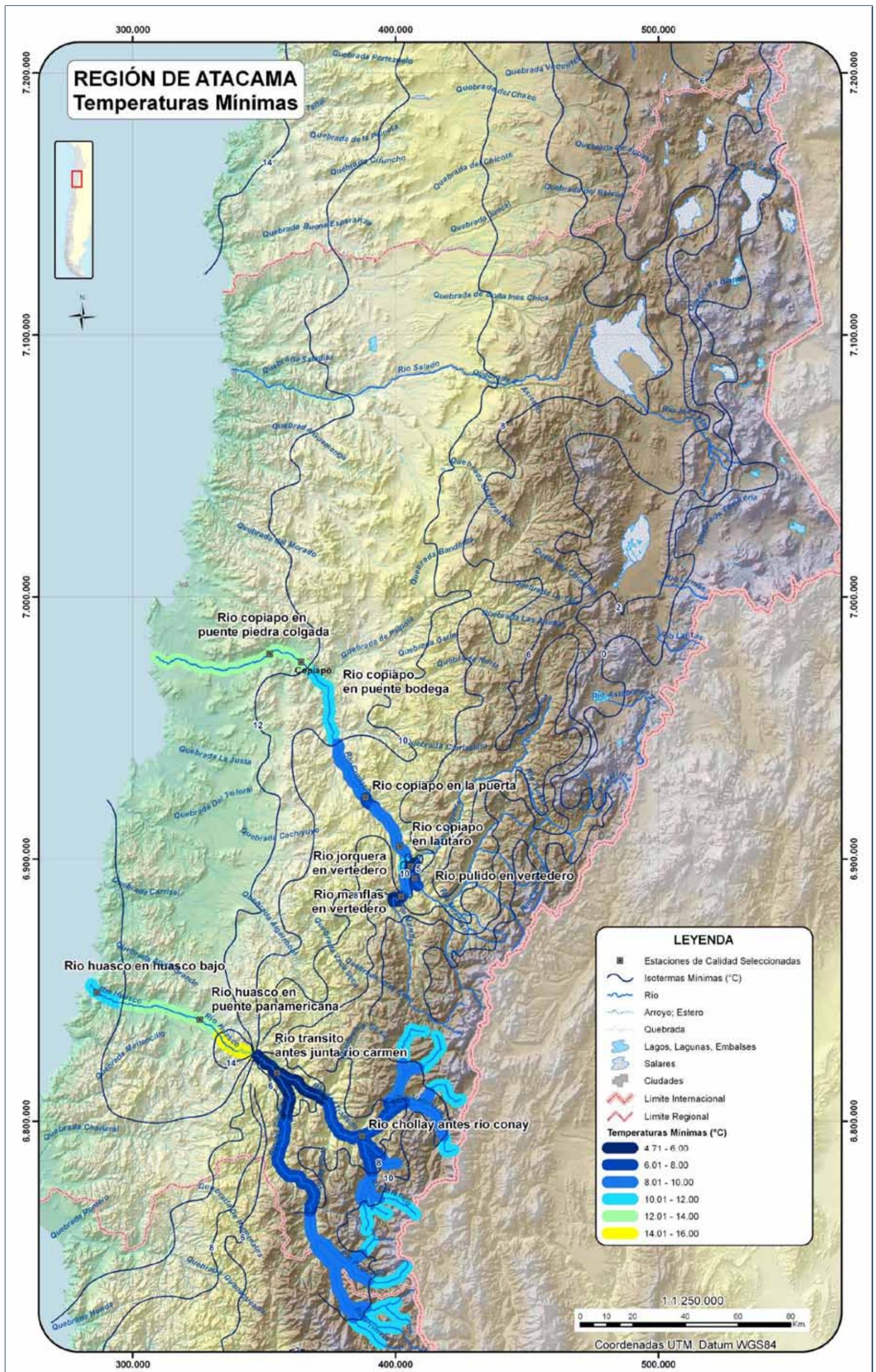




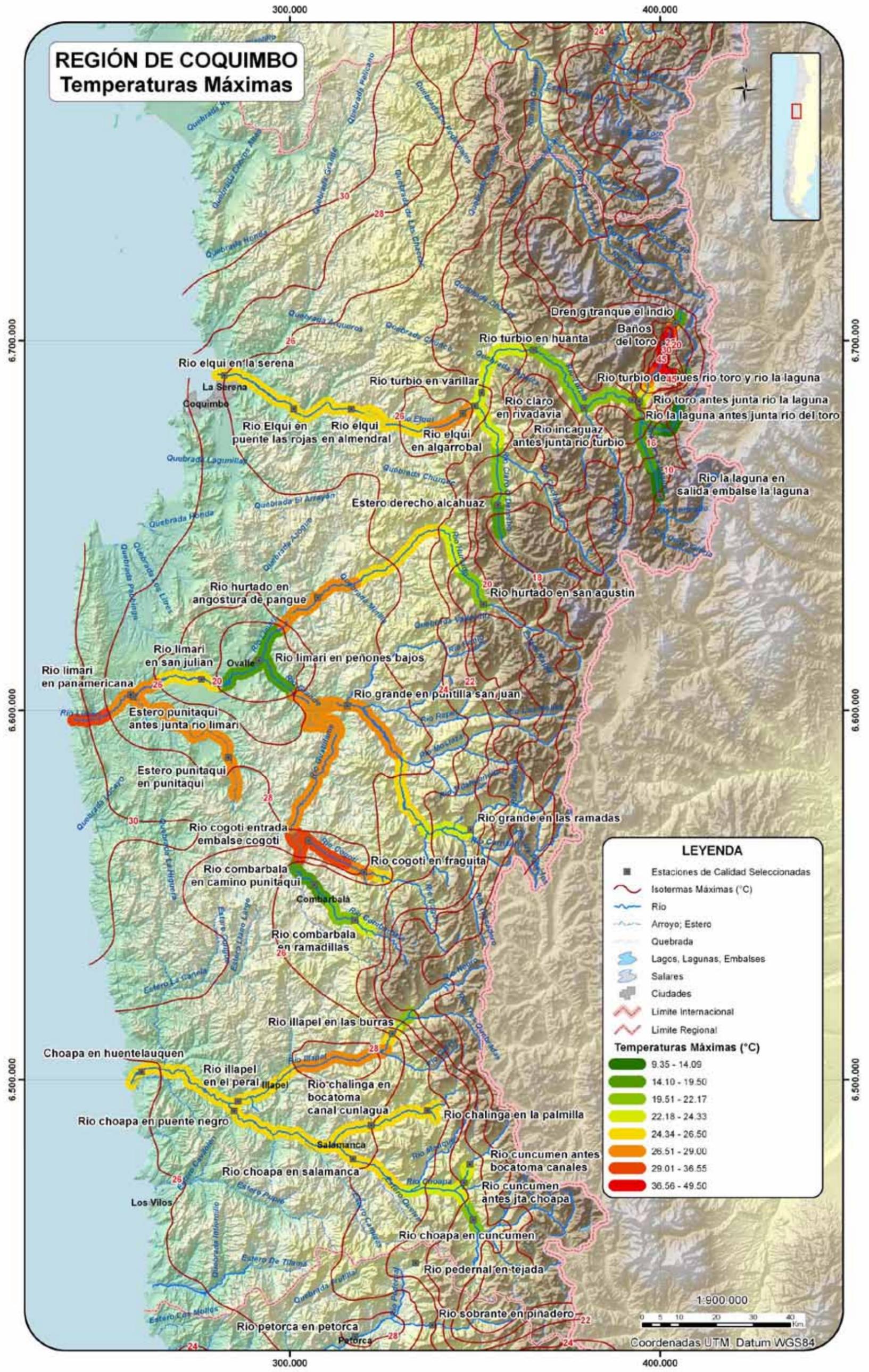








# REGIÓN DE COQUIMBO Temperaturas Máximas



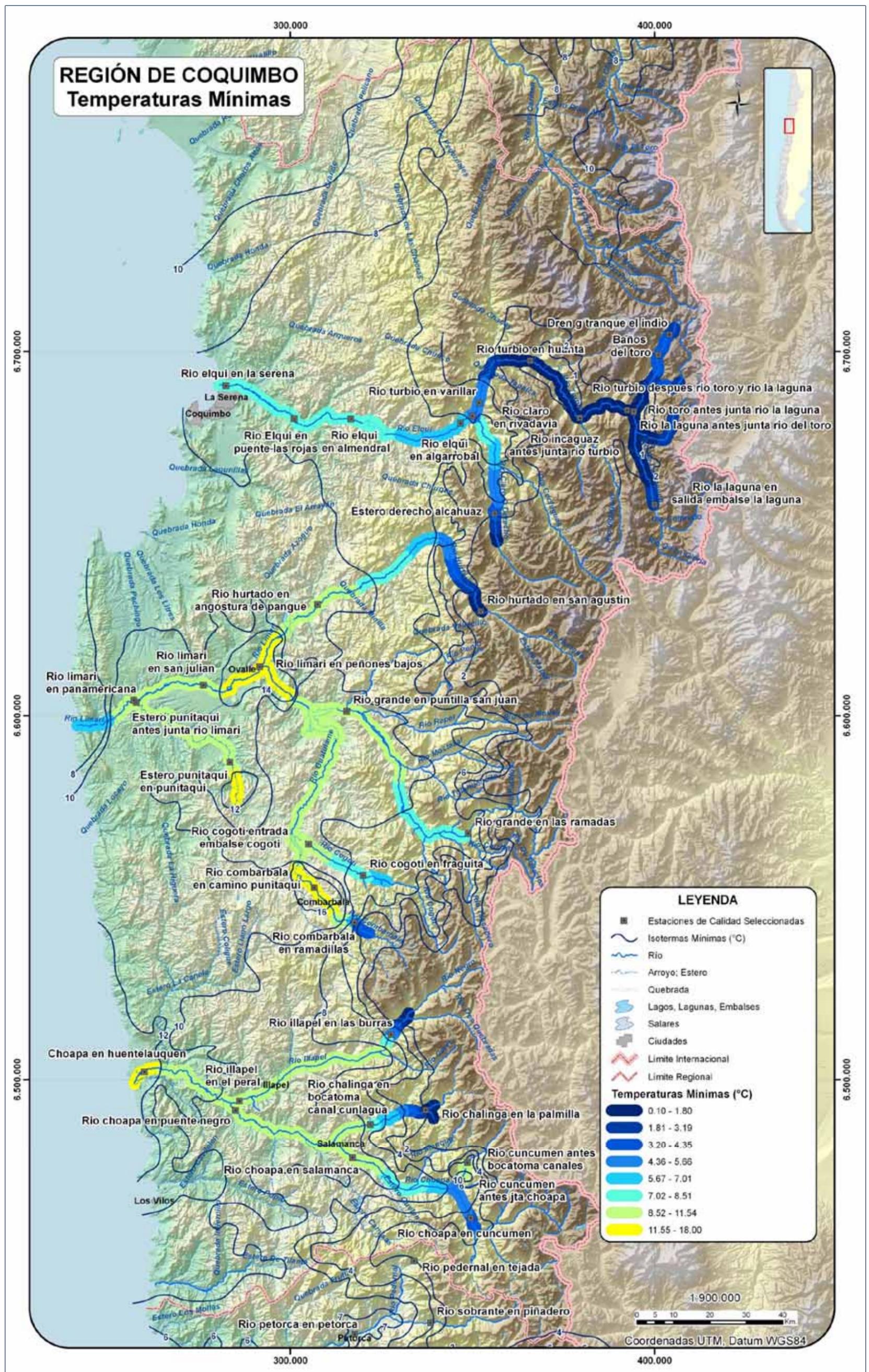
**LEYENDA**

- Estaciones de Calidad Seleccionadas
- Isotermas Máximas (°C)
- Río
- Arroyo; Estero
- Quebrada
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Salares
- Ciudades
- Limite Internacional
- Limite Regional

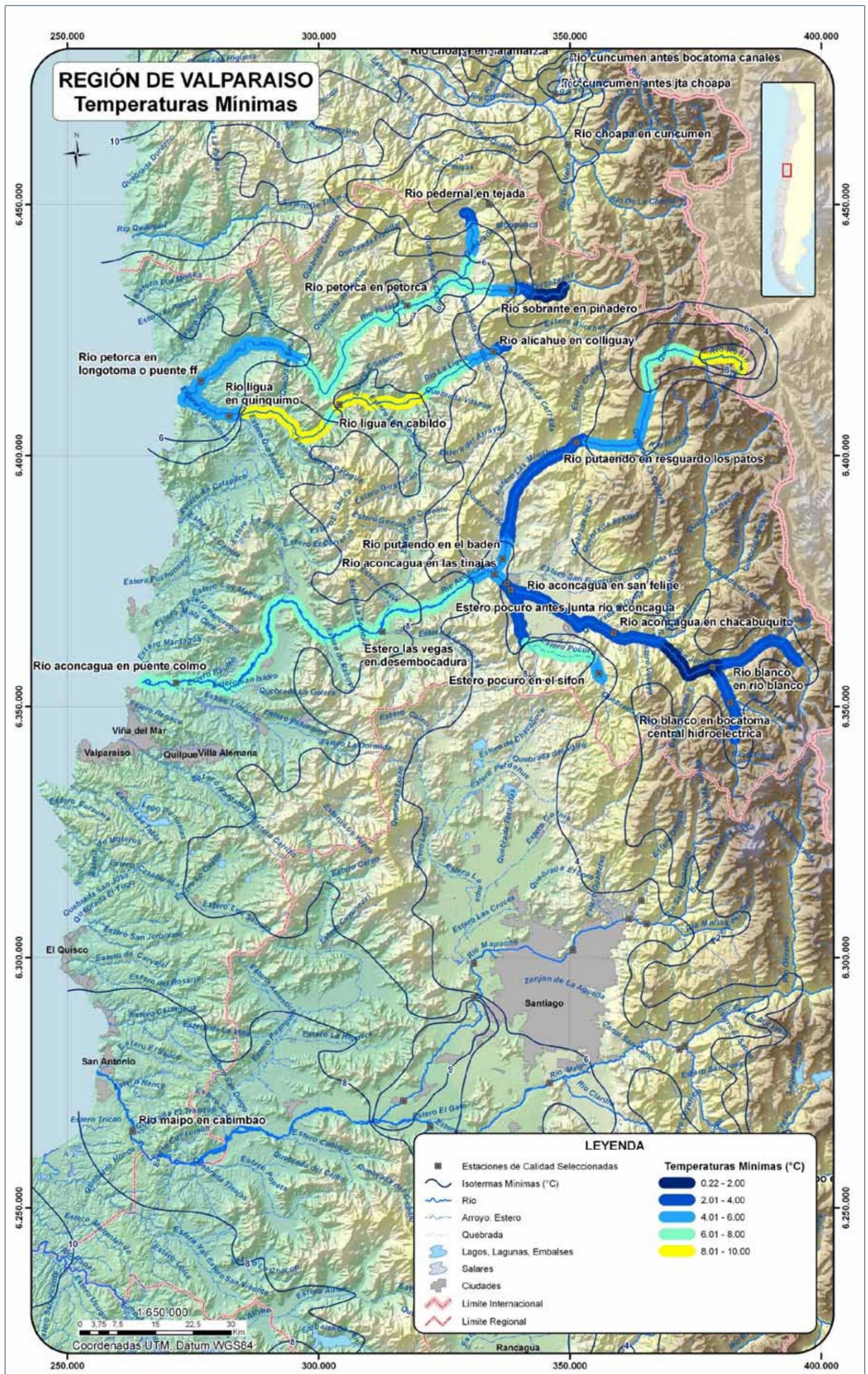
**Temperaturas Máximas (°C)**

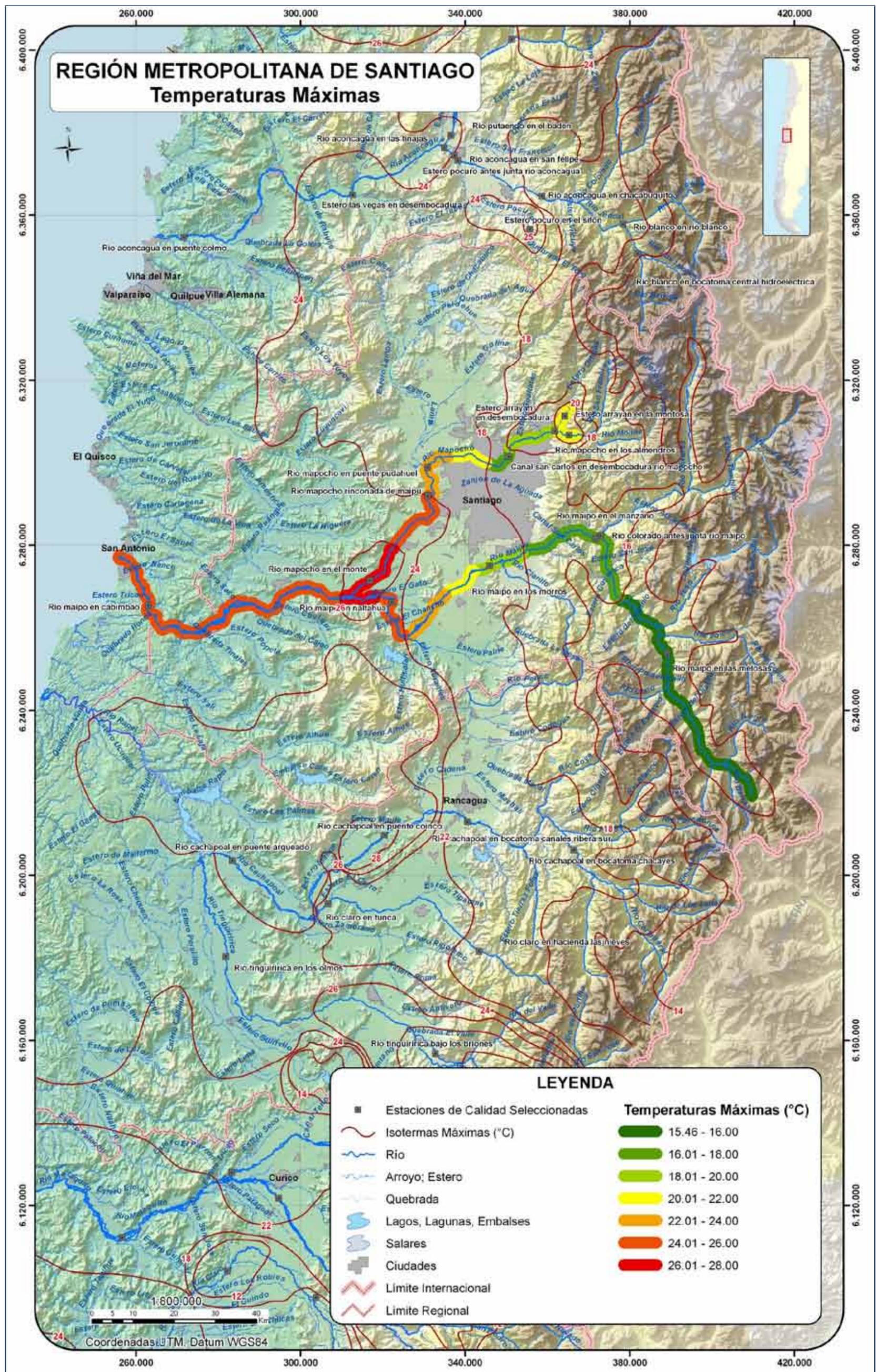
- 9.35 - 14.09
- 14.10 - 19.50
- 19.51 - 22.17
- 22.18 - 24.33
- 24.34 - 26.50
- 26.51 - 29.00
- 29.01 - 36.55
- 36.56 - 49.50

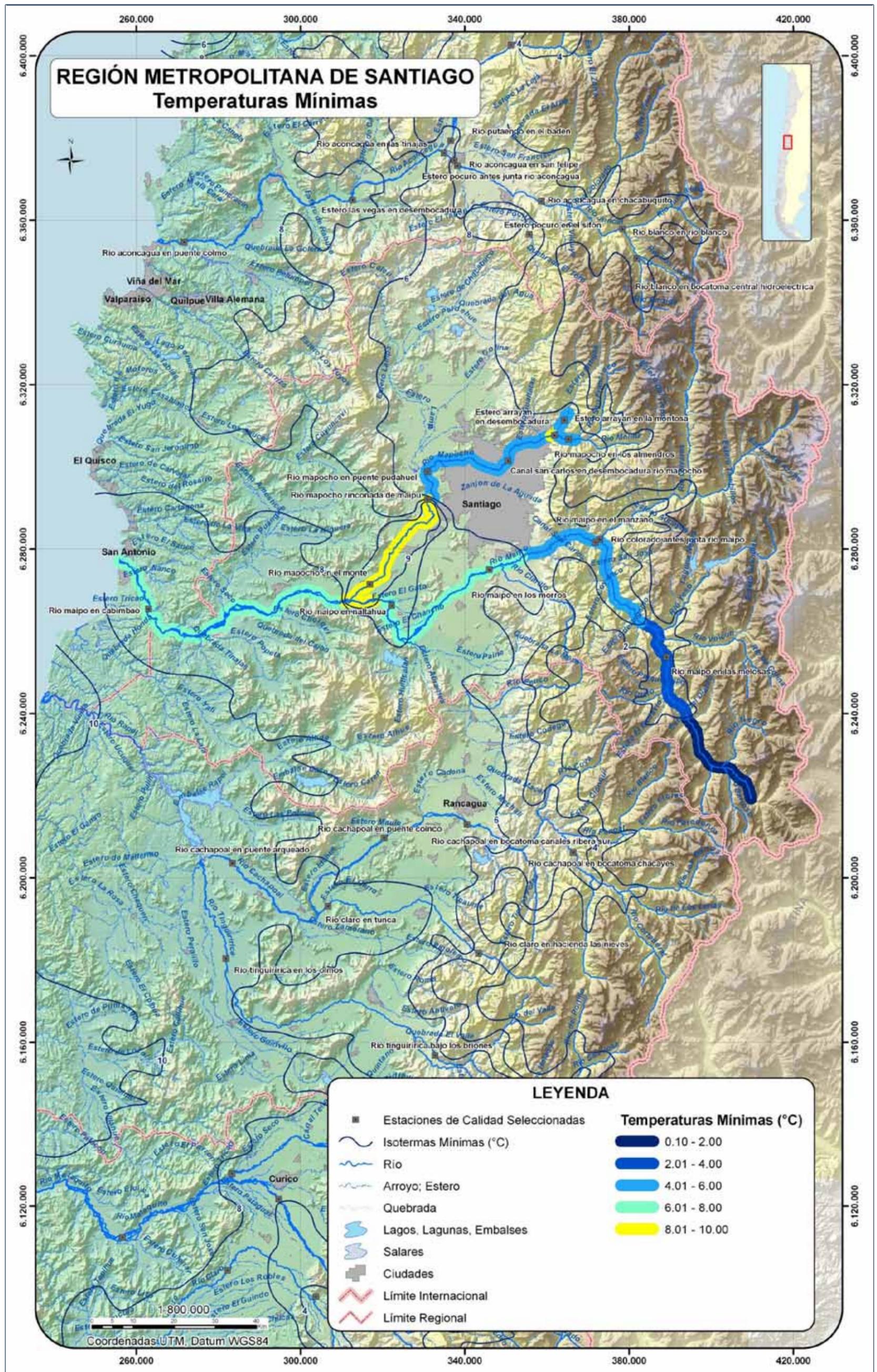
1:900.000  
0 5 10 20 30 40 Km  
Coordenadas UTM Datum WGS84





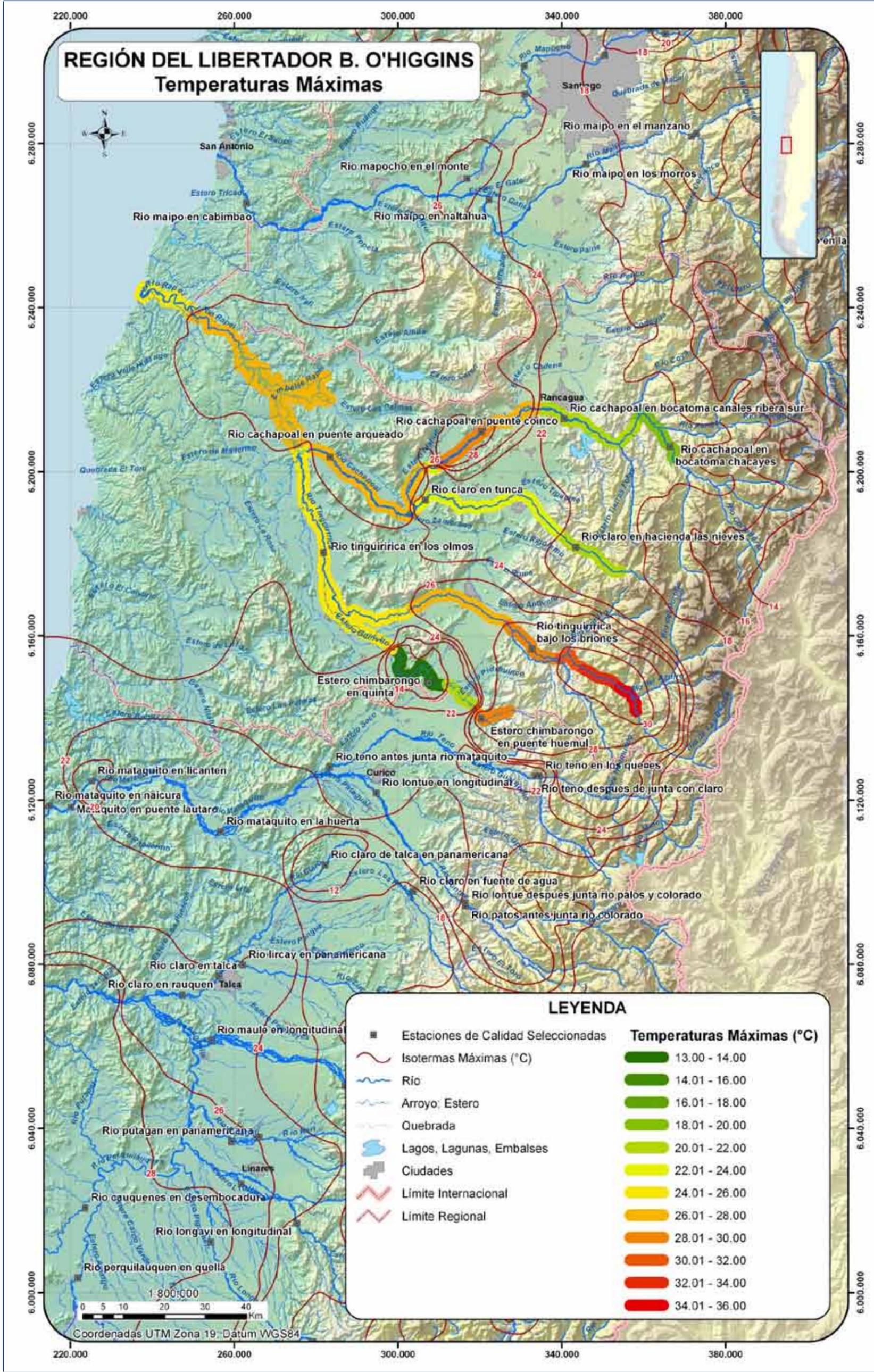




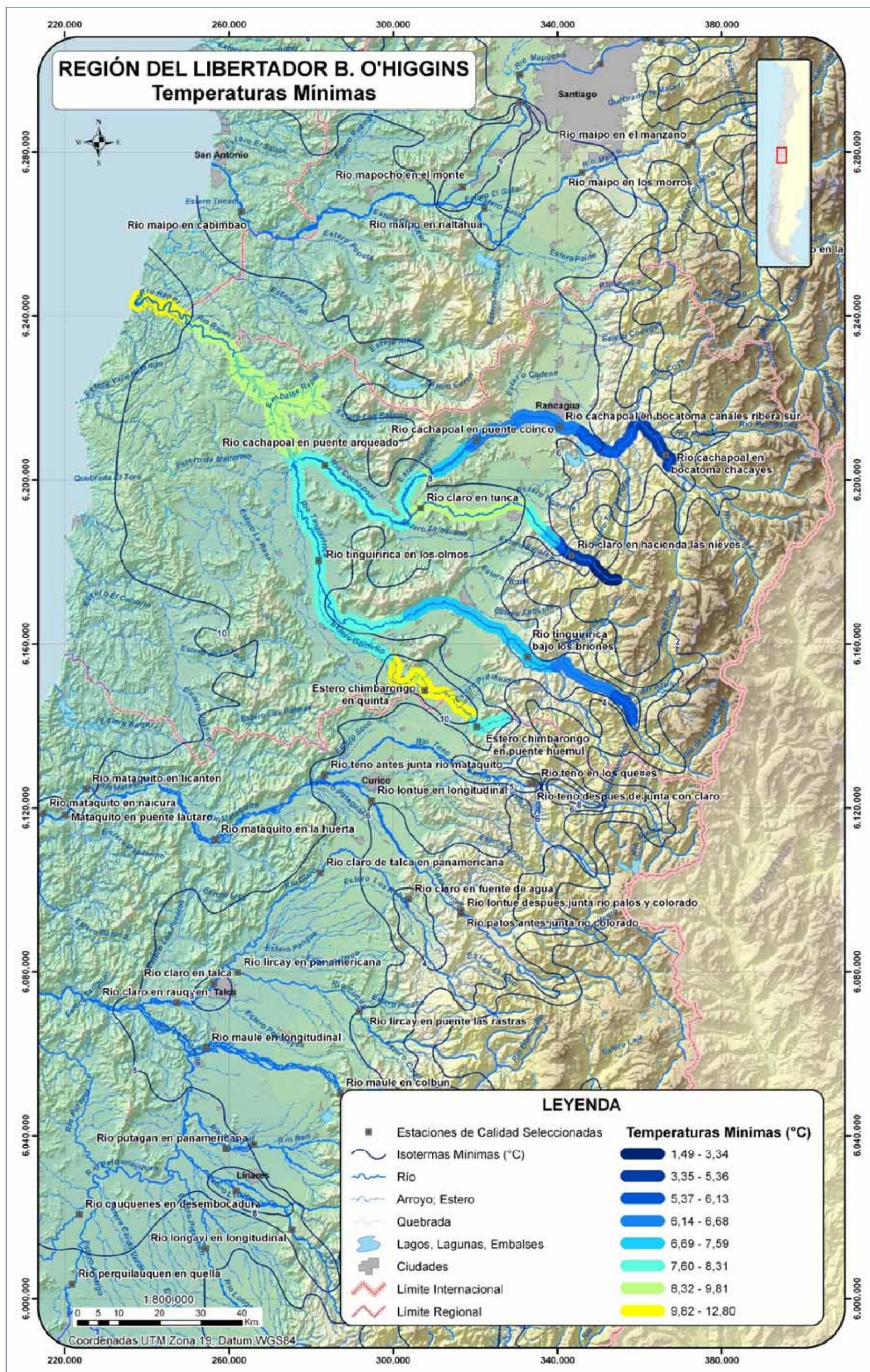


# REGIÓN DEL LIBERTADOR B. O'HIGGINS

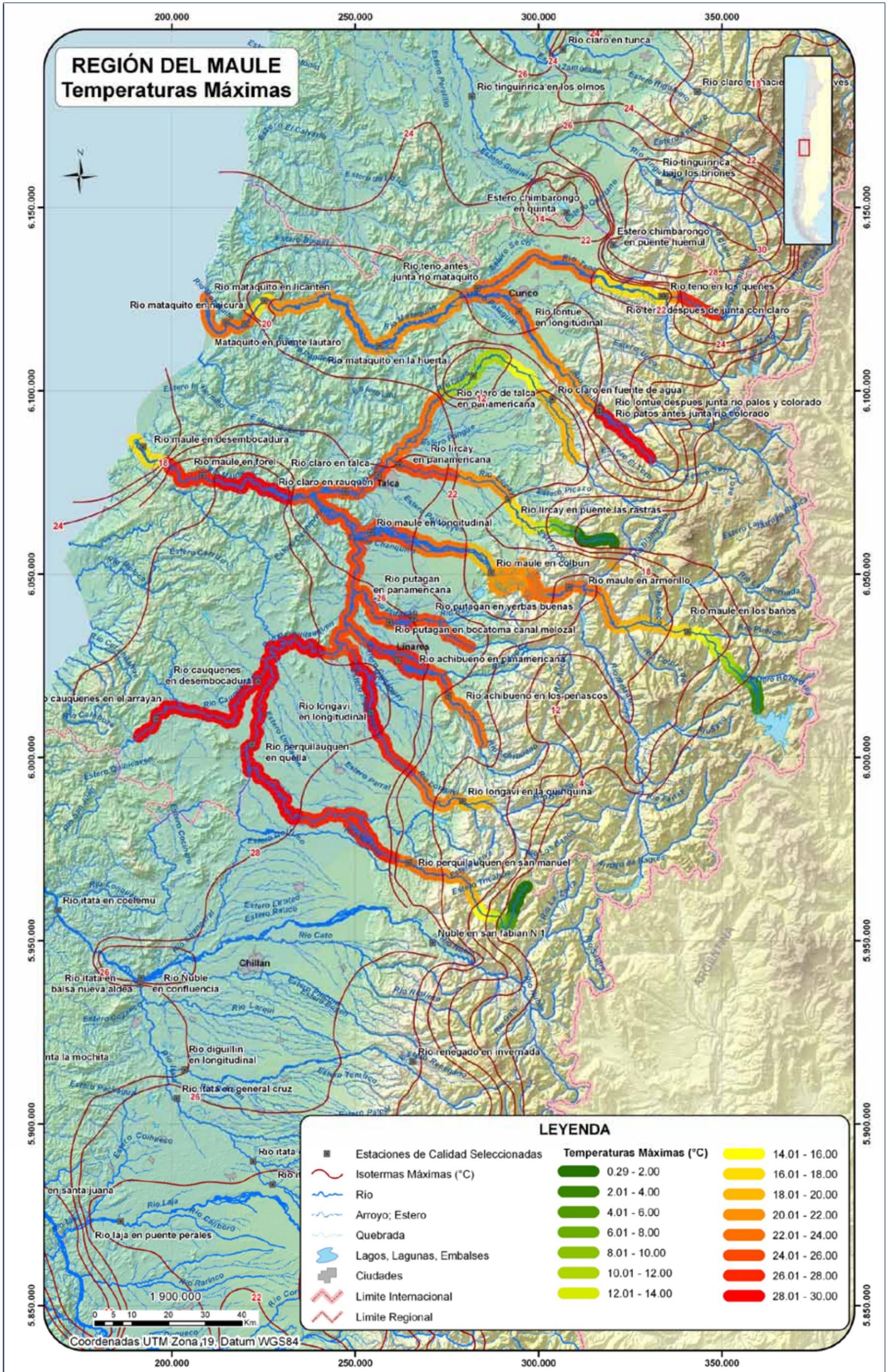
## Temperaturas Máximas

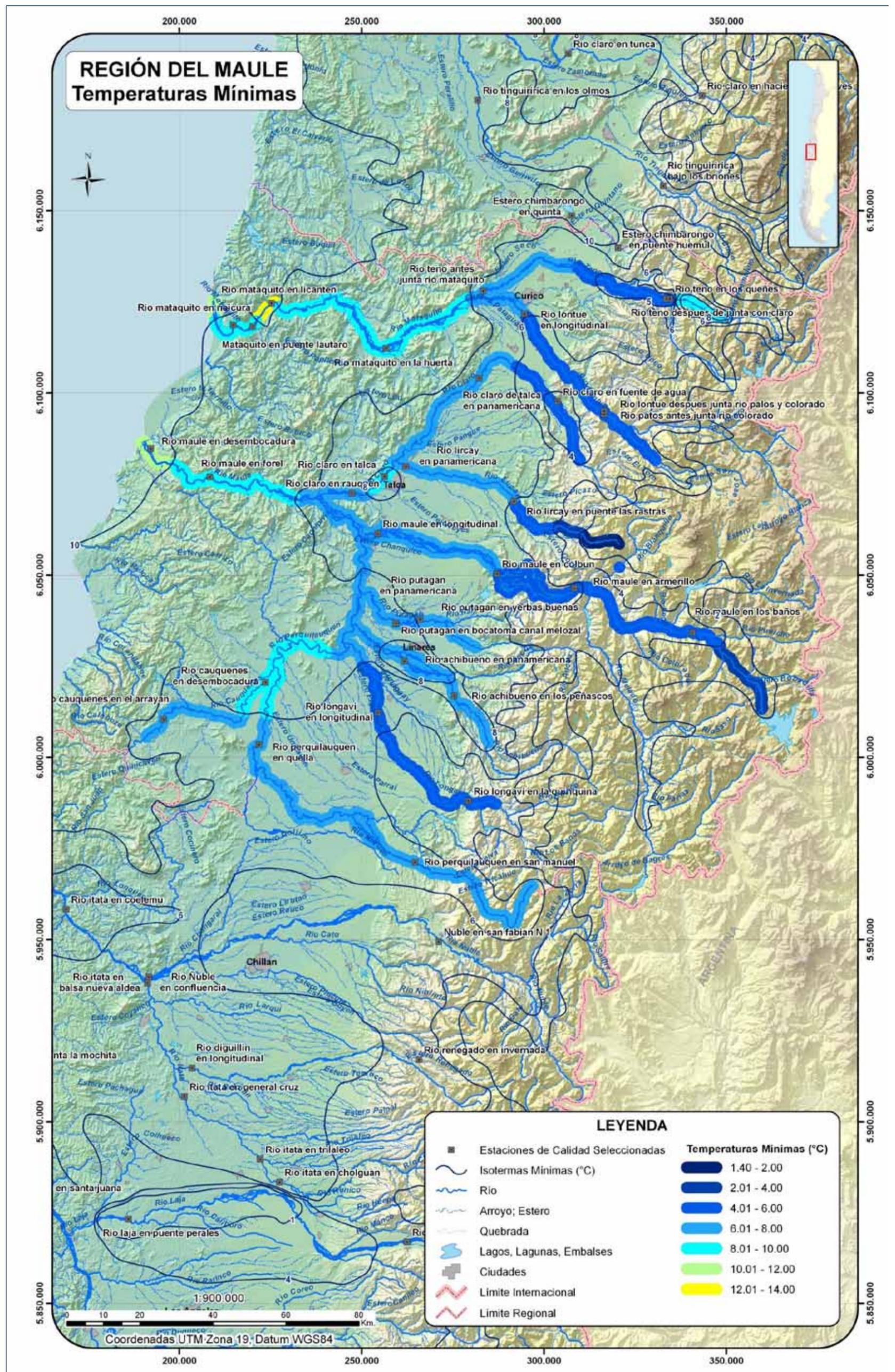


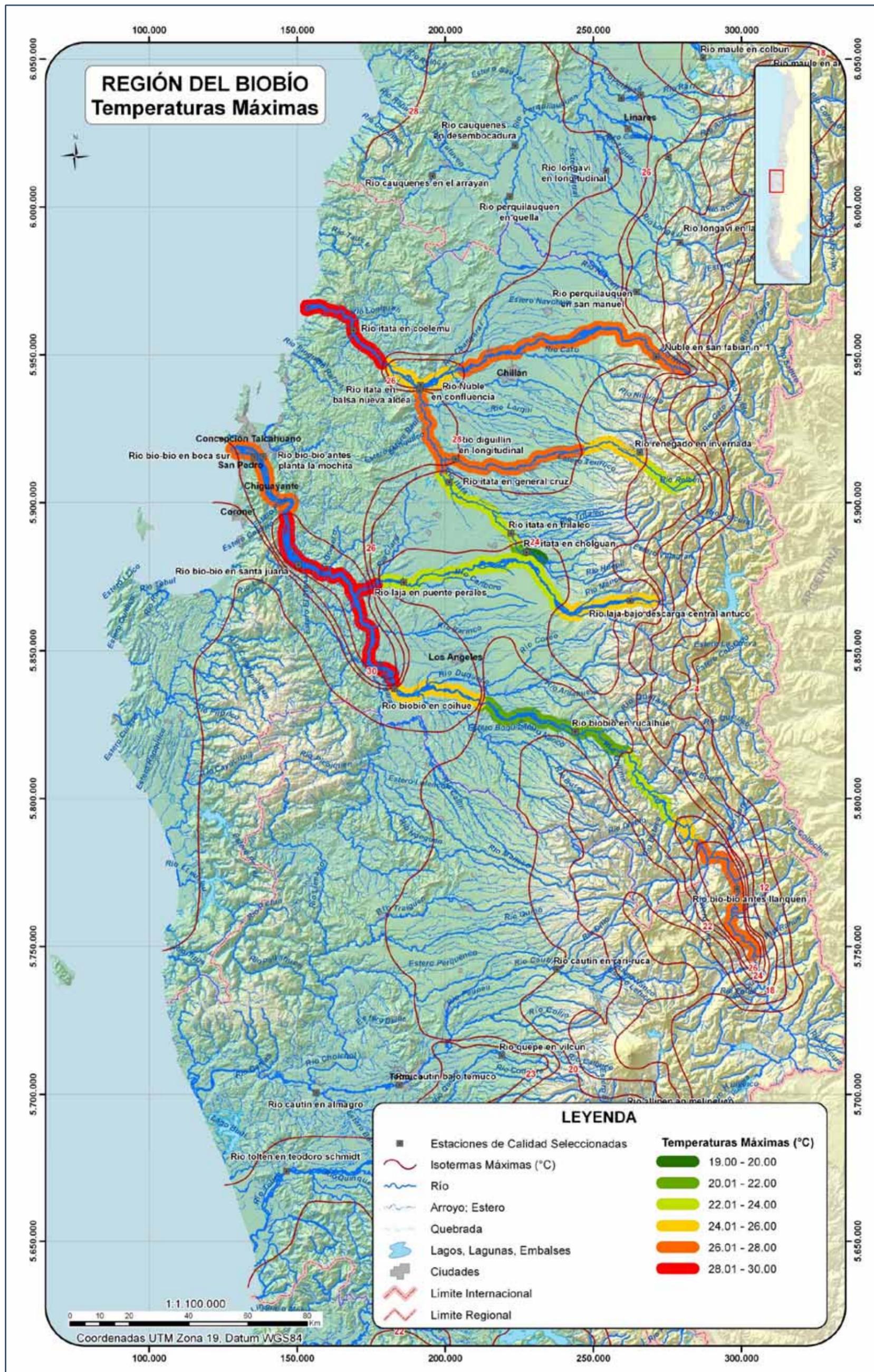
LEYENDA	
	Estaciones de Calidad Seleccionadas
	Isotermas Máximas (°C)
	Río
	Arroyo, Estero
	Quebrada
	Lagos, Lagunas, Embalses
	Ciudades
	Limite Internacional
	Limite Regional
Temperaturas Máximas (°C)	
	13.00 - 14.00
	14.01 - 16.00
	16.01 - 18.00
	18.01 - 20.00
	20.01 - 22.00
	22.01 - 24.00
	24.01 - 26.00
	26.01 - 28.00
	28.01 - 30.00
	30.01 - 32.00
	32.01 - 34.00
	34.01 - 36.00

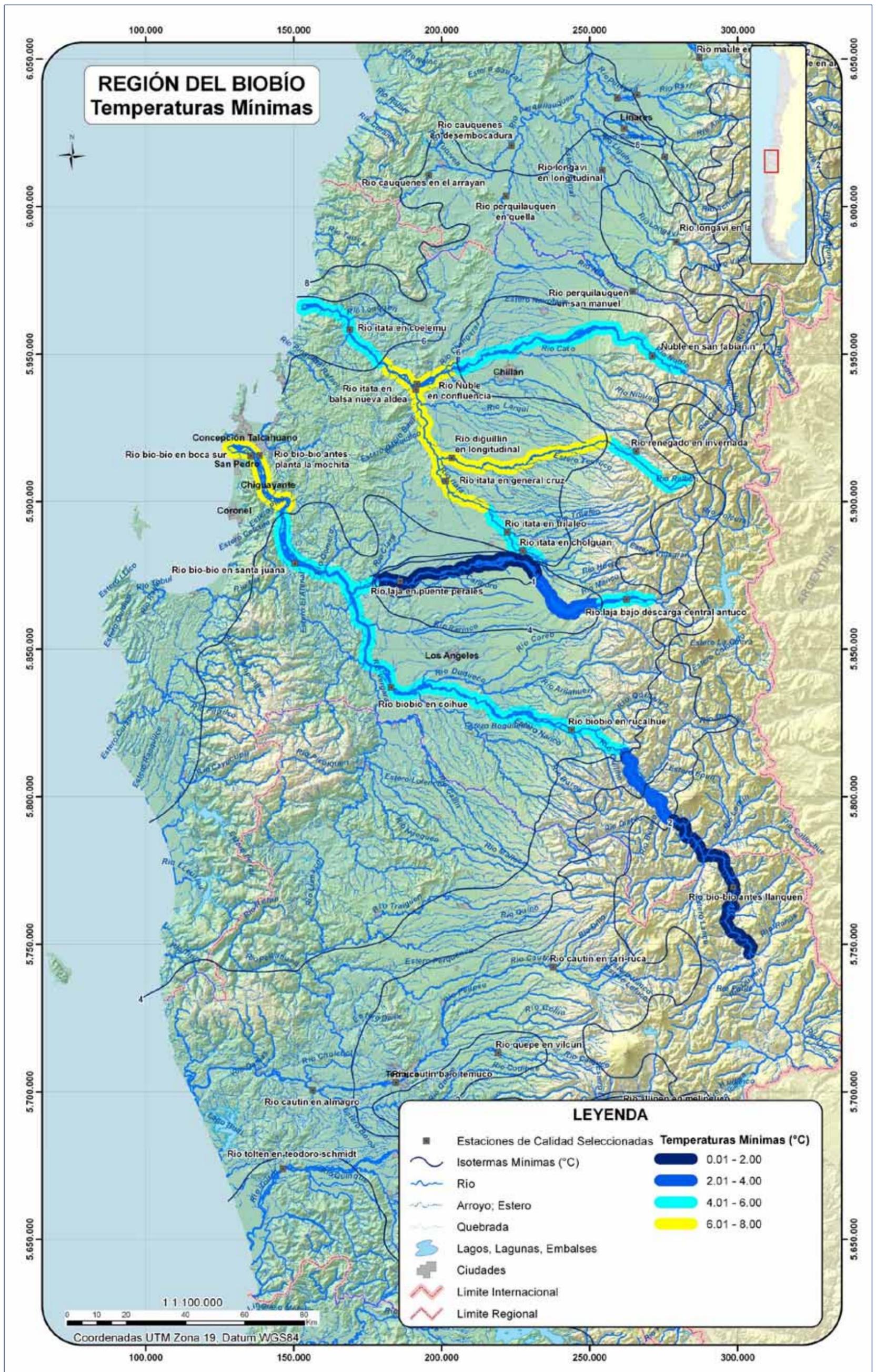


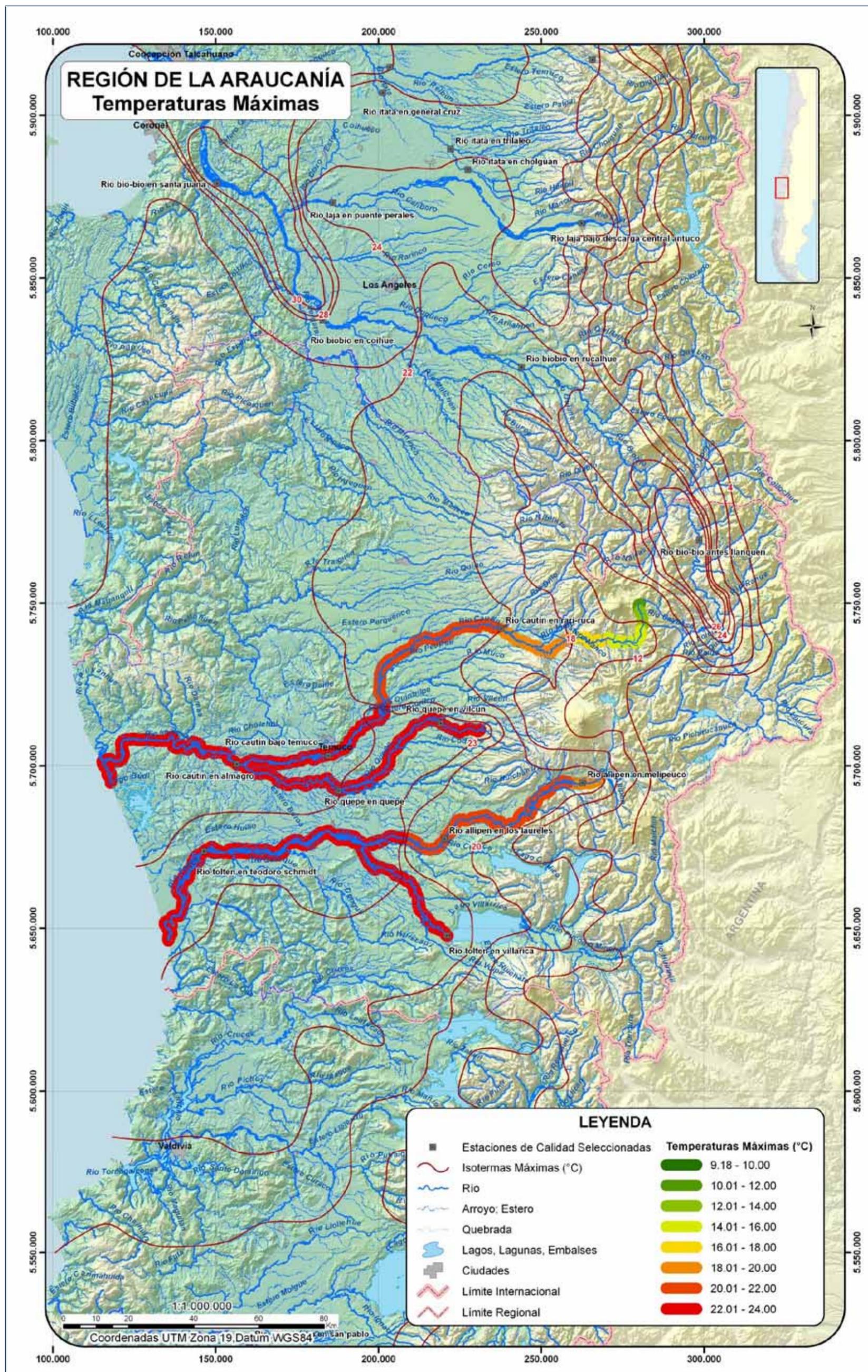
# REGIÓN DEL MAULE Temperaturas Máximas

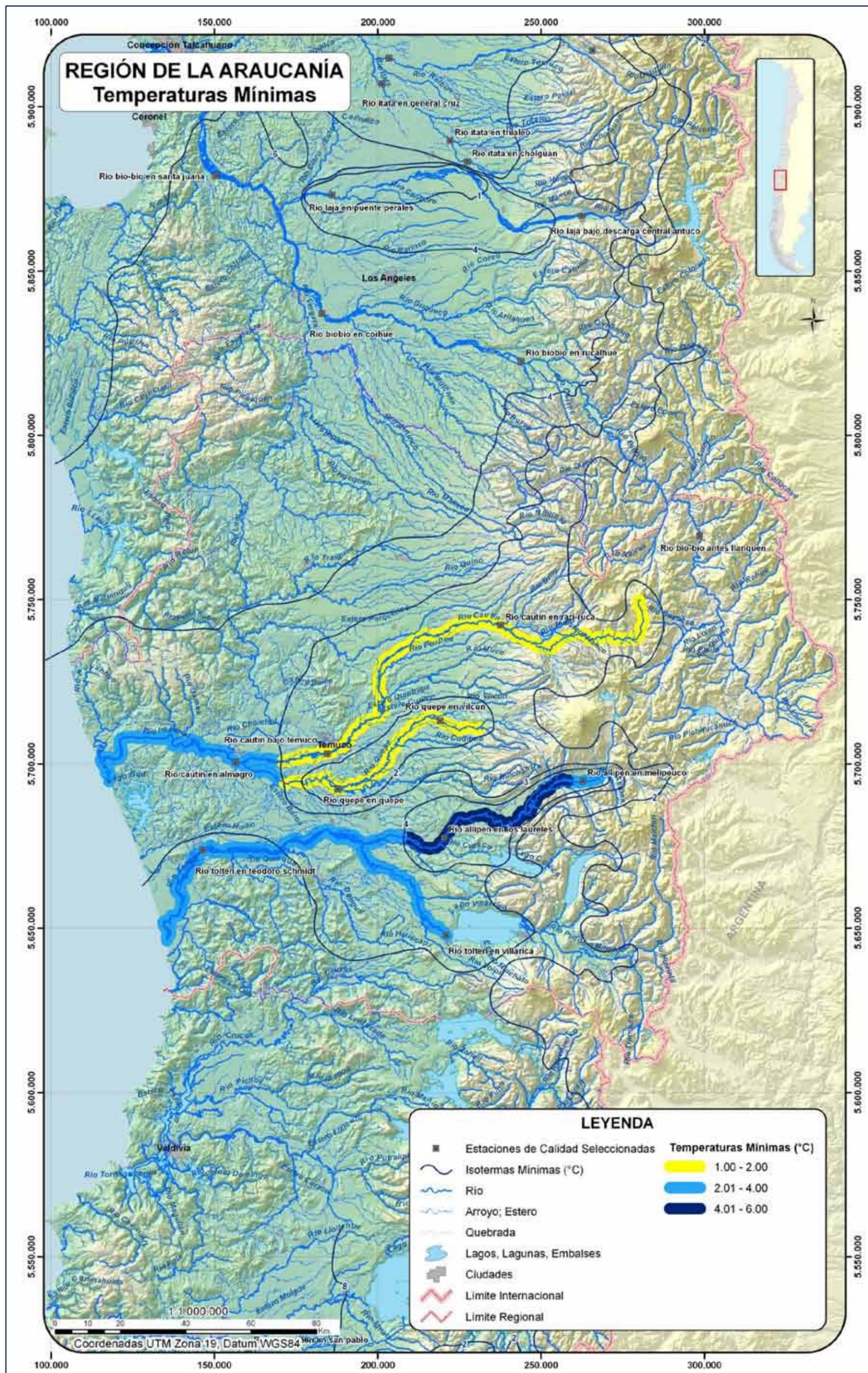












**REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**  
Temperaturas Mínimas

**LEYENDA**

- |   |                                     |                                  |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| ■ | Estaciones de Calidad Seleccionadas | <b>Temperaturas Mínimas (°C)</b> |
| — | Isotermas Mínimas (°C)              | 1.00 - 2.00                      |
| — | Río                                 | 2.01 - 4.00                      |
| — | Arroyo; Estero                      | 4.01 - 6.00                      |
| — | Quebrada                            |                                  |
| — | Lagos, Lagunas, Embalses            |                                  |
| — | Ciudades                            |                                  |
| — | Limite Internacional                |                                  |
| — | Limite Regional                     |                                  |

