

# CARACTERIZACIÓN EDAFO CLIMÁTICA

de las regiones vitivinícolas de la Argentina

**PROVINCIA DE LA PAMPA**

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES



**Coviar**  
CORPORACIÓN VITIVINÍCOLA  
ARGENTINA

## **AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: IGNACIO LAMOTHE**

**GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA: SERGIO ZILIO**

**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**

**VICEPRESIDENTE COVIAR: JOSÉ ALBERTO ZUCCARDI**

## **CONTRAPARTES TÉCNICAS COVIAR**

**Romina Palazzo**

**Virginia Furlani**

**Carlos Fiochetta**

## **CONTRAPARTES TÉCNICAS CFI**

**DIRECCION DE PROGRAMAS**

**María Teresa Oyhamburu**

## **SISTEMAS PRODUCTIVOS REGIONALES**

**María Cecilia Galliano**

**María Eugenia Gallego**

**AUTORES:**

**Rosana Vallone**

**María Visich**

**Martín Cavagnaro**

**Carla Pappalardo**

**Sonia Fioretti**

**Cristian Chavarini**

**Luciano Santoni**

**AGRADECEMOS LA COLABORACIÓN EN PROVINCIA:**

**M. Laura Flores Cáceres**

**Francisco Corvalán**

**Tomás Martín**

**Julia Calandria**

**Celina Di Renzi**

**Joaquín Navarro**

**Cecilia Eynard**

**Miguel Martiarena**

**Adriana Caretta**

**Carlos Flores**

**Regina Aguilera**

**Vanesa Hidalgo**

**Cristian Albors**

**Julieta Dalmaso**

**Paula Montalto**

## PRÓLOGO

Argentina es diversidad y en la vitivinicultura se expresa en toda su magnitud, en la multiplicidad de actores y productos, en sus distintas regiones y sus típicas condiciones agroecológicas óptimas para la producción de vid, en la interpretación de ese lugar por cada hacedor vitivinícola expresado en sus vinos.

El consenso sobre el valor generado en origen, la diversidad territorial, cultural y el amplio entramado socio productivo se pronunció durante la realización de talleres regionales en los distintos oasis productivos para la construcción colectiva del Plan Estratégico Vitivinícola 2030. En ese marco, los actores del sector se propusieron, como acción estratégica, difundir las particularidades únicas de los productos generados en las diferentes regiones vitivinícolas del país.

Desde el año 2022, con el aporte de este estudio, se han relevado unas 15 mil hectáreas de viñedos, sumando al estudio previo realizado junto al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en las provincias de Mendoza, San Juan, Salta y Valles calchaquíes, y se ha abarcado en catorce provincias, analizando sus 59 valles y oasis vitivinícolas de Argentina.

El proyecto fue ejecutado con fondos de programa CFI, con personal profesional, infraestructura, equipamiento y movilidad dispuestos por convenio con COVIAR, personal de gobiernos de diez provincias y en instituciones del sistema científico-académico nacional que han participado de los estudios tales como la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, la Universidad Nacional de Chilecito, la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad Nacional de Salta, la Universidad Nacional de Comahue, la Universidad Nacional del Sur, el CONICET, los Centros de Desarrollo Vitivinícolas.

Tener este estudio implica un diferencial único para Argentina como país vitivinícola ubicándonos en primera línea a nivel mundial en esta temática. Caracterizadas las regiones vitivinícolas argentinas pondrá en valor los atributos diferenciales de la producción contribuyendo con un mejor conocimiento del terroir,

capitaliza sus diferenciaciones, muestra la amplísima diversidad de Norte a Sur y de cordillera al mar, afianza identidades en las expresiones varietales, y contribuye con el sector empresarial a construir mensajes comerciales hacia los consumidores, argumentando y mejorando el posicionamiento de los vinos argentinos en los mercados.

El contar con una caracterización de los distintos valles y oasis vitivinícolas del país realizada en simultáneo y con una misma metodología es una herramienta única y original que permite aportar a la construcción y desarrollo de identidad de los vinos que devienen del lugar donde se cultiva la vid, aporte significativo como estrategia para diferenciar nuestros productos de los principales competidores en el mundo.

A nivel territorial, la caracterización de regiones es un insumo relevante para gestores en la formulación de políticas vitivinícolas, al permitir estructurar el sector y proceder a realizar recuperaciones en áreas limitadas para la producción.

La calidad del vino es el resultado de la interacción de innumerables elementos relacionados con factores naturales, biológicos, culturales y enológicos, circunscritos a un ámbito socioeconómico determinado. La demarcación de las denominaciones de origen o indicaciones geográficas (IG) protegidas es uno de los objetivos de la zonificación en unidades homogéneas.

Este proyecto suministra una base de datos objetiva que describe geología, suelos, clima, paisajes de 38 áreas productivas vitivinícolas y está disponible en un documento único por provincia, mapeado y compendiado en un repositorio virtual que incluye todas las áreas vitivinícolas del país (hoy inscriptas en INV), abarcando diez provincias argentinas: Jujuy, Buenos Aires, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Chubut, La Rioja, Catamarca, Entre Ríos y Córdoba.

## **RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO “CARACTERIZACIÓN DE LAS REGIONES VITIVINÍCOLAS DE ARGENTINA”**

Este estudio caracteriza en forma integral el ambiente de las regiones vitivinícolas de Argentina. Cumple con el objetivo de propiciar la puesta en valor de los atributos diferenciales de la producción, contribuyendo a un mejor conocimiento de las regiones para capitalizar su diferenciación, afianzar la identidad de los productos, apoyar el mensaje comercial hacia los consumidores, y argumentar, afianzar y mejorar el posicionamiento de los vinos argentinos en los mercados.

En la actualidad la zonificación vitícola es una herramienta útil para estructurar un sector, sobre todo basado en las características y similitudes de las diferentes áreas identificadas. Estas áreas presentan una tipicidad sobre la base de sus características climáticas, de suelo, de paisaje y el comportamiento de las diferentes variedades en dicho ambiente, lo que permite encontrar la máxima expresión de sus productos con técnicas de vinificación precisas. A partir de este estudio la información se encuentra disponible en una plataforma de fácil acceso, en una misma escala y formato.

Este proyecto suministra una base de datos objetiva que describe geología, suelos, clima, paisajes de 38 áreas productivas vitivinícolas y está disponible en un documento único por provincia, mapeado y compendiado en un repositorio virtual que incluye todas las áreas vitivinícolas del país (hoy inscriptas en INV), abarcando diez provincias argentinas: Jujuy, Buenos Aires, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Chubut, La Rioja, Catamarca, Entre Ríos y Córdoba. En la provincia de La Pampa se estudiaron Puelén – Curacó, al norte del río Colorado y Trenel – Rancul, en el denominado Corredor Productivo ruta 4.

## INTRODUCCIÓN A ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

La caracterización de los factores físico-ambientales principales de valles y oasis implantados con vid (clima, suelo, relieve, paisaje) se realizó a través de la compilación de información existente, relevamientos necesarios complementarios y aportes originales de desarrollo reciente para el agrupamiento de suelos, como las nuevas tecnologías geoestadísticas de mapeo digital.

La labor requirió una metodología multidisciplinar que incluyó, entre otros, la participación de más de 50 expertos en agronomía, edafología, climatología, geología, geografía, cartografía, estadística, informática, geomáticos, analistas de laboratorio, técnicos y asistentes de campo. Requirió de una gran cantidad de datos georeferenciados y, por ello, fue muy relevante y necesaria una etapa de relevamiento y análisis de la información existente, compatibilización de escalas y sistemas de referencia cartográfica y otra de relevamiento y análisis de nueva información.

Las regiones vitivinícolas relevadas se definieron en acuerdo con los organismos intervinientes, las regiones alcanzadas por el trabajo fueron Puelén – Curacó, al norte del río Colorado y Trenel – Rancul, en el denominado Corredor Productivo ruta 4 de la provincia de La Pampa que abarcan casi 315 ha según INV.

De este modo, se realizó un estudio climático para cada región vitivinícola de la provincia basado en el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas existentes en el Servicio Meteorológico Nacional, organismos provinciales correspondientes y otras fuentes confiables para sistematizar y evaluar consistencia de los datos y compatibilizar las diferentes frecuencias de captura de datos, y/o la modelización e interpolación espacial de datos climáticos en áreas con información deficiente. De este análisis se obtuvo como resultado para cada región la determinación de índices bioclimáticos: índice heliotérmico de Huglin, integral térmica eficaz de Winkler, índice de frescor nocturno, régimen térmico durante el periodo de maduración de la vid, días y valores absolutos extremos por encima de 35°C y por debajo de 0°C.

Asimismo, se realizó un estudio geológico y geomorfológico para cada región vitivinícola. Descripción del marco geológico que contuvo la geología regional, marco tectónico, formaciones presentes en el área de estudio, cuadro crono-lito-estratigráfico y mapa geológico; descripción geomorfológica y definición de unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio mediante identificación de geoformas y análisis de los atributos del terreno para conocer el comportamiento del relieve. Implicó la definición de aspectos geomorfológicos relevantes para la elaboración de mapas tales como abanicos aluviales, terrazas, valles de

inundación, etc. Además, se realizó la descripción en base a toda la información recopilada en las regiones vitivinícolas de alcance del proyecto.

Como resultado de esta instancia se obtuvieron representaciones cartográficas (mapas) de toda la información que conformaron una base de datos homogénea con la información generada.

Incluye el estudio de suelo que partió de la recopilación y armonización de datos de suelo disponibles y descripción de actividades de campo previstas en zonas de alcance del Estudio. Se aplicó la técnica Conditioned Latin Hypercube que considera la ubicación de sondeos de suelos existentes e incluye profundidades de muestreo, parámetros a muestrear. Asimismo, se determinó y relevó información de calicatas según unidades de paisaje – suelo, lo que incluyó un registro fotográfico del perfil expuesto en la calicata y del paisaje. El relevamiento se planteó a escala variable entre 1:100.000 y 1:50.000. Con el muestreo se realizaron determinaciones analíticas en laboratorio de las variables: clasificación granulométrica por método hidrométrico de dispersión y por volumen de sedimentación en el subsuelo, porcentaje de grava volumétrica (en la capa que presente gravas o gravillas) conductividad eléctrica en extracto de saturación y pH actual en todas las capas descriptas, calcáreo activo (soluble), carbono orgánico de la capa superficial.

Se obtuvieron mapas de ambientes edáficos con las series y complejos de suelos identificados cuya denominación se ajusta a las denominaciones de las unidades cartográficas utilizadas en cada provincia. Se obtuvieron, además, fichas analíticas de cada sitio relevado que contiene ubicación (coordenadas geográficas y detalles de acceso por calles/rutas), fotos de paisaje, de perfil y resultados de las siguientes propiedades físico-químicas del suelo: salinidad, pH, profundidad de suelo, textura de la primera capa, textura de la segunda capa, contenido de calcáreo, arcilla, limo americano, arena, arena muy fina, fina, media, arena gruesa y arena muy gruesa.

Todos los datos y mapas generados se almacenaron en el repositorio definido por la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR), así los resultados de las variables analizadas en cada observación pueden consultarse en el mapa de ambientes edáficos el cual desplegará una ficha descriptiva del sitio al punto seleccionado por el usuario.

Finalmente, se realizó un estudio de paisaje para cada región vitivinícola de todas las provincias, entendido como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos. El paisaje es una elaboración cultural, es el reflejo de una sociedad y por tanto un rasgo identitario de la misma, es el resultado de la interacción en el tiempo de las personas y el medio natural, cuya expresión es un territorio percibido y valorado por sus cualidades culturales, producto de un proceso

y soporte de la identidad de una comunidad. Partiendo de este enfoque se evaluó la potencialidad de los paisajes como recurso, combinando estudios de geosituación, estudio socio-ambiental y la dimensión cultural a relevar de las categorías de bienes arquitectónicos, paisaje y sistemas patrimoniales, para potenciar su conversión como recurso cultural, y facilitar la interpretación y valoración turística. Se obtuvieron unidades de paisaje determinadas por tres dimensiones: el conocimiento histórico acerca de la producción del territorio, los datos de inventarios de edificios- sitios patrimoniales y los nuevos datos a construir a partir de la observación directa y la geosituación que las caracteriza desde la perspectiva visual. Los resultados se integraron en el repositorio de COVIAR como entorno visual accesible al sector y consumidor que explota los paisajes y contiene información detallada de cada unidad de paisaje identificada.

Toda la información de bases de datos, información edáfica, climática y paisajística de las regiones estudiadas y mapas existentes con los generados se integró, homogeneizó y alojó en la Plataforma de Caracterización de Regiones <https://caracterizacion-fisico-ambiental-coviar.hub.arcgis.com/>, un enlace disponible en el sitio web del Observatorio Vitivinícola Argentino <https://www.observatoriova.com/> y en la web del Plan Estratégico Vitivinícola al 2030 <https://pevi2030.com.ar>.

En la plataforma se encuentran más de 2.000 capas con mapas e información edáfica, climática y paisajística de las regiones estudiadas disponibles de forma libre y gratuita para todas las bodegas y profesionales del vino para potenciar el conocimiento y la comunicación del vino.

## PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ESTUDIO PARA LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Se encuentra en el cinturón móvil Mendocino-Pampeano, parte del Bloque de San Rafael. Configura numerosos afloramientos rocosos con edades registradas desde el Precámbrico. Las formaciones litoestratigráficas vinculadas con los materiales originarios de los suelos y con las formas del paisaje son: Formación Puelén, Copel; Arroyo Chasicó, Río Negro, El Sauzal. El actual modelado que se observa es resultado de la combinación de acciones hídricas y eólicas. El material calcáreo se presenta en forma de costras, a manera de matriz o como concreciones y muñecas diseminadas en materiales más finos. Atendiendo a su composición mineralógica se diferencian en calcáreos propiamente dichos y en areniscas calcáreas

El río Colorado originó un paisaje donde se intercalan terrazas, mesetas y paleocauces. En general puede decirse que una capa arenosa cubre superficialmente todo el territorio; el espesor es variable. Este sedimento es el material originario de casi todos los suelos.

La distribución de los regímenes de humedad tiene su correlato en el régimen edáfico. Los suelos pertenecen así a tres órdenes taxonómicos: Molisoles, Entisoles y Aridisoles. En Rancul-Trenel, se encuentran molisoles con inclusiones de Entisoles en médanos y Aridisoles en cubetas y lagunas saladas de agua temporaria. En Puelén-Curacó los viñedos se desarrollan en Entisoles sobre rodados tehuelches.

Son suelos jóvenes, poco desarrollados, con texturas arenosas a franco arenosas y salinidad alta. Algunos libres de calcáreo aunque otros con reacción ligera a moderadamente alcalina. Los suelos vitícolas del corredor de ruta 4, presentan cierta evolución genética con escasa diferenciación de horizontes y leve estructuración. Son de textura gruesa variable entre franco y franco arenoso, drenaje rápido, permeabilidad rápida y su reacción entre medianamente ácida y ligeramente alcalina. La característica más importante es la presencia de epipedón mólico, bien provisto de materia orgánica. El agua de riego determina problemas de salinidad y sodicidad en suelos.

En cuanto al clima, dos regiones en los extremos norte y sur de la provincia, ambas de clima homogéneo debido a su extensión y topografía. De escasas precipitaciones. En Puelén-Curacó, al sur, con noches frescas y calificación de región cálida, mientras que al norte, en Rancul-Trenel, las noches son más templadas y la región cálida a muy cálida. Se recomienda el cultivo de variedades de ciclo corto a intermedio.

El paisaje vitivinícola de La Pampa está integrado por microrregiones en las diferentes localidades. Se inserta en pleno desierto patagónico, con caldenes, médanos y llanuras. Discurre a lo largo del Río Colorado. Si bien existen antecedentes más antiguos, la vitivinicultura es incipiente, impulsada por un trabajo conjunto entre productores y entidades públicas. Los establecimientos vitivinícolas

están dispersos en los diferentes departamentos de la provincia, con grandes distancias que los separan. La represa Casa de Piedra es reconocida como patrimonio.

El Alto Valle del río Colorado está enmarcado por altas bardas del citado río y una extensa planicie de campo nativo arbustivo y achaparrado donde el caldén es protagonista. En esa amplitud de lo nativo yergue una viticultura incipiente, con dos grandes emprendimientos y algunos pequeños productores. Presencia de cortina forestal en la periferia, álamo principalmente, reforzada por tela que protege al cultivo de los vientos. Callejones internos se delimitan con aguaribay, en consonancia con la aridez de la región que favorece la sanidad del viñedo y facilita un manejo orgánico e integral del cultivo. Viñedos en espaldero, algunos tecnificados y otros artesanales con riego tradicional por surcos. Bodegas de arquitectura simple con colores en armonía con el entorno.

## **ESTRUCTURA DE LOS INFORMES QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA**

El estudio se estructura en cuatro documentos que ordenan la información en función a los estudios que compusieron el proyecto: el presente documento introductorio a los aspectos generales y en el que se encuentran descriptas las tres guías con la metodología utilizada para realizar las caracterizaciones correspondientes, un segundo documento que reúne la información de la caracterización climática; un tercer documento que incluye la caracterización geológica, geomorfológica y edáfica; y un cuarto documento de caracterización del paisaje.

Tal como se menciona, en este primer documento se describen las guías metodológicas de abordaje de cada uno de los estudios (geología, geomorfología, suelo, clima y paisaje) que cuenta con anexos y documentos explicativos para una mejor comprensión de la información obtenida, así como un detalle descriptivo de la metodología de integración y homogeneización de bases de datos, información edáfica, climática y paisajística de las regiones estudiada y mapas existentes con los generados en repositorio de libre acceso y disponible en la Plataforma de Caracterización de Regiones <https://caracterizacion-fisico-ambiental-coviar.hub.arcgis.com/>.

## ÍNDICE

PRÓLOGO .....	2
RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO “CARACTERIZACIÓN DE LAS REGIONES VITIVINÍCOLAS DE ARGENTINA” .....	5
INTRODUCCIÓN A ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO .....	6
PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ESTUDIO PARA LA PROVINCIA DE LA PAMPA.....	9
ESTRUCTURA DE LOS INFORMES QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA.....	10
GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA VITIVINÍCOLA .....	15
I. Introducción.....	16
1. Ubicación espacial de la región a analizar	16
2. Bases de datos	16
2.1. Estaciones Meteorológicas (EM)	17
2.2. Bases de datos modelizadas (CRUTEM4)	19
2.3. Utilización de métodos indirectos para la obtención información de horas de frío	20
2.4. Validación de información meteorológica hallada.	21
3. Cálculos de parámetros climáticos	23
4. Cálculo de Índices Bioclimáticos para el cultivo de vid	24
4.1. Información final consolidada	28
5. Tratamiento estadístico	29
6. Conclusiones y recomendaciones	30
II. Bibliografía.....	31
III. ANEXO 1 Ejemplos de tablas finales .....	35
IV. ANEXO 2 Resolución OIV-VITI 423-2012 .....	37
V. ANEXO 3 Guía metodológica para la confección de mapas en el estudio de caracterización climática .....	64
GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA DE REGIONES VITIVINÍCOLAS .....	86
I. INTRODUCCIÓN.....	87

II.	ASPECTOS GENERALES .....	87
1.	Antecedentes:	87
2.	Ubicación del contexto geográfico:	88
3.	Características físico-naturales generales:	88
4.	Características hidrológicas e hidreogeológicas:	88
	METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO ....	88
1.	Relevamiento de información geológica	88
2.	Estudios geomorfológicos y análisis del paisaje	89
3.	Estudios crono-estratigráficos	89
4.	Relevamiento y revisión en terreno	89
6.	Estudios estratigráficos (facies)	89
7.	Obtención y análisis de índices morfométricos	90
8.	Elaboración de mapas geológicos y geomorfológicos	91
III.	METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO EDAFOLÓGICO.....	91
1.	Antecedentes	91
2.	Selección de sitios de estudio	91
3.	Realización de calicatas y minipits	92
4.	Descripción morfológica de los perfiles de suelo y del paisaje y características externas.	92
5.	Análisis físico-químico en Laboratorio	92
6.	Clasificación taxonómica y Utilitaria	93
7.	Elaboración de fichas descriptivas de los perfiles modales	93
8.	Mapeo Digital de Suelos	94
9.	Elaboración de mapas temáticos	94
IV.	Consideraciones finales: .....	94
V.	BIBLIOGRAFÍA.....	96
	GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE VITIVINÍCOLA CON CRITERIO PAISAJÍSTICO.....	98
VI.	Introducción.....	99
1.	Etapas 1: recopilación de datos	99
1.1.	Datos por imágenes	99
1.2.	Exploración del universo de la vitivinicultura	100
1.3.	Registro por referentes y otros actores	100

2.	Etapa 2: análisis del material relevado	101
3.	Etapa 3: interpretación y valoración	102
4.	Etapa 4: presentación del producto final	102
VII.	Anexo 1: Guía para la captura de imágenes .....	103
1.	Etapa 1. Caracterización por imágenes	103
2.	Etapa 2: exploración del universo de la vitivinicultura	107
	Etapa 3: análisis del material relevado .....	107
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	0
	INTEGRACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN DE BASES DE DATOS, INFORMACIÓN Y MAPAS EN REPOSITORIO .....	1
	Introducción.....	2
1.	Diseño metodológico para la integración y homogeneización de datos espaciales	3
2.	Estandarización, normalización y publicación de información territorial	4
3.	Catálogo de Objetos Espaciales	10
4.	Configuración y puesta en funcionamiento del portal cartográfico web	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de cotejo de bases de datos con estación de referencia del SMN, con buena correlación. Elaboración propia en base a información del SMN. ....	18
Figura 2: Grilla CRUTEM4 con medio grado de resolución. Captura de imagen extraída de Google Earth .....	20
Figura 3: Ejemplo de aplicación de la Método Simplificado para la estimación agroclimática de “Horas de Frio” anuales, Bustos (1998). ....	21
Figura 4: Climograma para el Oasis Río Mendoza, Provincia de Mendoza .....	30
Figura 5: Agrupamiento de zonas vitícolas en función de IFN en el análisis de componentes principales.....	30
Figura 6: Tabla de Metadatos. Elaboración propia.....	5
Figura 7: Organización de imágenes ráster. Elaboración propia.....	7
Figura 8: Organización de capas vectoriales. Elaboración propia.....	7
Figura 9: Ejemplo de capa vectorial trabajada .....	8

Figura 10: Ejemplo de imagen ráster trabajada (elaboración propia).....	9
Figura 11: Niveles de detalles en publicación de imágenes ráster (elaboración propia) .....	10
Figura 12: Ejemplo de carga de Datos Espaciales para el Oasis Río Mendoza (elaboración propia) .....	11
Figura 13: Tabla de metadatos en portal cartográfico web (elaboración propia)...	13
Figura 14: Capas del mapa base (elaboración propia).....	13
Figura 15: Aplicativo cartográfico web ejemplo (elaboración propia) .....	16
Figura 16: Instructivo de uso (elaboración propia) .....	17
Figura 17: Repositorio para la descarga de mapas (elaboración propia) .....	18
Figura 18: Accesos a repositorio de cada provincia en ventana intermedia (elaboración propia) .....	18

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944). .....	25
Tabla 2: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983). .....	26
Tabla 3: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004). .....	27
Tabla 4: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13). .....	28
Tabla 5: Promedios mensuales (a) y anuales (b) de parámetros climáticos de las diversas estaciones meteorológicas analizadas.....	35
Tabla 6: Valores promedio de los diferentes índices bioclimáticos para la vid para cada estación meteorológica analizada. ....	35
Tabla 7: Fichado modelo sugerido para cada locación (Elaboración propia). .....	107
Tabla 8: Variables publicadas por provincia y estudio.....	4
Tabla 9: Funciones pre configuradas del visualizador (elaboración propia) .....	15
Tabla 10: Widgets creados para visualizadores cartográficos (elaboración propia) .....	15

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA  
VITIVINÍCOLA**

## I. INTRODUCCIÓN

Esta guía metodológica se ha confeccionado con el objetivo de poner a disposición conceptos, técnicas y métodos utilizado en este estudio de caracterización climática para evaluar la aptitud vitícola de una determinada zona o región.

Las metodologías, parámetros climáticos e índices bioclimáticos para la vid propuestos en esta Guía están en consonancia con las recomendaciones que realiza la Organización Internacional de la Viña y el Vino en su Resolución OIV-VITI 423-2012 REV1: “*Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima*”. De esta Resolución, se tomaron recomendaciones de su “PARTE C” y el “Anexo 2”. Dicho documento completo se adjunta a esta Guía como Anexo 2.

Asimismo, y teniendo en cuenta estas recomendaciones, pretende ser una guía para poder presentar la documentación técnica que el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) requiere para otorgar una Indicación Geográfica (IG).

### **1. Ubicación espacial de la región a analizar**

El primer paso es delimitar el área de estudio que se quiere analizar climáticamente. Para ello debe georreferenciarse un polígono de estudio (delimitado manualmente o circunscripto por límites físicos y/o políticos). Este primer paso permite dimensionar la escala del estudio y la pertinencia de las estaciones meteorológicas para evaluar la utilización de las bases de datos asociadas.

### **2. Bases de datos**

La conformación de bases de datos climáticas requiere de buscar y seleccionar, en primer lugar, bases de datos diarias de estaciones meteorológicas ubicadas en la región de interés, o lo más cercano posible a la misma, a fin de que los datos observados sean representativos. Cada estación meteorológica debe contar con los datos de localización o georreferenciación (latitud, longitud y altitud).

En caso de no contar con estaciones meteorológicas en la región, se podrá recurrir a bases de datos de agencias internacionales, donde se cuenta con grillas de datos modelizados y, a partir de ellos, estimar los parámetros faltantes por métodos indirectos o por métodos gráficos de interpolación.

## **2.1. Estaciones Meteorológicas (EM)**

Las EM seleccionadas para realizar la caracterización deben tener, idealmente, 20 (veinte) años de datos diarios. Los parámetros que debe medir e informar una EM para este estudio son, de mínima:

- Temperatura del aire.
- Humedad Relativa del Aire.
- Precipitación

Adicionalmente, si tuviese información para calcular horas de frío y sensores de viento y radiación solar, la información puede completar la información básica necesaria.

En caso de no contar con esa extensión temporal, se deberá realizar un cotejo con la EM de referencia más cercana. Para la Argentina, las estaciones de referencia son las del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) las cuales están homologadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El cotejo de bases de datos de menor extensión temporal se realiza por medio de un análisis de correlación con la base de datos del SMN de referencia más cercana.

Una vez realizada la correlación y comparación de las variables con la estación de referencia y habiendo constatado que el nivel de correlación fue

satisfactorio, se realiza entonces, a través de gráficos de dispersión, una regresión lineal.

Al realizar los gráficos de dispersión con la misma variable medida en dos estaciones diferentes, es posible identificar posibles errores en la medición de las mismas, y proceder a su corrección. Se aceptan correlaciones con un coeficiente  $R^2$  mayor que 0,7 o lo que es equivalente, un coeficiente de correlación de Pearson de 0,83. Otro indicador de una buena correlación es poseer una pendiente en la ecuación de regresión lineal comprendida entre los valores 0,7 y 1,3 (Manual N°54 de RIEGO Y DRENAJE de FAO. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO, Anexo 4: Análisis estadístico de los resultados). Ver Figura 1, la cual sirve para ejemplificar lo dicho.

Es importante destacar, que las correlaciones que mejor se ajustan (estudiando las variables meteorológicas nombradas en el presente informe), con altos valores del coeficiente  $R^2$ , la pendiente de la recta de regresión tiende a 1.

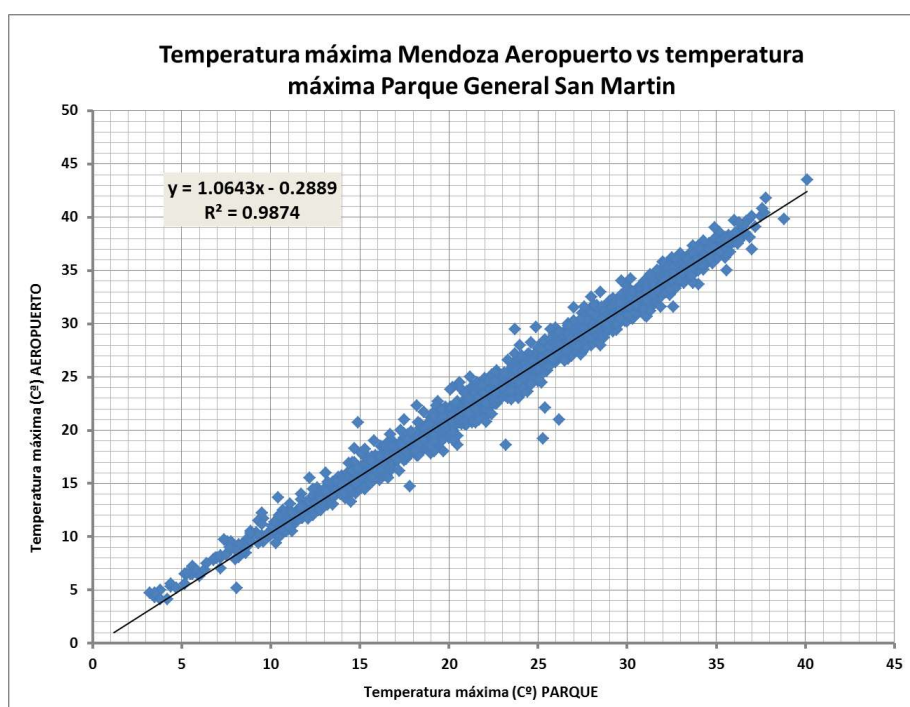


Figura 1: Ejemplo de cotejo de bases de datos con estación de referencia del SMN, con buena correlación. Elaboración propia en base a información del SMN.

## **2.2. Bases de datos modelizadas (CRUTEM4)**

Para el caso de la base de datos CRUTEM4, se puede acceder a la misma desde la plataforma Google Earth Pro (libre y de código abierto). CRUTEM es un conjunto de datos derivados de las temperaturas del aire cerca de la superficie terrestre registradas en las estaciones meteorológicas de todos los continentes de la Tierra.

Ha sido desarrollado y mantenido por la Climatic Research Unit desde principios de los años 80, con financiación del Departamento de Energía de los Estados Unidos. (ver <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/crutem4/>). La última versión de CRUTEM se llama CRUTEM4 y está disponible en formato de texto y netCDF en la Climatic Research Unit en el Met Office Hadley Centre.

La resolución depende de las estaciones observadas y sintéticas para cada sitio, pero se pudo trabajar con una grilla de medio grado de resolución. Las variables meteorológicas de las cuales se puede obtener información gratuita son las siguientes:

- Temperatura (temperatura media mensual)
- Rango diario de temperatura (amplitud térmica)
- Precipitación (precipitación acumulada)

La escala de tiempo es mensual y con un máximo de 8 (ocho) observaciones en cada mes, lo cual no es lo óptimo, pero es buena información.



**Figura 2: Grilla CRUTEM4 con medio grado de resolución. Captura de imagen extraída de Google Earth**

### **2.3. Utilización de métodos indirectos para la obtención información de horas de frío**

Se define como la cantidad de horas en las que la temperatura del aire está por debajo de 7°C. Es un parámetro importante para todas las especies frutales de hoja caduca, incluida la vid. En este caso y, de acuerdo con la variedad, es necesario que las plantas acumulen entre 500 a 1.400 horas de frío previo al comienzo del ciclo agrícola anual. Esto permitirá que la brotación, la floración y el cuaje de los frutos sea lo más homogéneo o parejo posible, para que los racimos no queden expuestos luego a problemas por adversidades meteorológicas hacia la definición de los racimos.

En el caso de las horas de frío, si la EM no está programada para calcular las horas de frío, y no hay estaciones cercanas con esos datos que permita realizar interpolaciones, se debe recurrir a su estimación por métodos indirectos. Entre tantas metodologías de cálculo indirectas existentes, se decide trabajar con el

“Método Simplificado para la estimación agroclimática de “Horas de Frio” anuales” desarrollado por Damario, Pascale & Bustos (1998). Se trata de modelos lineales y exponenciales de diferentes grados con el promedio de las mínimas medias de los 5 meses más fríos (T5) y la temperatura mínima media anual (T12). Se calcula con diferente ecuación si las horas de frío anuales no superan las 1.000 HF y si la acumulación se encuentra entre 1.000 y 2.000 HF.

---

$$HF (1000) = 3929,918 - 54,863 T5 - 372,3126 T12 + 1,8589 (T5 \times T12) + 0,2438 (T5)^2 + 9,3897 (T12)^2 \quad (I)$$

$$HF (2000) = 3954,044 + 130,7831 T5 - 511,3522 T12 - 21,9695 (T5 \times T12) + 5,9973 (T5)^2 + 24,2979 (T12)^2 \quad (II)$$

donde: T5 = promedio climático de las temperaturas mínimas medias mensuales de mayo a setiembre.  
T12 = temperatura mínima media anual climática.

---

**Figura 3: Ejemplo de aplicación de la Método Simplificado para la estimación agroclimática de “Horas de Frio” anuales, Bustos (1998).**

La metodología de cálculo para obtener las horas de frío anuales estimadas para una localidad es el siguiente:

- a) disponer de los 12 valores climáticos mensuales de las temperaturas mínimas medias.
- b) computar la temperatura mínima promedio de los 5 meses más fríos y la del año.
- c) con los valores obtenidos en b) aplicar la fórmula I. Si el resultado obtenido no supera las 1000 HF, se lo considera como enfriamiento medio en el período de descanso. Si fuera mayor, se repite el cálculo estimativo aplicando la fórmula II cuyo resultado es más correcto que el anterior.

## **2.4. Validación de información meteorológica hallada.**

La validación de la información recibida se realiza siguiendo las premisas y metodologías de los documentos: “Descripción de controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur” de Veiga et al (2015) y la Norma OMM-Nº 1238 “Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de Alta Calidad”. Estos procedimientos

aseguran que los datos han sido generados adecuadamente, identificando los registros erróneos o fuera de rango (“outliers”).

Todas estas validaciones se pueden realizar con diferentes herramientas: desde planillas de cálculo (Excel, por ejemplo), o programas de lenguaje R o Python. Esto se resolverá de acuerdo a las capacidades informáticas y al volumen de datos en los que se requiera trabajar.

Las metodologías para validar las bases de datos se basaron en diferentes tests:

✓ **Testeo Generales** para verificar la integridad general de los datos, verifican la integridad general de los datos. Por ejemplo, se controla que no haya fechas duplicadas o fuera de secuencia en las observaciones diarias.

✓ **Testeos de rango fijo**, que asegura que no existan valores físicamente imposibles en la base de datos. Los límites propuestos son fijos para cada variable durante todo el período de datos y todas las estaciones meteorológicas.

✓ **Testeos de rango variable**, que verifican los datos con rangos o umbrales para identificar valores sospechosos que varían con el tiempo, tomando valores específicos para cada día o mes del año.

✓ **Testeos de continuidad temporal**, que evalúan las secuencias de valores en días consecutivos, buscando por ejemplo picos o saltos en valores diarios de una variable.

Esta metodología requiere, además de la detección de datos sospechosos, la inspección manual para determinar si ese dato debe eliminarse de la base de datos o corregirse para ser utilizado.

Por lo general, las bases de datos no se eliminan por completo al ser sometidas a estos test, aunque se suele eliminar o no utilizar los datos sospechosos.

### **3. Cálculos de parámetros climáticos**

Una vez seleccionada y depuradas las bases de datos, se realizan los cálculos para la obtención de valores medios de las principales variables climáticas de interés para la zona de estudio:

- ✓ *Temperatura máxima media mensual y anual (°C).*
- ✓ *Temperatura media mensual y anual(°C).*
- ✓ *Temperatura mínima media mensual y anual (°C).*
- ✓ *Amplitud térmica diaria promedio mensual y anual (°C):*  
diferencia entre temperatura máxima y temperatura mínima diaria.
- ✓ *Humedad Relativa media mensual y anual (%).*
- ✓ *Precipitación acumulada media mensual y anual (mm).*
- ✓ *Horas de Frío (N° de horas) promedio anual:* cantidad de horas en las que la temperatura del aire estuvo por debajo de 7°C).
- ✓ *Frecuencia anual de heladas meteorológicas (N° de días):*  
Frecuencia anual de días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C. Dato clave para calcular la longitud del ciclo, las fechas de inicio y fin de ciclo, y los potenciales riesgos de daños en el cultivo de la vid.
- ✓ *Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35 °C (N° de días):* Es un importante parámetro para estimar las respuestas en materia fotosintética y de respiración óptimas y /o limitadas que puede tener el cultivo de vid.
- ✓ *Frecuencia anual de olas de calor (N° eventos):* Ola de calor es un evento de 3 (tres) o más días consecutivos en los que la temperatura máxima absoluta supera el valor de temperatura máxima del percentil N° 90 de la serie histórica de temperaturas para una localidad. Es importante conocer este dato, estando en contexto de calentamiento global, ya que puede inducir a reducción de rendimiento fotosintético, respiratorio, inducir fotorrespiración y potencialmente reducción de rendimientos de cosecha

- Para los cálculos se utilizan programas de procesamiento de bases de datos y estadística (Infostat, Jamovi, Microsoft Excel, Matlab, lenguajes R y/o Python, etc.), según volumen de datos y necesidades de los usuarios.

#### **4. Cálculo de Índices Bioclimáticos para el cultivo de vid**

Para poder realizar una correcta caracterización agroclimática de las regiones vitivinícolas, a los parámetros generales del clima de cada zona, deben sumarse algunos índices que nos indican las posibilidades del cultivo de la vid y las características del clima respecto del desempeño del cultivo.

Para ello se deben utilizar los indicadores e índices clásicos para la vid, a saber:

- *Duración del período activo*: Cantidad de días del año en los que la temperatura media día es igual o superior a 10 °C (el cero de brotación por convención para la vid).
- *Integral Térmica de Winkler o Índice de Winkler (Amerine & Winkler, 1944)*: Mide la integral térmica por encima de 10 °C entre el 1° de octubre y el 30 de abril (hemisferio sur), calculado como la sumatoria de temperaturas medias diarias menos 10 °C, en el período de 7 (siete) meses considerados.

La fórmula aplicada es:

$$IW = \sum_{1 \text{ octubre}}^{30 \text{ abril}} (T_{md} - 10^{\circ}C)$$

donde  $T_{md}$  es la temperatura media diaria.

La clasificación de Regiones según este índice es la siguiente

**Tabla 1: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944).**

Región	Clasificación	Intervalo de clase
I	FRIA	< 1370 °C Día
II	TEMPLADA	1371 – 1650 °C Día
III	TEMPLADO-CÁLIDA	1651 – 1925 °C Día
IV	CÁLIDA	1926 – 2205 °C Día
V	MUY CÁLIDA	> 2205 °C Día

El WI también se puede calcular a partir de datos mensuales. En tal caso, se debe multiplicar, de forma mensual, las sumas térmicas (GDD) obtenidas mediante la misma ecuación por el número de días cada mes.

Este índice fue desarrollado por los autores para California, Estados Unidos, donde los autores califican a las Regiones I y II como las más aptas para obtener uvas de la mejor calidad. En tanto otros investigadores (Gladstones, 1992) califican a las Regiones II y III como las más aptas y donde se obtienen mejor calidad de frutos para vinificar.

- *Índice Heliotérmico de Huglin (Huglin, 1978, 1983)*

Este índice fue desarrollado por el autor considerando las condiciones climáticas del Norte de Europa en donde, durante el ciclo vegetativo, las temperaturas son bajas y los días son largos.

Se trata de un cúmulo de temperaturas en particular, que se realiza teniendo en cuenta la influencia de la temperatura al mediodía (temperaturas cercanas a las máximas), que es cuando la actividad fotosintética de la vid alcanza su punto álgido. Además, presenta un coeficiente de duración del día, que depende de la latitud, para integrar la duración de la actividad fotosintética, mayor en la estación vegetativa de la vid hacia latitudes altas.

Se calcula como la integral térmica del promedio entre las temperaturas máxima y media, deducidos 10 °C, entre septiembre y marzo (6 meses) para el hemisferio sur. Esta integral se pondera por una constante (k) que depende de la longitud del día y toma valores superiores a 1 entre los 40° y 50° de latitud. Para latitudes menores se considera valor k = 1.

La ecuación para el cálculo de este índice es:

$$IH = \sum_{1 \text{ septiembre}}^{31 \text{ marzo}} \left[ \frac{T_{maxd} - T_{md}}{2} - 10^{\circ}C \right] \cdot k$$

donde Tmaxd es la temperatura máxima diaria, Tmd es la temperatura media diaria y k es la constante heliotérmica de Huglin.

La Clasificación de regiones según este índice es:

**Tabla 2: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo con sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983).**

Acrónimo	Clasificación	Intervalo de clase
HI-3	MUY FRÍO	< 1500 °C Día
HI-2	FRÍO	1501 – 1800 °C Día
HI-1	TEMPLADO	1801 – 2100 °C Día
HI+1	TEMPLADO-CÁLIDO	2101 – 2400 °C Día
HI+2	CÁLIDO	2401 – 3000 °C Día
HI+3	MUY CÁLIDO	> 3000 °C Día

- Índice de Frescor Nocturno o índice de Noches Frías (Tonietto, 1999; Tonietto & Carbonneau, 2004):

Índice climático vitícola desarrollado para para estimar la condición nictotérmica asociada al período de maduración de las uvas. Para el hemisferio sur se calcula como el promedio de temperaturas mínimas medias diarias del aire del mes de marzo.

$IFN = IC = \text{Temperatura mínima media del aire del mes de marzo en } ^\circ\text{C}$

La clasificación usa el acrónimo CI (Nigth Cold Index):

**Tabla 3: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004).**

Acrónimo	Clasificación	Intervalo de clase
CI-2	NOCHES MUY FRÍAS	<12,0 °C
CI-1	NOCHES FRÍAS	12,1 – 14,0 °C
CI+1	NOCHES TEMPLADAS	14,1 – 18,0 °C
CI+2	NOCHES CÁLIDAS	>18,0 °C

El IFN cuantifica los efectos de las bajas temperaturas nocturnas, durante el mes previo a la cosecha sobre la síntesis de metabolitos secundarios como los polifenoles y aromas. Según los autores, los valores favorables durante la maduración se sitúan en torno a los 16° C.

- Integral Térmica con Base 13°C (ITB13)

Es la sumatoria de temperaturas medias, deducidos 13°C, calculada desde el día en que se alcanza la media de 13 °C en primavera, hasta el día en que la temperatura media está por debajo de ese valor, en otoño.

La fórmula de cálculo para este índice:

$$ITB13 = \sum_{DíaT013}^{DíaTm13} (Tmd - 13^{\circ}C)$$

donde Tmd es la temperatura media diaria.

**Tabla 4: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13).**

Clasificación	Intervalo de clase
NO APTO PARA EL CULTIVO DE LA VID (no madura ni siquiera la variedad de ciclo más corto)	<800 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO INTERMEDIO Y CICLO CORTO (Cabernet Sauvignon, Bonarda). No maduran adecuadamente.	<1556 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO LARGO	>1556 °C Día

Se debe obtener el promedio de la serie histórica de cada uno de estos índices, para cada EM considerada, obteniendo así una tabla de índices bioclimáticos que se sumará a la tabla de parámetros climáticos calculados anteriormente.

#### **4.1. Información final consolidada**

Se generará una tabla (Tabla 1) donde se colocarán todos los parámetros calculados de variables que caracterizan al clima de la zona o región de estudio, más una segunda tabla (Tabla 2) con los valores medios de los índices bioclimáticos para la vid que fueron calculados al final del procedimiento. Pueden verse estos ejemplos de tablas en el Anexo 1 de esta Guía.

Estas tablas son el resultado numérico que permitirá realizar la interpretación y caracterización de la zona o región, y será el insumo fundamental para la confección de mapas digitales y/o impresos que acompañen el desarrollo de la caracterización climática de una región para definir su aptitud vitícola.

Para ello deben seguirse las premisas de la **“Guía metodológica para la confección de mapas en el estudio de Caracterización Climática”**, elaborado por la Ing. Agr. Carla Pappalardo, que complementa la presente guía metodológica y es parte de un producto integrado que podrá ser de utilidad para quienes pretendan caracterizar una región para algún objetivo técnico-científico particular, o para presentar antecedentes técnicos en la solicitud de conformación de una IG ante el Instituto Nacional de Vitivinicultura.

## **5. Tratamiento estadístico**

Para que los resultados sean completos y visualmente más comprensibles y comparables, es preciso realizar algunos tratamientos estadísticos estableciendo relaciones entre los índices y las variables climáticas de cada zona para sumar al análisis de las características climáticas que ofrece cada área de estudio respecto del cultivo de la vid.

Se conforman climogramas de todas las áreas de estudio integrando en un gráfico los valores mensuales de temperaturas medias (máximas, medias y mínimas) y precipitación.

Finalmente se puede realizar, si fuese necesario mayor comprensión acerca de las relaciones entre parámetros climáticos e índices bioclimáticos para la zona, un análisis de componentes principales, para explicar la varianza del conjunto de datos. Se pueden utilizar nuevamente las herramientas de paquetes estadísticos antes mencionadas. Se exponen aquí ejemplos de climogramas para una región de la Provincia de Mendoza y un ejemplo de análisis de componentes principales (Figuras 3 y 4, respectivamente).

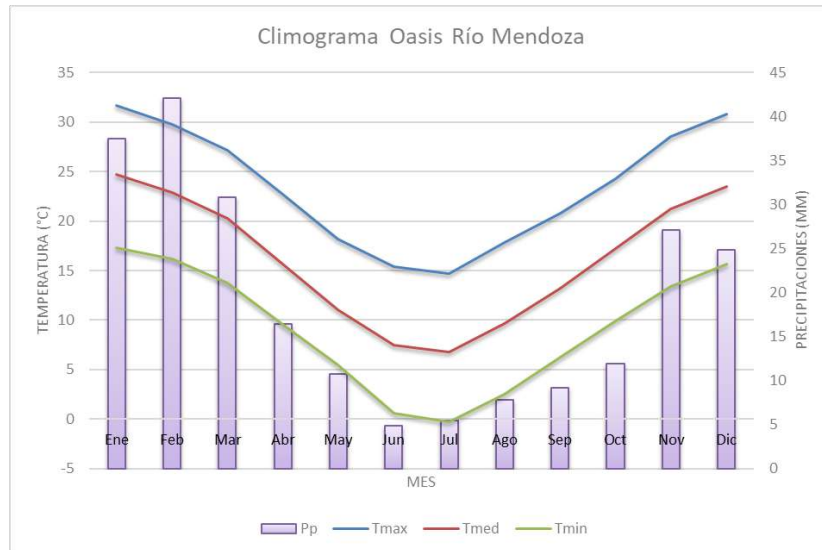


Figura 4: Climograma para el Oasis Río Mendoza, Provincia de Mendoza

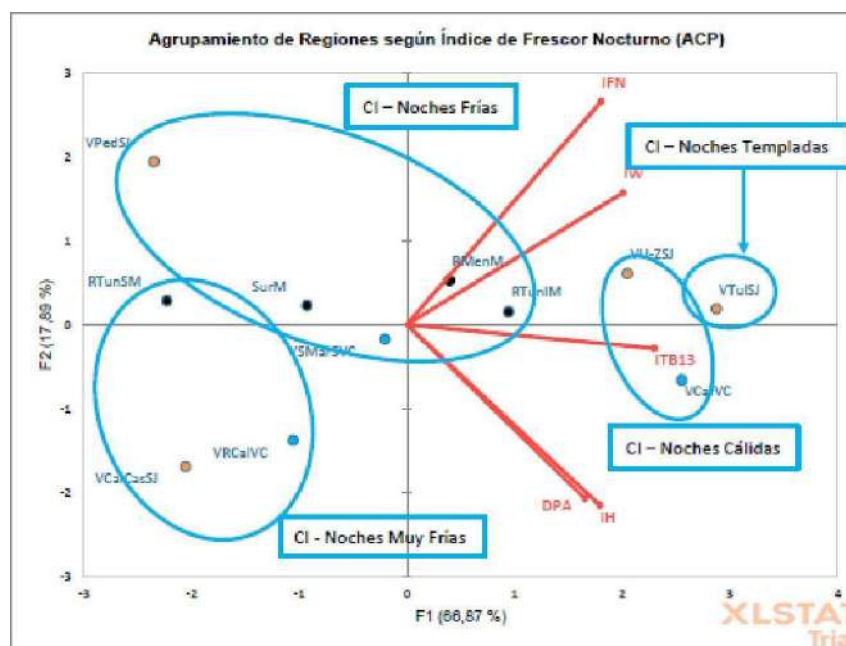


Figura 5: Agrupamiento de zonas vitícolas en función de IFN en el análisis de componentes principales

## 6. Conclusiones y recomendaciones

Es clave para realizar este tipo de estudio contar con la mayor cantidad de información posible (observada, modelada, cotejada y corregida, etc.). Es clave para obtener los resultados que mejor representen las zonas o áreas que se desean caracterizar en forma meso-climática, como esta Guía lo propone.

Es de suma importancia que la información generada luego de seguir los pasos de esta Guía, sean trasladados a una visualización a través de mapas georreferenciados, por lo cual, el paso inmediatamente posterior es la aplicación de la **“Guía metodológica para la confección de mapas en el estudio de Caracterización Climática”**, como ya se mencionó anteriormente.

El tratamiento estadístico de los datos es información adicional que puede ayudar a comprender mejor la caracterización climática realizada, por lo tanto, se recomienda trabajar los datos (como aquí se propone o con otras metodologías que se estimen conveniente a los fines de la interpretación).

Se considera en esta Guía que los parámetros climáticos y los índices bioclimáticos calculados son suficientes para el análisis de caracterización propuesto, aunque los usuarios podrían añadir, tanto parámetros climáticos como índices bioclimáticos, así como resultados de análisis multicriterio, motivados por un interés puntual o para ser utilizado en la caracterización de zonas con particularidades que lo requieran, tal como lo expone la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) en sus Resoluciones.

Por último, es necesario remarcar que los estudios de caracterización deberían actualizarse cada 10 o 15 años, a fin de poder utilizar información renovada, de nuevas redes diversas fuentes de información. En contexto de cambio climático, la variabilidad interanual e intraestacional cada vez se intensifica y acentúa, por lo que no es un estudio que debe permanecer estanco.

## II. BIBLIOGRAFÍA

Amerine, M.; Winkler, A. (1944) “Composition and quality of must and wines of California grapes”. Hilgarida  
15 : 493-675.

Aranguren González, M.; Pérez Rodríguez, J. y Pérez Acebedo, Y (2015) “Determinación de los índices bioclimáticos y tipo de clima para la vid en las condiciones de Jagüey Grande, Matanzas, Cuba”, Centro Agrícola, 42 (4): 75-83; octubre-diciembre, 2015; ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001; CE: 6814 CF: cag104152054 <http://cagricola.uclv.edu.cu>

Damario, A.; Pascale, A.J. y Bustos, C. (1998) “Método simplificado para la estimación agroclimática de horas de frío anuales”, Rev. Facultad de Agronomía, 18 (1-2): 93-97, 1998.

Estévez, J. Gavilan, P. (2015) “Procedimientos de validación de datos de estaciones meteorológicas automáticas. Aplicación a la Red de Información Agroclimática de Andalucía”, II Jornadas de Gestores y Usuarios de Redes Agrometeorológicas. <https://www.researchgate.net/publication/280665071>

Fernández Seoane, L. (2006): “La zonificación bioclimática vitícola como base para la selección de variedades de vinífera”, GeoFocus (Artículos), nº 6, p. 1-32. ISSN: 1578-5157

Gallina, M.; Rodríguez, A.; Muñoz, A. (2016) “Índices bioclimáticos para la vid en Contralmirante Guerrico, provincia de Río Negro, República Argentina” Boletín de Divulgación Técnica N° 51 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Patagonia Norte Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle - Edición y diseño: Área Comunicaciones – EEA Alto Valle.

Guajardo P., R.; Granados R., G.; Sánchez C., I.; Díaz P., G., Barbosa M., F. “Validación espacial de datos climatológicos y pruebas de homogeneidad: caso, Veracruz, México”

Huglin, P. y C. Schneider (1998) “Biologie et écologie de la vigne”. Ed. Lavoisier, Paris, 370p.

Huglin, P. (1983) “Possibilités d’appréciation objective du milieu viticole”.  
Bulletin de l’OIV 56 : 823-33

Huglin, P. (1978) “Nouveau mode d’évaluation des possibilités  
héliothermiques d'un milieu viticole”. Informe de la Academia de la Agricultura de  
Francia. 64: 1117-1126.

OMM-N° 1238 - Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de  
Alta Calidad, Edición de 2019 Organización Internacional de la viña y el vino – OIV  
(2012) “RESOLUCIÓN OIV-VITI 423-2012 – “Líneas

directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del  
suelo y del clima”

Pedocchi, R. (2003) “Características generales del clima de Uruguay su  
relación con la regionalización vitícola”

- Taller – Seminario: Zonificación del cultivo de la vid, Terroir – Terruño y  
Potencial de cosecha - Montevideo, 1 al 6 de septiembre de 2003. En línea:  
<http://www.isa.utl.pt/riav/Pdf/PUBLICACAO- Montevideu.pdf>

Ramirez G., M. E. & López T., Q. (1993). “Métodos estadísticos no  
paramétricos”. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Tonietto, J.; Sotés Ruiz, V.; Gomez-Miguel, V. (ed. Tec.) (2012) “Clima,  
zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas”, CYTED –  
Madrid , 411 pp – ISBN 978-84-15413-10-3.

Tuomenvirta, H. (2001). Homogeneity adjustments of temperature and  
precipitation series-Finnish and Nordic data. International Journal of Climatology  
(England). 21, 495–506.

Veiga, H., Herrera, N., Skansi, M., Podestá, G. (2015) “Descripción de  
controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro  
Regional del Clima para el Sur de América del Sur”, Serie Reportes Técnicos – Reporte

Técnico CRC-SAS-2014-001, Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur.

Vila, H., Cañadas, M., Lucero, C. (1999) “Caracterización de zonas mesoclimáticas aptas para la vid (*Vitis vinífera* L.) en la provincia de San Juan, Argentina”, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Proyecto Vitivinícola de la Región Gran Cuyo – EEA Mendoza – EEA San Juan, 67 pp.

Zuluaga, P.; Zuluaga, E.; Lumelli, J.; De La Iglesia, F. (1971) “Ecología de la vid en la República Argentina”, Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias: 61-100 - Mendoza, Argentina.

### III. ANEXO 1 EJEMPLOS DE TABLAS FINALES

**Tabla 5: Promedios mensuales (a) y anuales (b) de parámetros climáticos de las diversas estaciones meteorológicas analizadas**

a)

	Coordenadas			ENE							FEB							MAR	
	Lat (°)	Long (°)	Altitud (m)	Tmax	Tmed	Tmin	AmpTd	HFrio	HRMed	Ppacum	Tmax	Tmed	Tmin	AmpTd	HFrio	HRMed	Ppacum	...	...
Estación A																			
Estación B																			
Estación C																			
...																			

b)

	Coordenadas			ANUAL									
	Lat (°)	Long (°)	Altitud (m)	Tmax	Tmed	Tmin	AmpTd	HFrio	HRMed	Ppacum	Frec.Heladas	Frec Días >35°C	Frec. Olas de Calor
Estación A													
Estación B													
Estación C													
...													

**Tabla 6: Valores promedio de los diferentes índices bioclimáticos para la vid para cada estación meteorológica analizada.**

	Lat (°)	Long (°)	Altitud (m)	DPA	IW	IH	IFN	ITB13
Estación A								
Estación B								
Estación C								
...								

#### **IV. ANEXO 2 RESOLUCIÓN OIV-VITI 423-2012**

“Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima”

RESOLUCIÓN OIV-VITI 423-2012 REV1

LÍNEAS DIRECTRICES DE LA OIV SOBRE METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO Y DEL CLIMA

LA ASAMBLEA GENERAL,

Por propuesta de la Comisión I “Viticultura”,

VISTOS los trabajos presentados por el grupo de expertos “Medioambiente vitícola y cambio climático” desde 2007,

CONSIDERANDO

Las resoluciones VITI/04/1998 y VITI/04/2006 de la OIV, según las que se recomienda a los países miembros proseguir estudios sobre zonificaciones vitivinícolas

CONSIDERANDO la resolución OIV-VITI 333-2010 sobre la definición de “terroir” vitivinícola,

CONSIDERANDO

Las repercusiones económicas, legislativas y culturales que están, normalmente, vinculadas a la zonificación vitivinícola,

CONSIDERANDO

Que hay un interés cada vez mayor por iniciar operaciones de zonificación en la mayoría de los países vitícolas,

#### CONSIDERANDO

Que existe, hoy en día, una multitud de disciplinas y herramientas útiles para realizar estudios de zonificación, pero que no se clasifican según su objetivo (o finalidad o utilización),

#### CONSIDERANDO

La necesidad de establecer una metodología que permita a los países miembros elegir el método de zonificación vitivinícola que más se adapte a sus necesidades y objetivos,

CONDIDERANDO que el “terroir” representa una dimensión espacial, lo que implica una necesidad de delimitación y zonificación, y también que se pueden zonificar distintos aspectos del “terroir”, en particular los elementos del medio físico: clima y suelo,

CONSIDERANDO la importancia, según propone el grupo de expertos CLIMA y la Comisión “Viticultura”, de contar con una sola resolución sobre la zonificación vitivinícola, dividida en cuatro partes (A, B, C, D),

DECIDE adoptar la resolución siguiente, relativa a “**Las líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima**”:

*Certificado conforme  
Izmir, 22 de junio de 2012  
El Director General de la OIV  
Secretario de la Asamblea general*

*Federico CASTELLUCCI*

Las características de un producto vitivinícola vienen dadas, en gran medida, por la influencia del suelo y del clima con respecto al comportamiento de la viña. La zonificación vitivinícola a nivel del suelo y a nivel del clima se debe hacer de forma coherente para una mayor exactitud. De hecho, el resultado de la interacción entre el clima y el suelo puede ser determinante para las características del producto. Por ejemplo la alimentación hídrica de los viñedos es una ilustración de éste.

En la presente propuesta, se presentan de forma separadas las etapas relativas a la zonificación a nivel del suelo y a nivel del clima. Esto permite a los usuarios de escalonar ambos tipos de zonificación en el tiempo, aunque, para un buen análisis de terroir, los dos tipos, así como la interacción entre ellos, son esenciales.

## PARTE A

### OBJETIVOS DE LA ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO Y DEL CLIMA

La zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima puede tener diversas finalidades. El análisis previo de dichas finalidades es un paso indispensable en todo trabajo de zonificación. De hecho, la metodología aplicada debe ser adecuada con respecto a los objetivos que se persiguen (cuadro 1).

**Cuadro 1:** Objetivos de la zonificación vitivinícola y papeles respectivos del suelo, el clima así como la interacción entre ambos (++: importante; + intermedio; 0: nulo), para una variedad determinada.

Objetivo de la zonificación	Papel del suelo	Papel del clima	Papel de la interacción suelo/clima
Delimitación de territorios según el potencial que tengan para producir vinos de una tipología dada	+	+	++

Zonificación de la precocidad relativa potencial (cinética del desarrollo de la viña y de la maduración de la uva)	+	+	0 (efecto acumulativo)
Optimización de la gestión técnica mediante la adaptación del material vegetal	+	+	0
Optimización de la gestión técnica y medioambiental mediante la adaptación de prácticas culturales.	+	+	+
Gestión del territorio con relación a los riesgos fitosanitarios	+	+	+
Selecciones parcelarias	+	+	0
Gestión del territorio con relación a los recursos potenciales de agua	+	+	++
Zonificación de riesgos y de condiciones climatológicas adversas.	0	+	0
Protección de los “terroirs” y de los paisajes frente a diversas amenazas y sobre todo frente a la urbanización	+	0	0
Zonificación según las aptitudes de un región específica para la viticultura o para producir variedades específicas	+	+	+

## PARTE B

### LÍNEAS DIRECTRICES DE LA OIV SOBRE METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO

Una metodología en 3 etapas

*Etapa 1: Elegir uno o varios enfoques*

La zonificación vitivinícola a nivel del suelo puede basarse en una o varias disciplinas científicas: geología, geomorfología o pedología.

- La geología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\ 000$ ). Es indispensable tener un conocimiento previo de la geología local para realizar la cartografía de los suelos. La geología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.

- La geomorfología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\ 000$ ). La geomorfología facilita la comprensión de la distribución de la profundidad del suelo en una región determinada. La geomorfología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.

- La pedología (cartografía de los tipos de suelos) constituye un enfoque adaptado a zonificaciones a mediana o gran escala ( $\geq 1/25\ 000$ ). Para elaborar mapas pedológicos, es necesario el uso de sondeos con barrena y el estudio de perfiles (calicatas) del suelo. La pedología permite establecer lazos con el funcionamiento de la viña. Se recomienda realizar la cartografía de los suelos tomando como referencia la clasificación "Soil Taxonomy" (clasificación estadounidense; USDA, 2010), la "World Reference Base for Soil Resources" (clasificación FAO, 2006) o la "Référentiel Pédologique" (clasificación francesa; Baize et Girard, 2009). Si una clasificación local se utiliza, una correspondencia en una de las tres clasificaciones anteriores deben indicarse. El interés y los límites de uso de cada una de estas tres clasificaciones se expone en el ANEXO 1.

Algunas disciplinas pueden aportar un complemento de información útil a la zonificación, pero si se utilizan de forma individual, no permiten la zonificación de los suelos vitícolas. Puede citarse la botánica (plantas indicadoras del medio).

La zonificación puede requerir varios enfoques simultáneos. La combinación de un enfoque geológico, geomorfológico y pedológico permite producir una zonificación pertinente.

## Etapa 2: Elegir la escala adaptada

La zonificación se realiza a una cierta escala, que debe definirse previamente. La elección de la escala dependerá de los objetivos de la zonificación (parte A) y del enfoque elegido (parte B, etapa 1). Cuanto mayor es la escala, más precisa es la

zonificación y más elevado es su coste. A la hora de elaborar mapas pedológicos, se debe tener en cuenta que a una escala dada le corresponde una cierta densidad de observaciones que deben respetarse para tener una resolución que se corresponda con la escala propuesta (cuadro 2).

**Cuadro 2:** cantidad de sondeos y perfiles necesarios para la elaboración de un mapa edafológico en función de la escala [El número total de observaciones por hectárea (a+b) corresponde a la suma de los sondeos realizados con barrena (a) y de los perfiles (b)].

Escala	Nº de ha por sondeo (1/a)	Nº de sondeos por ha (a)	Nº de ha por perfil (1/b)	Nº de perfiles por ha (b)	Total Nº de observaciones por hectárea (a + b)
1/2.500	0,13-0,06	7,750–15,500	4-2	0,250–0,500	8 - 16
1/10.000	2,10-1,05	0,475–0,950	40 - 20	0,025–0,050	0,5 – 1
1/25.000	13,70-6,90	0,073–0,145	143 - 67	0,007-0,015	0,08 – 0,16
1/100.000	250-125	0,004–0,008	1000 - 500	0,001–0,002	0,005 – 0,01
1/250.000	1428-833	0,0007-0,0012	5000-2500	0,0002-0,0004	0,0009 – 0,0016

Este cuadro, que contiene una serie de sondeos y perfiles, se basa en las siguientes reglas:

- 0,5 (valores más bajos) a 1 (valores más altos) observaciones por cm<sup>2</sup> de mapa
- una proporción decreciente de sondeos / perfiles, como sigue:

para la escala 1/2.500 = 30 sondeos / perfil para la escala 1/10.000 = 20 sondeos / perfil para la escala 1/25.000 = 10 sondeos / perfil para la escala 1/100.000 = 4 sondeos / perfil

para la escala 1/250.000 = 3 - 3,5 sondeos / perfil

Si la distribución es localmente compleja, puede ser necesario aumentar la densidad de los sondeos y/o de los perfiles, especialmente para las escalas de 1/25.000 y 1/100.000. Para la escala 1/250.000 se recomienda asignar una o más áreas de "zonas modelo" de referencia en una escala más grande para poner de relieve la distribución de los suelos de acuerdo a la geología y la geomorfología. Para escalas más pequeñas que 1/250.000, no es necesario hacer sondeos.

El coste del estudio depende de la escala, a prorrata de los sondeos y perfiles.

Etapa 3: Elegir el uso potencial de una o varias nuevas tecnologías para la zonificación a nivel del suelo

Pueden utilizarse varias tecnologías novedosas para la zonificación a nivel del suelo, ya sea para aumentar su precisión o para facilitar el uso de la zonificación o para reducir el coste del mismo. Estas nuevas tecnologías pueden reducir, pero no sustituir completamente a las observaciones en el trabajo de campo.

- Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten obtener un informe informatizado de los resultados de la zonificación, entrecruzar varias capas de información e insertar información no espacializada.
- Los Modelos Digitales de Terreno (MDT) permiten realizar estudios geomorfológicos precisos a un coste moderado.
- La geofísica (medición de la resistividad eléctrica del suelo) permite aumentar la precisión de los mapas de suelo, limitando al mismo tiempo la cantidad de sondeos necesarios para su realización. Esta tecnología se adapta principalmente para realizar trabajos de zonificación a gran escala ( $\geq 1/5\ 000$ )
- La teledetección permite interpretar el estado de la superficie del suelo de las parcelas no plantadas, sin vegetación.
- La geoestática permite transformar las informaciones puntuales en información espacializada.

## **PARTE C**

## LÍNEAS DIRECTRICES DE LA OIV SOBRE LAS METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL CLIMA

Una metodología en 3 etapas

### *Etapa 1: Elegir los indicadores climáticos*

La zonificación climática vitivinícola se basa en distintos índices que resultan del análisis de los datos climáticos. La elección de los datos utilizados, de sus fuentes y de los índices calculados se hace en función de los objetivos señalados en la parte A (véase el cuadro 3), así como en función de su disponibilidad.

**Cuadro 3:** Datos climáticos e índices bioclimáticos que han de utilizarse en función de los objetivos de la zonificación vitivinícola en función del clima:

<b>Objetivo de la zonificación o criterio de análisis</b>	<b>Datos climáticos e índices bioclimáticos adaptados a los objetivos de la zonificación</b>	<b>Tiempo requerido</b>
<i>Precocidad relativa</i>	ITE, AvGST	Mes, día, hora
<i>Potencial de un territorio en la producción de vinos de una cierta tipicidad</i>	BH, RR (floración-vendimia), ET <sub>0</sub> , AMP., MIN, ITE, AvGST	Mes, día, hora
<i>Gestión del agua</i>	BH, PT (periodo vegetativo), ET <sub>0</sub>	Mes, día, hora
<i>Riesgos fitosanitarios</i>	TM, RH, DH, modelos de previsión de riesgos fitosanitarios	Día, hora
<i>Riesgos de heladas</i>	TN, TS, GDD	Día, hora
<i>Riesgos de granizo</i>	Granizómetros ( <i>hailpads</i> ), radar meteorológico	Día, hora
<i>Riesgos relacionados con el calor extremo</i>	TX	Día, hora
<i>Problemas relacionados con el viento</i>	V	Día, hora

SIGLAS UTILIZADAS: AvGST: temperatura media durante el período vegetativo; BH: balance hídrico; DH: duración de la humectación; ET<sub>0</sub>: evapotranspiración de referencia (potencial); ITE: integral térmica eficaz y sus derivados (índice de Winkler, índice de Huglin,...); AMP: índices basados en la amplitud térmica en período de maduración. MÍN: índices basados en las temperaturas mínimas en período de maduración. RH: humedad relativa; PT: precipitaciones acumuladas; TM: Temperatura media del aire; TN: temperatura mínima; TS: temperatura de superficie; y TX: temperatura máxima, V: velocidad del viento.

A efectos de comparación con otros estudios de zonificación realizados en otros lugares o períodos, es recomendable utilizar en la medida de lo posible indicadores adecuados y de uso frecuente (véase el ANEXO 2).

Etapa 2: elegir datos climáticos de partida de buena calidad y adecuados para la zonificación climática.

Disponemos de tres tipos de datos climáticos según sus fuentes: los registrados en las estaciones meteorológicas, los obtenidos mediante sistemas de teledetección (satélites y radares) y los proporcionados por modelos dinámicos (modelos de circulación general o GCM y modelos dinámicos regionales).

La mayoría de los indicadores adecuados para proceder a una zonificación climática se pueden calcular a partir de los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas. Previamente se debe:

- evaluar la calidad de los puntos de recogida de datos para garantizar la homogeneidad de la señal climática registrada (evitar la influencia del microclima del punto de medición),
- detectar y eliminar los datos atípicos o erróneos.

Estos datos climáticos o los índices relevantes derivados son puntuales. La espacialización de estos datos es indispensable para la zonificación. Consiste en

calcular, para cualquier punto del espacio objeto de estudio, el valor estimado de una variable o de un índice bioclimático a partir de los datos obtenidos en los puntos de medición. Para ello existen dos posibilidades: la delimitación subjetiva, basada en la experiencia del cartógrafo, y la interpolación espacial de los datos climáticos.

Es indispensable calcular la incertidumbre que conlleva la interpolación, lo que puede hacerse mediante un conjunto de datos de validación independiente del utilizado en la interpolación o llevando a cabo una validación cruzada dejando uno fuera (leave-one-out).

Los sistemas de teledetección cubren grandes extensiones y proporcionan datos de forma continua en el tiempo. Antes de poder utilizar este tipo de datos para la zonificación vitivinícola suele ser necesario realizar tratamientos previos (por ejemplo, la eliminación de artefactos como las nubes y el cálculo de índices a partir de los datos medidos en el terreno, etc.). También se debe comprobar la calidad de los datos, en particular la homogeneidad espacial y temporal de la señal analizada (por ejemplo, en el caso de una zonificación basada en imágenes de satélite diferentes).

Los modelos dinámicos (o modelos de circulación regional / general) proporcionan una ingente cantidad de datos climáticos con una gran cobertura espacial (todo el planeta). Sin embargo, la resolución espacial de los datos es relativamente baja (de entre 50 y varios cientos de kilómetros) y la evaluación de la calidad de los datos que proporcionan estos modelos plantea problemas metodológicos (comparación píxel volumétrico/estación meteorológica).

### Etapa 3: identificar zonas climáticamente homogéneas

A diferencia de la zonificación vitivinícola a nivel del suelo, que se sirve mayoritariamente de datos cualitativos (tipo de suelo), la zonificación climática se basa en datos cuantitativos continuos. Por este motivo, ciertas zonas consideradas homogéneas deben delimitarse sobre la base de unos parámetros climáticos. Las zonas climáticamente homogéneas deben tener obligatoriamente una variabilidad espacial igual o mayor que el error cartográfico. También es preferible que los límites se definan con criterios adecuados a la viticultura y susceptibles de verificación en

una etapa de validación. Dicho de otro modo, deben evitarse las clases cuyas amplitudes de variación climática carezcan de sentido en viticultura.

Por otra parte, dado que el clima está sujeto a una variabilidad temporal notable, la zonificación climática vitivinícola debe basarse, para tener la solidez necesaria, en estadísticas calculadas para un número de años suficientemente grande, que depende del objetivo de la zonificación, de la variable objeto de análisis y de los factores responsables de sus variaciones en el espacio (véase ANEXO 3).

Por último, cabe considerar un enfoque cualitativo de la zonificación vitivinícola basado en el análisis del paisaje (índice de cobertura del paisaje, balance de radiación) y al que se le puede aplicar el análisis digital del relieve (modelos digitales del terreno) y los Sistemas de Información Geográfica. Se trata de un enfoque más subjetivo, pero que brinda la oportunidad de evitar recurrir a los datos climáticos, y fácil de poner en práctica. Además, se ve intrínsecamente limitado dada la ausencia de medidas cuantitativas de las variables estudiadas.

## **PARTE D**

### **MÉTODOS DE VALIDACIÓN DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO Y DEL CLIMA**

En función de los objetivos ya presentados, la exactitud de la zonificación vitivinícola a nivel del suelo y a nivel del clima se puede validar mediante distintos métodos:

- Por estudios ecofisiológicos. Estos métodos se interesan por la respuesta de la vid a los factores medioambientales. Permiten explicar el funcionamiento de la vid en relación con el suelo, a nivel del régimen hídrico del territorio en cuestión y del de la vid, de su alimentación mineral (y, en particular, nutrición nitrogenada), de su fenología, de su expresión vegetativa y de la maduración de las uvas. Pueden ser específicas (red de parcelas de referencia) o espacializadas (mapas de vigor, de precocidad, de régimen hídrico, de nutrición nitrogenada, de componentes de la uva madura...);
- por encuestas parcelarias con el objetivo de estudiar la

correspondencia entre el conocimiento empírico de los productores y la potencialidad vitícola;

- por evaluación sensorial de la calidad y el tipo de la uva y del vino obtenido, por vinificación a gran escala o por microvinificación;
- para las zonificaciones relativas a los riesgos climáticos o fitosanitarios, por comparación de los daños observados en el campo y los niveles de riesgo establecidos por la cartografía.

Esta etapa de validación puede ser asistida por nuevas tecnologías. Los mapas de vigor y de cinética del desarrollo pueden ser obtenidas por teledetección aérea o proxi-detección con ayuda de captadores embarcados sobre maquinarias agrícolas y geolocalizados por GPS. Las geoestadísticas permiten transformar la información punto a punto en información espacializada, a condición de que la densidad de la información punto a punto sea suficientemente elevada. Los SIG permiten cruzar las capas resultantes de la zonificación con las capas de información obtenidas en la etapa de validación.

La restitución de los resultados de las zonificaciones a nivel del suelo y/o a nivel del clima deberá responder a los objetivos planteados; es decir, dicha restitución se deberá hacer en una escala adaptada y en un formato comprensible para los destinatarios finales. Los formatos de restitución pueden ser desde informes globales para los responsables administrativos hasta softwares de gestión parcelaria para los estudios a gran escala que podrían utilizar directamente los viticultores.

## **CONCLUSIONES**

Existen numerosos enfoques para la zonificación vitivinícola, que necesitan la utilización de varias disciplinas científicas a diversas escalas, con el apoyo de una mayor o menor cantidad de nuevas tecnologías. El enfoque y la escala considerados para la zonificación, dependen de los objetivos que deben determinarse de antemano.

Para la zonificación a nivel del suelo de una explotación de unas diez hectáreas se utiliza una escala de 1/5 000, mientras que para la zonificación de una denominación se utiliza una escala de 1/10 000 a 1/25 000. Por debajo de la escala

de 1/25 000, la zonificación pedológica deja de ser interesante ya que se hace inevitable la reagrupación de varios tipos de suelo en una misma unidad de leyenda.

Las zonificaciones más pertinentes a nivel del suelo se obtienen mediante un enfoque multidisciplinario: geológico, geomorfológico y pedológico.

La calidad de los datos de partida es clave en la zonificación climática. Las incertidumbres de las mediciones, sobre todo a gran escala, son a veces superiores a la variabilidad espacial del fenómeno estudiado. Por otro lado, el procedimiento cartográfico (espacialización de los datos) puede dar lugar a errores de estimación importantes que vendrían a sumarse a las incertidumbres relacionadas con los instrumentos de medición o con las condiciones microclimáticas del punto de medición. Por ello, todo procedimiento de zonificación climática debe comprender una evaluación de la incertidumbre global.

La validación de la zonificación puede llevarse a cabo a partir de observaciones fenológicas, mediciones ecofisiológicas, análisis de los vinos, datos económicos o recurriendo a nuevas tecnologías como la teledetección. Eventualmente investigaciones antes los viticultores pueden asistir los resultados de la validación.

Una zonificación vitivinícola es una herramienta de medición del interés y exactitud que es fácil de utilizar y que se adapta a las necesidades de los destinatarios.

### **ANEXO 1: Diferentes clasificaciones pedológicas recomendadas para la zonificación vitivinícola a nivel del suelo.**

Existen numerosas clasificaciones pedológicas. En aras de la armonización, la OIV recomienda a sus miembros que utilicen una de las tres clasificaciones que se proponen a continuación en los trabajos de zonificación vitivinícola: la clasificación *Soil Taxonomy* (clasificación estadounidense; USDA, 2010), la *World Reference Soil Resources* (clasificación FAO, 2006), o la *Référentiel Pédologique* (clasificación francesa; Baize y Girard. 2009). Todas estas clasificaciones presentan tanto intereses como límites de uso.

La clasificación *Soil Taxonomy* (clasificación estadounidense; USDA, 1993, 1999, 2010) facilita la definición más precisa de los diferentes tipos de suelos y se utiliza en muchos países. No obstante, es una herramienta que, debido a su complejidad, tan solo es útil para pedólogos especializados; es bastante inútil para cualquier otra persona que pudiera realizar trabajos de zonificación vitivinícola.

La *World Reference Soil Resources* (clasificación FAO, 2006), también conocida como clasificación de la FAO, es una clasificación reconocida a nivel internacional y fácil de utilizar. No obstante, el número de referencias que se proponen no es muy amplio (solo 32). Por otra parte, esta clasificación no reconoce el papel preponderante de los tipos de rocas en la pedogénesis. Por lo tanto, no se produce un reagrupamiento de suelos carbonatados, lo que supone un límite para la zonificación vitícola.

La *Référentiel Pédologique* (clasificación francesa; Baize y Girard, 2009) es una clasificación relativamente completa y fácil de utilizar. Se basa en criterios morfológicos (horizonte diagnóstico) y en factores pedogenéticos (tipo de roca madre en especial). A pesar de que esta clasificación se utilice en numerosos países, su origen nacional (Francia) es un límite.

## **ANEXO 2: Índices bioclimáticos utilizados normalmente en la práctica de la zonificación vitivinícola**

Existen numerosos índices útiles para la zonificación climática vitivinícola. Para calcularlos, es necesario basarse en conceptos ecofisiológicos y en modelos más o menos elaborados. Entre los más complejos encontramos los modelos de cultivo mecanicistas, mediante los que se evalúa de forma realista la influencia del clima en el desarrollo de la vid y en la maduración de la uva (Bindi y Maselli, 2001; García de Cortázar Atauri, 2006). Su principal inconveniente es el grado de especialidad que requieren, por lo que el usuario debe ser un experto. No obstante, los indicadores sencillos, tales como la temperatura media durante la estación de vegetación (Jones *et ál.*, 2004), son menos exactos desde el punto de vista de la biología, pero accesibles a un mayor público. Cabe destacar que en la literatura científica y técnica, los índices que más se utilizan para la caracterización o zonificación climática de medios vitivinícolas son relativamente sencillos, de base empírica o mecanicista (Amerine y Winkler, 1944; Dumas *et ál.*, 1997; Jacquet y

Morlat, 1997; Tonietto y Carbonneau, 1998; Bois *et ál.*, 2008). Los conceptos más usado son: las temperaturas extremas (temperaturas bajo cero en partes vegetativas, leñosas y yemas así como temperaturas muy altas), las temperaturas acumuladas, el balance hídrico y las temperaturas mínimas y/o amplitudes térmicas en período de maduración de la uva. Dependiendo de los objetivos de la zonificación, puede ser conveniente centrarse en un enfoque multi-criterios mediante la combinación de los índices que proporcionan información complementaria (como, por ejemplo, la Clasificación Climática Multiriterio propuesta por Tonietto, 1999 y Tonietto y Carbonneau, 2004).

Indicadores de riesgo basados en temperaturas extremas:

- ***Temperatura mínima bajo cero en períodos de reposo vegetativo de la vid.***

Se trata de la temperatura mínima, por debajo de la que se pueden producir daños irreversibles con respecto a la viabilidad de las yemas o de la cepa al completo. Aunque depende del material vegetal y de la fuerza de la vid, el umbral de resistencia de la vid a las bajas temperaturas oscila entre -15°C y -25°C (Düring, 1997; Lisek, 2009).

- ***Temperatura mínima bajo cero en período vegetativo.***

La destrucción de los órganos vegetativos como consecuencia de las temperaturas bajo cero depende de la fase de desarrollo de la vid y del material vegetal (Fuller y Telli, 1999). Los daños se producen normalmente con temperaturas por debajo de los -3°C. En climas templados, estas situaciones se suelen producir en condiciones del tipo “helada radiativa”, asociadas a una inversión del gradiente altitudinal clásico: las temperaturas bajo tierra (1,5 o 2 m) difieren a veces mucho de las condiciones que se observan a nivel de los órganos vegetativos (Guyot, 1997). Por eso, se considera de 0°C a -2°C bajo tierra la temperatura bajo cero en período vegetativo.

- ***Temperatura máxima en el período vegetativo y en el período de maduración de la uva.***

Las consecuencias de las altas temperaturas sobre la vid son diversas en función de su duración, recursos hídricos, fase de vegetación y genotipo (Matsui *et ál.*, 1986; Sepúlveda *et ál.*; 1986<sup>a</sup> y 1986<sup>b</sup>). Además, no tienen por qué producirse consecuencias negativas en la fisiología de la vid ni en la maduración de la uva (Huglin y Schneider, 1998). No obstante, se puede considerar que, por encima de los 35°C, la capacidad de fotosíntesis de la vid decrece y el contenido en antocianinos de la uva se ve afectado (Spayd *et ál.*, 2002; Kliewer, 1977).

**Índices basados en la temperatura del aire en estación vegetativa, indicadores de la cinética del desarrollo de la vid y de la maduración de la uva.**

- **Temperatura media de la estación de vegetación.**

Se trata del cálculo de la temperatura media del aire entre los meses de abril a octubre inclusive (hemisferio nort) o de octubre a abril inclusive (hemisferio sur). Propuesto por Jones *et ál.* (2005).

- **Grados-día de Winkler (Amerine y Winkler, 1944).**

Se trata de la suma de las temperaturas del aire por encima de 10°C, del 1 de abril al 31 de octubre (hemisferio norte) o del 1 de octubre al 30 de abril (hemisferio sur).

2

$$WI = \sum GDD \quad (1)$$

$$GDD = \text{máx} \left[ \left( \frac{(T_{\text{min.}} + T_{\text{máx.}})}{2} - 10 \right); 0 \right] \quad (2)$$

Según la cual *WI*: Índice de Winkler [°C-día]; *GDD* (ITE): Suma térmica (*Growing*

*Degree Days*, [°C-día]); *T<sub>min.</sub>*: temperatura mínima [°C]; *T<sub>máx.</sub>*: temperatura máxima [°C].

El *WI* también se puede calcular a partir de datos mensuales. En tal caso, se debe multiplicar, de forma mensual, las sumas térmicas (*GDD*) obtenidas mediante la ecuación

(2) por el número de días cada mes.

- **Grados-día biológicamente efectivos (Biologically Effective Degree Days).** Gladstones (1992) fue quien propuso este concepto, que se basa también en sumas térmicas por encima de 10°C. Según este, si la temperatura media del día supera los 19°C, la cinética del desarrollo de la vid alcanza un nivel de meseta. De este modo, el valor máximo de [°C-día] se ve limitado a 9°C (por encima de 10°C).

$$BEDD_{index} = \sum BEDD \quad (3)$$
$$BEDD = \min \left\{ \max \left[ \left( \frac{T_{min.} + T_{max.}}{2} - 10 \right); 0 \right]; 9 \right\}$$

Según la cual  $BEDD_{index}$ : índice de grados-día biológicamente efectivos [°C-d],  $BEDD$ : grados-día biológicamente activos;  $T_{min.}$  y  $T_{max.}$  tienen el mismo significado y la misma unidad que en la ecuación (2).

- **Índice heliotérmico de Huglin (Huglin, 1978).**

Se trata de un cúmulo de temperaturas en particular, que se realiza teniendo en cuenta la influencia de la temperatura al mediodía (temperaturas cercanas a las máximas), que es cuando la actividad fotosintética de la vid alcanza su punto álgido. Además, presenta un coeficiente de duración del día, que depende de la latitud, para integrar la duración de la actividad fotosintética, mayor en la estación vegetativa de la vid hacia latitudes altas.

$$HI = k \times \sum HDD \quad (4)$$

$$\text{REV1} \quad HDD = \max \left[ \left( \frac{\left[ \frac{(T_{\min} + T_{\max})}{2} - 10 \right] + (T_{\max} - 10)}{2} \right); 0 \right] \quad (5)$$

Según la cual *HI*: índice heliométrico de Huglin [°C-días], que se corresponde con la suma de los *HDD* desde el 1 de abril al 30 de septiembre en el hemisferio norte y del 1 de septiembre al 30 de abril en el hemisferio sur; *HDD*: grados-día de Huglin [°C-días];  $T_{\min}$ . y  $T_{\max}$ : tienen el mismo significado y la misma unidad que en la ecuación (2); *k*: coeficiente de duración del día [sin unidad]; el valor de este coeficiente depende de la latitud (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** valor del coeficiente de duración del día *k* para varias latitudes.

Latitud	40 a 42°	42,1 a 44°	44,1 a 46°	46,1 a 48°	48,1 a 50°
Valor de <i>k</i>	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06

NB: no se propone valor para *k* ni por encima ni por debajo de las latitudes 40 y 50°. Los trabajos actuales deberían proponer nuevos valores para el coeficiente *k* para las latitudes más bajas y más altas que las que se dieron en principio para calcular el HI.

**Índices basados en la temperatura nocturna y/o en la amplitud térmica, indicadores de las condiciones de maduración de la uva:**

- **Índice de frescor nocturno (IFN):**

Fueron Tonietto (1999) y Tonietto y Carbonneau (2004) quienes propusieron el índice de frescor nocturno. Se corresponde con la media de las temperaturas mínimas (°C) del mes de septiembre en el hemisferio norte y del mes de marzo en el hemisferio sur.

Las temperaturas mínimas durante el período de maduración de la uva de cada variedad / región también pueden ser incluidos, a fin de considerar las condiciones locales.

- **Índice de Fregoni (simplificado):**

Según el mismo principio, Fregoni (Fregoni y Pezzuto, 2000) propuso un índice que integrara tanto la amplitud térmica diurna como la duración del período en el que la temperatura se mantiene por debajo de los 10°C y por un período de 30 días anteriores a la madurez de la uva. Este se basa en temperaturas por horas y su versión simplificada se puede aplicar a los datos climatológicos diarios:

$$IFs = \sum (T_{\max} - T_{\min}) \times \sum N_{dT < 10} \quad (4)$$

Según la cual,  $IFs$ : índice de Fregoni simplificado [°C-día];  $T_{\min}$  y  $T_{\max}$  tienen el mismo significado y la misma unidad que en la ecuación (2);  $N_{dT < 10}$ : número de días en los que la temperatura media se sitúa por debajo de los 10°C.

**Balance hídrico climático vitícola, indicador del suministro de agua con relación al clima:**

- **Índice de sequía:**

Se trata de una adaptación de Tonietto (1999) del balance hídrico de Riou (1994). El balance hídrico se calcula en periodos mensuales, en un período de 6 meses, entre el 1 de abril y el 30 de septiembre (hemisferio norte) y entre el 1 de octubre y el 31 de marzo (hemisferio sur). El valor al terminar este “ciclo” (30 de septiembre en el hemisferio norte y 31 marzo en el hemisferio sur) se corresponde con el índice de sequía.

$$IS = W_{m=6} \quad (6)$$

Según la cual,  $IS$ : índice de sequía [mm];  $W_{m=6}$ : valor del balance hídrico [en mm] al final del sexto mes  $m$ .

El balance hídrico para cada uno de los meses se calcula como sigue:

$$W_m = \min(W_{m-1} + P - T_v - E_s ; W_0) \quad (5)$$

Según la cual,  $W_m$ : balance hídrico al final del mes  $m$ ;  $W_{m-1}$ : balance hídrico al final del mes anterior;  $P$ : cúmulo mensual de precipitaciones en el mes  $m$ ;  $T_v$ : transpiración de la vid en el mes  $m$ ;  $E_s$ : evaporación a nivel del suelo en el mes  $m$ ;  $W_0$ : reserva útil del suelo fijada a 200 mm. Todas estas magnitudes se expresan en mm.

Cuando  $m=1$ , es decir, para el primer mes de cálculo del balance hídrico, se considera que la cantidad de agua disponible en el suelo relativa al mes anterior ( $W_{m-1}$  o  $W_0$ ) es igual a la reserva  $W_0$ , es decir, 200 mm.

**NB:**  $W_m$  puede tener un valor negativo. Este enfoque conceptual se propone en aras de una caracterización más adecuada de la importancia de un posible déficit de recursos hídricos para la vid.

La transpiración de la vid se evalúa cada mes en función de la fase de desarrollo de la vid y de la demanda evaporativa de la atmósfera:

$$T_v = k ET_0 \quad (6)$$

Según la cual,  $ET_0$ : evapotranspiración de referencia acumulada en el mes  $m$  (o evapotranspiración potencial, [mm]);  $k$ : coeficiente de interceptación de la radiación solar en la cobertura vegetal de la vid, que se evalúa de forma mensual en función de la fase de desarrollo de la vid (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** valor del coeficiente  $k$  para los 6 meses de cálculo del índice de sequía.

Mes número:		1	2	3 a 6
Mes	hemisferio	Abril	Mayo	Junio a septiembre
norte				

Mes hemisferio sur	Octubre	Noviembre	Diciembre a marzo
Valor de $k$	0,1	0,3	0,5

La evaporación del suelo se corresponde con la fracción de  $ET_0$  que no haya consumido la vid, es decir  $(1-k) \times ET_0$ , para el período en el que la parte superficial del suelo aun esté húmeda. La duración de este período se evalúa en función de las precipitaciones del mes

$P$ . Esta se corresponde, en número de días, con la quinta parte del cúmulo de precipitaciones del mes  $m$ :

$$E_s = \frac{ET_0}{N_{d,m}} (1 - k) \max\left(\frac{P}{5}; N_{d,m}\right) \quad (7)$$

Según la cual,  $N_{d,m}$ : número de días del mes  $m$ .

### **ANEXO 3: Nota sobre el muestreo temporal necesario para el uso de índices bioclimáticos para la zonificación vitivinícola a nivel del clima.**

El clima se distingue principalmente del suelo por su variabilidad temporal. Además, para su caracterización, con vistas a una zonificación vitivinícola y con relación a los índices bioclimáticos utilizados, es necesario llevar a cabo un estudio durante numerosos años. La duración de dicho muestreo temporal, *duración del estudio* en adelante, dependerá del objetivo del mismo. Se pueden distinguir, principalmente, 2 casos:

El objetivo de la zonificación se limita a la identificación de las zonas climáticamente homogéneas (con relación a uno o varios índices agroclimáticos) de la región que se esté estudiando.

Los objetivos de la zonificación son (1) distinguir las zonas climáticamente homogéneas de la región que se esté estudiando, (2) comparar las características climáticas de las zonas identificadas en la región que se esté estudiando con otras regiones vitivinícolas (comparación intra y extraregional).

En el primero de los casos, la duración del estudio puede variar en función de la escala espacial y de los factores atmosféricos y medioambientales que lideren la variabilidad espacial del clima. De este modo, para las zonificaciones a gran escala (la dimensión de la región en estudio es inferior a aproximadamente 100 km), diversas variables, como la temperatura del aire, se pueden ver afectadas en algunas regiones por elementos geográficos de carácter perenne o algo variables en el tiempo, por ejemplo, el relieve o la ocupación del suelo. Así, la duración de un estudio a varios años (5 como mínimo) puede ser suficiente para recalcar las estructuras espaciales redundantes en el transcurso de los años. En cambio, las variables cuya distribución espacial dependa, en gran parte, de las condiciones atmosféricas (por ejemplo la pluviometría), requieren una duración de estudio consecuente. Por lo tanto, se recomienda hacer uso de las duraciones que la

Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1989; Arguez y Vose, 2011) indica para el cálculo de las normales climatológicas, es decir, 30 años.

En el segundo de los casos, se recomienda asimismo hacer uso de una duración de estudio de 30 años. Es evidente que para comparar las características climáticas de las zonas identificadas en la región en estudio con otras regiones vitícolas, son necesarios períodos de estudio idénticos a causa de la evolución climática a largo plazo.

## Referencias bibliográficas:

Amerine, M.A. y A.J. Winkler. 1944. *Composition and quality of musts and wines of California grapes*. Hilgardia. 15(6): 493-673.

Arguez, A. y Vose, R.S., 2011. *The Definition of the Standard WMO Climate Normal: The Key to Deriving Alternative Climate Normals*. Comunicado de la Sociedad Americana de Meteorología 92: 699-704.

Baize D. y Girard M.-C. 2009. *Référentiel Pédologique 2008*. Ed. Quae, France, 406p.

Bindi, M. y F. Maselli. 2001. *Extension of crop model outputs over the land surface by the application of statistical and neural network techniques to topographical and satellite data*. Climate Research. 16: 237-246.

Bois, B., C. Van Leeuwen, P. Pieri, J.P. Gaudillère, E. Saur, D. Joly, L. Wald y D. Grimal. 2008. *Viticultural agroclimatic cartography and zoning at mesoscale level using terrain information, remotely sensed data and weather station measurements. Case study of Bordeaux winegrowing area*. En el VIIème Congrès International des Terroirs viticoles. Nyons (Suiza).

Dumas, V., E. Lebon y R. Morlat. 1997. *Différenciations mésoclimatiques au sein du vignoble alsacien*. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. 31(1): 1-9.

Düring, H. 1997. *Potential frost resistance of grape: Kinetics of temperature-induced hardening of Riesling and Silvaner buds*. Vitis. 36(4): 213-214.

Fregoni, C. y S. Pezzutto. 2000. *Principes et premières approches de l'indice de qualité Fregoni*. Progr.Agric.Vitic. 117: 390-396.

Fuller, M.P. y G. Telli. 1999. *An investigation of the frost hardiness of grapevine (Vitis vinifera) during bud break*. Annals of Applied Biology. 135: 589-595.

García de Cortázar Atauri, I. 2006. *Adaptation du modèle STICS à la vigne (Vitis vinifera L.). Utilisation dans le cadre d'une étude d'impact du changement climatique à l'échelle de la France*. Tesis Doctoral, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier (Francia), 292p.

Guyot, G. 1997. *Climatologie de l'environnement. De la plante aux écosystèmes*. Ed.

Masson, Paris, 544p.

Huglin, P. 1978. *Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole*. Informe de la Academia de la Agricultura de Francia. 64: 1117-1126.

Huglin, P. y C. Schneider. 1998. *Biologie et écologie de la vigne*. Ed. Lavoisier, Paris, 370p.

Jacquet, A. y R. Morlat. 1997. *Caractérisation de la variabilité climatique des terroirs viticoles en val de Loire. Influence du paysage et des facteurs physiques du milieu*. Agronomie. 17(9/10): 465-480.

Jones, G.V., P. Nelson, y N. Snead. 2004. *Modeling Viticultural Landscapes: A GIS Analysis of the Terroir Potential in the Umpqua Valley of Oregon*. Geoscience Canada. 31(4): 167-178.

Jones, G.V., M.A. White, O.R. Cooper, y K. Storchmann. 2005. *Climate change and global wine quality*. Climatic Change. 73(3): 319-343.

Kliewer, W.M. 1977. *Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes*. American Journal of Enology and Viticulture. 28(2): 96-103.

Lisek, J. 2009. *Frost damage of buds on one-year-old shoots of wine and table grapevine cultivars in Central Poland following the winter of 2008/2009*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 17(2): 149-161.

Matsui, S., K. Ryugo y W.M. Kliewer. 1986. *Growth inhibition of Thompson Seedless and Napa Gamay berries by heat stress and its partial reversibility by applications of growth regulators*. American Journal of Enology and Viticulture. 37(1): 67-71.

Riou, C. 1994. *Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur en sucre dans la Communauté Européenne (E Commission, Ed.)*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 322p.

Sepulveda, G. y W.M. Kliewer. 1986. *Effect of high temperature on grapevines (Vitis vinifera L.). II. Distribution of soluble sugars*. American Journal of Enology and Viticulture. 37(1): 20-25.

Sepulveda, G., W.M. Kliewer y K. Ryugo. 1986. *Effect of high temperature on grapevines (Vitis vinifera L.). I. Translocation of <sup>14</sup>C-photosynthates*. American Journal of Enology and Viticulture. 37(1): 13-19.

Spayd S., Tarara J., Mee D. y Ferguson J., 2002. *Separation of sunlight and temperature effects on the composition of Vitis vinifera cv. Merlot berries*. Am. J. Enol. Vitic., 53, 171-182.

Tonietto, J. 1999. *Les Macroclimats Viticoles Mondiaux et l'Influence du Mésoclimat sur la Typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le Sud de la*

*France - Méthodologie de Caractérisation*. Tesis Doctoral, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier (Francia), 216p.

Tonietto, J. y A. Carbonneau. 1998. *Facteurs mésoclimatiques de la typicité du raisin de table de l'A.O.C. Muscat du Ventoux dans le département du Vaucluse, France*. Progrès Agricole et Viticole. 115(12): 271-279.

Tonietto, J. y A. Carbonneau. 2004. *A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide*. Agricultural and Forest Meteorology. 124(1/2): 81-97.

OMM, 1989. *Calculation of Monthly and Annual 30-Year Standard Normals (No. WCDP- No. 10, WMO-TD/No. 341)*. Organización Meteorológica Mundial

World Reference Base for Soil Resources, 2006. *A framework for International Classification, Correlation and Communication*, Food and Agricultural Organisation of the United Nations, 128 p.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services, 1993. *Soil Survey Manual*. Division Staff, 318 p.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services, 1999. *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpretation of soil surveys*. Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402, 870 p.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services, 2010.

Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff. Eleventh Edition

## V. ANEXO 3 GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CONFECCIÓN DE MAPAS EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

1. Se utiliza el programa QGIS (*Open Source*) versión 3.16.10, para georeferenciar las estaciones meteorológicas que serían utilizadas en nuestro trabajo (<https://qgis.org/es/site/forusers/download.html>).

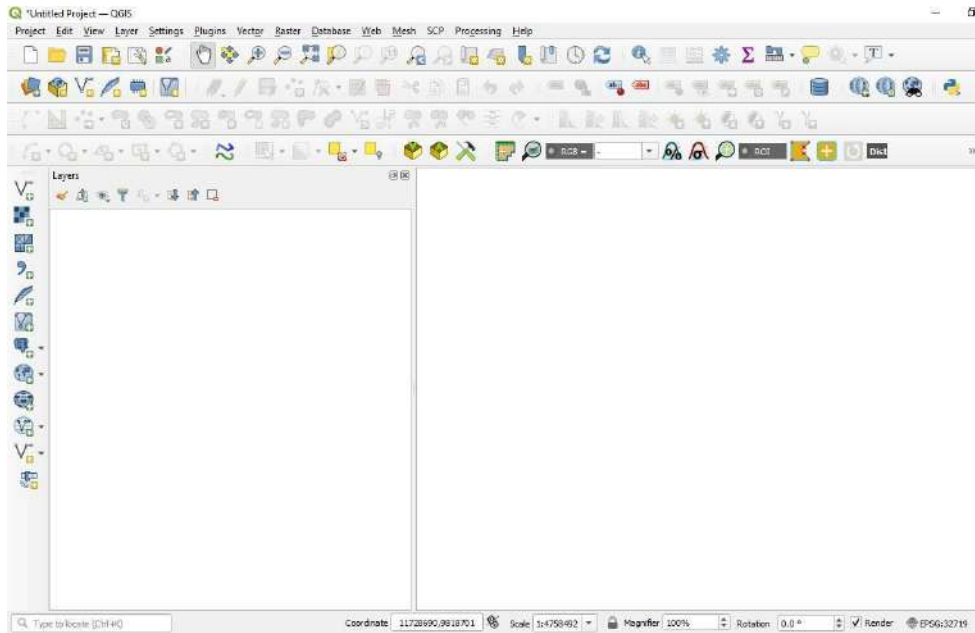
Para la georeferenciación se crea un archivo extensión.csv (Ej. ESTACIONES METEOROLÓGICAS.csv), que contiene diferentes columnas, tales como: “NOMBRE DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA”, y las coordenadas X e Y, (en este caso WGS 84/UTM Zona 19S, EPSG: 32719 y EPSG: 4326). En algunos casos, se tuvo que convertir las coordenadas y para ello se utilizó la calculadora geodésica de coordenadas en línea (<https://franzpc.com/apps/conversor-coordenadas-geograficas-utm.html>).

Aclaración: Tener la precaución que la separación decimal en el archivo csv. sea por puntos y no por comas para poder trabajar adecuadamente en SAGA Y QGIS.

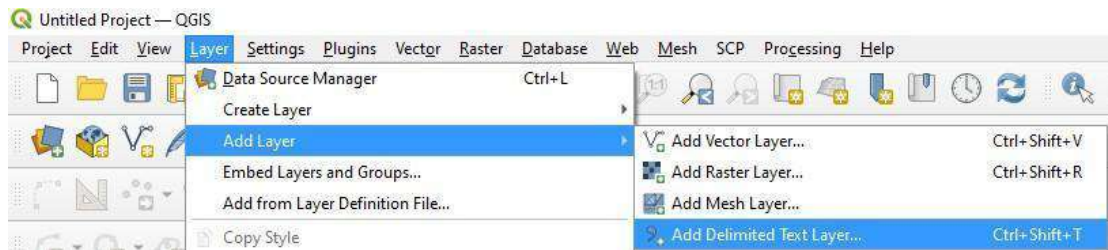
Ejemplo de cómo se verá el archivo de las estaciones meteorológicas

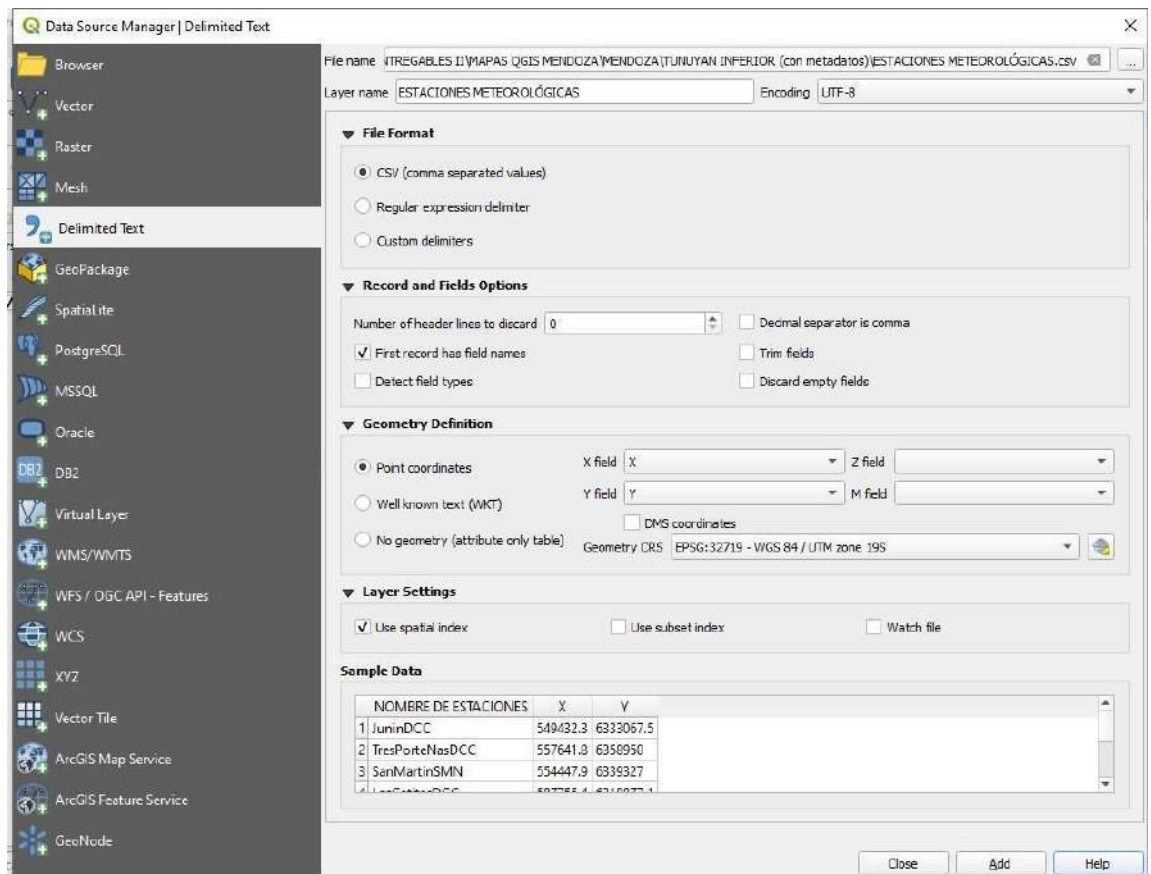
<b>NOMBRE DE ESTACIONES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
JuninDCC	549432.3	6333067.5
TresPorteNasDCC	557641.8	6358950
SanMartinSMN	554447.9	6339327
LasCatitasDCC	587755.4	6318877.1
LosCampamentosDCC	551639.3	6319729
MontecaserosDCC	550836.7	6344251.2
SanLuisAEROSMN	746841	6316024.5
UspallataSMN	481183.1	6419642.3

2. Se abre la aplicación QGIS.
3. Se define el Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC) del proyecto.



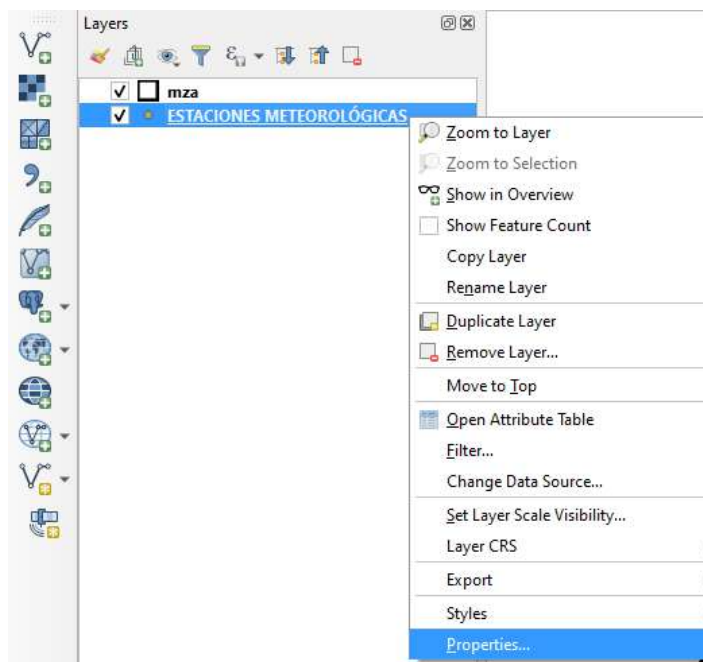
4. Luego se carga el archivo .csv generado de las estaciones meteorológicas y se convierte en un archivo de puntos.



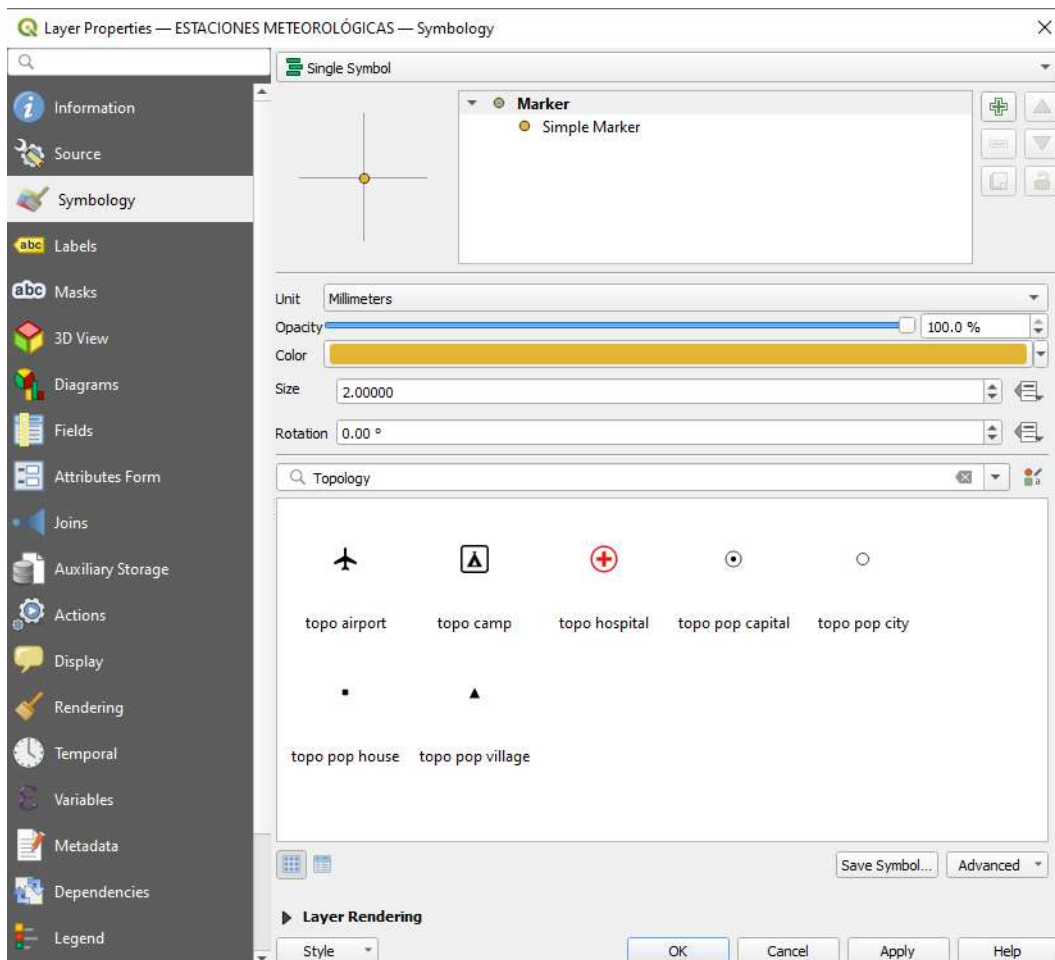


Tal como lo muestra la imagen, se tildan los casilleros de: formato del archivo CSV. Se indica que la primera fila del archivo contiene el nombre de las columnas y en el apartado de “Definición Geométrica” se indican las coordenadas X e Y. Además se define el SRC. Al hacer *click* en “agregar” se visualizan las estaciones meteorológicas proyectadas en el mapa (en este caso de la Provincia de Mendoza, Argentina). Se

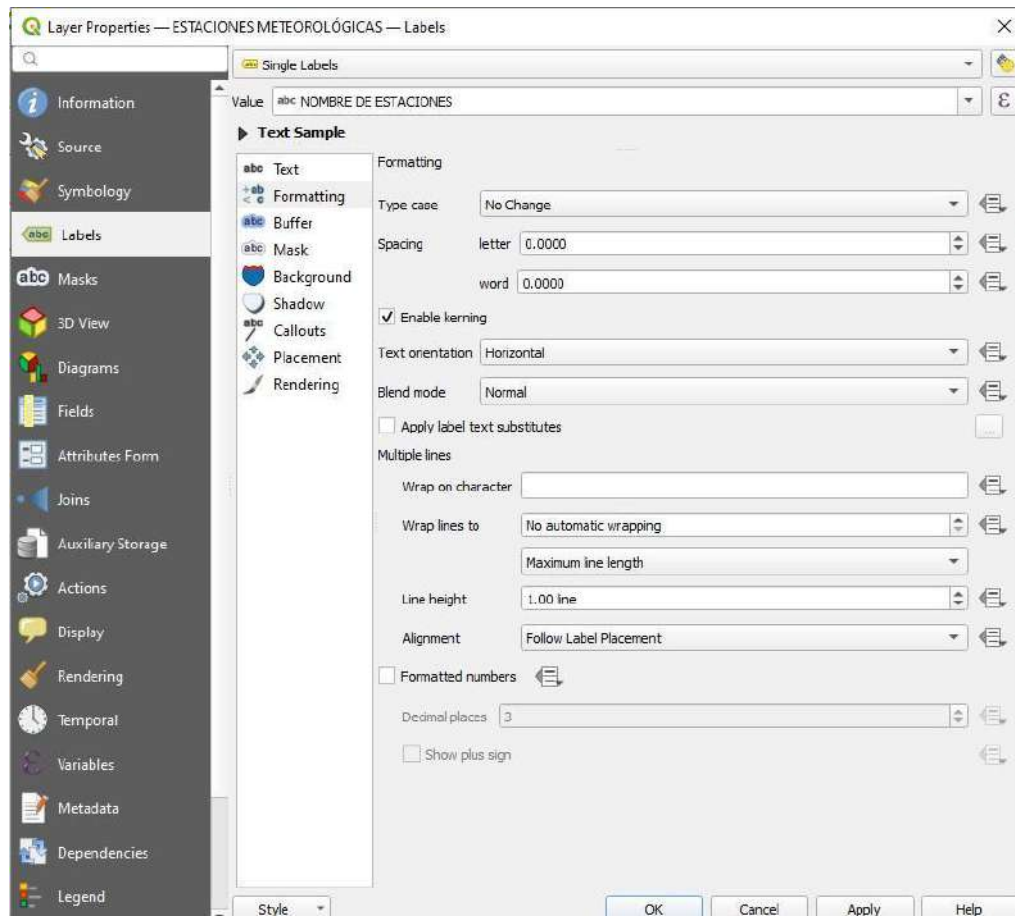
pueden cambiar las propiedades de los puntos (color, tamaño, nombre de la



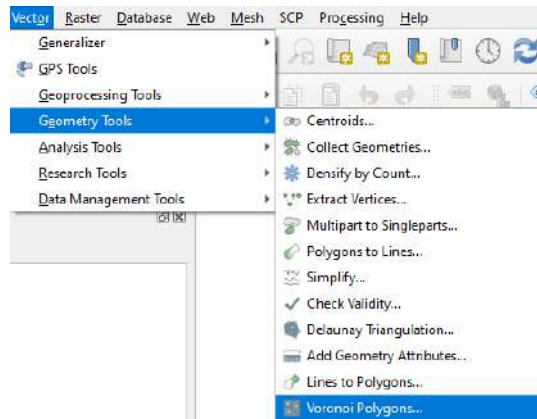
estaciones, etc.) haciendo *click* derecho sobre la capa creada en la lista de capas.



En el apartado “*Symbology*” se puede cambiar la forma, tamaño, color, etc. del punto.



5. En el apartado “*Labels*” se puede visualizar el nombre de las estaciones, o cualquier otro atributo que tengamos en nuestro archivo. csv. Se realizan polígonos de *Thiessen* o *Voronoi*. Este procedimiento se hace en cada una de las zonas y provincias de estudios, para conocer el área de influencia de cada estación y reconocer posibles limitaciones.

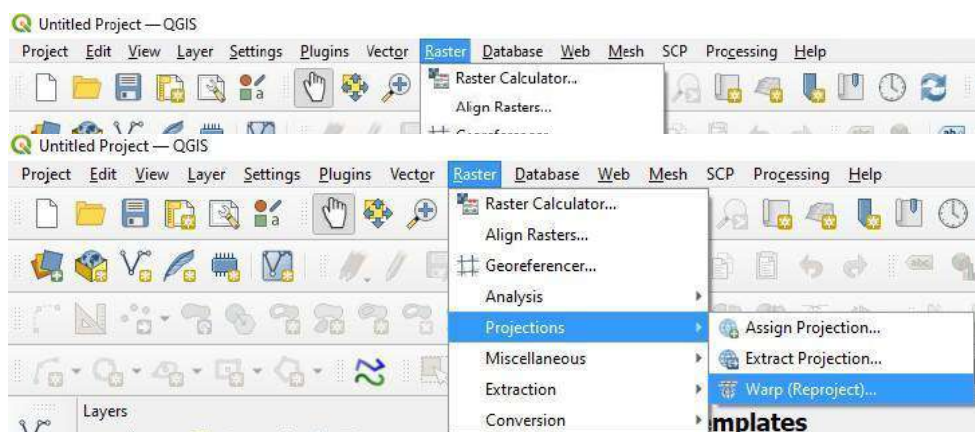


## PRE PROCESAMIENTO QGIS

6. Desde la página del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN), se realiza la descarga de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) de las provincias en estudio. Estos MDE, son una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar y permiten caracterizar las formas del relieve (<https://www.ign.gob.ar/category/tem%C3%A1tica/geodesia/mde-ar>).

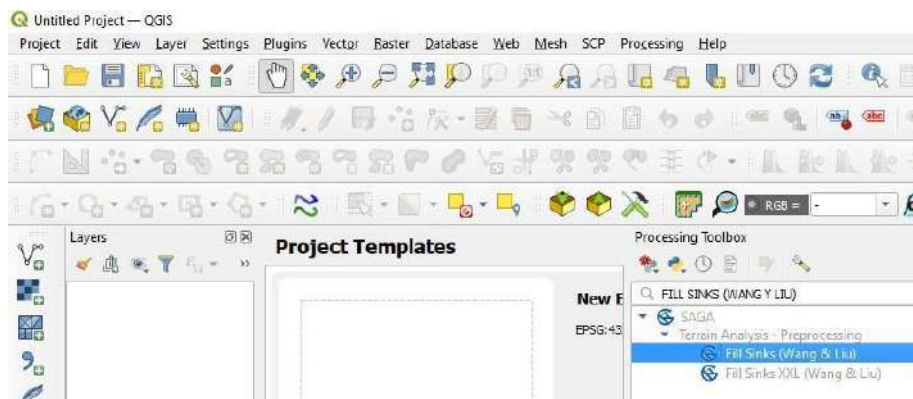
7. Antes de utilizar el MDE descargado, se realiza un pre procesamiento en QGIS.

Los MDE tienen una resolución de 30 metros x 30 metros, por lo que se unen los raster dentro de cada provincia u área de estudio.



8. A continuación, se re proyectan al sistema de coordenadas utilizado (WGS 84/UTM Zona 19S. EPSG: 32719 o EPSG:4326).

Luego se llenan los sumideros para eliminar imperfecciones y corregir el DEM. Éste reprocesamiento se realiza con el fin de poder utilizar el DEM junto con los datos de estaciones meteorológicas, para realizar la interpolación espacial y temporal de los parámetros en estudio. De esta manera se obtiene información de zonas en donde, a la actualidad, no existen datos.

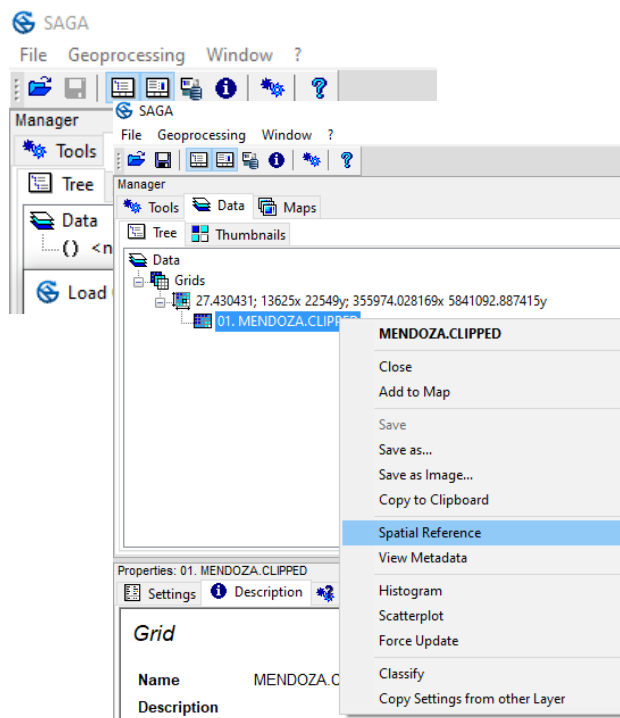


9. En el programa SAGA versión 7.8.2, se realiza la interpolación por oasis de cada parámetro por separado, para no generar errores debido a la distancia entre la fuente de datos, es decir estaciones meteorológicas( <https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html>)

## PROCESAMIENTO EN SAGA

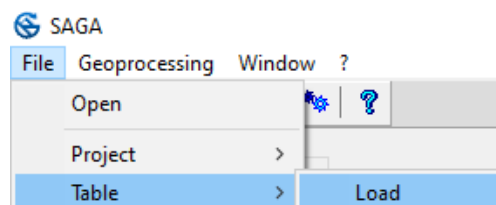
10. Se carga el DEM procesado en QGIS, como archivo GRID, con extensión

.tif).

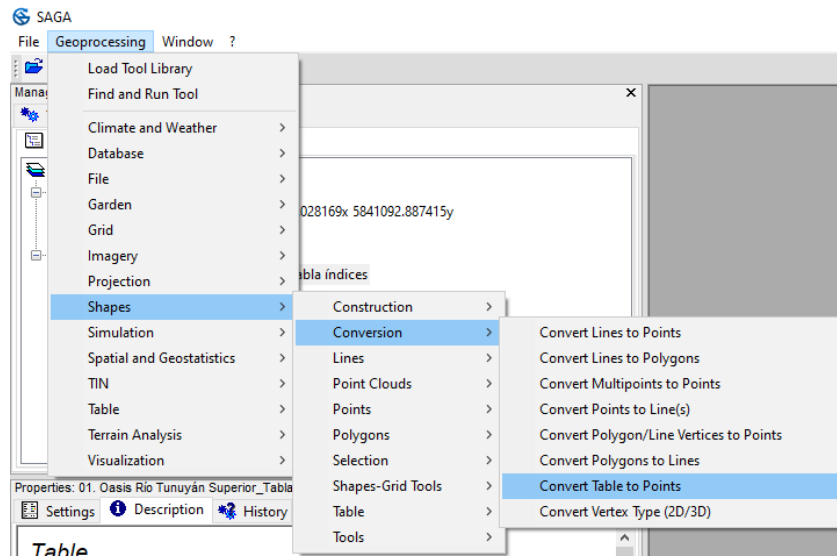


Se define el sistema de coordenadas utilizado WGS 84/UTM zona 19S (EPSG: 32719 o EPSG: 4326) para todos los proyectos.

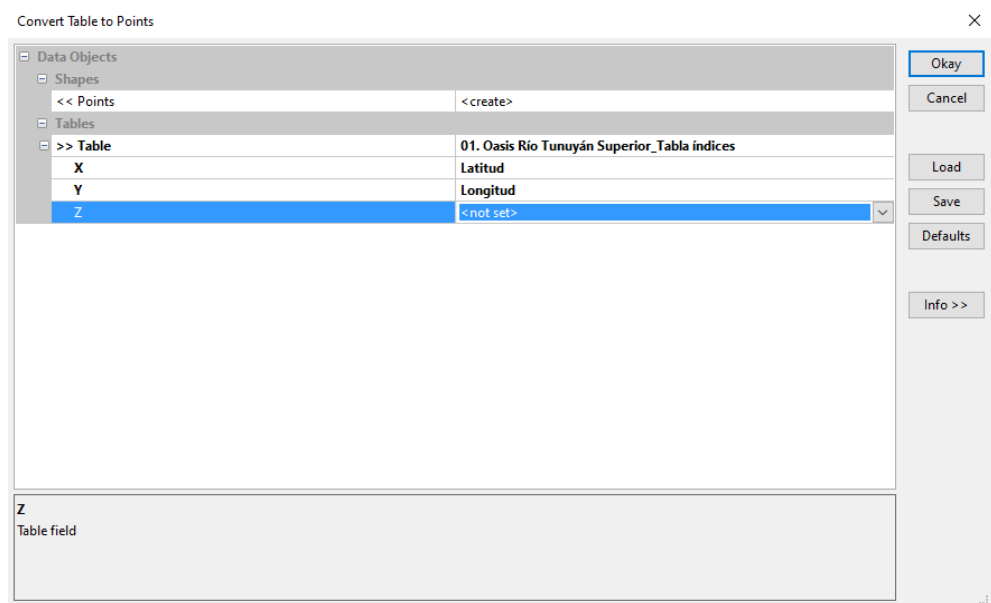
11. Se carga la tabla que posee la información de las estaciones meteorológicas (la ubicación de cada una y la información de los parámetros a interpolar). La extensión debe ser .csv, y la separación de los decimales es por punto “.” Y no por coma “,”.



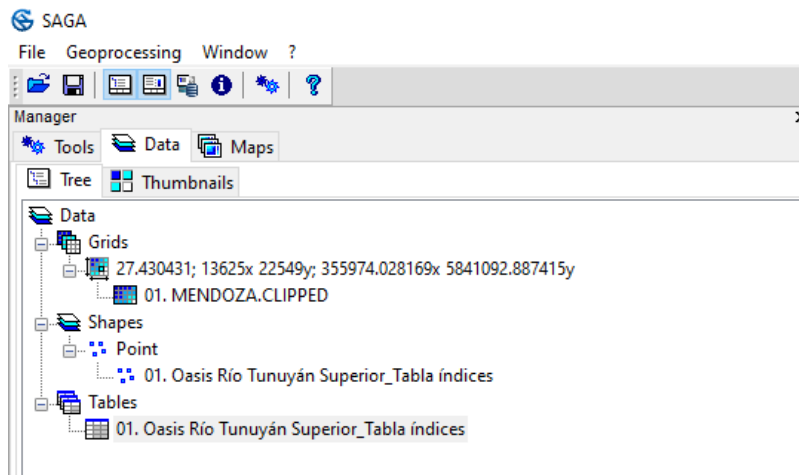
12. Luego se convierten los datos de la tabla en puntos ubicados en el mapa.



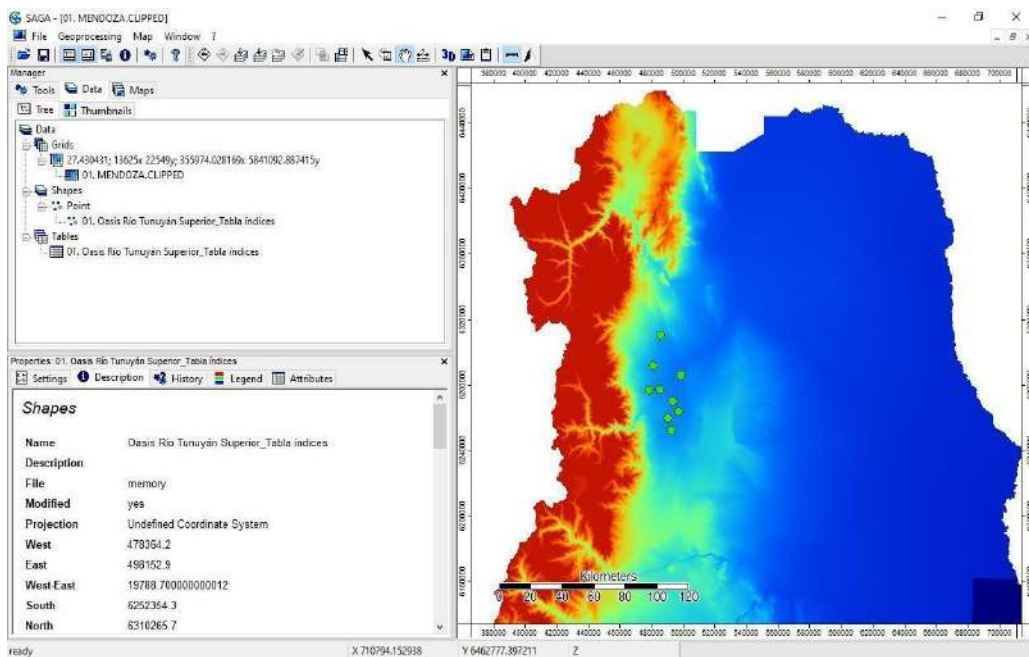
13. A continuación se define la tabla a convertir, las columnas correspondientes a los valores “X” e “Y”, y el atributo o parametro a interpolar “Z” El resto de los casilleros quedan sin modificar.

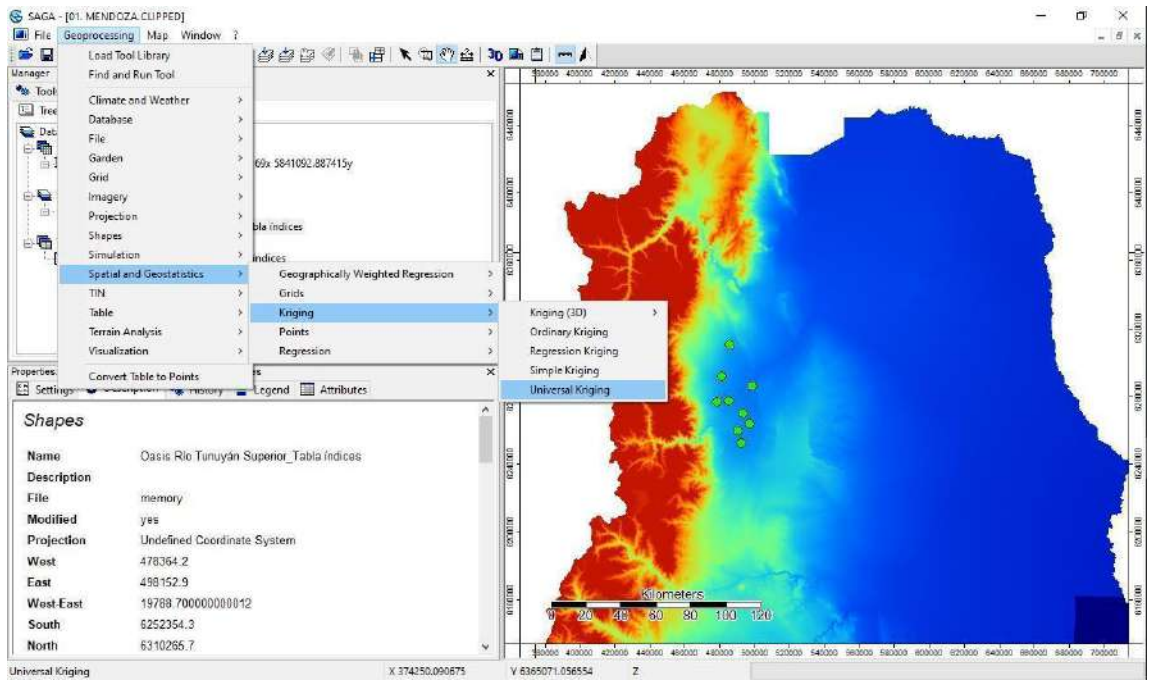


14. Todos los archivos mencionados quedan visibles en el *Data Tree*.



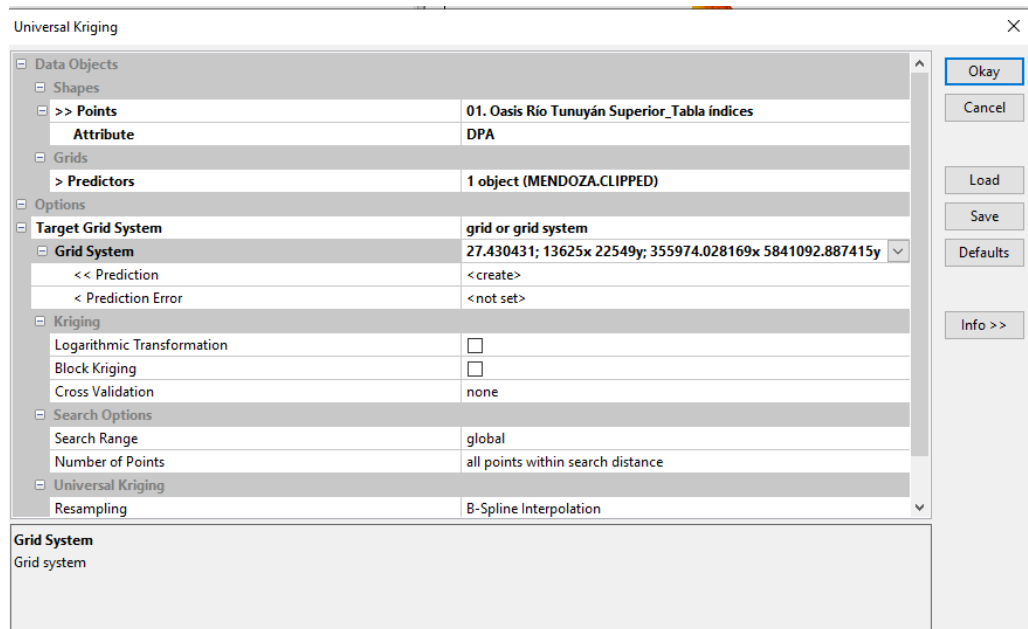
15. Para comprobar que los se ubiquen dentro del DEM, se pueden visualizar haciendo *click* en el .tif y luego en él .shp de puntos.

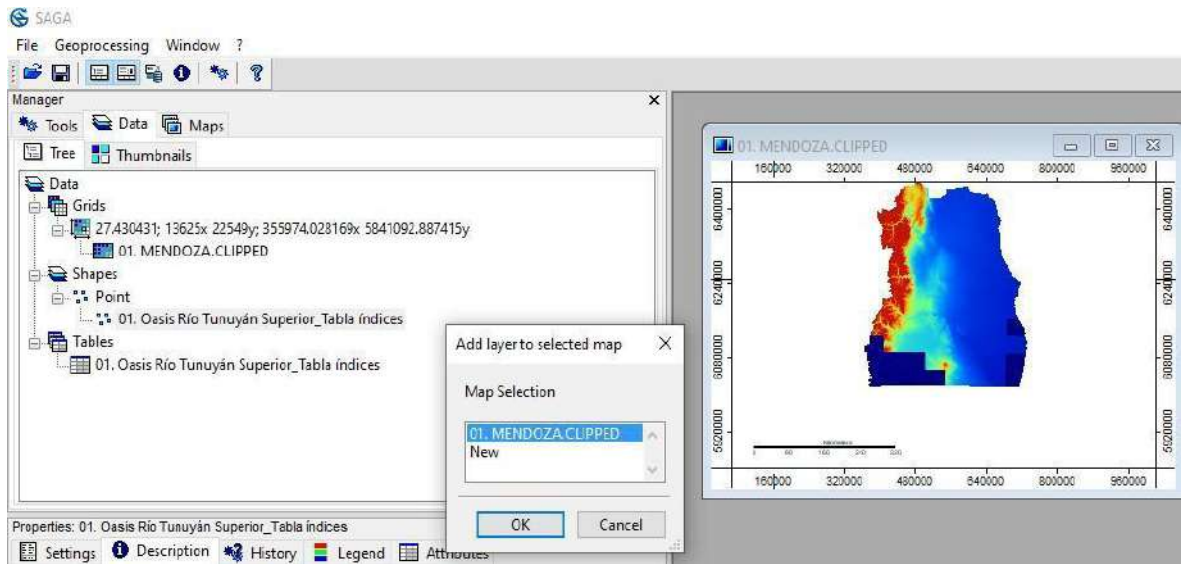




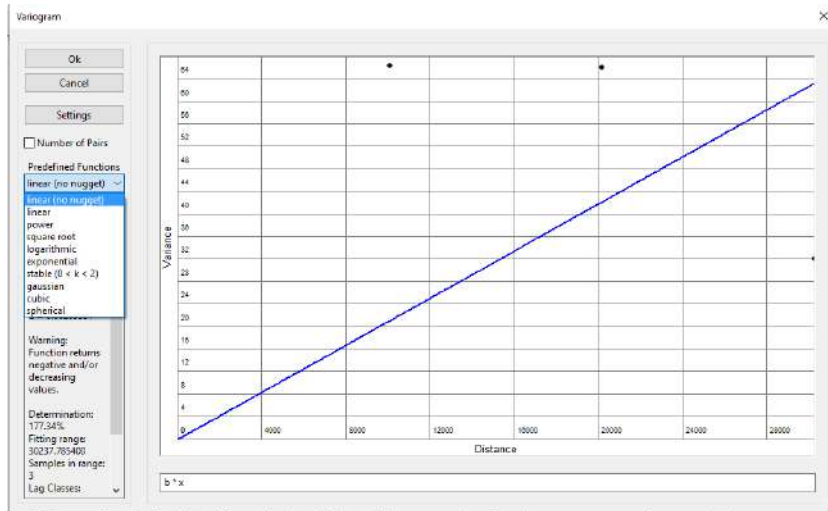
16. Se utiliza el modelo *Universal Kriging* para los parámetros que involucran a la temperatura o la utilizan para su cálculo. Se utiliza como co- variable el DEM procesado, ya que se considera que la altura del terreno es una variable importante a tener en cuenta en estos casos.

17. Aquí se le asigna el “PREDICTOR”, que en nuestro caso, es el DEM de la provincia en donde se encuentran los puntos a interpolar. También se asigna el “TARGET GRID”, que es el mismo que posee el DEM cagado (mismo caso para el “GRID SISTEM”). Estos últimos dos pasos, son necesarios para que el mapa que se obtiene de la interpolación, tenga la misma definición o “grilla” que el DEM de la provincia que se procesa.



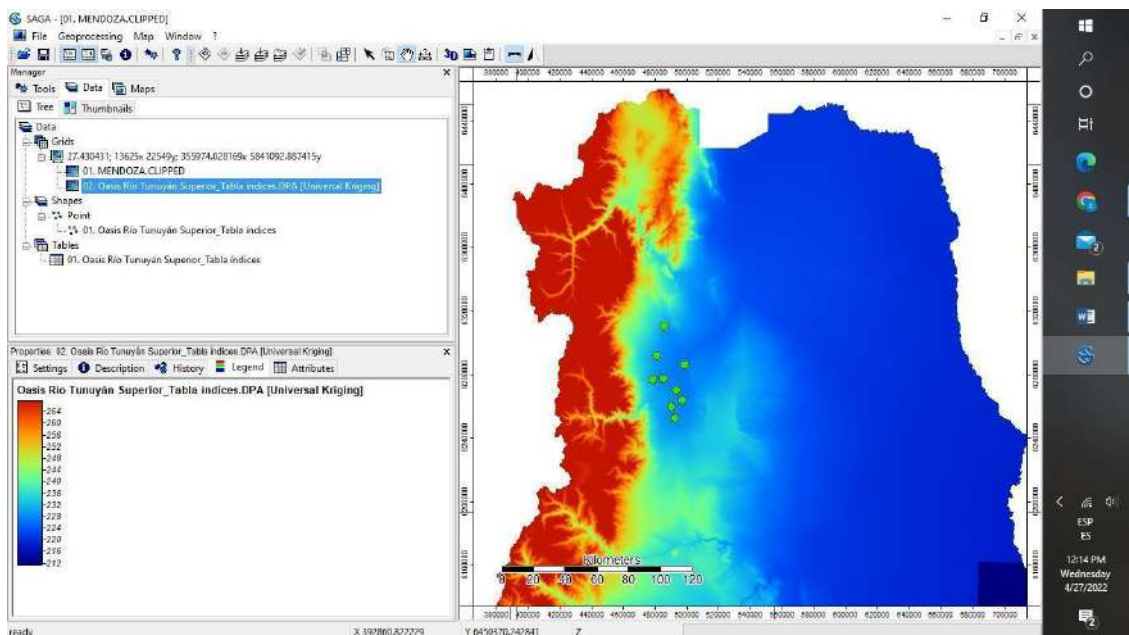


18. A continuación se muestra el “Variaograma”, en donde se debe definir la función que se usa en la interpolación. Se debe tener la precaución y evitar generar una interpolación errónea.

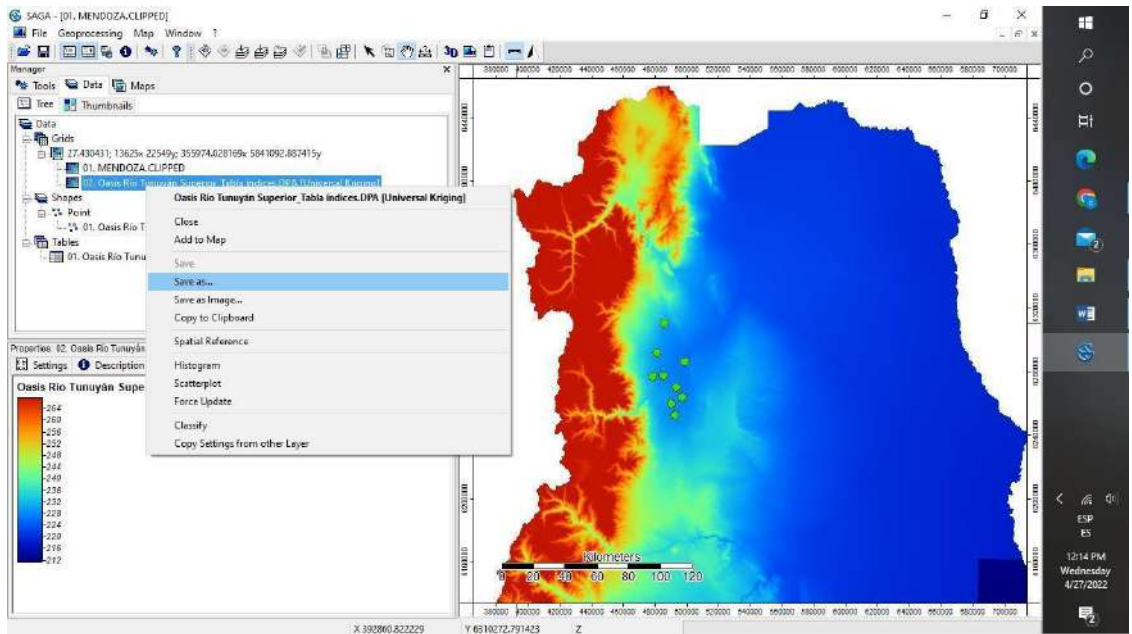
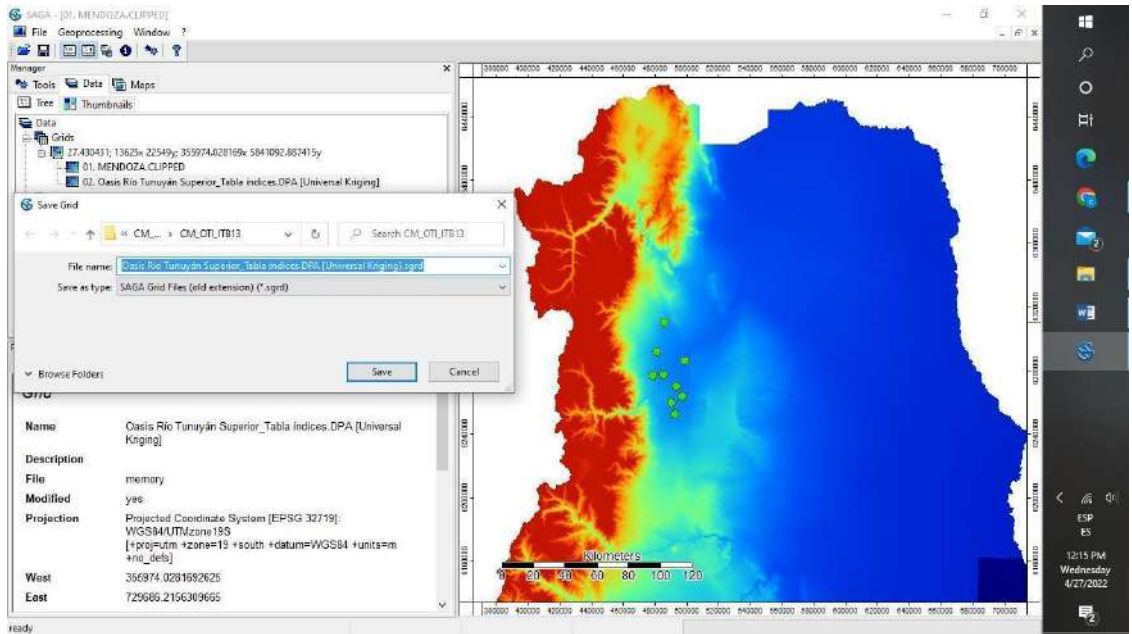


Este proceso puede demorar unos momentos, depende de la capacidad de procesamiento de la computadora.

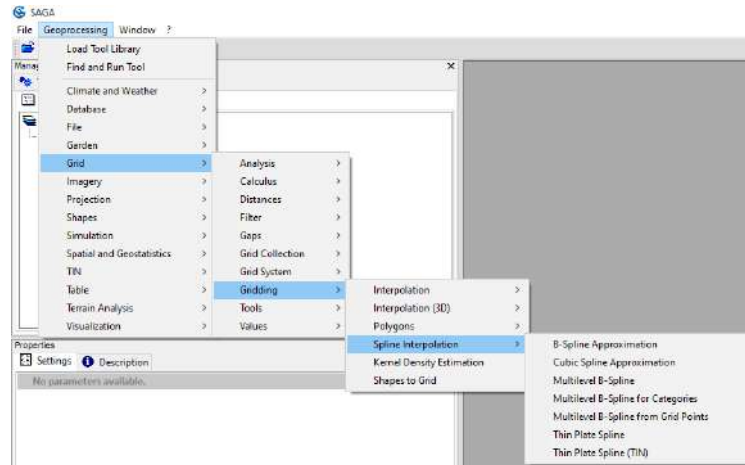
19. Se obtiene el raster de la interpolación y es posible consultar sus características, como por ejemplo la escala de la misma.



20. Cada raster que se genera en SAGA se guarda con la extensión *Saga Grid File (.sgrd)* y luego se utiliza en el armado de los mapas finales en QGIS.

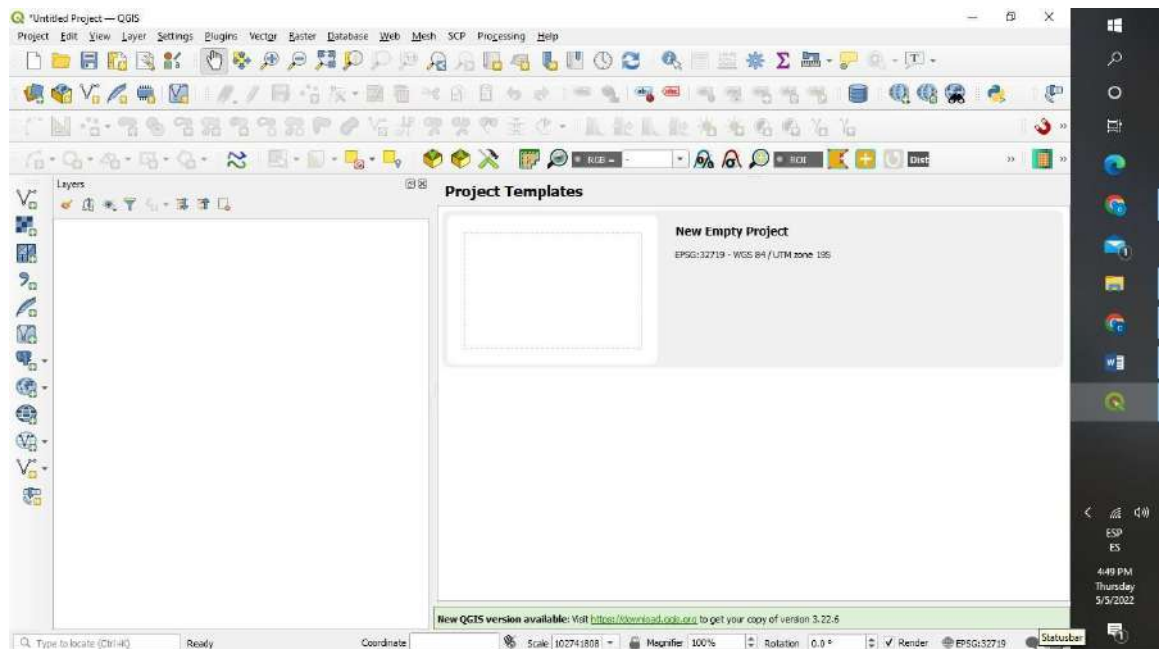


21. En el caso de ser conveniente, se utilizan los siguientes modelos de interpolación: *Spline* y *Multilevel B Spline* para los parámetros que no involucran las temperaturas, ya que en el cálculo no se utilizan Co-variable.

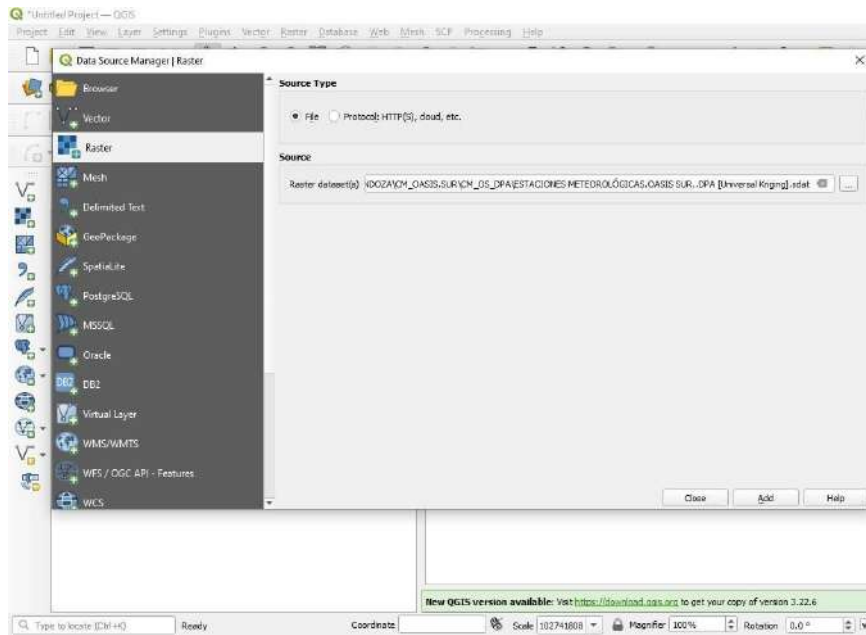


## ARMADO DE PROYECTOS EN QGIS

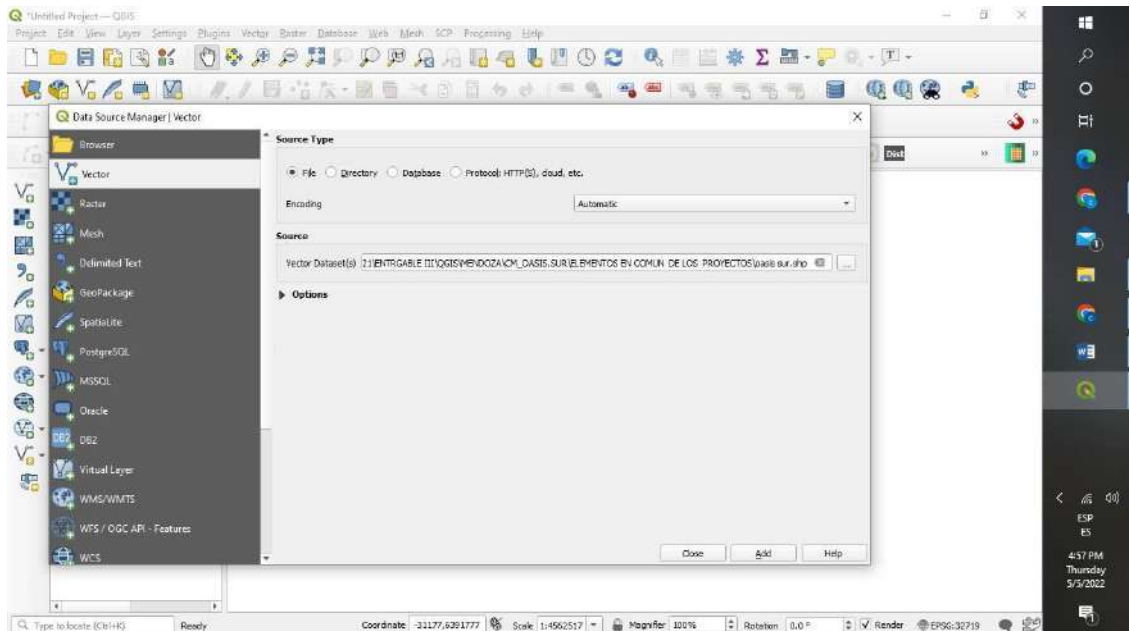
22. Se define el SRC del proyecto.



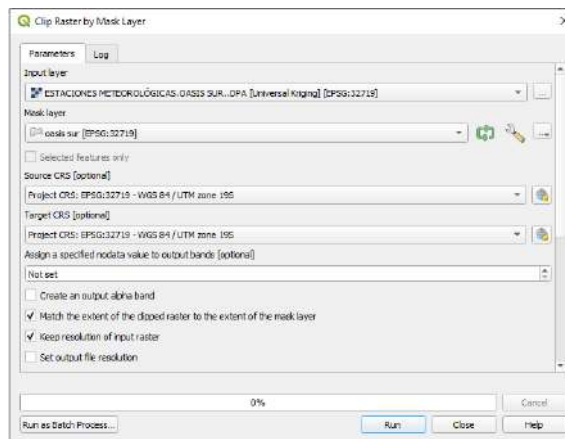
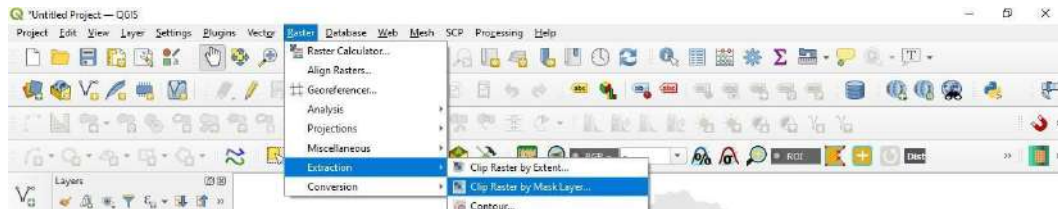
23. Se realiza la carga de los archivos *raster* (generados en SAGA) en el programa QGIS (Versión 3.16.10) con la extensión. *sdat*.



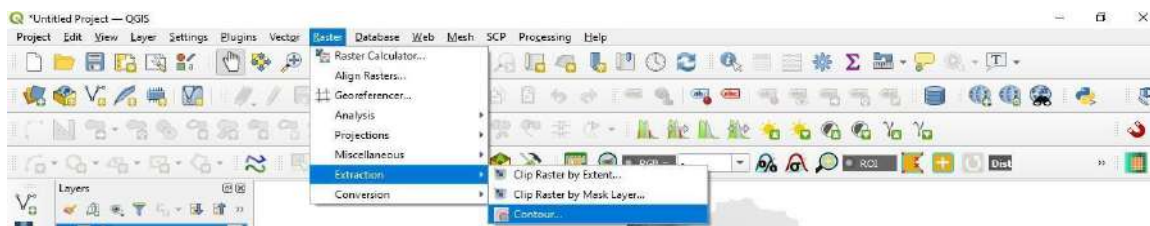
24. Se carga el área de estudio con extensión .shp

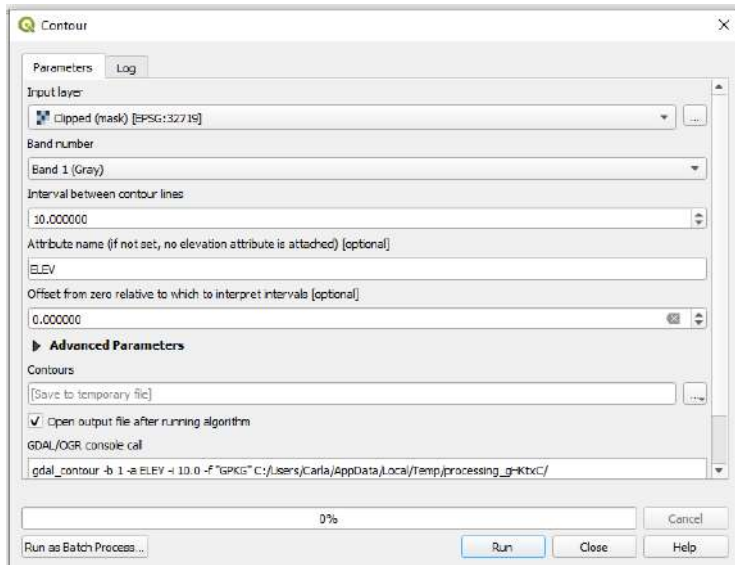


25. El *raster* generado se recorta por la extensión de cada una de las áreas de estudio. Este paso sirve para procesar sólo la zona de estudio y que dicho procesamiento sea más ágil.



Se generan las *isolíneas*, es decir aquellas líneas que unen puntos con igual valor de cada parámetro, se tiene en cuenta la distancia entre las mismas, para permitir una buena interpretación del mapa.

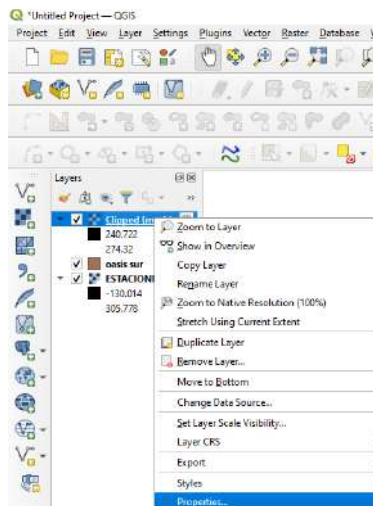


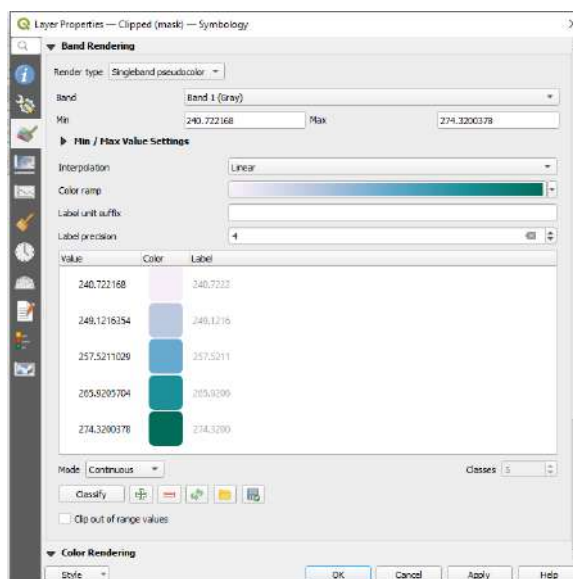
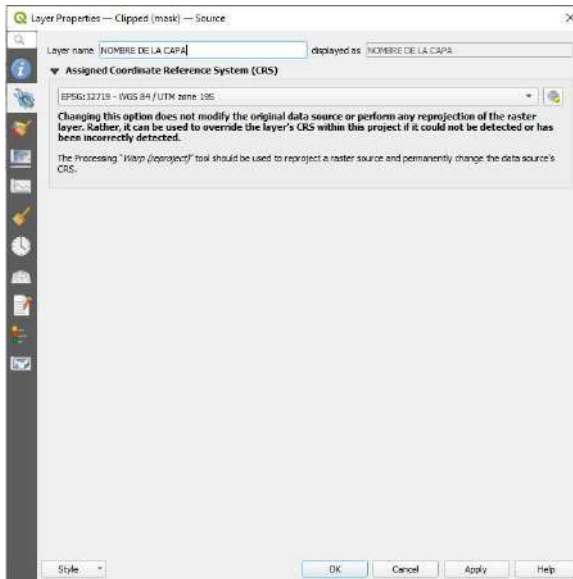


26. Las isolíneas se guardan con una extensión Shp. (TENER EN CUENTA QUE SE GENERAN ARCHIVOS TEMPORALES Y ESTOS DEBEN SER GUARDADOS, PARA QUE UNA VEZ EDITADOS ESTOS CAMBIOS NO SE PIERDAN).



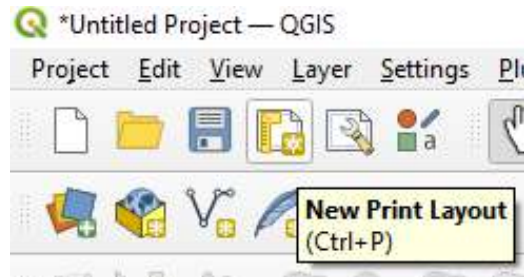
27. Se realiza la clasificación colorimétrica de los *raster* (teniendo en cuenta valores máximos, mínimos obtenidos en las Isolíneas y bandas de colores representativas para cada parámetro), cambio del nombre que se visualiza y SRC.



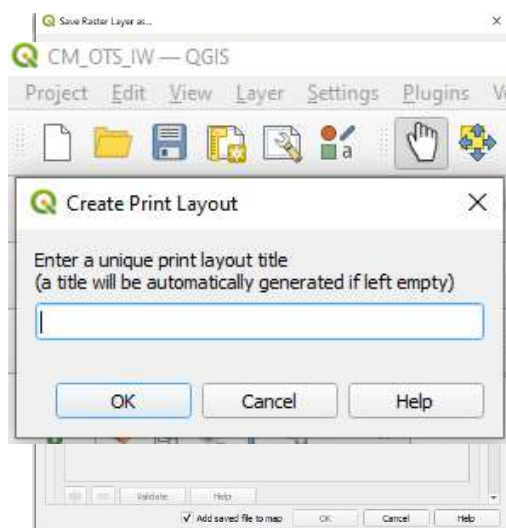


28. Los raster se guardan con una extensión GeoTiff.

29. Para generar los mapas finales para la presentación se ingresa en el “Diseño de impresión”.



30. Para la realización de los mapas de variables bioclimáticas se utilizaron



los mismos programas y sus versiones.

31. En SAGA el modelo de interpolación fue Universal Kriging (la Co- variable es el DEM procesado de cada zona de estudio) ya que los índices fueron calculados con la variable temperatura.

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA,  
GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA DE REGIONES VITIVINÍCOLAS**

## I. INTRODUCCIÓN

Argentina sancionó la Ley N° 25.163/99 y su decreto reglamentario N°54/2004 Vinos y Bebidas Espirituosas de Origen Vínico, que autoriza incluir en sus etiquetas la mención de “Indicación de Procedencia” (IP), “Indicación Geográfica” (IG) o de “Denominación de Origen Controlada” (DOC) como un modo de sumarse a la corriente mundial de legislaciones al respecto.

Actualmente, la IG es la forma de identificación territorial que está funcionando para delimitar los viñedos. A partir del estudio de “*Caracterización geológica, geomorfológica y edafológica*” realizado en convenio con BID – COVIAR se han establecido las bases metodológicas descritas en este documento, de modo de uniformizar la información que se obtenga y como contribución a la tarea de presentación de documentación técnica que el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) requiere para otorgar una Indicación Geográfica (IG) en Argentina.

Las metodologías propuestas han tenido en consideración las directrices de la Organización Internacional de la Viña y el Vino en su Resolución OIV-VITI 423-2012, pero además incluye las recomendaciones de los expertos consultores que han adecuado la guía a las condiciones regionales para asegurar la calidad de los productos a obtener.

## II. ASPECTOS GENERALES

### 1. Antecedentes:

Al comenzar, se consultan los informes de expertos y cartografía digital realizados en el marco del Proyecto de Cooperación Técnica No Reembolsable (CTNR) “Programa de Vitivinicultura Inteligente para la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR)”- Proceso # AR – T1243 – P001, como asimismo el trabajo de Zonificación Vitícola a escala provincial obtenido. Dicha información está a disposición en una plataforma única de acceso público.

## **2. Ubicación del contexto geográfico:**

Descripción general de la cuenca a la que pertenece el área, en sus grandes aspectos fisiográficos, de relieve, climáticos, etc

## **3. Características físico-naturales generales:**

Descripción de los límites, relieve, sistema de lagunas, bañados, vegetación natural, coberturas de suelo, glaciares, nivología, precipitación, altitud y cualquier otra característica distintiva de la zona.

## **4. Características hidrológicas e hidrogeológicas:**

Sintetizar las características hidrológicas del área. reseñar los principales ríos y sus afluentes, identificando los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las subcuencas o áreas bajo estudio. Describir los acuíferos asociados, composición estratigráfica de los sustratos, composición físico química del agua, gradientes topográficos, etc.

## **METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO**

El objetivo del estudio geológico y geomorfológico es conocer la génesis, contexto geológico y evolución de los suelos sobre la base de estudios crono-estratigráficos, sedimentarios, pedogenéticos y características del paisaje que condicionaron, y aún podrían condicionar, la génesis y evolución de los suelos. Esto implica:

- el análisis del contexto geológico
- aspectos de morfometría y parámetros medibles de la superficie terrestre

## **1. Relevamiento de información geológica**

Utilizar las hojas geológicas de SEGEMAR (impresas en papel) o los shapes incluidos en la web del Instituto Geográfica Nacional. Esta información mayormente existe en escala 1:250.000; sólo en casos puntuales 1:100.000.

Recopilar información geomorfológica preexistente.

Los nuevos sitios de estudio s seleccionar se realizan a través del método *Conditioned Latin Hypercube (HLC)* (Minasny y McBratney, 2006).

## **2. Estudios geomorfológicos y análisis del paisaje**

Mediante sensores remotos estableciendo tanto geoformas actuales como pasadas donde se generaron los suelos logrando escalas de semi-detalle de casi 1:50.000.

## **3. Estudios crono-estratigráficos**

Basados en estudios previos u otros estudios que permitan acotar una edad máxima de los suelos o tiempo de desarrollo.

## **4. Relevamiento y revisión en terreno**

Del análisis previo en gabinete, estableciendo geoformas asociadas. Determinar la composición litológica principal de los suelos por conteo de bloques.

## **5. Caracterización sedimentológica**

De los depósitos asociados a los suelos detallando facies proximales o distales en caso de abanicos aluviales.

## **6. Estudios estratigráficos (facies)**

De los depósitos asociados a la generación de suelos que permiten determinar la génesis de los depósitos originarios o material parental en terreno.

## **7. Obtención y análisis de índices morfométricos**

Los estudios de suelos se basan en la evaluación de los factores formadores, sus componentes e interacciones y su manifestación en el espacio. El relieve en particular tiene una fuerte relación con el suelo y su gradación o variación transversal a lo largo de la superficie de ese relieve en lo que se conoce como catena. Los componentes del factor relieve, pendiente y orientación, tienen una relación significativa con la formación del suelo, pero muestran un bajo valor predictivo. Sin embargo, cuando los dos componentes se integran en un modelo la capacidad de predicción se incrementa significativamente (Abarca, 2010). La *Morfometría* es el estudio cuantitativo de las formas del relieve.

El principal uso del DEM en cartografía predictiva de suelos, es la extracción de variables y elementos geomorfométricos entendiendo a las primeras como medidas descriptivas de las formas superficiales (por ejemplo: pendiente, orientación, índice topográfico de humedad) y los segundos como entidades espaciales discretas (por ejemplo: divisoria de cuencas, abanicos aluviales, red de drenaje). Cada uno de estos componentes puede ser obtenido mediante algoritmos morfométricos.

Se debe usar como información base, el *modelo digital de elevación SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*. Según Roa Lobo y Kamp (2008), el modelo digital SRTM cuenta con un comportamiento más estable con relación a las aberraciones de los datos topográficos dados por la influencia de la orientación del terreno, las características internas del sensor, y características externas como aerosoles y vegetación, en comparación con el modelo digital de elevación provisto por el sensor ASTER. El modelo SRTM fue elaborado por Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA). Se obtuvo mediante la técnica de interferometría, que consiste en obtener dos imágenes simultáneas de radar y combinarlas produciendo una imagen de tres dimensiones. El modelo de elevaciones contiene información de alturas para una grilla regular de 3 segundos de arco que para la latitud del estudio equivalen a 30 metros. Cada una de estas celdas

de la grilla se denomina píxel. La precisión vertical de este modelo se calcula en unos 10 metros (Farr et al, 2007)

Obtener y analizar los siguientes índices: Aspecto, Pendiente, Distancia Vertical a la Red de Drenaje, índice de humedad topográfica, Convergencia, Curvatura, Multiresolución Fondo de Valle, acumulación de flujo superficial, Longitud de la pendiente.

## **8. Elaboración de mapas geológicos y geomorfológicos**

Realizar, a escala de los diferentes valles, base de datos y metadatos de toda la información geológica relevada. El procesamiento de datos se realiza con software R, SAGA y QGis. Los datos de salida se presentan en mapas con extensión pdf 300 dpi y también en formato Shapefile “.shp”, en el sistema Posgard 2007.

### **III. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO EDAFOLÓGICO**

El objetivo de este estudio es caracterizar los perfiles de suelo en la zona de enraizamiento, que es lo que verdaderamente predice el funcionamiento de los viñedos (OIV, 2012). Se relevan características físicas, físico químicas, de fertilidad, salinidad, peligro de anegamiento, erosión entre otras. En zonas de riego, es útil la caracterización y mapeo de la capacidad de almacenaje de los suelos.

#### **1. Antecedentes**

Consultar los informes de expertos y cartografía digital realizados en el marco del Proyecto de Cooperación Técnica No Reembolsable (CTNR) “Programa de Vitivinicultura Inteligente para la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR)”- Proceso # AR – T1243 – P001.

#### **2. Selección de sitios de estudio**

Con la información preexistente y los índices morfométricos se pre analiza las posibles áreas de vacancia de información según la escala de trabajo adoptada. Utilizar el método CLHS (*conditioned Latin hypercube method for sampling*) para el diseño del muestreo de suelos complementarios (Minasny y McBratney, 2006). Dado un número limitado de muestras, el método las distribuye de tal manera de cubrir la mayor variabilidad posible de cada covariable introducida previamente seleccionadas por los expertos. Este método es superior respecto de un “muestreo orientado” que considere unidades de paisaje-suelo solicitado, que de todos modos fueron también tenidas en cuenta en el análisis.

### **3. Realización de calicatas y minipits**

Sondeos de campo complementarios para acercarse a la escala de trabajo en semidetalle recomendada por la OIV (2012) que recomienda: 250-125 has/sondeo y 1000-500 has/calicata. Ubicación de las calicatas de modo que representen los “perfiles modales” de los polipedones bajo estudio.

### **4. Descripción morfológica de los perfiles de suelo y del paisaje y características externas.**

Se utilizan las normas de reconocimiento de suelos del Servicio de Conservación de Suelos de USA (Schoeneberger PJ, 2012) que incluye todos los caracteres morfológico-químicos solicitados y otras características relevantes previas: registro y localización del perfil, forma del terreno y relieve, uso de la tierra y vegetación, material parental, características superficiales y relaciones hídricas del suelo (drenaje, permeabilidad, infiltración, anegamiento) y dentro del perfil consistencia, color en seco y húmedo, reacción al clorhídrico, textura, inclusiones texturales, rasgos hidromórficos y toda otra característica de suelos áridos regadíos.

Usar la Ficha de Etchevere que protocolariza y ordena el levantamiento. La profundidad de estudio del perfil estandarizada a nivel mundial para este tipo de levantamientos con fines agrícolas es de 2m o a hasta alcanzar subsuelo pedregoso, tosca o freática.

### **5. Análisis físico-químico en Laboratorio**

Se realizaron las siguientes determinaciones para caracterizar suelos vitícolas:

i) textura elemental por el método de Boujocous de las capas evaluadas previamente por Volumen de Sedimentación para acotar la cantidad de determinaciones más onerosas. En los suelos de mayor contenido de materiales cementantes (materia orgánica, carbonato de calcio y óxidos) se deberá aplicar la metodología Internacional (de la pipeta o de Robinson); ii) fraccionamiento de arenas por vibrotamización; iii) CEes y pH pasta; iv) calcáreo total por calcimetría; yeso total según condición de los suelos por su influencia en la condición física y físico química de suelos. Usar la técnica de la dilución amplia; v) Capacidad de Intercambio de cationes (según pH y contenido de calcáreos). Se recomienda el uso de las normas IRAM SAMLA; vi) C orgánico (método oxidativo de Walkley&Black en escala semi micro) y N Total (Kjeldahl) para la determinación de la relación C/N indicadora de la capacidad de mineralización de los suelos); vii) Capacidad de campo (Wc) y Capacidad de marchitamiento (Wm) para determinar capacidad de agua disponible de los perfiles modales en mm/m. Es recomendable realizarlo a través de la cámara y olla de Richards, pero pueden utilizarse funciones de pedotransferencia si se conocen en la zona del estudio. Se requiere la determinación de densidad aparente a campo (DAP). Con permeámetro de carga constante o funciones de pedotransferencia se estima asimismo la permeabilidad de los suelos o conductividad hidráulica saturada (Kd).

## **6. Clasificación taxonómica y Utilitaria**

Conforme a la 25a edición de las normas de clasificación de suelos (Soil Survey Staff, 2014) o recopilar información preexistente. Para zonas de riego es recomendable aplicar la clasificación utilitaria de suelos con fines de riego según normas del *Bureau Reclamation de USA*.

## **7. Elaboración de fichas descriptivas de los perfiles modales**

Contienen la ubicación (coordenadas geográficas y croquis de ubicación), fotos de paisaje y los resultados, de modo sintético y claro, de la descripción morfológica y datos analíticos de cada perfil de suelo evaluado.

## **8. Mapeo Digital de Suelos**

Recomendado por la OIV Los estudios tradicionales utilizan en sus caracterizaciones de laboratorio y campo, el concepto de “capas” que agrupan, tanto en la capa superficial como subyacentes, promedios de las variables del perfil de muy distintos espesores entre calicatas, lo que simplifica por un lado el tratamiento de los datos, pero conduce a errores al momento de pretender agrupar suelos similares o realizar comparaciones entre estudios.

Por lo anterior se integraron los datos de todos los perfiles disponibles y se procesaron mediante modelado vertical de suelos y a partir de los datos del modelado, más la aplicación de técnicas geoestadísticas, se obtuvieron los mapas continuos de las principales variables de interés a través de procesamiento numérico de los datos. De esta manera se generan dos horizontes sintéticos: 0-50 cm y 50-100. A partir de estos horizontes, se aplicaron modelos de inteligencia artificial para predecir propiedades edáficas utilizando covariables ambientales vinculadas con los factores formadores de suelos (Dokuchaev, 1898) como variables regresoras. De esta manera se generaron mapas continuos de las variables edáficas para los perfiles relevados.

## **9. Elaboración de mapas temáticos**

El procesamiento y mapeo de datos se realiza con software R, SAGA y QGIS. Los datos de salida son presentados en mapas extensión pdf 300 dpi y también en formato Shapefile “.shp”, en el sistema Posgard 2007.

### **IV. CONSIDERACIONES FINALES:**

Los análisis de laboratorio deben adecuarse a las características zonales de los suelos bajo estudio, su génesis, ph, contenido de calcáreo entre otras.

El mapeo digital de suelos debe referirse por sobre los tradicionales mapeos por krigin.

Se deben agregar interpretaciones de los resultados obtenidos en los informes de las IG

Al iniciar el trámite de una IG se debería reunir y acordar con todos los actores del territorio que podrían estar involucrado en el terroir a estudiar

## V. BIBLIOGRAFÍA

Abarca O. y M. A. Bernabé Poveda. 2010. Estimación de la capacidad de uso de las tierras en el estado Aragua, Venezuela, mediante regresión logística multinomial. *Agron. Trop.* 60: 397-413.

Drăguț, L.; Blaschke, T. 2006. Automated classification of landform elements using objectbased image analysis. *Geomorphology*, 81, 330-344.

Farr, T; Paul A. Rosen, Edward Caro, Robert Crippen, Riley Duren, Scott Hensley, Michael Kobrick, Mimi Paller, Ernesto Rodriguez, Ladislav Roth, David Seal, Scott Shaffer, Joanne Shimada, Jeffrey Umland, Marian Werner, Michael Oskin, Douglas Burbank and Douglas Alsdorf. 2007- The shuttle radar topography misión. *Geophysics*, 45 Issue 2, June 2007, pag 1 a 33.

Malone B. P., Minasny B., McBratney A. B., 2011. Mapping Continuous Soil Depth Functions in the Edgeroi District, NSW, Australia, Using Terrain Attributes and Other Environmental Factors. *Proceedings of Geomorphometry*, Zurich, Switzerland

Martinez-Casanovas, J.A., 1999. Modelos digitales de terreno: Estructuras de datos y aplicaciones en el análisis de formas del terreno y en Edafología. *QUADERNS DMACS Núm. 25*, Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida, Lleida.

Minasny y McBratney, 2006. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. *Computer & Geosciences*. Volume 32, Issue 9, November 2006, Pages 1378-1388

OIV (2012) Resolución OIV-VITI 423-2012. “Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima”. *Projet de résolution sur le zonage viticole au niveau du sol (oiv.int)*

Olaya, V. 2004. A Gentle Introduction to SAGA GIS. 1.1 Edition, Olaya Victor and Pineda Javier Editors., 216 p. Madrid, Spain. Saga Manual - [Download PDF] (vdocument.in)

Pike, R. J., I. S. Evans, and T. Hengl. 2009. Geomorphometry: A brief Guide. Dev. Soil Sci. 33: 3-30.

Roa Lobo, J. y Kamp, U. 2008. Modelos de elevación digital (MED) a partir de sistemas satelitales. Una introducción y análisis comparativo en la cordillera de Mérida. Venezuela. Revista Geográfica Venezolana, Vol. 49 (1), pp. 11-42

Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE  
VITIVÍNICOLO CON CRITERIO PAISAJÍSTICO**

## VI. INTRODUCCIÓN

Previo a iniciar la recopilación de datos, se realiza la validación del método y de las delimitaciones por regiones propuestos con el punto focal y equipos consultores activos. Así mismo, se hace el abordaje del territorio y el contacto con coordinadores locales a identificar con el equipo del punto focal de la CT, y así realizar el proceso de valoración junto a todos los actores del paisaje vitivinícola.

### 1. Etapa 1: recopilación de datos

Identificación en las zonas agroeconómicas homogéneas definidas en estudios previos de esta CT objetos, encuadres, manejo de luz, escala representación, y demás aspectos significativos que brindan singularidad y relevancia. Procurando representar (caracterizar y cualificar) el paisaje de cada región como realidad física y culturalmente significativa.

#### 1.1. Datos por imágenes

Definición de manera conjunta con el consultor experto en representación fotográfica el enfoque de paisaje desde el que se abordará el estudio (desde una perspectiva científica/ social y/o artística) que permita el estudio de las regiones vitivinícolas argentinas a diferentes escalas y nivel de detalle. Se tiene en consideración descriptores estructurales, texturales, histórico-culturales, relaciones funcionales, formales y estéticas (ACL). Se detallan los criterios técnicos para la captura de imágenes en el Anexo (pág. 8)

**Relevamiento in situ:** trabajo de campo, fotográfico y con dron (componentes vegetales, arquitectónicos y culturales). Se trabajará a partir de las capturas realizadas por el fotógrafo, en las cuales desde su mirada con la guía de captura de imágenes (elaborada por el equipo de paisajismo) seleccionará las características del lugar, las cualidades estéticas y visuales, estado de conservación del paisaje, prácticas agrícolas e información casual aportada por gente del lugar. Aspectos estéticos, relacionados con el carácter de un paisaje, como la escala (íntima o amplia), diversidad (monótono o complejo), textura (liso o rugoso), forma (vertical o

horizontal), línea (recta o sinuosa), color (fríos o cálidos), equilibrio (armonía o caótico), organización (orden o aleatorio), entre otros.

## **1.2. Exploración del universo de la vitivinicultura**

**Mapeo de infraestructuras significativas marrón, azul, verde y gris:** macro región, mapa de rutas, organización del territorio, parcelas de cultivo, porcentaje de verde y otros registros. Registro de la combinación de formas particulares del terreno y de la cubierta vegetal, incluyendo también otros aspectos como la fisiografía con las imágenes del dron.

**Relevamiento de fuentes visuales:** sondeo de las imágenes elegidas y utilizadas por las bodegas y productores como representativas (publicidades, etiquetas, slogans). Identificar aquellos elementos del paisaje que se ponen en evidencia. (Anexo, pág. 11)

**Recopilación y sistematización en base a bibliografía:** se analizarán informes, artículos, libros, es decir, información publicada sobre la zona en estudio. Historia de los sitios y recursos arqueológicos. Obras de arte. Elementos identitarios. Antecedentes generados en otros estudios de Coviari, imágenes en redes sociales (“ojos de la gente”), obras de arte que se plasman en el paisaje (pinturas, esculturas). Literatura (poemas y escritos del sitio). Temas musicales alusivos.

## **1.3. Registro por referentes y otros actores**

- Métodos cualitativos de relevamiento y análisis

**Entrevistas desestructuradas: percepción social de referentes y pobladores.** Técnicos, productores, referentes sociales, jefe comunal, referentes claves, contactos en el lugar. Formato presencial o virtual por medio de videoconferencias o a través de whatsapp. Se recogerá la participación ciudadana (percepción social) a través de relatos y entrevistas no estructuradas en conversaciones informales con gente del lugar o con turistas. Se harán anotaciones,

descripciones de situaciones y se registrarán todos aquellos elementos que se presume contribuyen al carácter del sitio.

**Registro situado:** a partir de visitas a las zonas de estudio (poblados y locaciones vitivinícolas), mediante vídeos, fotos y anotaciones personales de miembros del equipo consultor. Se registrarán aspectos sensoriales, perceptuales y otros apuntes relacionados con la caracterización que emerge de la experiencia vivencial, resonancia de los relatos comunicados, las impresiones de sitio.

- Redes conceptuales

**Análisis de la información semántica:** por medio de Natural finder, entrevistando a referentes o pobladores. Se trata de un procedimiento recursivo para capturar a partir de un concepto disparador, la red semántica natural de una persona en torno al mismo. La representación es en forma de una red donde los conceptos más semejantes en cuanto a significado se encuentran más próximos, y los más disímiles se encuentran más lejanos. El procedimiento consiste en preguntarle a la persona cuáles son las palabras que asocia con determinado concepto blanco y luego, de modo aleatorio y en forma recursiva, tomar cada una de las palabras producidas como palabra blanco para volver a solicitar palabras asociadas. Como resultado de estas estimaciones se producen inexorables referencias cruzadas de diferente magnitud.

## **2. Etapa 2: análisis del material relevado**

Aplicación de la metodología de abordaje definida y validada, a través de la caracterización, estudio, interpretación y documentación de los paisajes de las regiones vitivinícolas definidas, interactuando con el consultor especialista en técnicas fotográficas.

**Fichado:** para cada región se realizará un fichado donde se tendrán sistematizadas variables de caracterización. Para ello se deberá identificar, caracterizar y cualificar las variables del paisaje de las zonas vitivinícolas en estudio y se plasmarán estos datos en una ficha la cual se irá construyendo y enriqueciendo con los elementos relevados en la Etapa 1 (Ver Ficha modelo en Anexo, pág. 12).

### 3. **Etapa 3: interpretación y valoración**

**Síntesis:** estimar el carácter paisajístico de cada sitio, a partir del fichado realizando una lectura comparativa de las fichas y una valoración de lo significativo de cada área. Sobre la totalidad de la información compilada y sistematizada se indagará en las diferencias, identificando las particularidades de cada sitio, aquello que hace a su esencia. Se realizarán recomendaciones sobre criterios de intervención, de preservación, sugerencias.

### 4. **Etapa 4: presentación del producto final**

Se dispone un banco de imágenes con su descripción, para su inclusión en el repositorio de Almacenamiento de información. Se articula con la Consultoría a cargo de la sistematización e integración de información de los estudios realizados en el marco de la consultoría.

**Informe en formato PDF:** incluirá los resultados de las etapas interpretativa y valorativa del trabajo. Se organizará dicha información separando los sitios en cada una de las provincias bajo estudio y a su vez en función del valle u oasis al que pertenezcan.

**Fichado:** se adjuntarán las fichas resultantes de las “**unidades de paisaje**” que configuran paisajes muy diversos. Estos “paisajes singulares del viñedo” son aquellos conjuntos territoriales que se pueden delimitar por tipologías de cultivos que reflejan situaciones sociotemporales determinadas y cuyas manifestaciones complementarias observables responden a hechos concretos con explicaciones integradas.

**Video:** se trata de un recurso de carácter demostrativo (solamente para una localidad), como sugerencia para comunicar el producto final y trabajar en forma conjunta con el área de comunicación. Se buscará mostrar la disposición de la información contenida en el informe en un formato web interactivo e integrado con las imágenes capturadas por el fotógrafo.

## VII. ANEXO 1: GUÍA PARA LA CAPTURA DE IMÁGENES

### 1. Etapa 1. Caracterización por imágenes

“La fotografía de paisaje es la construcción de una metáfora continuada en la que un elemento del campo, buscado o encontrado, se convierte en soporte de sentidos inesperados, de significados nuevos y de belleza inevitable al contemplarla”. (Martín, M. 2012)

“El fotógrafo hoy, como antes lo fue el pintor o el dibujante o el escritor, sería uno de esos personajes denominado por el antropólogo Luís Vicente Elías “el intermediario” y cuya misión consistiría precisamente en tender puentes o en trasladar unos valores desde un punto de partida, que en este caso sería el campo, la naturaleza, el terruño a otros mundos o sujetos ajenos pero interesados en esos valores.” (Martín, M. 2012)

Retomamos el objetivo de este trabajo, que es indagar sobre el significado del paisaje en cada región vitivinícola y encontrar las características diferenciales entre ellas, de forma que estén representados todos los territorios y sus procesos históricos.

Elaborar un concepto en cada región a partir de la observación de la realidad. Pero como la realidad es subjetiva, es decir depende de quien la observe, **el fotógrafo será los ojos de muchas miradas que forman el paisaje vitivinícola**: la mirada del agricultor, la mirada del técnico que lleva adelante la producción, la mirada del turista que lo visita.

Como expresa Martiarena M. y equipo en su tesis, **entendemos al paisaje como resultado de la percepción que tiene un grupo de personas de un territorio**: un mapa colectivo construido a partir de imágenes materiales visuales (Magariños de Morentin, 2008) valorado según parámetros sociales y culturales de manera relativamente homogénea por un grupo de personas en un momento determinado (Lynch, 1960; Saarinen, 1976).

¿Cuándo un territorio alcanza la categoría de paisaje? Alain Roger (2007) considera que esto ocurre cuando el sitio es reinterpretado mediante una mirada estética y adoptado o aprehendido por el resto del grupo social, que a partir de ese momento lo reconoce como paisaje.

Así un territorio se convierte en paisaje cuando es reinterpretado mediante una mirada, en nuestro caso la mirada del fotógrafo.

De esta manera, la intención es captar lo que sucede realmente en cada región vitivinícola, lo que le da su identidad. La forma en la que la vitivinicultura es comprendida en cada lugar: la manifestación de su cultura materializada en sus técnicas de trabajo, en las variedades, en su arquitectura, que se entrelazan con las características climáticas y geográficas particulares.

Serán elegidas imágenes, no tanto por su excepcionalidad o rareza, sino justamente por ser un buen modelo del tipo de paisaje al que pertenecen o representan.

- Criterios técnicos a considerar por el fotógrafo in situ

**1.1- Mapeo: tomas generales aéreas de áreas vitivinícolas con dron,** que incluyan viñedos, bodegas (edificios), y cualquier otra construcción asociada a la actividad. Asimismo, el entorno natural en el que se inserta.

Accesibilidad: calle, rutas, carriles. Red de caminos y senderos. Presencia vegetación existente: en calles, establecimientos, bordes y límites

**1.2- Visuales destacables e impactos observados sobre el entorno:** panorámicas, puntos focales, singularidades, mirada desde abajo hacia arriba y a la inversa dependiendo de la forma del terreno.

Transparencia visual o densidad de vegetación e impedimento visual de la topografía (puede relacionarse con sensación de cobijo o de apertura).

Complejidad visual: ruido visual o simpleza.

**1.3- Componentes naturales (fotografías y dron): INFRAESTRUCTURA MARRÓN**

**Relieve**

Forma del terreno:

Elevación con vista panorámica

Complejidad topográfica como telón de fondo o envolvente (sierra, lomas, montes, montañas)

Siluetas/Dominancia

Forma del terreno cóncavo: valle, cañón, depresión. Proporción, fondo y laterales. Materialidad.

Topografía: altitud / pendiente.

**Suelo:** características del suelo, perfil, afloramientos, coberturas.

## INFRAESTRUCTURA AZUL

### **Agua: singularidad de masas de agua y diversidad**

Cauces naturales de ríos y/o arroyos, canales, reservorios de agua. Hijuelas, acequias, compuertas, obras de toma.

Sistema de riego: surco, goteo.

## INFRAESTRUCTURA VERDE

### **Vegetación implantada o natural del territorio**

Singularidad que caracteriza al sitio Entorno: coironal, bosques, jarillal. Colores.

Cultivos que conviven con el viñedo (olivos, frutales, huerta). Diversidad de la cubierta vegetal.

Estratos de vegetación.

Diversidad cromática/estacionalidad de especies dominantes.

Viñedo: tomas aéreas, panoramas, vistas, escenas. Incluir cualquier elemento que se observe y llame la atención

Tipo de conducción (gobelet, echalás, espaldero, parral / suelo). Sistema de conducción según limitantes del sitio.

Manejo del interfilar (labranza, cobertura vegetal, sistemas mixtos). Colores de follaje/variedades.

- Componentes antrópicos: sistema de asentamiento y red de infraestructuras (fotografías y filmaciones):

### **INFRAESTRUCTURA GRIS: Bodegas, casas y construcciones**

#### Lineamientos generales Locaciones definidas

Se sugiere que según la localidad a registrar, se seleccionen las bodegas más representativas de las zonas visitadas. Se recomienda que el muestreo de registros sea variado: bodegas productoras a gran escala y también de aquellas de producción familiar a menor escala.

En caso de localidades que cuenten con un gran número de bodegas se visitará aquellas que transmitan la esencia del lugar.

Se recomienda la filmación de tramos de los caminos que conducen a las bodegas y la llegada a las mismas.

#### Lineamientos particulares:

##### **Bodegas**

La arquitectura del o los edificios principales (a nivel de piso y aéreas).

La arquitectura de apoyo a la industria vitivinícola. Depósitos, piletones, tomas de agua y reservas, cavas.

Museos o espacios de arte y cultura incluidos o vinculados.

Espacios abiertos, parques, jardines o espacios de transición. Tratamiento exterior.

Panoramas, vistas, escenas y detalles en todos los casos arriba mencionados.

**Casas y construcciones:** reflejo de los elementos propios del lugar (cavas, pircas) y su entorno.

**Identities locales:** productos que se extraen de ese territorio, y que reflejan el saber hacer de sus habitantes (conservas, tejidos, artesanías). Símbolos, construcciones religiosas.

Se sugiere al Profesional fotógrafo indagar sobre los elementos que los habitantes de las bodegas (propietarios, empleados, allegados, etc), y/o personas del lugar quieran expresar como elementos identitarios.

## **2. Etapa 2: exploración del universo de la vitivinicultura**

### **Caracterización por fuentes visuales y publicaciones**

Las etiquetas de vino, la manera de presentar los productos y los recursos publicitarios, se emplearán como herramientas que contribuyan a proporcionar información en los estudios del paisaje vitivinícola. A través de ellos se pueden reconocer los elementos que lo componen, en especial los viñedos, las bodegas y las labores del campo, así como otros componentes del espacio geográfico (Fernández Portela, 2019) que por lo general, son aquellos que se valoran y que caracterizan los paisajes, a la vez que conforman los objetos simbólicos e identitarios de los diferentes actores y de los lugares.

Para la recopilación de la información se parte de detectar y ubicar las rutas del vino pre establecidas para las diferentes regiones vitivinícolas a estudiar, ya que unen a los productores y bodegas más representativas de cada una. Para cumplir con este objetivo se utilizará internet: páginas, videos, publicidades, entre otros recursos, a los que se suman las imágenes capturadas por el fotógrafo en la Etapa 1.

## **Etapa 3: análisis del material relevado**

**Tabla 7: Fichado modelo sugerido para cada locación (Elaboración propia).**

<b>1.DESCRITORES HISTÓRICOS CULTURALES</b>	<b>Recursos culturales históricos</b>
<b>2.DESCRITORES ESTRUCTURALES</b>	1. <b>INFRAESTRUCTURA MARRÓN:</b> suelo, orografía
	2. <b>INFRAESTRUCTURA AZUL:</b> agua

	<p><b>3.INFRAESTRUCTURA GRIS:</b> elementos antrópicos, bodegas, casas, construcciones, red de infraestructura</p>
	<p><b>4.INFRAESTRUCTURA VERDE:</b> Vegetación nativa, frutales, viñedos, arbolado.</p>
<p><b>3.RELACIONES FUNCIONALES DE SUS COMPONENTES</b></p>	<p>Patrones de composición</p>
<p><b>4.RELACIONES FORMALES Y ESTÉTICAS</b></p>	<p>Caracterización del paisaje en función de los colores, diversidad, forma, proporciones, escala, textura, materialidad de los elementos que lo conforman.</p>

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Elías Pastor, Luis Vicente. 2014. "El paisaje del viñedo: su papel en el enoturismo / The landscape of vines: Their role in the Wine Tourism" RIVAR, IDEA-USACH, ISSN 0719-4994, V 1 N° 3, septiembre 2014, pp.12-32

Fernández Portela, J. 2019. Las etiquetas de las botellas de vino: su valor como recurso comercial y como expresión del paisaje vitivinícola. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 81, 2759, 1–33.  
<http://dx.doi.org/10.21138/bage.2759>

Gómez Miguel V. 2014. El paisaje visual del viñedo. Universidad Politécnica de Madrid, España. 2014

Martín, Miguel. 2012. La ausencia de imagen del paisaje del vino español. Terruños. Número 22 marzo 2012. Pag. 24. Edita FUNDACIÓN PARA LA CULTURA DEL VINO.

Molleví Bartoló, G. 2012. El sector vitivinícola y el paisaje: dependencia, promoción, fomento. Terruños. Número 22 marzo 2012. Pag. 16. Edita FUNDACIÓN PARA LA CULTURA DEL VINO.

Swanwick, C. 2002. Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland elaborada por la Countryside Commission y el Scottish Natural Heritage. Department of Landscape University of Sheffield and Land Use Consultants.

VIVAS, J. et. al. 2014. Organización reticular de la memoria semántica. Natural Finder y Definition Finder, dos métodos informatizados para recuperar conocimiento. Encuentros Bibli, vol. 19, núm. 40, mayo-agosto, 2014, pp. 235-252 Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, Brasil.

**INTEGRACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN DE BASES DE DATOS,  
INFORMACIÓN Y MAPAS EN REPOSITORIO**

## INTRODUCCIÓN

El estudio de caracterización físico-ambiental de regiones vitivinícolas se complementó con la correcta sistematización e integración de los datos relevados. Estas acciones se encuadraron en un contexto de avance tecnológico y revolución de la información que se traduce en herramientas que sirven de apoyo para la toma de decisiones de distintos actores y organismos en el territorio.

De esta forma, la correcta gestión de la información generada permitió:

- Disponer de los datos generados a partir del relevamiento, mejorando la calidad y cantidad de información disponible. Con esto se ahorró tiempo y esfuerzos en la búsqueda, acceso y uso de datos espaciales a la vez que evitó la duplicación de trabajo, adaptando datos de distintas fuentes y formatos, eliminando incoherencias.

- Administrar y analizar la información territorial de acuerdo a las diferentes finalidades requeridas por los usuarios, gracias esto a la interoperabilidad establecida a partir de un conjunto de tecnologías, estándares y normas. Esto permitió la utilización y combinación de datos de forma homogénea en una misma plataforma sin la necesidad de disponer de costosas herramientas, tecnología o conocimientos avanzados.

- Integrar las regiones vitivinícolas seleccionadas con las áreas relevadas en proyectos anteriores (Mendoza, San Juan, Catamarca- Salta- Tucumán) Los beneficios derivados fueron palpables en cada una de las instituciones interesadas ya que esta información permitió alcanzar análisis exhaustivos que avanzaron sobre problemáticas específicas. Estas herramientas permitieron comprender de forma integral la realidad territorial y ayudaron a la planificación estratégica de acciones futuras basadas en información precisa y confiable.

Los objetivos de esta instancia fueron:

- Desarrollar y diseñar el marco apropiado para la gestión y acceso a la información relevada a través de la plataforma cartográfica.

- Trabajar de forma colaborativa e interdisciplinaria con los diversos actores que intervienen en el proyecto para el correcto seguimiento y avance de las actividades de integración y administración de los datos obtenidos.

- Definir lineamientos y estrategias que ordenen la publicación de la información geográfica.

- Ajustar la información geográfica a las especificaciones, normas y procedimientos necesarios para lograr la interoperabilidad institucional de los mismos.

- Integrar la información relevada en un portal cartográfico web.

- Proveer productos y servicios que permitan la visualización espacial y el análisis estadístico de los datos relevados.

## **1. Diseño metodológico para la integración y homogeneización de datos espaciales**

A continuación, se describen las actividades del diseño metodológico aplicado para la sistematización, homogeneización, integración y publicación de la información, datos y mapas en el repositorio que consisten en tres etapas:

**1.1.1.1.** Estandarización, normalización y publicación de información territorial

**1.1.1.2.** Creación de Catálogo de Objetos Espaciales

1.1.1.3. Configuración y puesta en funcionamiento del portal cartográfico web

## **2. Estandarización, normalización y publicación de información territorial**

De acuerdo a la información compartida por los equipos científico-técnicos se trabajó con material correspondiente a las regiones de la provincia de La Pampa y publicaron las siguientes variables de suelos y clima:

**Tabla 8: Variables publicadas por provincia y estudio**

<b>Provincia de La Pampa</b>	
<b>Variables edafológicas</b>	<b>Variables climáticas</b>
Área de estudio	Área de estudio
Sitios relevados	Estaciones meteorológicas
Aspecto	Precipitación acumulada promedio anual
Longitud de la pendiente	Precipitación acumulada promedio en temporada
Índice topográfico de humedad	Amplitud térmica promedio anual
Índice multiresolución de fondo de valle	Amplitud térmica promedio en temporada
Índice de acumulación de flujo superficial	Amplitud térmica promedio en maduración
Distancia vertical a la red de drenaje	Frecuencia de heladas
Índice de convergencia	Horas de frío
Índice de curvatura longitudinal	Frecuencia anual de días con temperatura máxima superior a 35°C
Calcáreo total 0-50 cm	Temperatura máxima promedio anual
Calcáreo total 50-100 cm	Temperatura media promedio anual
Yeso 0-50 cm	Temperatura mínima promedio anual
Yeso 50-100 cm	Temperatura media promedio en temporada
Textura aparente 0-50 cm	Duración del período activo
Textura aparente 50-100 cm	Índice de frescor nocturno
Salinidad 0-50 cm	Índice de Huglin
Salinidad 50-100 cm	Integral térmica con base 13°C
pH 0-50 cm	Índice de Winkler

La información se presenta, en algunos casos, en formato vectorial en sus distintas geometrías (punto o área), o en formato ráster con su relativa interpolación y clasificación.

#### - **Generación del metadato**

Luego de un proceso previo de revisión se dio comienzo a la etapa de normalización de la información recabada por los equipos científicos técnicos. En primer lugar, se solicitó a los profesionales completar una planilla previamente elaborada donde debían consignar una serie de características individuales para cada capa de información generada.

Esto es conocido como metadato y permite a los usuarios obtener información detallada de la capa espacial, permitiendo juzgar su confiabilidad, práctica y alcance, su grado de actualización y los responsables involucrados en su creación. Para esto se tomaron en cuenta los principios y lineamientos recomendados por IDERA (Infraestructura de Datos de la República Argentina) de acuerdo con las normas ISO y OGC. A continuación, se presenta un ejemplo:

RECURSO	CITACION	TÍTULOS Y FECHAS	Título	INTERPOLACION TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA(septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril) OASIS TUNUYAN SUPERIOR MAPA RASTER	
		CONTACTO	Nombre del individuo	CARLA AGUSTINA PAPPALARDO	
RECURSO	DETALLE	DESCRIPCION	Fecha de creación	21/06/22	
			Fecha de publicación		
			Fecha de revisión		
			Nombre de la organización	IBD	
	PALABRAS CLAVES	TEMA	ETIQUETAS	Nombre del cargo del individuo	CONSULTOR DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EXTERNOS "PEC"
				Rol del individuo	Creador
				Correo electrónico	carlapappalardo@gmail.com
				Teléfono de contacto	54 261 3624190
				Descripción (resumen)	OBTENCION DE UNA GRILLA COMPLETA DE VALORES DE TEMPERATURA MEDIA DE TEMPORADA (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril) PARA TODO EL OASIS TUNUYAN SUPERIOR
				Propósito	LA INTERPOLACION SE REALIZO PARA CONOCER CUALES EL VALOR DE LA TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril) EN CADA PUNTO DE EL OASIS TUNUYAN SUPERIOR
MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO DEL RECURSO	FRECUENCIA DE ACTUALIZACION	Créditos	Ing. Agr. Julieta Dalmasso, Ing. Agr. Martin Cavagnaro	
			Estado	Completado	
RESTRICCIONES	RESTRICCIONES DEL RECURSO	GENERAL	Tipo de representación espacial	Cuadrícula	
			Categoría del tema	CIENCIA ATMOSFERICA, GEO CIENTIFICO	
			Etiquetas del recurso	RASTER TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA	
			Frecuencia de actualización	Según necesidad	
REFERENCIA	REFERENCIA ESPACIAL	REFERENCIA ESPACIAL UTILIZADA	Seguridad		
			Código	32719	
			Tipo de sistema de coordenadas	Planas	
			Nombre del sistema de coordenadas	WGS84/UTM zone 19S.	

Figura 6: Tabla de Metadatos. Elaboración propia.

Una vez publicadas las capas de información al portal cartográfico web, se configuraron los metadatos tomando en cuenta lo anotado en cada planilla.

#### *Preparación de capas vectoriales y ráster*

Los datos brindados por los equipos científico-técnicos fueron compartidos a través de una carpeta de Google Drive para poder trabajar en forma simultánea desde distintos dispositivos.

La información compartida se caracteriza por los siguientes recursos:

- Capas vectoriales
- Imágenes ráster
- Mapas
- Imágenes
- Tablas de metadatos

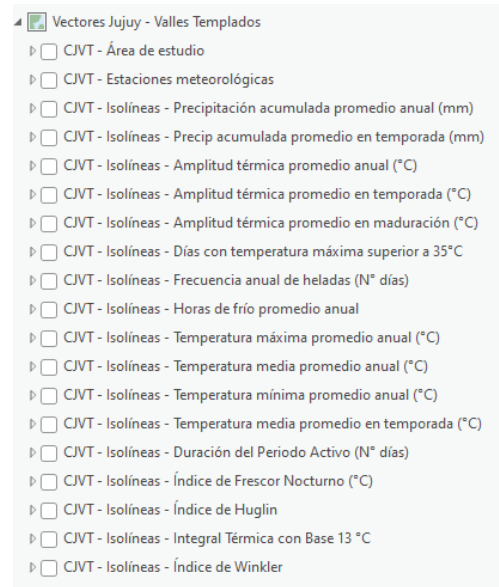
El punto de partida fue tomar las capas vectoriales y las imágenes ráster y cargarlas a un software de información geográfica para un tratamiento previo antes de su publicación en el portal web cartográfico.

La primera acción realizada fue la carga de información al software. Para ello se creó un único proyecto de trabajo y distintas pestañas para contener los datos. En cada caso, todas las capas vectoriales de las áreas de estudio se ordenaron, clasificaron y agruparon en la misma pestaña mientras que las imágenes ráster se ubicaron en una diferente. El paso siguiente tuvo que ver con dar formato a cada una de las capas y teselas cargadas en el software.

Aquí se presenta una imagen de esta organización:



**Figura 7: Organización de imágenes ráster. Elaboración propia.**



**Figura 8: Organización de capas vectoriales. Elaboración propia**

Se describen a continuación cada uno de los procesos realizados:

### Capas vectoriales

#### Apariencia

Se relaciona con la simbología de la capa. En este punto se establecieron características relacionadas con:

- Color
- Tipo de línea
- Grosor
- Efectos
- Escalas de visualización

#### Etiquetado

Tiene que ver con la información que va a indicar esa capa de forma visual. Se trabajó sobre:

- Símbolo de texto
- Fuente
- Formato del texto
- Tamaño de la etiqueta
- Efectos
- Ubicación de la etiqueta
- Reglas de etiquetado
- Escalas de visualización

## Datos

Es propiamente el dato que contiene cada entidad. Aquí se hizo foco en:

- Revisión de ortografía
- Orden de los campos
- Tipo de datos



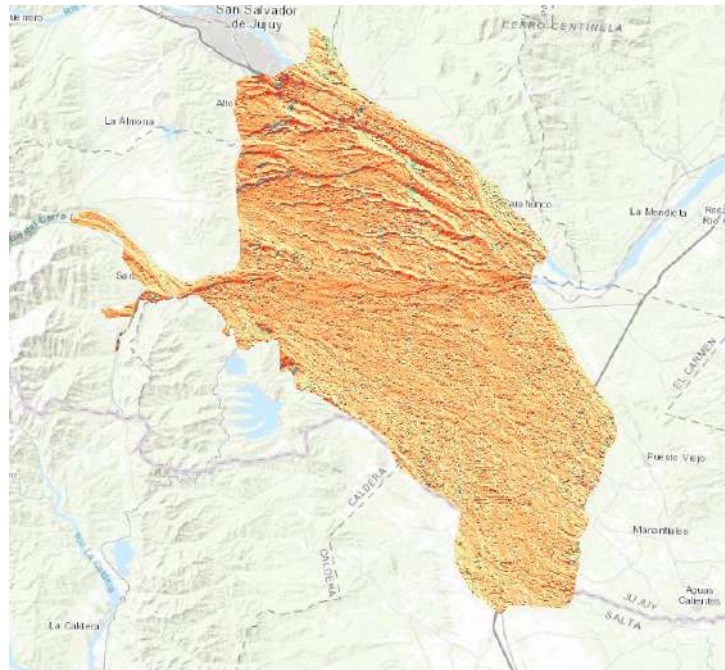
**Figura 9: Ejemplo de capa vectorial trabajada**

### - **Imágenes ráster**

#### Apariencia

Se relaciona con la simbología de la capa. En este punto se establecieron características relacionadas con:

- Ajuste de valores por extensión
- Tipo de extensión
- Esquema de color
- Etiquetado
- Clasificación de la leyenda
- Escalas de visualización



**Figura 10: Ejemplo de imagen ráster trabajada (elaboración propia)**

*Publicación de información territorial al portal cartográfico web*

Una vez completada la estandarización y normalización de los datos fue necesario compartir vectores y ráster como capas web para poder utilizarlos en la creación de herramientas dentro del portal cartográfico web. Para ello se realizó la siguiente configuración:

Detalles del elemento

En este punto debió completarse tres aspectos que permiten ubicar de forma rápida el recurso dentro del contenido publicado en el portal.

- **Nombre**

Además de la temática a la que hace referencia la capa web, el equipo consultor determinó siglas para abreviar el estudio general y la localización geográfica de los datos. Para cada provincia quedaron establecidas de la siguiente forma:

- **EJHVT:** Edafología La Pampa – Puelén – Curacó y Trenel – Rancul,

- **Resumen**

Se hizo referencia de forma acotada a la temática general de la que trata la capa web

- **Etiquetas**

Identificación de la capa dentro del contenido del portal.

Tipo de capa

En este caso se seleccionó:

- **Entidad:** para capas vectoriales
- **Tesela:** para imágenes ráster

Ubicación

Para cada provincia se creó un directorio dentro del portal cartográfico donde se alojan las distintas capas y ráster publicadas.

Configuración

En este punto debieron tomarse en cuenta aspectos individuales para cada tipo de capa:

- **Entidad:** habilitar la opción de exportar datos y definir la zona horaria
- **Tesela:** establecer el esquema de ordenamiento en teselas y determinar los niveles de detalle. En este caso, el rango definido fue:



**Figura 11: Niveles de detalles en publicación de imágenes ráster (elaboración propia)**

### **3. Catálogo de Objetos Espaciales**

Debido a la necesidad de llevar un registro de los elementos publicados en el portal cartográfico, se diseñó un formulario de carga de información para agregar las distintas variables trabajadas por los equipos técnicos.



The image shows a web form titled "Carga de Datos Espaciales" with a red header. Below the header, there is a section labeled "Provincia analizada" with a dropdown arrow. Underneath, the text "Seleccionar Provincia" is followed by a dropdown menu currently showing "Mendoza". Below this, the text "Seleccionar Región" is followed by four radio button options: "Oasis Sur", "Oasis Río Mendoza" (which is selected and highlighted in grey), "Oasis Río Tunuyán Superior", and "Oasis Río Tunuyán Inferior".

**Figura 12: Ejemplo de carga de Datos Espaciales para el Oasis Río Mendoza (elaboración propia)**

Además de la provincia y región analizada, el formulario permite recolectar información referida a la temática, el estudio al que pertenece y el formato en que se han presentado los datos.

Una vez cargadas las variables, un tablero de visualización va constituyendo el **Catálogo de Objetos Espaciales**.

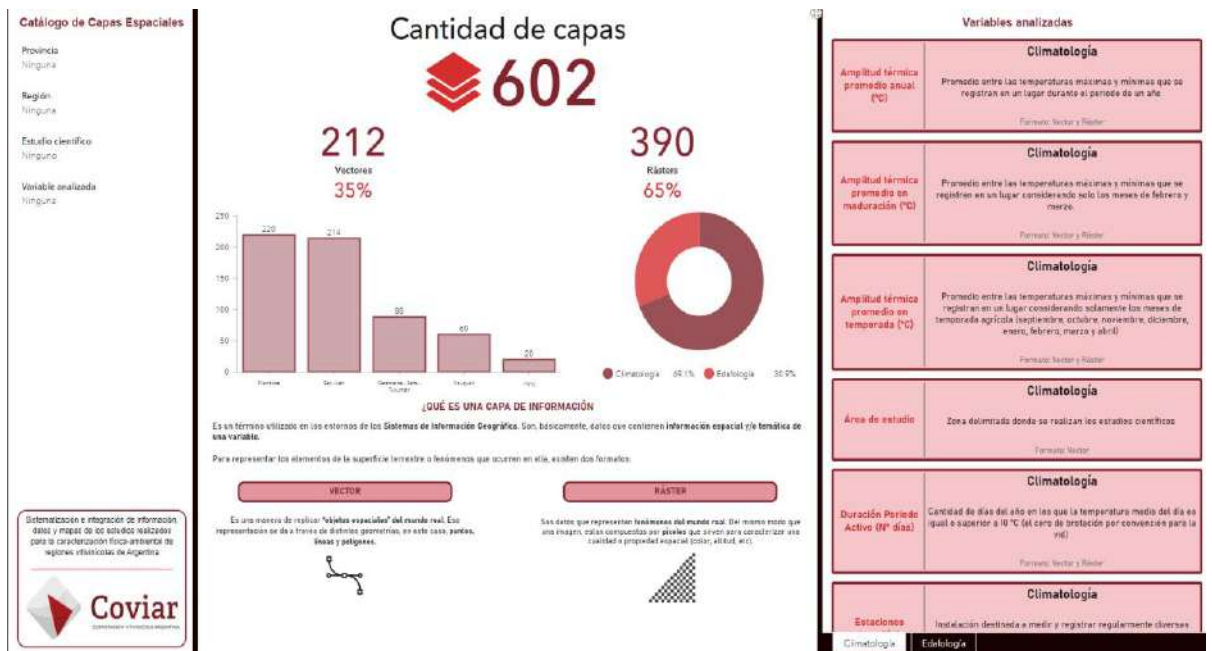


Figura 12: Catálogo de Objetos Espaciales (elaboración propia)

Además de un conteo estadístico simple de capas, se presenta información desagregada por variables permitiendo filtrar los datos de acuerdo con provincia, región y estudio científico.

#### 4. Configuración y puesta en funcionamiento del portal cartográfico web

Una vez cumplidos todos estos pasos, las capas fueron publicadas al portal cartográfico web quedando disponibles para su uso y consulta.

##### *Carga del metadato*

Corresponde a cada capa la carga de su correspondiente metadato, esto permite a los usuarios obtener información detallada de la capa espacial, permitiendo juzgar su confiabilidad, práctica y alcance, su grado de actualización y los responsables involucrados en su creación.

Metadatos	Recurso	Calidad	Distribución	Representación	Contenido	Campos	Referencia
Perfil	Alcance	Idioma	Contacto	Fecha de metadatos	Hora de los metadatos	Mantenimiento	Restricciones
<input type="radio"/>	Regional						
<input type="radio"/>	Rango de Escala						

**Figura 13: Tabla de metadatos en portal cartográfico web (elaboración propia)**

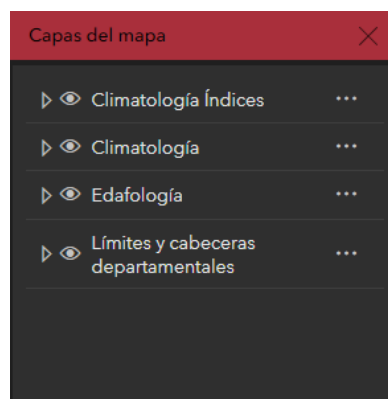
La forma más común de acceder a esta información es en el momento en que un usuario descarga la capa de información desde el portal. En este caso, esos datos serán acompañados por un archivo en formato “XML” indicando los metadatos correspondientes.

### *Creación y diseño de herramientas y aplicativos web*

#### Mapas base

El punto de partida para crear un aplicativo cartográfico es la configuración del mapa base, esto podría entenderse como una plantilla prediseñada con información geográfica que proporciona contexto y alimenta a otras aplicaciones.

Allí se añaden, agrupan y ordenan las distintas capas de información publicadas por región.



**Figura 14: Capas del mapa base (elaboración propia)**

Dentro del mapa base es necesario realizar algunos ajustes a las capas de información para asegurar un correcto entendimiento del usuario al momento de su consulta. Algunas de ellas son:

- Cambiar nombre
- Definir visibilidad
- Modificar simbología
- Definir apariencia
- Ajustar transparencia
- Determinar escalas de visualización
- Configurar etiquetas

Existe un mapa base por cada región trabajada.

### Visualizadores cartográficos

Una vez configurado el mapa base correspondiente, es momento de crear aplicaciones web de visualización y consulta de la información geográfica publicada.

En este punto el enfoque está puesto en la funcionalidad de la herramienta, es por ello que el producto resultante es un visualizador cartográfico web interactivo donde pueden obtenerse nuevas perspectivas y detalles mejorados a medida que el usuario interactúa con los datos, hace zoom y busca en el mapa.








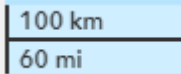
Para este caso, el usuario puede seleccionar que provincia es de su interés y allí podrá acceder a la información territorial correspondiente.

Las acciones realizadas en torno a estos son:

- Carga de imagen de fondo
- Creación de botones
- Definición de hipervínculos
- Disposición de títulos y contenido
- Dar formato a texto
- Configuración del tamaño y posición de los elementos
- Animación de los elementos




De forma predeterminada podemos observar el mapa base configurado previamente y una serie de elementos ubicados en cada extremo de la ventana los cuales cumplen funciones específicas. Cada uno de ellos corresponde a:

**Tabla 9: Funciones pre configuradas del visualizador (elaboración propia)**

<b>Buscador de dirección o lugares</b>	
<b>Galería de mapas base</b>	
<b>Regla de medición</b>	
<b>Agrandar pantalla</b>	
<b>Buscar mi ubicación</b>	
<b>Acercar o alejar el mapa</b>	
<b>Vista de mapa predeterminada</b>	
<b>Escala cartográfica</b>	

Además, el equipo de trabajo configuró 3 widgets específicos para cada aplicativo:

**Tabla 10: Widgets creados para visualizadores cartográficos (elaboración propia)**

<b>Lista de capas</b>		Detalle de la información geográfica para cada oasis de estudio.
<b>Leyenda</b>		Explicación gráfica y nominal del significado de los símbolos en el mapa
<b>Perfil de elevación</b>		Medición entre dos puntos que muestra las elevaciones del terreno

Sobre estos elementos deben realizarse configuraciones en los siguientes parámetros:

- **Dirección**
- **Comportamiento**
- **Apariencia**
- **Formato**
- **Espaciado**
- **Tamaño y posición**
- **Animación**
- **Estilo**

### Aplicaciones web

Una vez ingresado al portal, la información geográfica se encuentra disponible para su consulta. En este caso se presenta la provincia de La Pampa como ejemplo:



**Figura 15: Aplicativo cartográfico web ejemplo (elaboración propia)**

Como se observa, en una misma ventana es posible acceder a la información territorial de la provincia de La Pampa según los estudios climatológicos y edafológicos realizados por los equipos científico-técnicos.

Una vez completadas todas estas etapas, el producto final es una herramienta web funcional que permite la visualización y consulta de información geográfica en distintos formatos.

### Otras funcionalidades

#### Instructivo de uso

Para facilitar la experiencia de los usuarios al usar la plataforma, se diseñó un instructivo corto con pasos a seguir para el correcto uso de los aplicativos y sus herramientas. Es posible encontrarlo en la portada de cada una de las provincias trabajadas.



**Figura 16: Instructivo de uso (elaboración propia)**

#### Descarga de mapas

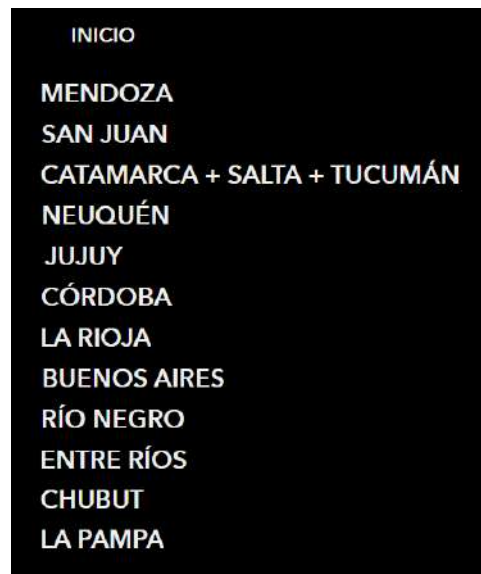
Se configuraron los apartados de descarga de mapas en pdf de las variables edafológicas y de paisaje para las distintas provincias.



**Figura 17: Repositorio para la descarga de mapas (elaboración propia)**

### [Ventanas por provincia](#)

Aprovechando el bajo flujo de información compartida en esta etapa, se crearon y dejaron preconfiguradas las ventanas de las provincias cuya información no está aún compartida. Esto permitirá en el futuro agilizar los procesos de diseño evitando mayores demoras:



**Figura 18: Accesos a repositorio de cada provincia en ventana intermedia (elaboración propia)**

# CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

PROVINCIA DE LA PAMPA

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES



**Coviar**  
CORPORACIÓN VITIVINÍCOLA  
ARGENTINA

AUTORES

MARTÍN CAVAGNARO  
CARLA PAPPALARDO

COLABORADORES

ADRIANA CARETTA  
CARLOS FLORES  
REGINA AGUILERA  
VANESA HIDALGO  
JULIETA DALMASSO

**AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: LIC. IGNACIO LAMOTHE**

**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**

## RESUMEN

Este informe trata la caracterización climática de las zonas vitivinícolas de la provincia de La Pampa. El objetivo es identificar fortalezas y debilidades ambientales y socio-productivos de las regiones vitivinícolas del país que sirvan como base de información idónea para la planificación y gestión territorial, y la implementación de políticas públicas sectoriales, especialmente orientadas a reducir el impacto del cambio climático en sus diversas manifestaciones (restricción hídrica, mayor frecuencia de fenómenos extremos, calentamiento, entre otras).

Este estudio tiene los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar y sistematizar los datos e información climática y ambiental.
2. Generar datos e información referida a las características climáticas y ambientales para su integración en los casos en que la información existente sea insuficiente.
3. Integrar y armonizar las bases de datos e información existente con la generada en un repositorio dispuesto por COVIAR.
4. Contribuir al manejo integral, eficiente y sostenible de los viñedos a partir del análisis e interpretación de datos e información cuanti y cualitativa generada y recopilada.
5. Promover la consolidación de la vitivinicultura de cada lugar como actividad económica que nuclea familias, radica inversiones, desarrolla servicios, contribuyendo al desarrollo local.
6. Mejorar el posicionamiento de la cadena de valor vitivinícola Argentina con información de base que permita el diseño de políticas públicas de gestión integral de recursos físico-ambientales.

7. Facilitar el proceso de obtención de Identificaciones Geográficas (IG) al disponer de una guía metodológica unificada y validada por el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), y acceso a bases de datos e información para cumplimentar las especificaciones requeridas.
  
8. Propiciar la puesta en valor de los atributos diferenciales de la producción de las distintas regiones vitivinícolas de Argentina.

En este informe se identifican dos regiones en los extremos norte y sur de la provincia, ambas de clima homogéneo debido a su extensión y topografía y con escasas precipitaciones. En Puelén-Curacó, al sur, se presentan noches frescas y calificación de región cálida mientras que, al norte, en Rancul-Trenel, las noches son más templadas y la región cálida a muy cálida. Se recomienda el cultivo de variedades de ciclo corto a intermedio.

## ÍNDICE DEL INFORME

METODOLOGÍA.....	29
1. BASES DE DATOS METEOROLÓGICOS.....	30
2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS.....	32
3. CÁLCULO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES AGROCLIMÁTICAS.....	34
4. CÁLCULO DE ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE LA VID.....	35
DESARROLLO.....	40
5. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO.....	41
6. TAREAS REALIZADAS.....	41
PRODUCTOS OBTENIDOS.....	42
7. ANÁLISIS CLIMÁTICO.....	43
8. PUELÉN- CURACÓ.....	43
8.1 Caracterización anual.....	44
8.1.1 Temperatura.....	44
8.1.2 Precipitaciones.....	45
8.1.3 Caracterización de la temporada agrícola.....	46
8.1.4 Índices bioclimáticos.....	46
9. RANCUL – TRENEL (CORREDOR RUTA 4).....	50
9.1 Caracterización anual.....	51
9.1.1 Temperatura.....	51
9.1.2 Precipitaciones.....	51
9.1.3 Caracterización de la temporada agrícola.....	52
9.1.4 Índices bioclimáticos.....	52
10. TABLAS DE INFORMACIÓN.....	56
11. MAPAS.....	56
12. AGRADECIMIENTOS.....	58
13. BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXO I.....	61
ANEXO II.....	69
ANEXO III.....	72
ANEXO IV.....	75
ANEXO V.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Áreas de estudio con vid en el área norte de la Provincia de La Pampa: Rancul-Trenel (preliminar). .....	30
Figura 2: Áreas de estudio con vid, en el área sur de la Provincia de La Pampa: Puelén-Curacó (preliminar). .....	31
Figura 3: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para Puelén-Curacó, Provincia de La Pampa.....	44
Figura 4: Climograma para la región Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa. ....	45
Figura 5: IW – Índice de Winkler. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	48
Figura 6: IH – Índice de Huglin. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa. ....	48
Figura 7: IFN – Índice de F. Nocturno. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	49
Figura 8: IFN – Índice de Frescor Nocturno. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	50
Figura 9: Superficie con vid, estaciones meteorológicas para la Rancul – Trenel (Corredor Ruta 4) Provincia de La Pampa. ....	50
Figura 10: Climograma para la región de Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa. ....	52
Figura 11: IW - Índice de Winkler. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa. ....	54
Figura 12: IH - Índice de Huglin. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa. ....	55
Figura 13: IFN - Índice de Frescor Nocturno. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa. ....	55
Figura 14: ITB13 – Integral Térmica Base 13 °C. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa. ....	56
Figura 15: Temperatura máxima media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	76
Figura 16: Temperatura media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	77
Figura 17: Temperatura mínima media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	77
Figura 18: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	78
Figura 19: Precipitación acumulada anual media (mm) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	79
Figura 20: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	80

Figura 21: Horas de frío acumuladas (N° horas) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	81
Figura 22: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa.....	82
Figura 23: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa.....	83
Figura 24: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa.....	83
Figura 25: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa.....	84
Figura 26: Amplitud térmica media diaria (C°) de los meses de maduración (febrero y marzo) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa .....	85
Figura 27: Temperatura máxima media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa .....	86
Figura 28: Temperatura media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa .....	87
Figura 29: Temperatura mínima media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa .....	88
Figura 30: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa .....	88
Figura 31: Precipitación acumulada anual media (mm) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa .....	89
Figura 32: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa .....	90
Figura 33: Horas de frío acumuladas (N° horas) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa	91
Figura 34: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa.....	92
Figura 35: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa.....	93
Figura 36: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa.....	93
Figura 37: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa.....	94
Figura 38: Amplitud.....	95
Figura 39: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	1
Figura 40: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	1
Figura 41: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	2

Figura 42: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	3
Figura 43: DPA - Duración del período activo (N° de días) Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa .....	3
Figura 44: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa .....	4
Figura 45: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa .....	5
Figura 46: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa .....	5
Figura 47: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa.....	6
Figura 48: DPA - Duración del período activo (N° de días) Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa .....	6

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estaciones meteorológicas de redes nacionales, redes provinciales y de gestión privada, señalando su ubicación, altitud y longitud de la serie de datos.....	31
Tabla 2: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944).....	36
Tabla 3: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983). .....	37
Tabla 4: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004).....	38
Tabla 5: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13). .....	39
Tabla 6: Superficie cultivada con vid en la provincia de La Pampa .....	41
Tabla 7: Clasificación de Puelén - Curacó en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13).....	46
Tabla 8: Índice de Winkler (IW) e Índice de Huglin (IH) para la Puelén - Curacó (promedio, rango y desviación estándar) .....	47
Tabla 9: Índice de Frescor Nocturno (IFN) para la Puelén - Curacó (promedio, rango y desviación estándar).....	47
Tabla 10: Clasificación de la región Quebradas en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13).....	53
Tabla 11: Índice de Winkler (IW) e Índice de Huglin (IH) para la región Rancul - Trenel (promedio, rango y desviación estándar) .....	53

Tabla 12: Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral Térmica con Base 13 °C (ITB13) para la región de Rancul - Trenel (promedio, rango y desviación estándar).....	55
Tabla 13: Temperaturas máximas medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.....	62
Tabla 14: Temperaturas medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.....	63
Tabla 15: Temperaturas mínimas medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.....	64
Tabla 16: Amplitudes térmicas diarias medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.....	65
Tabla 17: Humedad relativa media (en %) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.....	66
Tabla 18: Precipitación acumulada (en mm) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.....	67
Tabla 19: Horas de frío acumuladas (en horas), frecuencia anual de heladas meteorológicas y de días con temperaturas superiores a 35 °C (en días) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina .....	68
Tabla 20: Amplitudes térmicas diarias medias (en °C) y precipitación acumulada (en mm) para la temporada agrícola (de septiembre a abril) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores.....	70
Tabla 21: Amplitudes térmicas diarias promedio (en °C) en los meses de maduración de la uva (febrero y marzo) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina .....	71
Tabla 22: Valores calculados para los índices bioclimáticos: Días de Período Activo (DPA), Índice de Winkler (IW), Índice de Huglin (IH), Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral de Térmica con Base 13°C (ITB13) para las localidades de la provincia de Buenos Aires y alrededores, Argentina.....	73
Tabla 23: Valores calculados para los índices bioclimáticos: Días de Período Activo (DPA), Índice de Winkler (IW), Índice de Huglin (IH), Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral de Térmica con Base 13°C (ITB13) para las localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.....	74

## METODOLOGÍA

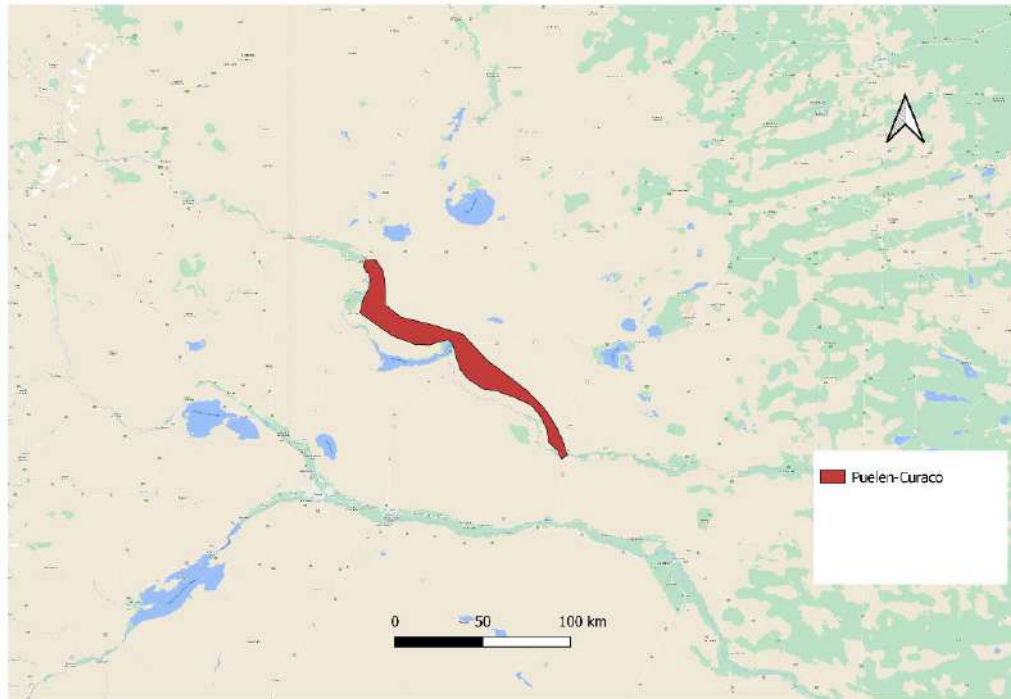
## BASES DE DATOS METEOROLÓGICOS

En el caso de La Pampa, las bases de datos disponibles del SMN corresponden a las estaciones General Pico AERO y Santa Rosa AERO. Esta última no se utilizó debido a que su zona de influencia es lejana a las áreas de estudio.

Se utilizan bases de datos pertenecientes a la red de estaciones meteorológicas de la Provincia de La Pampa, la mayoría de ellas con series cortas de información, pero permiten caracterizar el clima presente de las áreas de estudio: Casa de Piedra, Puelén, Colonia 25 de Mayo, Pichi Huinca, Ing. Luiggi y Eduardo Castex.



**Figura 1: Áreas de estudio con vid en el área norte de la Provincia de La Pampa: Rancul-Trenel (preliminar).**



**Figura 2: Áreas de estudio con vid, en el área sur de la Provincia de La Pampa: Puelén-Curacó (preliminar).**

**Tabla 1: Estaciones meteorológicas de redes nacionales, redes provinciales y de gestión privada, señalando su ubicación, altitud y longitud de la serie de datos.**

Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (msnm)	Extensión de la serie de datos
Colonia 25 de mayo (Gob. La Pampa)	-37,77	-67,72	348	2019 -2021
Pichi Huinca (Gob. La Pampa)	-35,65	-64,77	242	2019 - 2021
Eduardo Castex (Gob. La Pampa)	-35,91	-64,30	191	2019 - 2021
Ingeniero Luiggi (Gob. La Pampa)	-35,49	-64,44	192	1997 - 2020
Puelén (Gob. La Pampa)	-37,34	-67,62	459	2012 - 2020
Casa de Piedra (Gob. La Pampa)	-38,16	-67,14	295	2008 - 2020
General Pico AERO (SMN)	-35,68	-63,77	145	1980 - 2020

Fuente: Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas Provincia de La Pampa (<https://lapampa.redesclimaticas.com/>)

Se utilizó también información climática modelada para las localidades **Puelches**, **Gdor. Duval** y **Arata**. para poder mejorar la calidad de los cálculos realizados con datos modelados provenientes del modelo meteorológico global NEMS, que tiene una resolución de, aproximadamente 30 km, a la cual se puede acceder desde el sitio web Meteoblue (<https://www.meteoblue.com/es/>) con acceso libre y gratuito, existiendo una versión arancelada con mayor cantidad de complementos y calidad de información.

Este grupo de modelos globales y locales contienen 60 capas atmosféricas y alcanzan profundamente la estratosfera a 10 - 25 hPa (60 km de altitud). El clima es simulado resolviendo ecuaciones matemáticas complejas entre todas las células de la rejilla o parrilla conformada cada pocos segundos. Este modelo se calcula dos veces al día en un clúster de alto rendimiento.

## ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS

Se realizó el análisis de consistencia de datos de todas las bases de datos con las que se contó para el análisis.

La validación de la información se efectuó de acuerdo con las premisas y metodologías correspondientes a los documentos: “Descripción de controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur” de Veiga et al (2015) y la Norma OMM-N° 1238 “Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de Alta Calidad”. Estos procedimientos aseguran que los datos han sido generados adecuadamente, identificando los registros erróneos o fuera de rango (“outliers”). Las metodologías se basan en diferentes testeos:

- ✓ Testeo Generales para verificar la integridad general de los datos,

✓ Testeos de rango fijo, que asegura que no existan valores físicamente imposibles en la base de datos.

✓ Testeos de rango variable, que verifican los datos con umbrales para identificar valores sospechosos para cada mes del año.

✓ Testeos de continuidad temporal, que evalúan las secuencias de valores en días consecutivos.

## CÁLCULO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES AGROCLIMÁTICAS

Luego de la validación de cada base de datos, se procedió a realizar los cálculos para la obtención de valores de las principales variables climáticas de interés, para las regiones vitícolas de La Pampa:

- ✓ Temperatura máxima media (°C).
- ✓ Temperatura media (°C).
- ✓ Temperatura mínima media (°C).
- ✓ Amplitud térmica diaria (°C): diferencia entre temperatura máxima y temperatura mínima diaria.
- ✓ Humedad Relativa media (%).
- ✓ Precipitación acumulada (mm).
- ✓ Horas de Frío (N° de horas): cantidad de horas en las que la temperatura del aire estuvo por debajo de 7°C). Es importante que el cultivo de vid cuente con una acumulación un rango entre 500 a 1400 horas de frío previo al comienzo del ciclo agrícola anual.
- ✓ Frecuencia anual de heladas meteorológicas (N° de días): Frecuencia anual de días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C. Dato clave para calcular la longitud del ciclo, las fechas de inicio y fin de ciclo, y los potenciales riesgos de daños en el cultivo de la vid.
- ✓ Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35 °C (N° de días): Es un importante parámetro para estimar las respuestas en materia fotosintética y de respiración óptimas y /o limitadas que puede tener el cultivo de vid.

✓ Frecuencia de olas de calor (N° eventos): Ola de calor es un evento de 3 (tres) o más días consecutivos en los que la temperatura máxima absoluta supera el valor de temperatura máxima del percentil N° 90 de la serie histórica de temperaturas para una localidad. Es importante conocer estos datos, estando en contexto de calentamiento global, ya que puede inducir a reducción de rendimiento fotosintético, respiratorio, inducir fotorrespiración y potencialmente reducción de rendimientos de cosecha.

## CÁLCULO DE ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE LA VID

Para poder realizar una correcta caracterización agroclimática de las regiones vitivinícolas, a los parámetros generales del clima de cada zona, deben sumarse algunos índices que nos indican las posibilidades del cultivo de la vid y las características del clima respecto del desempeño del cultivo.

Analizando los productos a entregar y los antecedentes que existen en la temática, así como siguiendo directrices y conceptos de la Organización Internacional de la Viña y el Vino, se decidió calcular estos índices particulares, la mayoría de ellos de base térmica e incluyendo variables que contemplan la longitud del día, al considerar la latitud.

Para ello se utilizaron los indicadores e índices clásicos para la vid, a saber

✓ Duración del período activo: Cantidad de días del año en los que la temperatura media día es igual o superior a 10 °C (el cero de brotación por convención para la vid).

✓ Integral Térmica de Winkler o Índice de Winkler (Amerine & Winkler, 1944): Mide la integral térmica por encima de 10 °C entre el 1° de octubre y el 30 de abril (hemisferio sur), calculado como la sumatoria de temperaturas medias diarias menos 10 °C, en el período de 7 (siete) meses considerados.

La fórmula aplicada es:

$$IW = \sum_{1 \text{ octubre}}^{30 \text{ abril}} (T_{md} - 10^{\circ}\text{C})$$

donde Tmd es la temperatura media diaria.

La clasificación de Regiones según este índice es la siguiente:

**Tabla 2: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944).**

Región	Clasificación	Intervalo de clase
I	FRÍA	< 1370 °C Día
II	TEMPLADA	1371 – 1650 °C Día
III	TEMPLADO-CÁLIDA	1651 – 1925 °C Día
IV	CÁLIDA	1926 – 2205 °C Día
V	MUY CÁLIDA	> 2205 °C Día

El WI también se puede calcular a partir de datos mensuales. En tal caso, se debe multiplicar, de forma mensual, las sumas térmicas (GDD) obtenidas mediante la misma ecuación por el número de días cada mes.

Este índice fue desarrollado por los autores para California, Estados Unidos, donde los autores califican a las Regiones I y II como las más aptas y para obtener uvas e la mejor calidad. En tanto otros investigadores (Gladstones, 1992) califican a las Regiones II y III como las más aptas y donde se obtienen mejor calidad de frutos para vinificar.

✓ Índice Heliotérmico de Huglin (Huglin, 1978, 1983): Este índice fue desarrollado por el autor considerando las condiciones climáticas del Norte de

Europa en donde, durante el ciclo vegetativo, las temperaturas son bajas y los días son largos.

Se trata de un cúmulo de temperaturas en particular, que se realiza teniendo en cuenta la influencia de la temperatura al mediodía (temperaturas cercanas a las máximas), que es cuando la actividad fotosintética de la vid alcanza su punto álgido. Además, presenta un coeficiente de duración del día, que depende de la latitud, para integrar la duración de la actividad fotosintética, mayor en la estación vegetativa de la vid hacia latitudes altas.

Se calcula como la integral térmica del promedio entre las temperaturas máxima y media, deducidos 10 °C, entre septiembre y marzo (6 meses) para el hemisferio sur. Esta integral se pondera por una constante (k) que depende de la longitud del día y toma valores superiores a 1 entre los 40° y 50° de latitud. Para latitudes menores se considera valor k = 1.

La ecuación para el cálculo de este índice es:

$$IH = \sum_{1 \text{ septiembre}}^{31 \text{ marzo}} \left[ \frac{T_{\max d} - T_{\text{md}}}{2} - 10^{\circ}\text{C} \right] \cdot k$$

donde T<sub>maxd</sub> es la temperatura máxima diaria, T<sub>md</sub> es la temperatura media diaria y k es la constante heliotérmica de Huglin.

La Clasificación se regiones según este índice es:

**Tabla 3: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983).**

Acrónimo	Clasificación	Intervalo de clase
HI-3	MUY FRÍO	< 1500 °C Día
HI-2	FRÍO	1501 – 1800 °C Día
HI-1	TEMPLADO	1801 – 2100 °C Día
HI+1	TEMPLADO-CÁLIDO	2101 – 2400 °C Día
HI+2	CÁLIDO	2401 – 3000 °C Día
HI+3	MUY CÁLIDO	> 3000 °C Día

✓ Índice de Frescor Nocturno o índice de Noches Frías (Tonietto, 1999; Tonietto & Carbonneau, 2004): Índice climático vitícola desarrollado para para estimar la condición nictotérmica asociada al período de maduración de las uvas. Para el hemisferio sur se calcula como el promedio de temperaturas mínimas medias diarias del aire del mes de marzo.

$$\text{IFN} = \text{IC} = \text{Temperatura mínima media del aire del mes de marzo en } ^\circ\text{C}$$

La clasificación usa el acrónimo CI (Nigth Cold Index):

**Tabla 4: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004).**

Acrónimo	Clasificación	Intervalo de clase
CI-2	NOCHES MUY FRÍAS	<12,0 °C
CI-1	NOCHES FRÍAS	12,1 – 14,0 °C
CI+1	NOCHES TEMPLADAS	14,1 – 18,0 °C
CI+2	NOCHES CÁLIDAS	>18,0 °C

El IFN cuantifica los efectos de las bajas temperaturas nocturnas, durante el mes previo a la cosecha sobre la síntesis de metabolitos secundarios como los

polifenoles y aromas. Según los autores, los valores favorables durante la maduración se sitúan en torno a los 16° C.

✓ **Integral Térmica con Base 13°C (ITB13):** Es la sumatoria de temperaturas medias, deducidos 13 °C, calculada desde el día en que se alcanza la media de 13 °C en primavera, hasta el día en que la temperatura media está por debajo de ese valor, en otoño.

La fórmula de cálculo para este índice:

$$ITB13 = \sum_{\text{DíaT013}}^{\text{Día Tm13}} (T_{md} - 13^{\circ}\text{C})$$

donde Tmd es la temperatura media diaria.

Clasificación:

**Tabla 5: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13).**

Clasificación	Intervalo de clase
NO APTO PARA EL CULTIVO DE LA VID (no madura ni siquiera la variedad de ciclo más corto)	<800 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO INTERMEDIO Y CICLO CORTO (Cabernet Sauvignon, Bonarda). No maduran adecuadamente.	<1556 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO LARGO	>1556 °C Día

## DESARROLLO

## DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO

Se trabajó, en primer lugar, en la definición de las áreas cultivadas con vid de la provincia de La Pampa en conjunto con el equipo técnico de la Componente 1 del proyecto (Geología, Geomorfología y Edafología).

A partir de ello se realizó un análisis acerca de las estaciones o puntos de observación y/o con datos modelados que fuesen óptimos o de mayor utilidad para el trabajo propuesto, habida cuenta que no siempre es posible encontrar información meteorológica observada en las zonas de cercanía.

La delimitación de las áreas de trabajo permitió focalizar la búsqueda de información hacia las áreas de interés en estas provincias, cualquiera sea su origen.

**Tabla 6: Superficie cultivada con vid en la provincia de La Pampa**

Provincias	Regiones	Superficie (ha cultivadas con vid s/INV)
La Pampa	Alto Valle del Río Colorado (Puelén- Curacó), Corredor Ruta 4 (Rancul – Trenel).	269

## TAREAS REALIZADAS

a. Búsqueda y solicitud de todas las bases de datos climáticas de escala de registro diaria, intentando que sean provenientes de estaciones meteorológicas lo más cercanas posible a las áreas de cultivo con vid.

b. Análisis de consistencia de los datos de las estaciones meteorológicas y compatibilización de las diferentes frecuencias de captura de datos.

c. Incorporación de datos modelados en zonas con ausencia de información o de calidad deficiente.

d. Caracterización de las principales variables climáticas (temperatura, precipitaciones, amplitud térmica, frecuencia de heladas, días con temperaturas máximas superiores a 35°C, frecuencia de olas de calor).

e. Determinación de índices bioclimáticos: índice heliotérmico de Huglin, integral térmica eficaz de Winkler, índice de frescor nocturno, integral térmica con base 13°C y duración del período activo.

## PRODUCTOS OBTENIDOS

## ANÁLISIS CLIMÁTICO

La provincia de La Pampa presenta una variedad de climas templados que crecen en aridez y rigurosidad de este a oeste, climas templados y semiáridos, como resultado del aumento de la continentalidad y las particularidades locales de la circulación atmosférica. Como consecuencia de estas características climáticas, los pastizales más verdes del oriente pampeano devienen un espinal seco hacia el centro de la provincia y culminan en un monte ralo y de características esteparias hacia el extremo occidental del territorio.

En el sector noroeste de la provincia se registran los mayores niveles de precipitación y temperaturas agradables, permitiendo el asentamiento de la mayor parte de la población con el mayor desarrollo productivo. Hacia el oeste y sudoeste, disminuye el nivel de precipitaciones y calidad de los suelos, siendo las amplitudes térmicas muy pronunciadas, típicas de los climas continentales. El clima del área agrícola de La Pampa es mesotermal templado frío.

## PUELÉN- CURACÓ

Este es el oasis con mayor desarrollo de la provincia de La Pampa, ubicado hacia el sur de la provincia, abarcando las áreas cultivadas de las localidades: Colonia 25 de mayo, Casa de Piedra y Gobernador Duval. Sus altitudes que van de 370 msnm a 220 msnm de oeste a este del oasis.



**Figura 3: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para Puelén-Curacó, Provincia de La Pampa.**

## 8.1 Caracterización anual

### 8.1.1 Temperatura

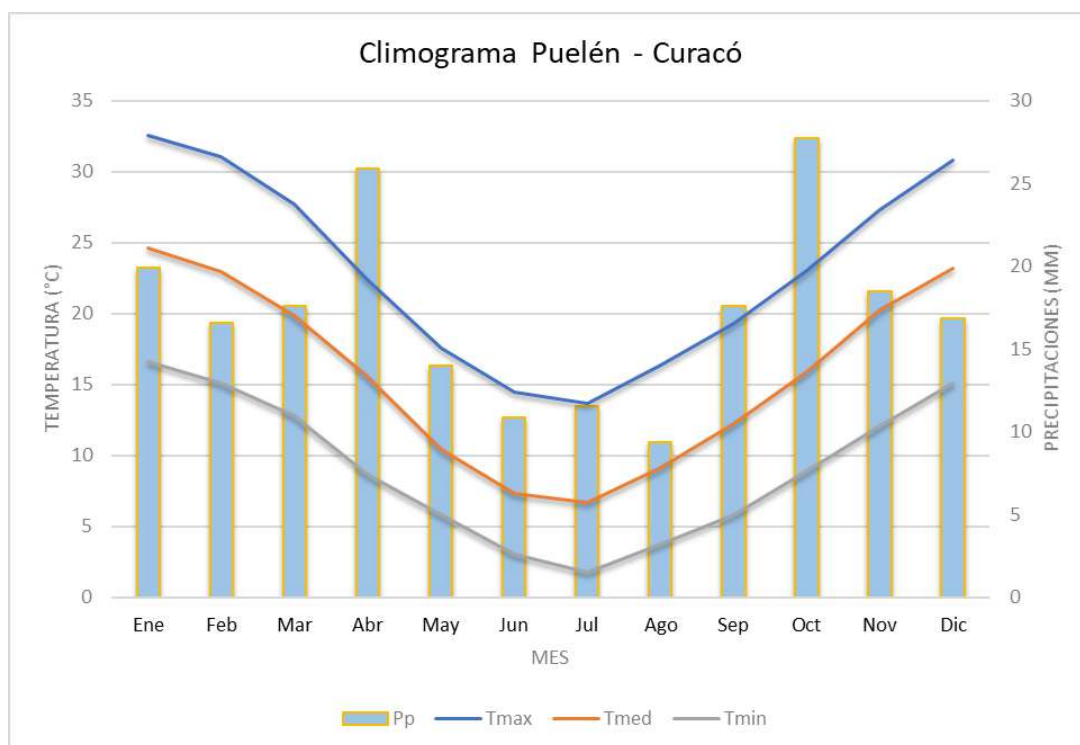
La temperatura media anual es de 15,7 °C, que tiene valores máximos en la zona central, en Casa de Piedra y mínimos hacia el oeste en Colonia 25 de mayo. La misma tendencia se observa en los valores de temperaturas medias máximas y medias mínimas.

El promedio anual de amplitud térmica diaria es de 13,9 °C, también con valores máximos en la zona central, en Casa de Piedra.

Las horas de frío en promedio muestran valores acumulados de 1.328,3 horas, incrementándose los valores de este a oeste del oasis, con máximas acumulaciones

en Colonia 25 de mayo.

En cuanto a los valores extremos de temperatura en este oasis, la frecuencia anual de días con temperaturas superiores a los 35°C, tiene una variación en aumento desde los extremos hacia el centro de la región, con un promedio de 19,6 días.



**Figura 4: Climograma para la región Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa.**

En cuanto a la frecuencia anual promedio de días con heladas meteorológicas, la misma es de 27,6 días, con valores máximos de frecuencia hacia el extremo de oeste y mínimas en el centro del oasis, en Casa de Piedra. La frecuencia anual de eventos de olas de calor, es de 3.8 en promedio.

### 8.1.2 Precipitaciones

El valor de precipitaciones acumuladas anuales promedio en este oasis es de 206,4 mm, con gradiente de aumento oeste-este y poca variabilidad. Los meses con mayor precipitación acumulada: octubre con 27,7 mm, seguido de abril con 25,9 mm y enero con 19,9 mm (Figura 4).

### 8.1.3 Caracterización de la temporada agrícola

Las temperaturas medias promedio para el oasis son de 19,3 °C, mientras que las temperaturas máximas promedio llegan a 26,7 °C y las mínimas medias a 11,9 °C, con un acumulado de precipitaciones de 160,6 mm, que representan el 77,8% de las precipitaciones acumuladas anualmente.

Los valores promedio de amplitud térmica diaria en el período agrícola son de 14,9 °C, superiores al promedio anual, mientras que en los meses de maduración la misma aumentan hasta un valor promedio de 15,4 °C.

### 8.1.4 Índices bioclimáticos

La Tabla 7 muestra la clasificación de este oasis cultivado, de acuerdo con los diferentes índices bioclimáticos:

**Tabla 7: Clasificación de Puelén - Curacó en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13)**

IW	IH	IFN	ITB13
V – Muy Cálida	HI+2 - Cálida	CI-1 - Noches Frías	Apto Var Ciclo L

La cantidad de días en los cuales la temperatura media diaria es superior a 10 °C, que caracteriza los días favorables para el cultivo de vid, es en promedio de 269 días con una desviación respecto a la media de 19,8 días.

Los cálculos del índice de Winkler encuadran a la región de Puelén - Curacó en la categoría Región V – Muy Cálida, de acuerdo con el promedio para todo el oasis. Un pequeño sector hacia el extremo oeste de la región se clasifica como Región IV – Cálida, en la localidad de Colonia 25 de mayo. (Tablas 7 y 8, Figura 5).

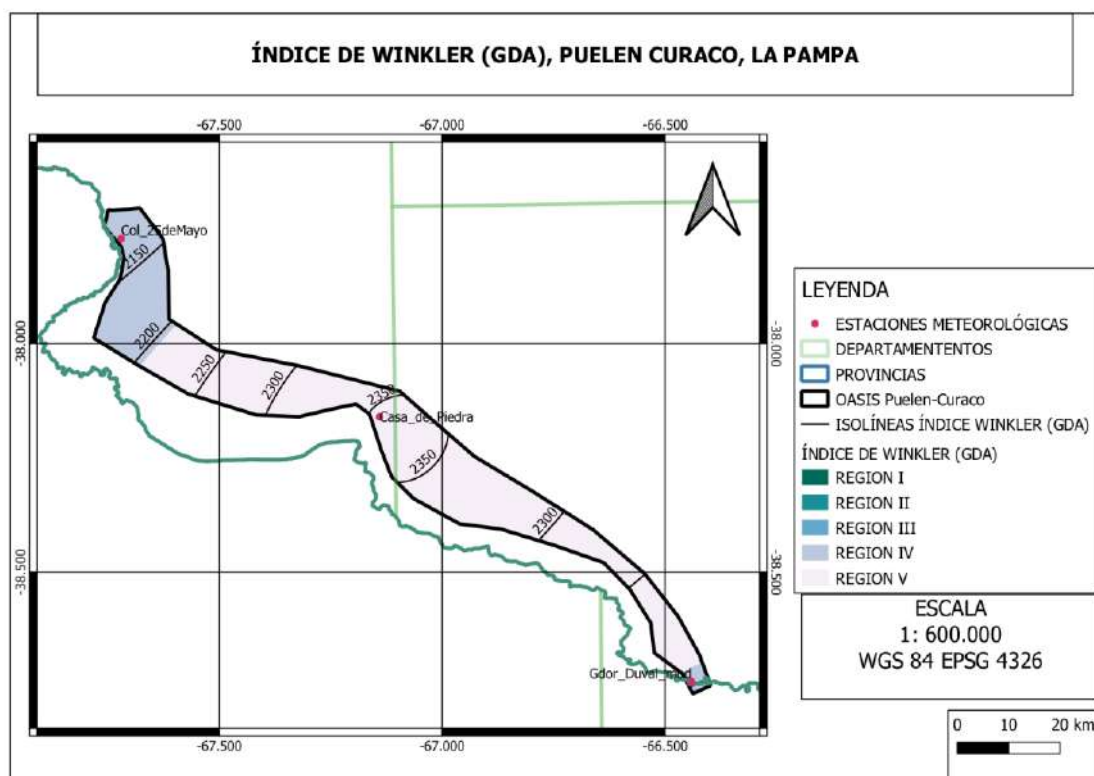
**Tabla 8: Índice de Winkler (IW) e Índice de Huglin (IH) para la Puelén - Curacó (promedio, rango y desviación estándar)**

IW (°GDA)			IH (°GDA)		
Promedio	Rango	DS	Promedio	Rango	DS
2.227,13	2.127,1 – 2.353,3	115,36	2.927,78	2.897,7 – 2.987,2	51,43

El cálculo del índice de Huglin ubica a todo el oasis en la categoría HI+2 – Cálida (Tablas 7 y 8, Figura 6).

**Tabla 9: Índice de Frescor Nocturno (IFN) para la Puelén - Curacó (promedio, rango y desviación estándar)**

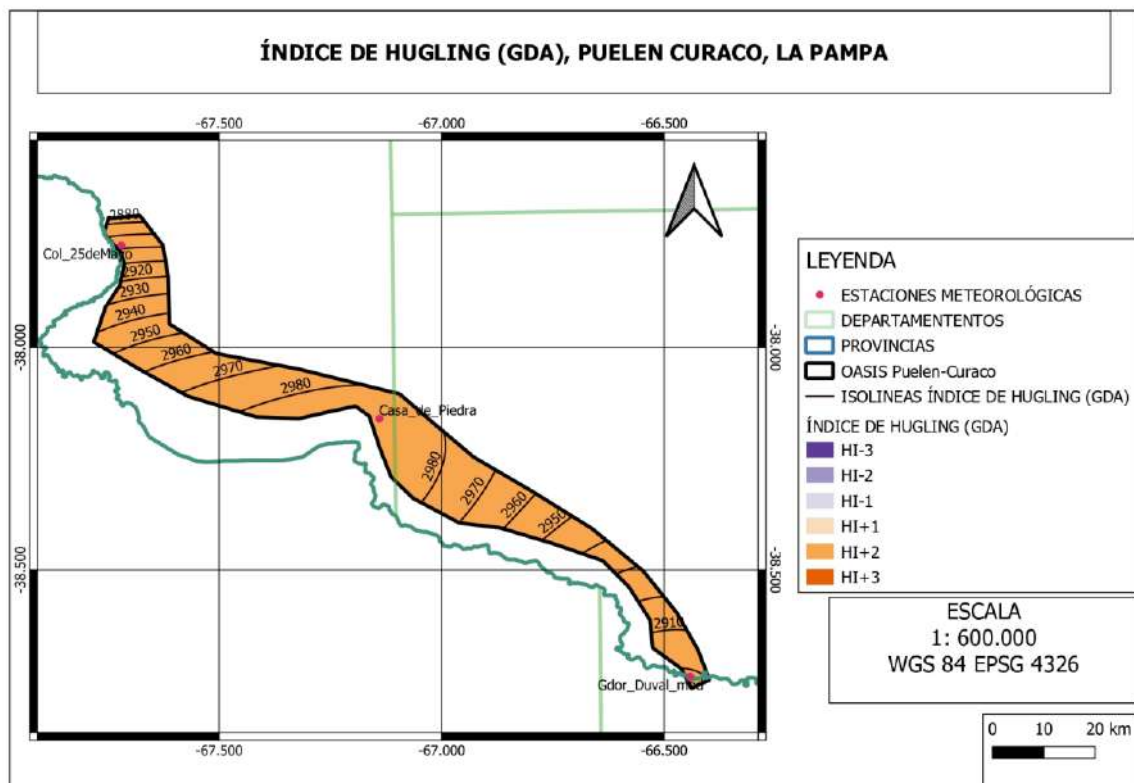
IFN (°C)			ITB13 (°GDA)		
Promedio	Rango	DS	Promedio	Rango	DS
12,89	12,0 – 13,7	0,84	1.536,36	1.329,8 – 1.707,3	159,02



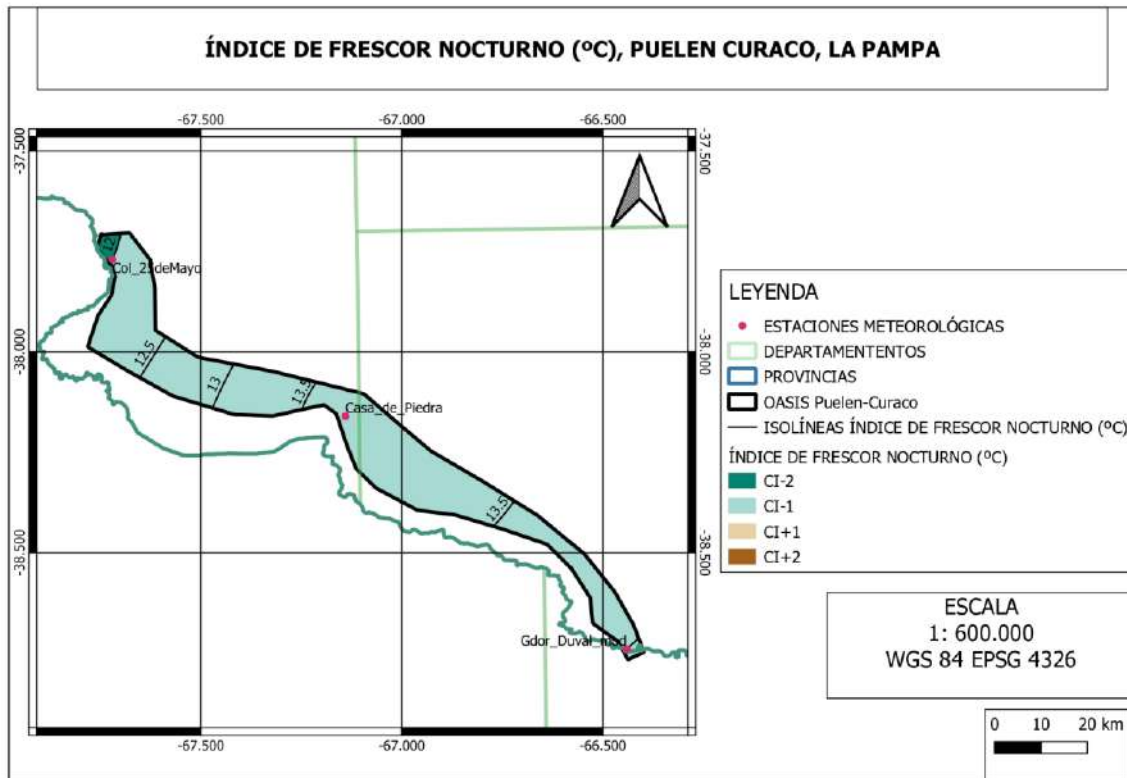
**Figura 5: IW – Índice de Winkler. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa**

Analizando el Índice de Frescor Nocturno, el promedio (Tablas 7 y 9) encuadra a todo el oasis como CI-2 de Noches Muy Frías (Figura 7).

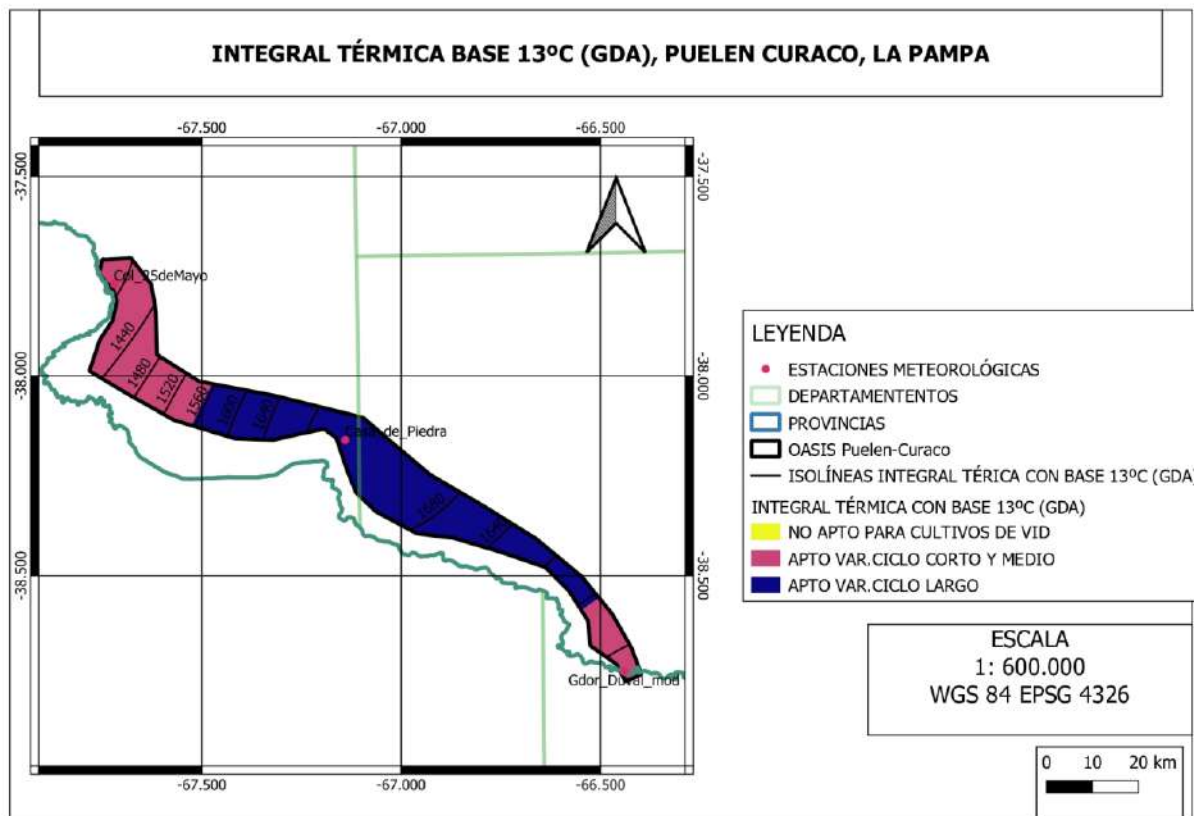
En el caso del cálculo de la clásica Integral Térmica con base de 13 °C (ITB13) los cálculos indican que, esta región es apta para el cultivo de variedades de ciclo corto e intermedio en sus extremos este y oeste (Colonia 25 de mayo y Gobernador Duval, respectivamente), y para variedades de ciclo largo en el centro, en Casa de Piedra y zonas aledañas (Tablas 7 y 9, Figura 8).



**Figura 6: IH – Índice de Huglin. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa**



**Figura 7: IFN – Índice de F. Nocturno. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa**



**Figura 8: IFN – Índice de Frescor Nocturno. Clasificación. Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa**

## RANCUL – TRENEL (CORREDOR RUTA 4)

Esta incipiente región vitivinícola se desarrolla a lo largo de lo que conoce como el Corredor de la Ruta 4, al norte de la Provincia de La Pampa, atravesando las localidades de Pichi Huinca, Calefufú, Arata y parte de Ingeniero Luiggi. Las altitudes varían de norte a sur entre 210 y 250 msnm.



**Figura 9: Superficie con vid, estaciones meteorológicas para la Rancul – Trenel (Corredor Ruta 4) Provincia de La Pampa.**

## 9.1 Caracterización anual

### 9.1.1 Temperatura

La temperatura media anual de este oasis es de 16,0 °C, siendo mayor al este de la región, en la localidad de Arata y mínimos valores se registran hacia el oeste en Pichi Huinca. Las temperaturas mínimas medias siguen el mismo gradiente, mientras que las temperaturas máximas medias son mayores en el centro de la región.

El promedio anual de amplitud térmica diaria es de 15,1 °C, incrementando sus valores de este a oeste.

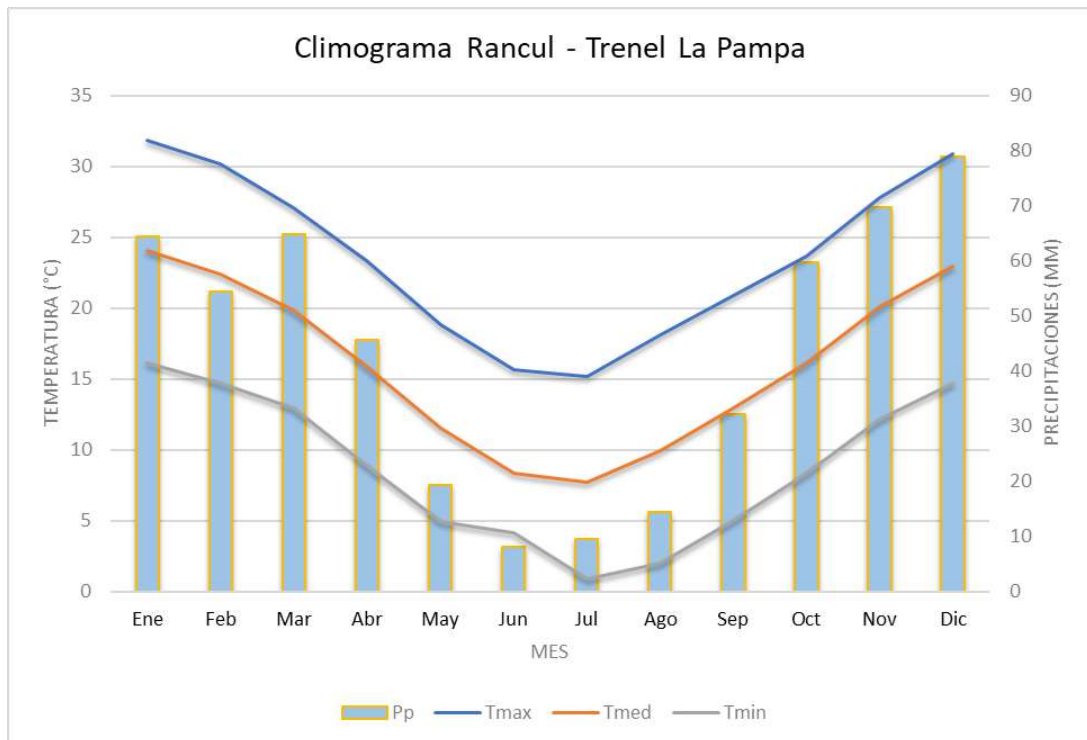
Respecto a las horas de frío, el promedio acumulado anual para el oasis es de 1.200,5 horas, siendo la localidad de Pichi Huinca el sitio con mayor acumulación en el año.

En cuanto a los eventos extremos, en esta región hay una frecuencia anual promedio de 26,1 días con temperaturas superiores a los 35°C y una frecuencia de eventos de olas de calor de 5 eventos anuales.

La frecuencia promedio de días con heladas meteorológicas es de 30,1 días, con frecuencias mayores en el centro de la región (Caleufú).

### 9.1.2 Precipitaciones

Las precipitaciones acumuladas anuales para esta región tienen un promedio de 521,0 mm, siendo más elevadas en el oeste de la región. El mayor volumen de precipitaciones se registra en el mes de diciembre con 78,9 mm, seguido del mes de noviembre con 69,7 mm (Figura 10).



**Figura 10: Climograma para la región de Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa.**

### 9.1.3 Caracterización de la temporada agrícola

La temporada agrícola en la región de Tandilia transcurre con temperaturas máximas medias de 27,0 °C, temperaturas medias de 19,3 °C y temperaturas mínimas medias de 11,6 °C, con un acumulado de precipitaciones de 469,5 mm.

La amplitud térmica diaria promedio en este período es de 15,3 °C, mientras que en los meses de maduración la misma disminuye, situándose en un promedio de 14,8 °C.

### 9.1.4 Índices bioclimáticos

Los índices bioclimáticos nos indican como se puede clasificar esta región respecto a su aptitud vitícola:

**Tabla 10: Clasificación de la región Quebradas en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13)**

IW	IH	IFN	ITB13
VI –Cálida	HI+2 – Cálido	CI-1 Noches Frías	Apto Var Ciclo C e I

Respecto de la cantidad de días en el año en que la temperatura media supera el T°0 de brotación promedio, con una desviación estándar de (DS) 4,4 días, esta región tiene un promedio de 270 días.

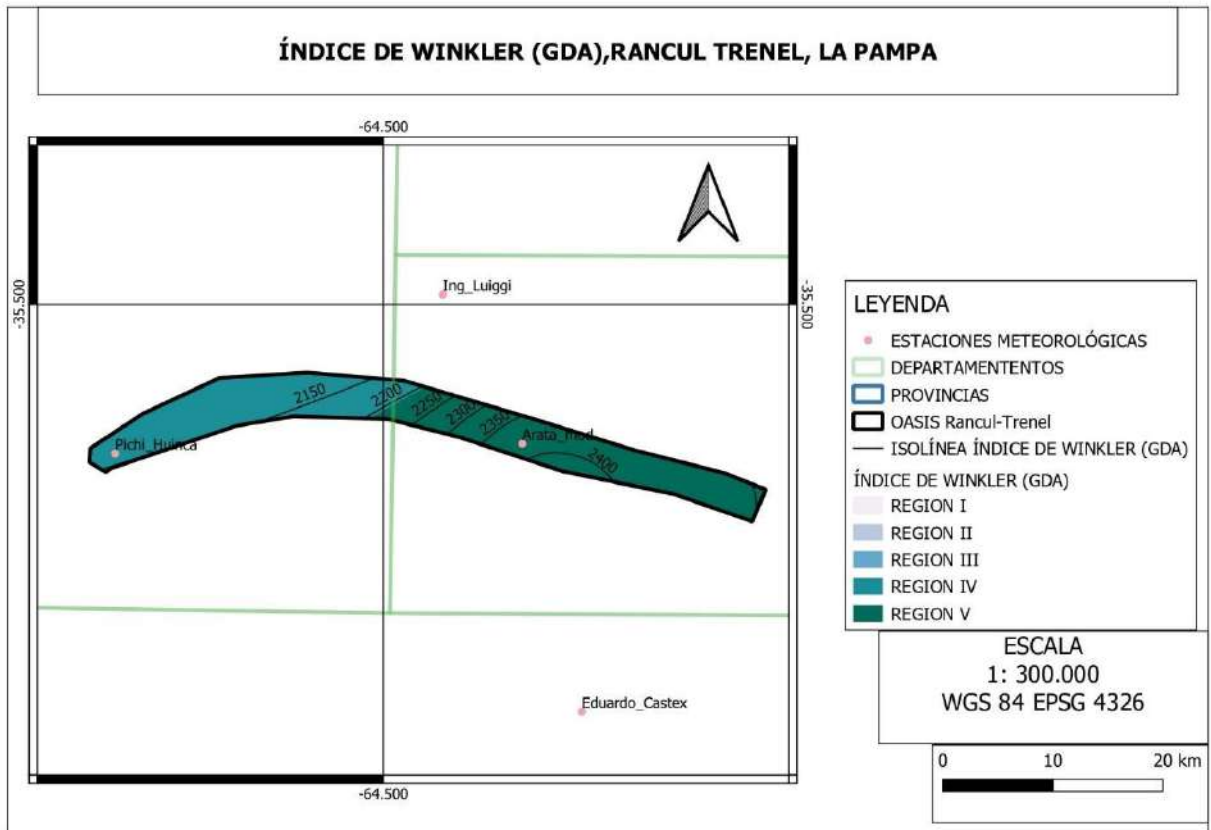
En cuanto al Índice de Winkler, si bien por su valor promedio se encuadra en Región IV – Cálida (Tablas 10 y 11), el sector este, hacia Arata se encuadra como Región V – Muy Cálida (Figura 11).

**Tabla 11: Índice de Winkler (IW) e Índice de Huglin (IH) para la región Rancul - Trenel (promedio, rango y desviación estándar)**

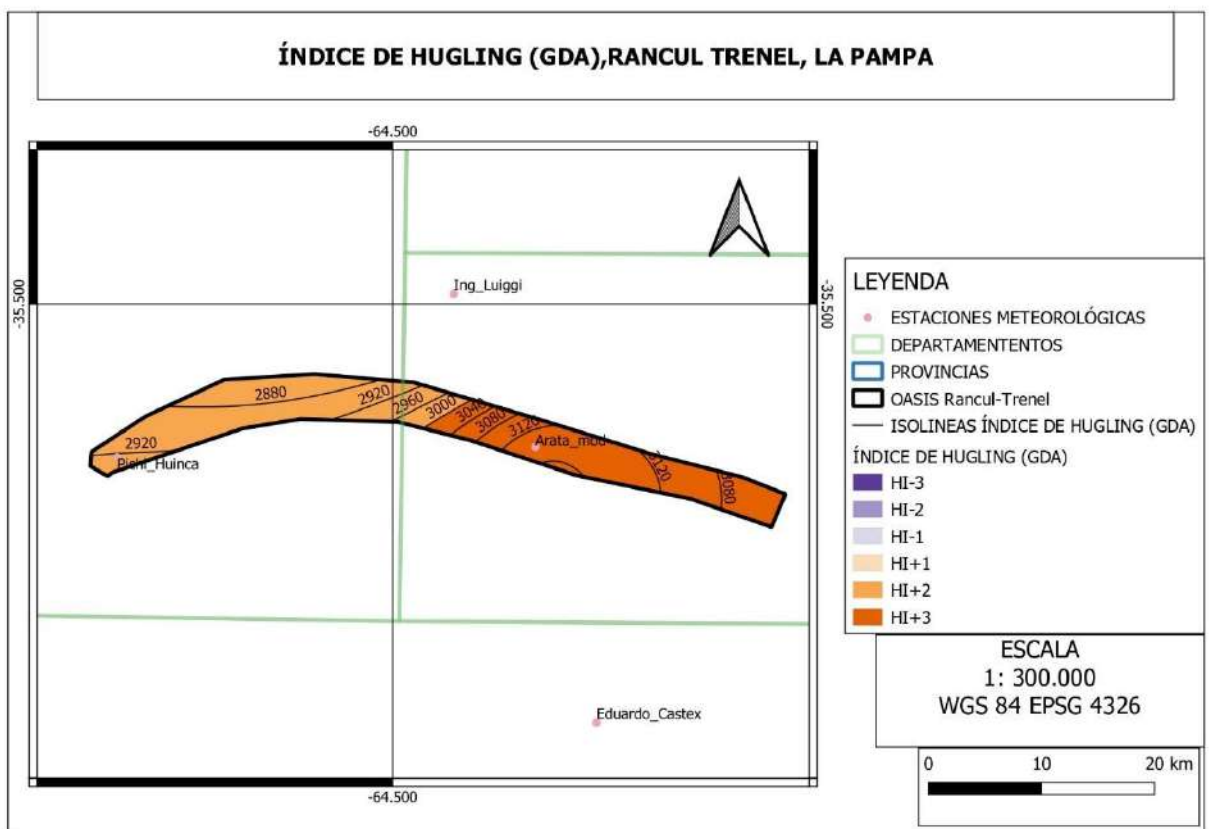
IW (°GDA)			IH (°GDA)		
Promedio	Rango	DS	Promedio	Rango	DS
2.193,41	2.049,8 – 2.400,0	247,6	2.936,81	2.741,1 – 3.146,5	203,1

En el caso del índice de Huglin, la clasificación promedio para Rancul – Trenel arroja un valor que lo encuadra en la clasificación HI+2 – Cálido (Tablas 10 y 11), y hacia el este la clasificación es HI+3 – Muy Cálido (Figura 12).

En cuanto al Índice de Frescor Nocturno, el promedio (Tablas 10 y 12) ubica a la región como de Noches Frías (CI-1), aunque al extremo este, sobre Arata la clasificación cambia a CI+1 de Noches Templadas y hacia el extremo oeste, se clasifica como CI-2 de Noches Muy Frías (Figura 13).



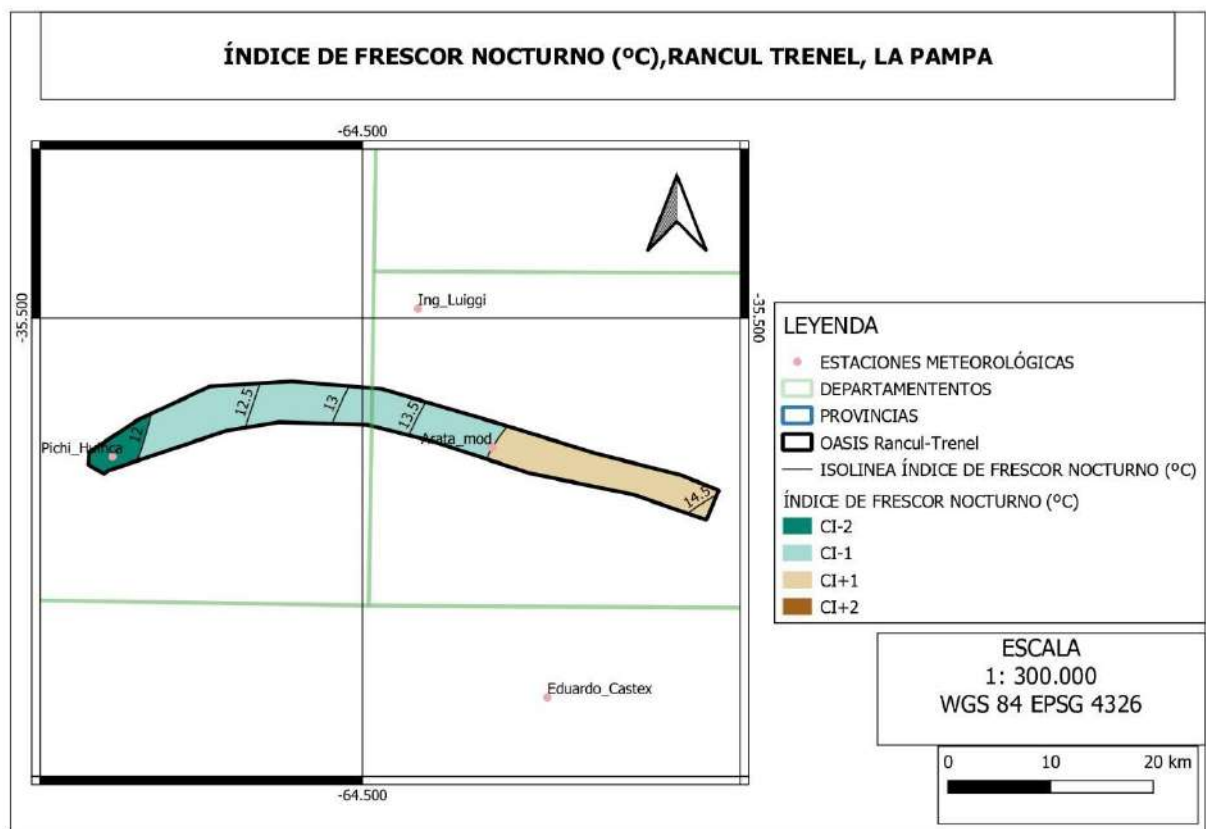
**Figura 11: IW - Índice de Winkler. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa.**



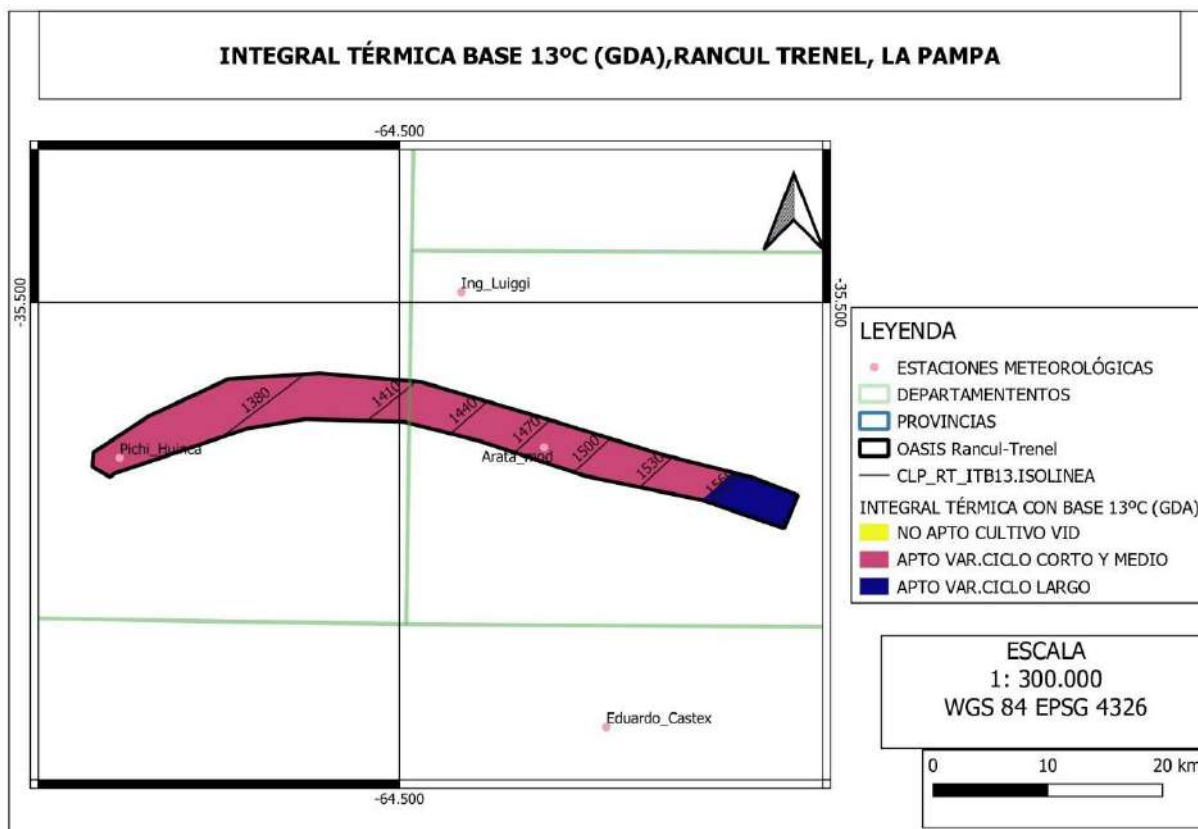
**Figura 12: IH - Índice de Huglin. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa.**  
**Tabla 12: Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral Térmica con Base 13 °C (ITB13) para la región de Rancul - Trenel (promedio, rango y desviación estándar)**

IFN (°C)			ITB13 (°GDA)		
Promedio	Rango	DS	Promedio	Rango	DS
13,01	11,9 - 14,5	1,85	1.472,50	1365,0 – 1.580,0	152,03

El cálculo del índice ITB13, encuadra a la mayor parte de esta región como apta para el cultivo de variedades de ciclo corto e intermedio, con un pequeño sector en el extremo este que es apto también para variedades de ciclo largo (Tablas 10 y 12, Figura 14).



**Figura 13: IFN - Índice de Frescor Nocturno. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa.**



**Figura 14: ITB13 – Integral Térmica Base 13 °C. Clasificación. Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa.**

## TABLAS DE INFORMACIÓN

En los Anexos I y II se encuentran las tablas de datos con la información procesada y calculada de la provincia de La Pampa.

## MAPAS

El trabajo del equipo experto en geomática ha generado los mapas de cada uno de los parámetros analizados, así como de los índices bioclimáticos propuestos, los cuales se encuentran en los Anexos III y IV, respectivamente, de ese Informe.

Se utilizó el programa QGIS (Open Source) versión 3.16.10, para georreferenciar

las estaciones meteorológicas utilizadas. Se realizaron polígonos de Thiessen en cada una de las zonas y provincias de estudios, para conocer la zona de influencia de cada estación y poder reconocer posibles limitaciones.

Desde la página del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN), se realizó la descarga de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) de las provincias en estudio. Estos MDE, son una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve.

Los MDE descargados tienen una resolución de 30 metros x 30 metros, por lo que se unieron los *raster* de cada provincia, se re proyectaron al sistema de coordenadas utilizado (WGS 84/UTM Zona 19S. EPSG:32719), y se llenaron los sumideros para eliminar imperfecciones y corregir el DEM. Éste reprocesamiento se realizó con el fin de poder utilizar el DEM, junto con los datos de estaciones meteorológicas, para realizar la interpolación espacial y temporal, de los parámetros en estudio. De esta manera se obtiene información de zonas en donde, a la actualidad, no existen datos.

En el programa SAGA versión 7.8.2, se realizó la interpolación por oasis de cada parámetro. La interpolación se realizó por separado en los distintos oasis para no generar errores debido a la distancia entre la fuente de datos (estaciones meteorológicas). Se definió el sistema de coordenadas utilizado WGS 84/UTM zona 19S (EPSG:32719) para todos los proyectos.

Se utilizaron los siguientes modelos de interpolación Universal Kriging (la co-variable es el DEM procesado, considerando que la altura del terreno es una variable importante a tener en cuenta), Spline y Multilevel B Spline. Cada una fue elegida según el parámetro climático o índice a interpolar.

Cada raster generado en SAGA se guardó con la extensión Saga Grid File (.sgrd). Se realizó la carga de dichos raster en el programa QGIS (VERSION 3.16.10) con la extensión. sdat. El raster generado se recorta por la extensión de cada una de las áreas de estudio.

Se realiza la clasificación colorimétrica de los raster (teniendo en cuenta valores máximos, mínimos y bandas de colores representativas para cada parámetro). Los raster obtenidos se guardan con una extensión GeoTiff.

Se generan las isolíneas (líneas que unen puntos con igual valor de cada parámetro), teniendo en cuenta que la distancia entre las mismas nos permita una buena interpretación del mapa. Las isolíneas obtenidas se guardan con una extensión Shp.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la predisposición, compromiso y profesionalismo de todo el equipo técnico, de la especialista en geomática por su ardua e importante tarea. Agradecemos su apoyo a la coordinación de la Componente 1 del proyecto, MsC. Ing. Agr. Rosana Vallone y el equipo de I+D+i de COVIAR, Dra. Virginia Furlani y Mgter. Romina Palazzo.

## BIBLIOGRAFÍA

Amerine, M.; Winkler, A. (1944) "Composition and quality of must and wines of California grapes". *Hilgarida* 15 : 493-675.

Estévez, J. Gavilan, P. (2015) "Procedimientos de validación de datos de estaciones meteorológicas automáticas. Aplicación a la Red de Información Agroclimática de Andalucía", II Jornadas de Gestores y Usuarios de Redes Agrometeorológicas. <https://www.researchgate.net/publication/280665071>

Gladstones, J. (1992) "Viticulture and Environment". *Winetitles*. (Adelaide, Australia)

Guajardo P., R.; Granados R., G.; Sánchez C., I.; Díaz P., G., Barbosa M., F. "Validación espacial de datos climatológicos y pruebas de homogeneidad: caso, Veracruz, México".

Huglin, P. (1978) "Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole". *Informe de la Academia de la Agricultura de Francia*. 64: 1117-1126.

Huglin, P. y C. Schneider (1998) "Biologie et écologie de la vigne". Ed. Lavoisier, Paris, 370p.

Huglin, P. (1983) "Possibilités d'appréciation objective du milieu viticole". *Bulletin de l'OIV* 56 : 823-33

OMM-Nº 1238 - Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de Alta Calidad, Edición de 2019

Ramirez G., M. E., & López T., Q. (1993). “Métodos estadísticos no paramétricos”. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Tuomenvirta, H. (2001). Homogeneity adjustments of temperature and precipitation series-Finnish and Nordic data. *International Journal of Climatology* (England). 21, 495–506.

Veiga, H., Herrera, N., Skansi, M., Podestá, G. (2015) “*Descripción de controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur*”, Serie Reportes Técnicos – Reporte Técnico CRC-SAS-2014-001, Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur.

## ANEXO I

Información climática anual

**Tabla 13: Temperaturas máximas medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	31,98	30,02	27,12	22,43	17,30	14,45	13,80	17,15	19,40	22,55	27,54	31,14	22,91
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	32,64	31,10	28,09	23,08	17,62	14,42	14,13	17,01	20,02	23,09	27,87	31,50	23,38
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	33,00	31,00	28,00	22,00	18,00	15,00	14,00	16,00	19,00	23,00	27,00	31,00	23,08
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	33,00	31,00	28,00	22,00	18,00	15,00	14,00	17,00	20,00	24,00	27,00	31,00	23,33
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	32,00	31,00	27,00	22,00	17,00	14,00	13,00	16,00	19,00	23,00	27,00	30,00	22,58
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	30,98	29,55	27,29	23,10	18,84	15,66	15,04	17,92	20,53	23,62	27,23	29,87	23,30
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	30,53	28,91	26,45	22,88	18,14	15,57	14,99	17,45	20,54	22,92	26,73	29,48	22,88
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	34,00	32,00	28,00	23,00	19,00	16,00	15,00	18,00	21,00	24,00	28,00	32,00	24,17
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	30,86	29,55	26,84	24,17	19,23	15,41	15,53	18,96	21,08	24,18	28,74	31,16	23,81
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	30,90	29,69	27,18	23,70	19,03	15,07	15,14	18,52	20,40	23,76	28,10	31,02	23,54

**Tabla 14: Temperaturas medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	23,98	22,05	19,65	15,70	11,06	7,84	7,40	9,93	12,34	15,51	19,99	22,93	15,70
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	25,24	23,77	20,75	16,32	11,61	8,27	7,80	10,26	13,06	16,41	20,66	24,04	16,52
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	24,18	21,99	18,86	14,85	8,22	5,26	4,87	7,18	11,18	15,16	20,55	23,03	14,61
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	25,00	23,00	20,50	15,50	12,00	9,50	8,00	10,50	13,00	16,50	19,50	23,00	16,33
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	24,50	23,00	20,00	15,50	11,50	8,50	7,50	10,00	12,50	16,00	19,50	22,50	15,92
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	24,06	22,70	20,87	16,76	12,90	9,64	8,70	10,94	13,58	17,00	20,34	22,91	16,70
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	23,31	21,77	19,32	15,51	10,96	7,70	7,10	9,21	12,65	16,01	19,51	22,25	15,44
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	25,50	24,00	21,00	16,50	13,00	10,00	9,00	11,00	13,50	16,50	20,00	23,50	16,96
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	23,26	21,35	19,13	15,69	10,74	7,46	6,99	9,54	12,72	15,93	20,71	23,08	15,55
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	23,93	21,99	20,38	16,43	11,68	8,37	8,04	10,47	13,21	16,29	20,76	23,55	16,26

**Tabla 15: Temperaturas mínimas medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	14,32	13,27	12,06	9,46	5,65	2,26	2,01	3,25	5,35	8,36	12,07	14,23	8,53
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	17,74	16,31	13,50	10,06	6,43	3,03	2,37	4,21	6,43	9,80	13,26	16,38	9,96
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	15,00	14,00	12,00	7,00	5,00	3,00	1,00	3,00	5,00	8,00	11,00	14,00	8,17
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	17,00	15,00	13,00	9,00	6,00	4,00	2,00	4,00	6,00	9,00	12,00	15,00	9,33
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	17,00	15,00	13,00	9,00	6,00	3,00	2,00	4,00	6,00	9,00	12,00	15,00	9,25
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	17,1	15,9	14,4	10,2	6,9	3,6	2,4	4,0	6,6	10,4	13,5	16,0	10,1
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	16,2	15,0	12,9	9,0	4,9	1,1	0,4	1,8	5,1	9,3	12,2	14,9	8,6
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	17,0	16,0	14,0	10,0	7,0	4,0	3,0	4,0	6,0	9,0	12,0	15,0	9,8
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	15,3	13,1	11,9	7,6	3,1	7,5	-0,7	0,4	3,9	6,9	12,2	14,2	7,9
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	16,9	14,6	14,3	9,9	5,4	2,6	2,1	3,2	6,3	8,8	13,4	15,8	9,4

**Tabla 16: Amplitudes térmicas diarias medias (en °C) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	17,66	16,76	15,05	12,97	11,65	12,18	11,79	13,90	14,04	14,19	15,46	16,91	14,38
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	14,89	14,79	14,56	13,00	11,21	11,39	11,76	12,80	13,59	13,29	14,62	15,24	13,43
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	18,00	17,00	16,00	15,00	13,00	12,00	13,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	14,92
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	16,00	16,00	15,00	13,00	12,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	15,00	16,00	14,00
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	15,00	16,00	14,00	13,00	11,00	11,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	15,00	13,33
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	13,84	13,69	12,85	13,02	11,99	12,03	12,69	13,95	13,89	13,24	13,78	13,91	13,24
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	14,35	13,90	13,51	13,83	13,28	14,47	14,61	15,69	15,43	13,64	14,51	14,62	14,32
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	17,00	16,00	14,00	13,00	12,00	12,00	12,00	14,00	15,00	15,00	16,00	17,00	14,42
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	15,57	16,49	14,95	16,53	16,15	14,97	16,20	18,59	17,22	17,30	16,52	16,94	16,45
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	14,00	15,07	12,88	13,76	13,68	12,46	13,08	15,36	14,08	14,97	14,70	15,25	14,11

**Tabla 17: Humedad relativa media (en %) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	35,12	41,23	42,89	53,03	57,50	53,31	54,42	44,97	42,53	43,00	37,01	32,54	44,80
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	38,29	42,16	45,51	56,14	65,98	62,89	61,37	54,50	47,15	45,80	39,49	33,68	49,41
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	40,17	44,24	46,31	53,70	61,55	67,55	65,12	55,09	48,41	41,14	39,07	36,81	49,93
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	37,93	39,18	47,53	54,89	60,59	66,78	63,63	51,07	48,87	37,66	41,14	36,07	48,78
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	35,33	37,97	43,34	54,47	60,09	65,65	60,73	50,82	45,94	35,87	37,32	32,67	46,68
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	63,60	68,20	71,20	72,80	78,00	76,50	73,40	65,50	63,20	65,40	59,30	59,00	68,01
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	70,23	74,16	76,80	77,36	82,41	80,57	76,44	72,94	70,15	73,33	66,45	66,99	73,99
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	62,58	61,33	71,72	70,25	74,06	72,43	77,62	62,85	---	---	59,57	45,69	65,81
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	64,00	67,53	74,01	72,39	73,16	74,94	69,89	58,90	57,64	54,46	58,03	54,43	64,95
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	61,49	63,85	71,51	71,56	71,74	73,21	70,22	58,98	58,74	55,26	57,47	52,65	63,89

**Tabla 18: Precipitación acumulada (en mm) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	19,06	28,95	15,52	44,08	13,44	14,85	15,66	15,66	15,02	36,90	26,33	14,97	260,44
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	32,69	19,77	12,82	39,77	17,00	8,52	15,58	12,15	15,72	30,09	21,51	18,53	244,14
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	12,00	14,00	18,00	18,00	11,00	11,00	8,00	7,00	17,00	22,00	18,00	16,00	172,00
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	23,00	21,00	26,00	23,00	13,00	11,00	10,00	10,00	23,00	35,00	24,00	25,00	244,00
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	15,00	16,00	22,00	20,00	14,00	13,00	11,00	9,00	20,00	31,00	16,00	16,00	203,00
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	94,50	106,36	136,74	76,81	36,50	15,26	16,27	28,03	50,49	102,22	102,68	124,20	890,07
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	61,70	62,76	75,46	52,65	16,83	7,82	10,36	13,40	29,26	88,33	76,30	82,03	576,91
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	42,00	34,00	44,00	37,00	17,00	7,00	10,00	21,00	30,00	48,00	51,00	47,00	388,00
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	89,33	66,48	75,08	47,08	24,22	9,80	8,32	8,78	37,10	42,58	81,75	107,70	598,20
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	43,00	34,00	45,00	36,00	19,00	7,00	11,00	20,00	31,00	50,00	52,00	47,00	395,00

**Tabla 19: Horas de frío acumuladas (en horas), frecuencia anual de heladas meteorológicas y de días con temperaturas superiores a 35 °C (en días) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Horas de Frío Acum.</i>	<i>Frec. Heladas</i>	<i>Frec. D&gt;35°C</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	1317,08	26,13	17,00
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	1000,17	17,36	24,64
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	1880,08	39,80	17,80
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	1087,38	27,80	21,80
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	1104,59	25,70	16,30
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	969,89	25,88	10,75
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	1234,82	46,00	10,47
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	1015,94	21,90	34,30
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	1350,71	22,30	33,50
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	1085,61	23,20	34,00

## ANEXO II

Información climática de la temporada agrícola

**Tabla 20: Amplitudes térmicas diarias medias (en °C) y precipitación acumulada (en mm) para la temporada agrícola (de septiembre a abril) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores.**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Temp. media</i>	<i>Ampl. térmica</i>	<i>Precip. acum</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	19,02	15,38	200,82
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	20,03	14,25	190,89
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	18,72	16,00	135,00
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	19,50	15,00	200,00
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	19,19	14,38	156,00
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	19,78	13,53	794,00
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	18,79	14,23	528,50
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	20,06	15,38	333,00
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	18,98	16,44	547,08
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	19,57	14,34	338,00

**Tabla 21: Amplitudes térmicas diarias promedio (en °C) en los meses de maduración de la uva (febrero y marzo) de localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina**

<i>Estación</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Ampl. Térmica</i>
<i>Puelén</i>	-37,34	-67,62	459	15.90
<i>Casa de Piedra</i>	-38,16	-67,14	295	14.68
<i>Col. 25deMayo</i>	-37,77	-67,72	348	16.50
<i>Puelches (mod)</i>	-38,14	-65,92	234	15.50
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	-38,74	-66,44	209	15.00
<i>Gral. Pico AERO</i>	-35,68	-63,77	145	13.27
<i>Ing. Luiggi</i>	-35,49	-64,44	192	13.71
<i>Arata (mod)</i>	-35,64	-64,36	215	15.00
<i>Pichi Huinca</i>	-35,65	-64,77	242	15.72
<i>Eduardo Castex</i>	-35,91	-64,30	191	13.98

## ANEXO III

### Información Índices Bioclimáticos

**Tabla 22: Valores calculados para los índices bioclimáticos: Días de Período Activo (DPA), Índice de Winkler (IW), Índice de Huglin (IH), Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral de Térmica con Base 13°C (ITB13) para las localidades de la provincia de Buenos Aires y alrededores, Argentina.**

<i>Estación</i>	<i>DPA</i>	<i>IW</i>	<i>IH</i>	<i>IFN</i>	<i>ITB13</i>
<i>Azul AERO</i>	263,11	1688,20	2427,05	11,38	981,58
<i>Benito Juárez AERO</i>	271,54	1897,83	2467,35	11,57	1224,5
<i>Bahía Blanca AERO</i>	279,34	2011,76	2769,97	13,38	1295,25
<i>Cnel. Pringles AERO</i>	268,07	1917,75	2522,99	10,88	1140,18
<i>Cnel. Suarez AERO</i>	268,42	1909,97	2490,40	11,05	1206,73
<i>Olavarría AERO</i>	278,91	1998,98	2545,93	11,79	1305,49
<i>Tandil AERO</i>	254,59	1536,24	2246,70	11,00	833,67
<i>Pigüé AERO</i>	268,59	1955,71	2528,23	11,57	1262,66
<i>Mar del Plata AERO</i>	---	1568,60	2069,25	12,90	---
<i>Hilario Ascasubi INTA</i>	268,56	1901,34	2627,00	12,45	1217,33
<i>Tres Arroyos</i>	276,63	1909,52	2517,50	13,08	1200,22
<i>Villalonga INTA</i>	269,00	1907,18	2775,91	12,06	1226,87
<i>Médanos INTA</i>	280,83	2165,58	3107,15	13,38	1486,23

**Tabla 23: Valores calculados para los índices bioclimáticos: Días de Período Activo (DPA), Índice de Winkler (IW), Índice de Huglin (IH), Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral de Térmica con Base 13°C (ITB13) para las localidades de la provincia de La Pampa y alrededores, Argentina.**

<i>Estación</i>	<i>DPA</i>	<i>IW</i>	<i>IH</i>	<i>IFN</i>	<i>ITB13</i>
<i>Puelén</i>	268,50	2053,61	2727,91	12,10	1400,94
<i>Casa de Piedra</i>	291,67	2353,30	2987,16	13,68	1707,29
<i>Col. 25deMayo</i>	255,00	2127,08	2897,67	12,00	1392,80
<i>Puelches (mod)</i>	270,00	2263,00	3014,75	13,00	1579,40
<i>Gdor. Duval (mod)</i>	260,50	2201,00	2898,50	13,00	1509,00
<i>Gral. Pico AERO</i>	303,08	2263,63	2888,79	14,48	1661,83
<i>Ing. Luiggi</i>	273,17	2049,83	2741,12	13,13	1395,21
<i>Arata (mod)</i>	- - -	2387,00	3146,50	14,00	- - -
<i>Pichi Huinca</i>	267,00	2143,40	2922,83	11,89	1365,55
<i>Eduardo Castex</i>	292,00	2273,01	2962,85	14,29	1608,95

## ANEXO IV

Mapas climáticos

# PUELÉN - CURACÓ, PROVINCIA DE LA PAMPA

## INFORMACIÓN CLIMÁTICA ANUAL

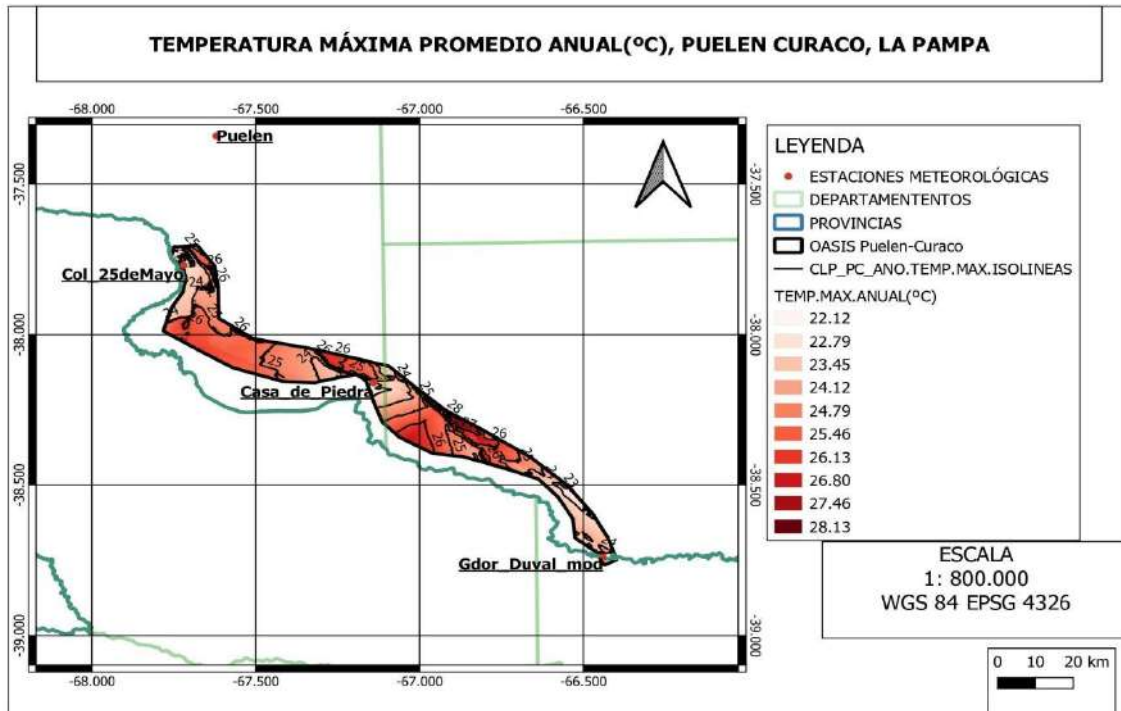


Figura 15: Temperatura máxima media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa

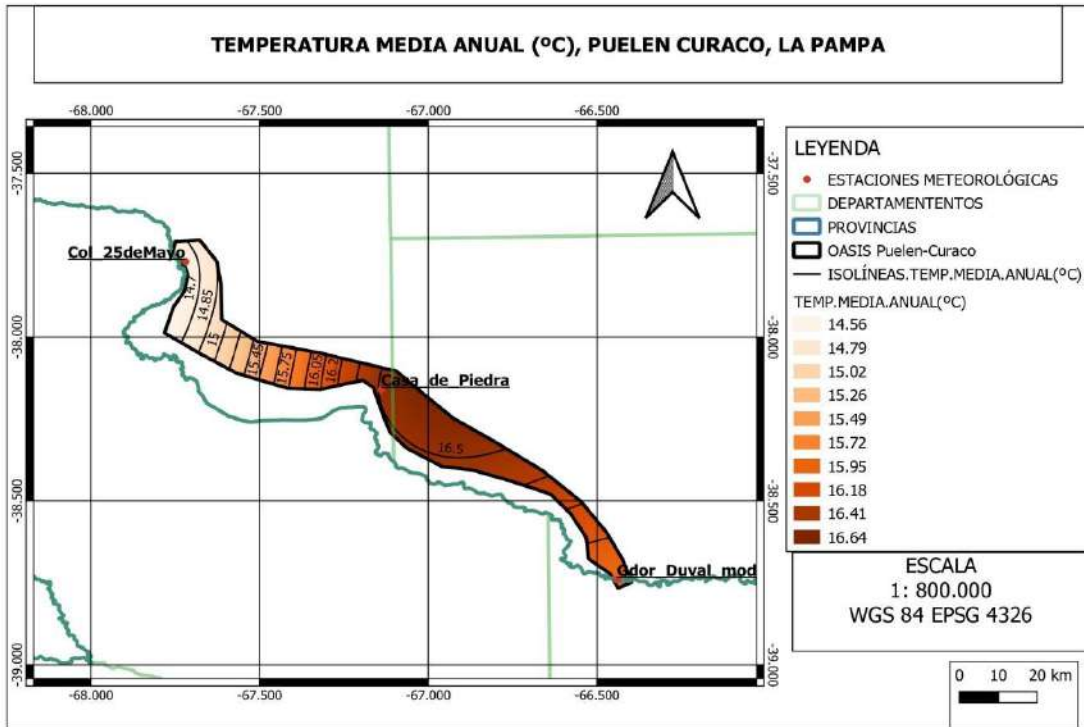


Figura 16: Temperatura media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa

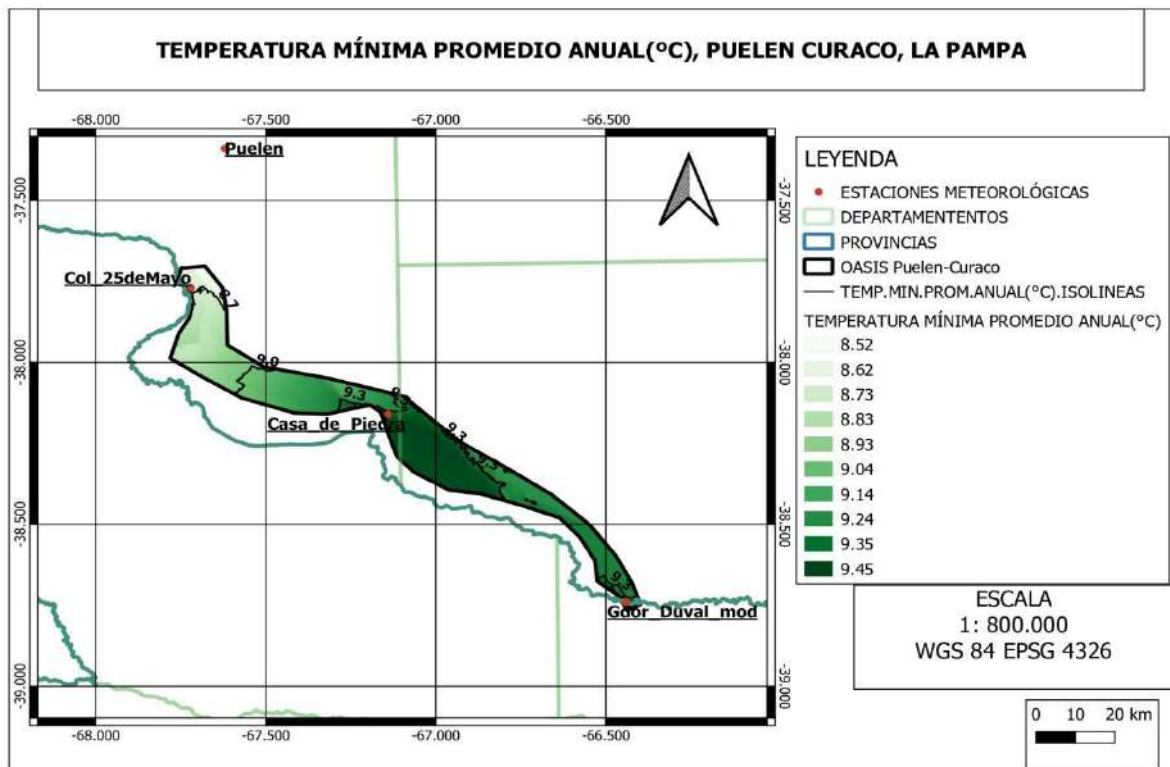
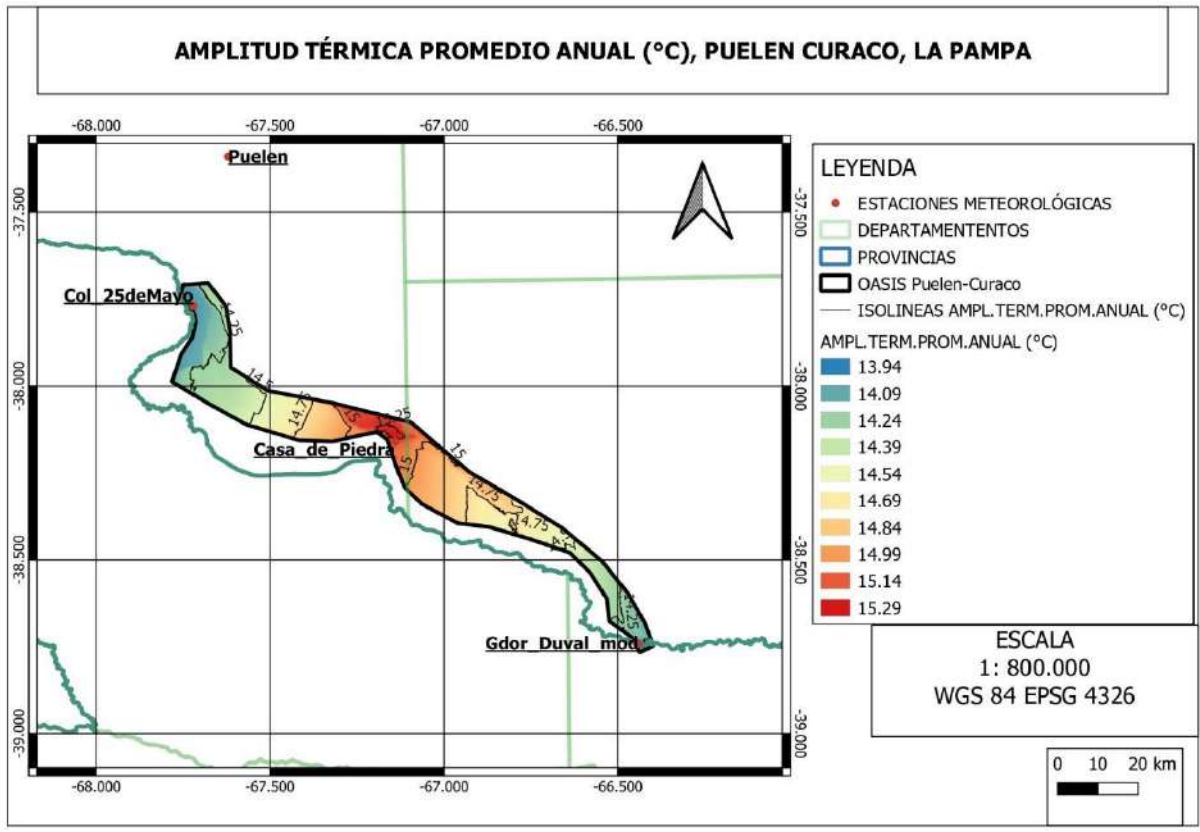
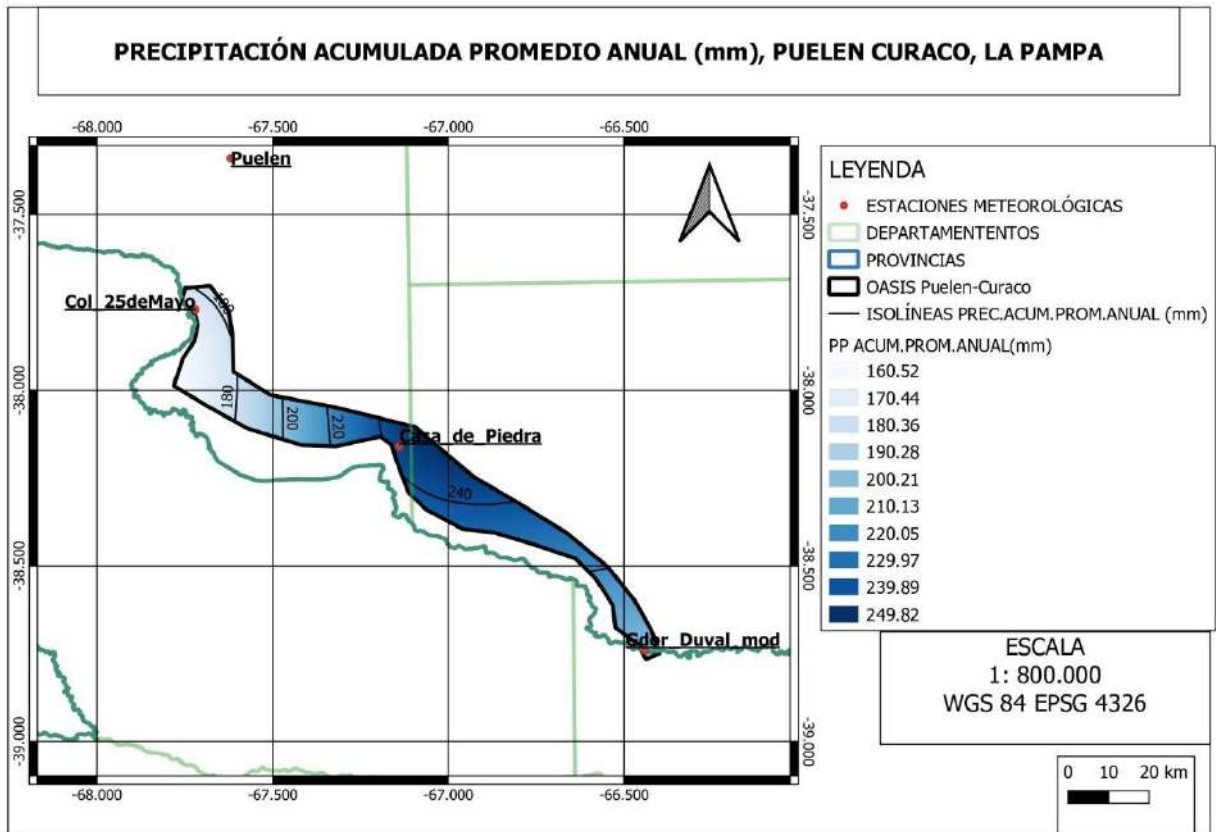


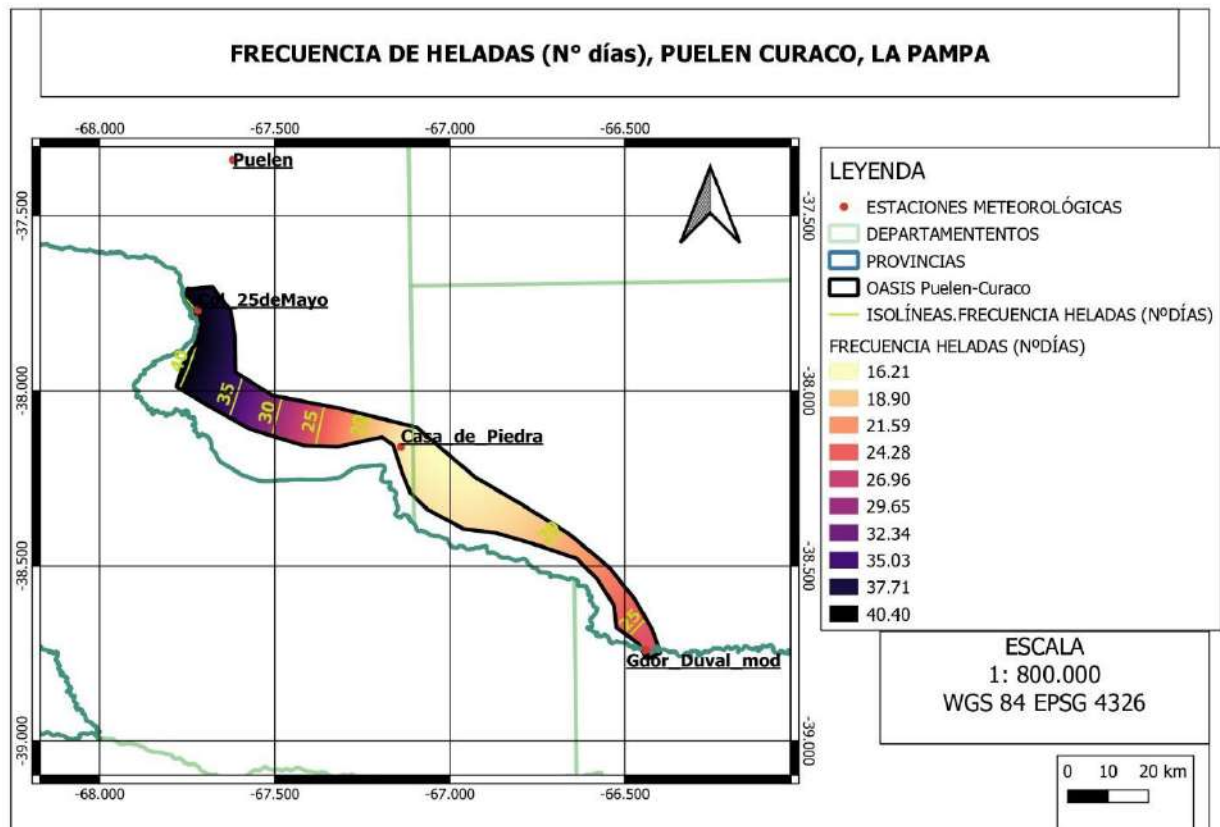
Figura 17: Temperatura mínima media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa



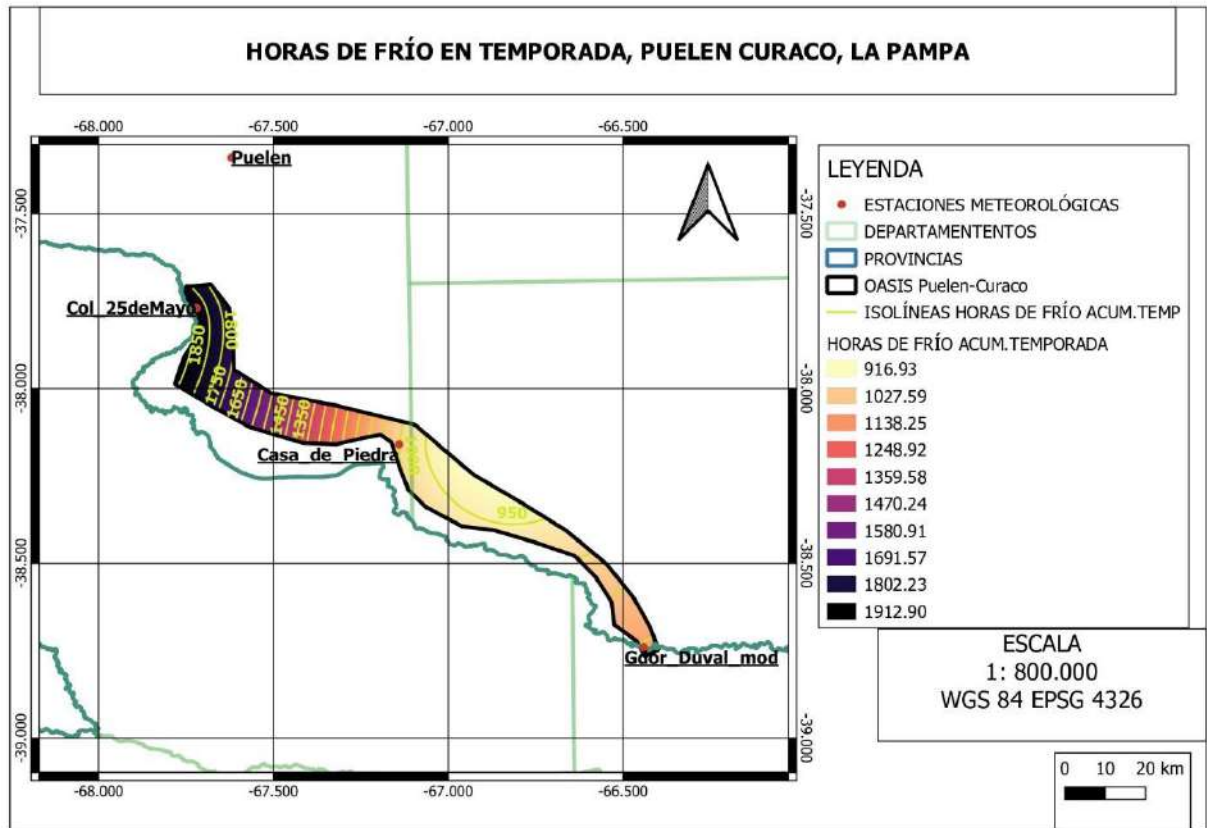
**Figura 18: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa**



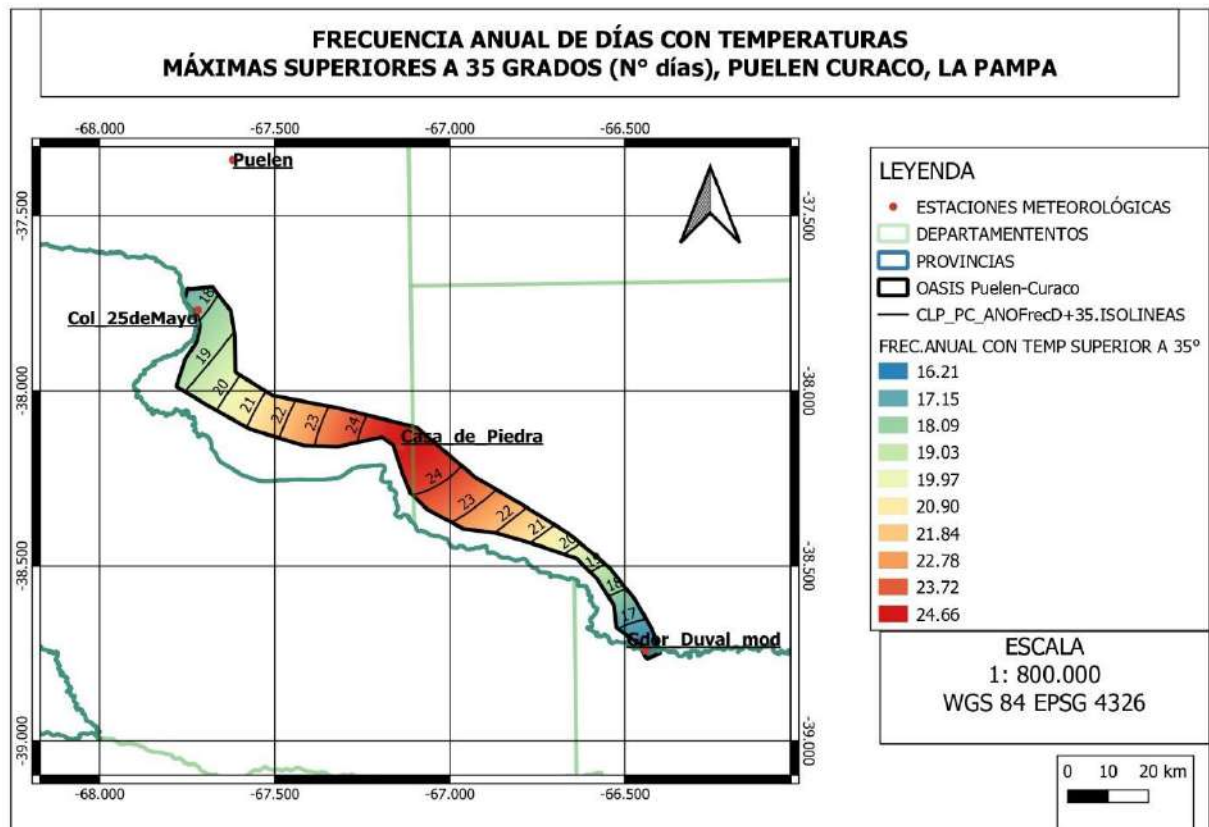
**Figura 19: Precipitación acumulada anual media (mm) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa**



**Figura 20: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa**



**Figura 21: Horas de frío acumuladas (N° horas) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa**



**Figura 22: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa**  
**PUELÉN - CURACÓ, PROVINCIA DE LA PAMPA**

INFORMACIÓN CLIMÁTICA DE LA TEMP. AGRÍCOLA Y MADURACIÓN

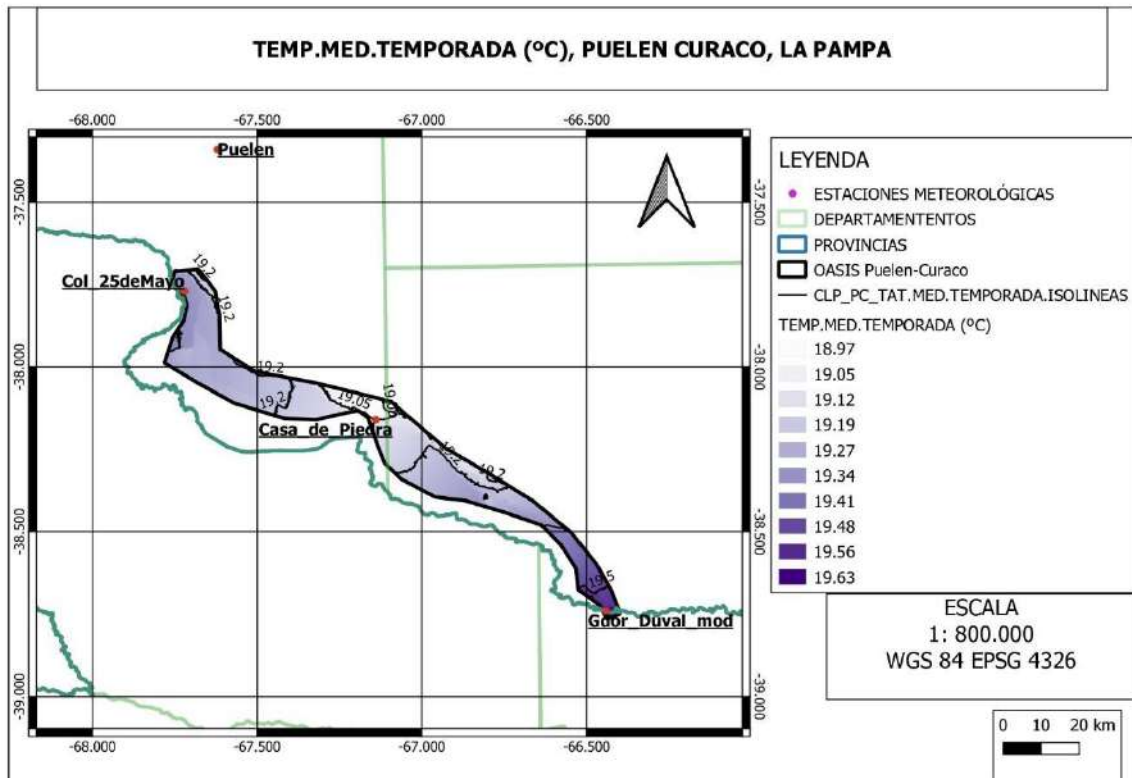


Figura 23: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa

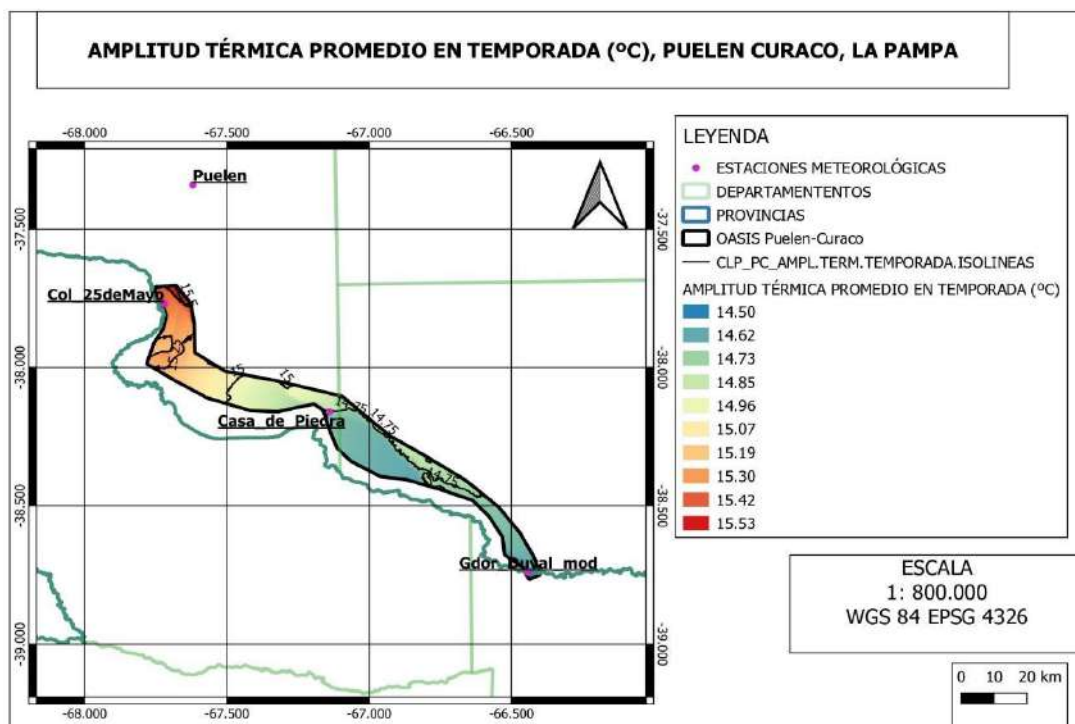


Figura 24: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa

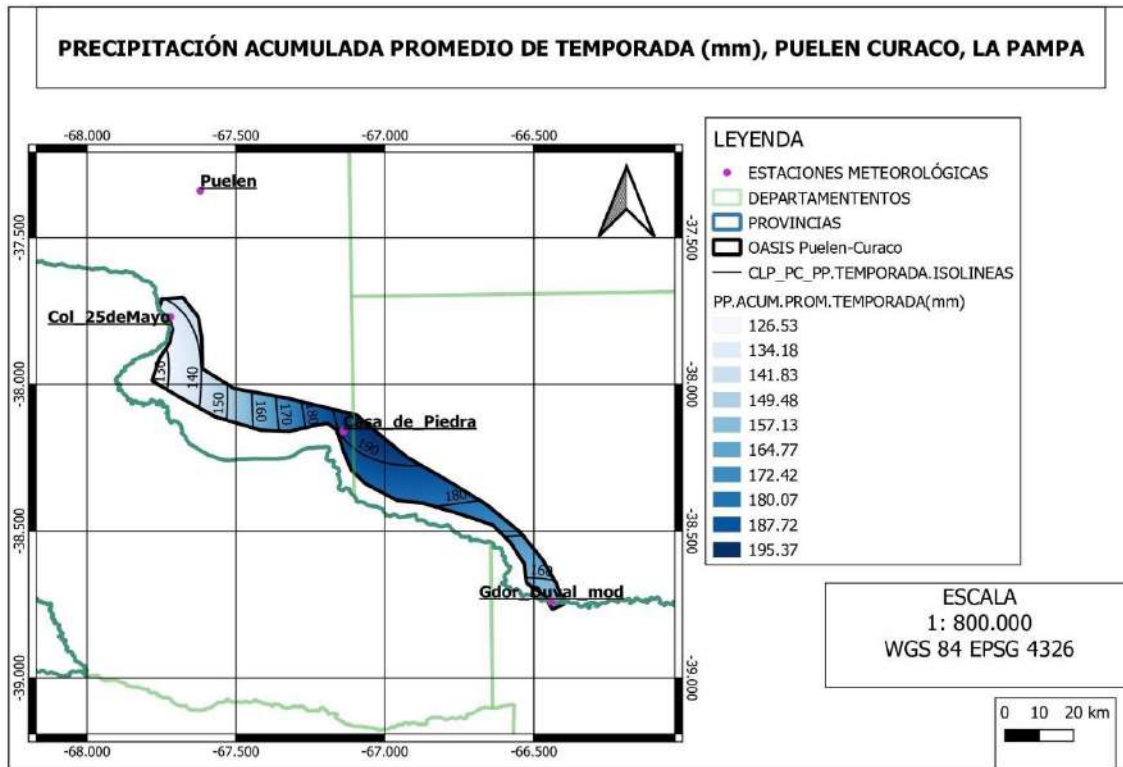
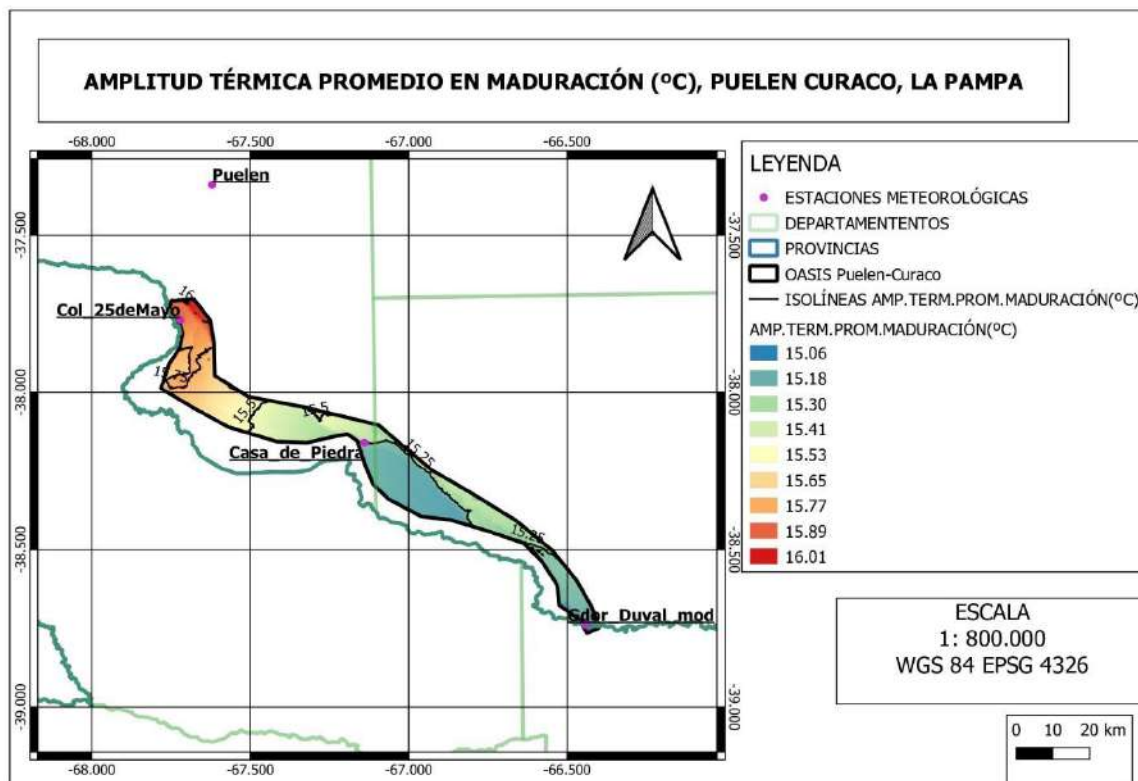


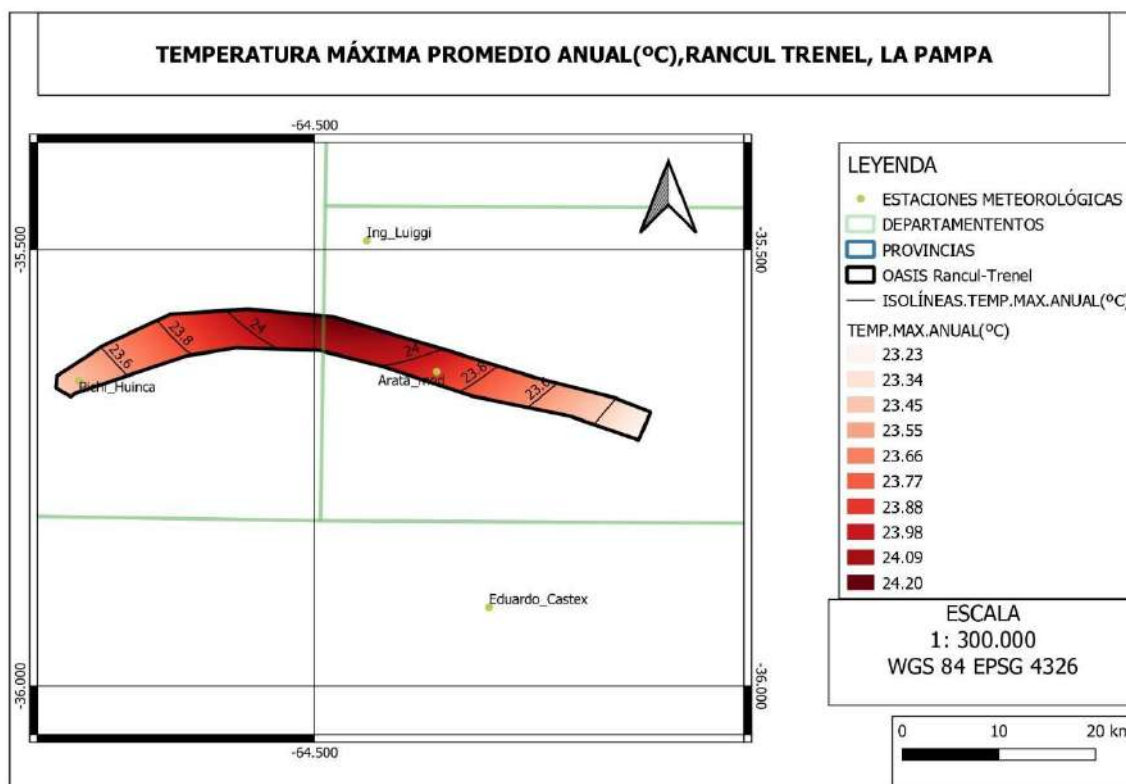
Figura 25: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa



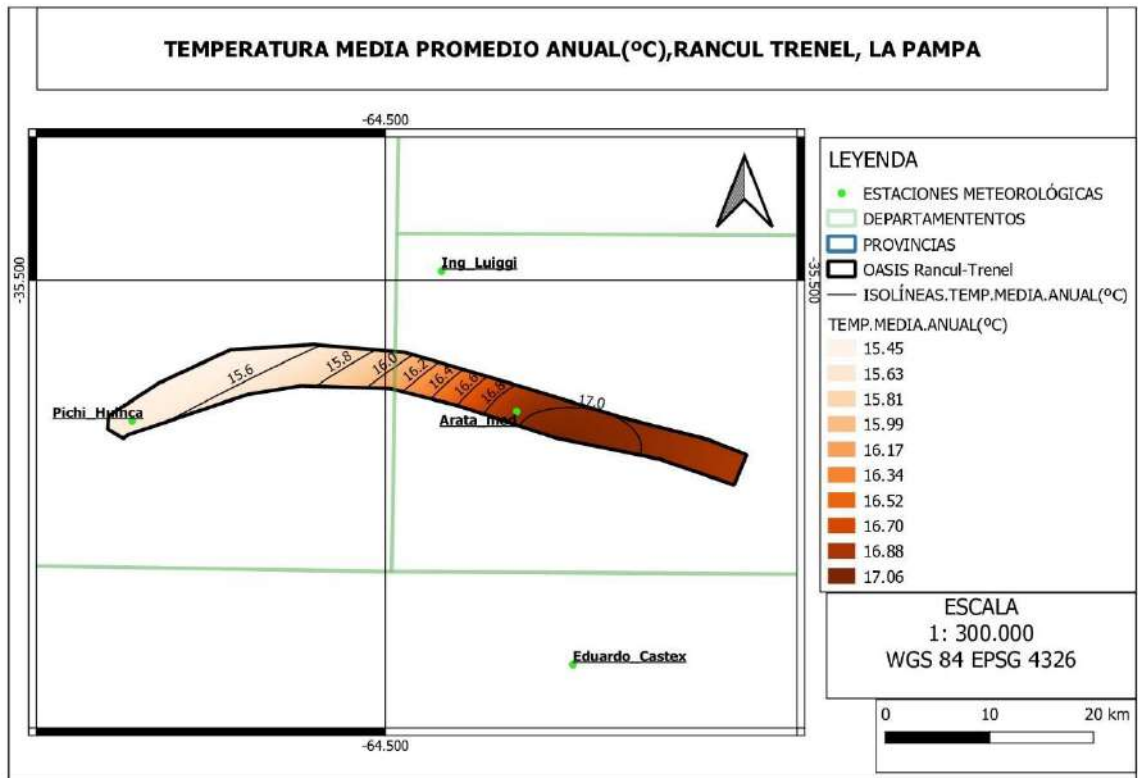
**Figura 26: Amplitud térmica media diaria (C°) de los meses de maduración (febrero y marzo) Puelén- Curacó, Provincia de La Pampa**

# RANCUL – TRENEL, PROVINCIA DE LA PAMPA

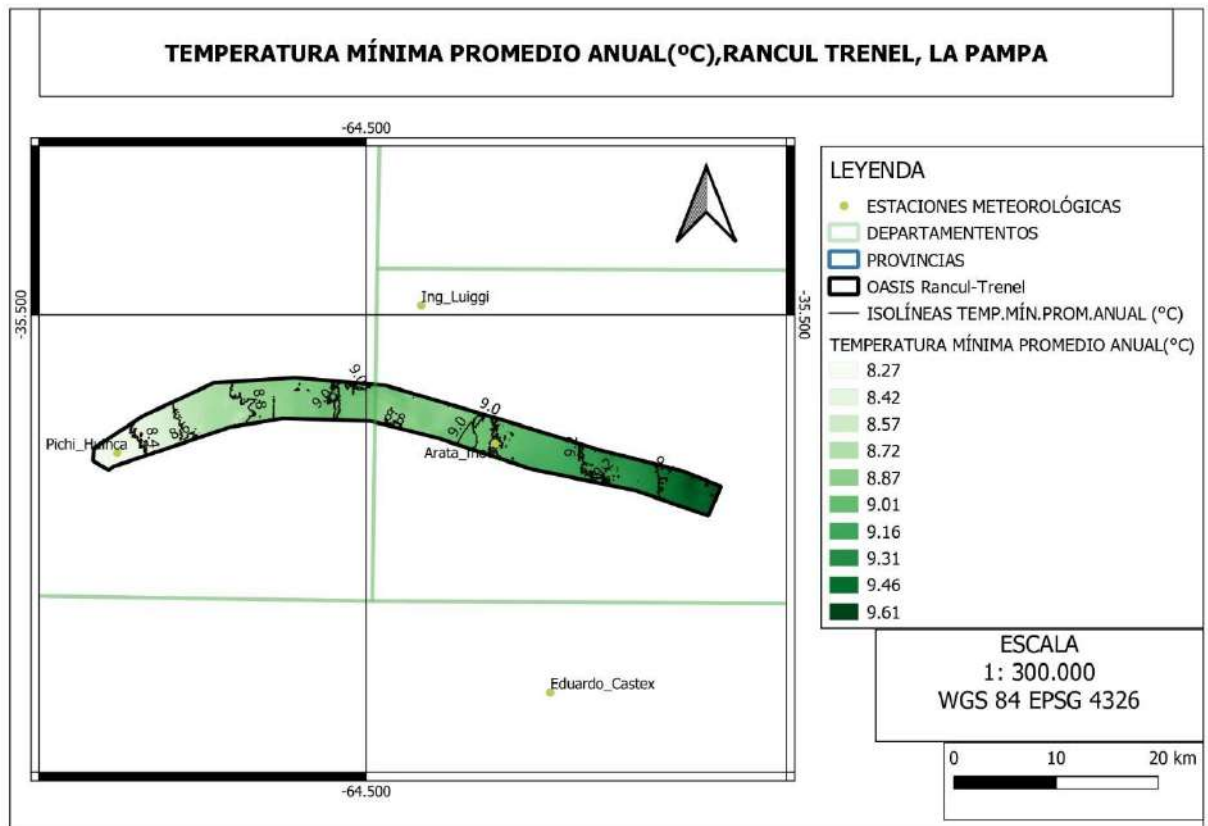
## INFORMACIÓN CLIMÁTICA ANUAL



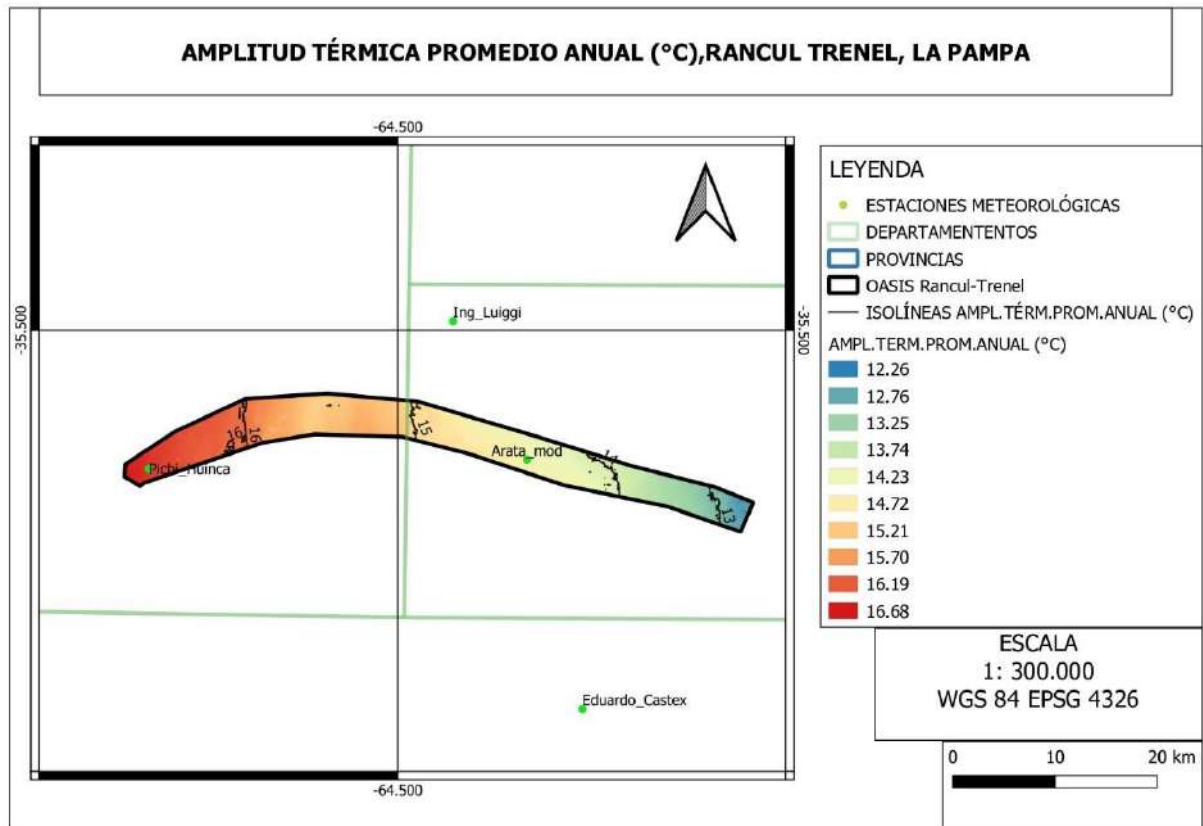
**Figura 27: Temperatura máxima media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



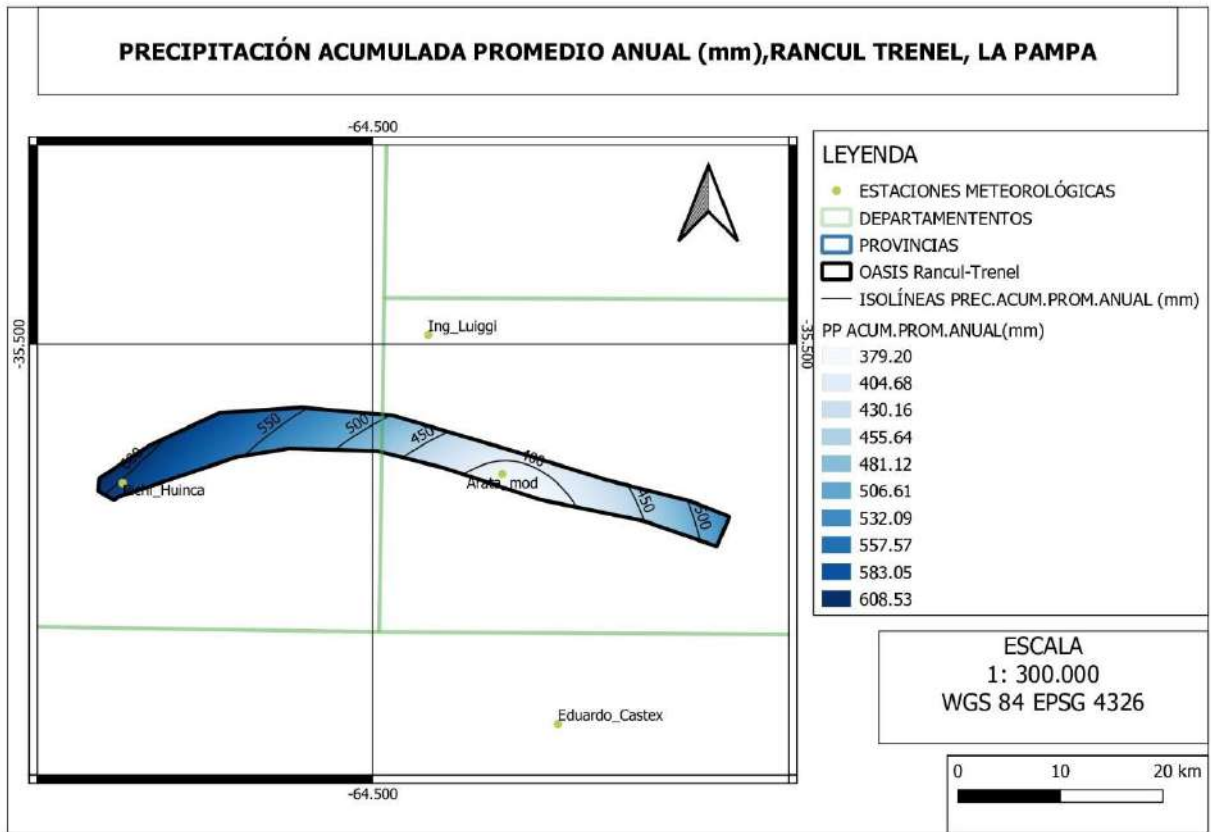
**Figura 28: Temperatura media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



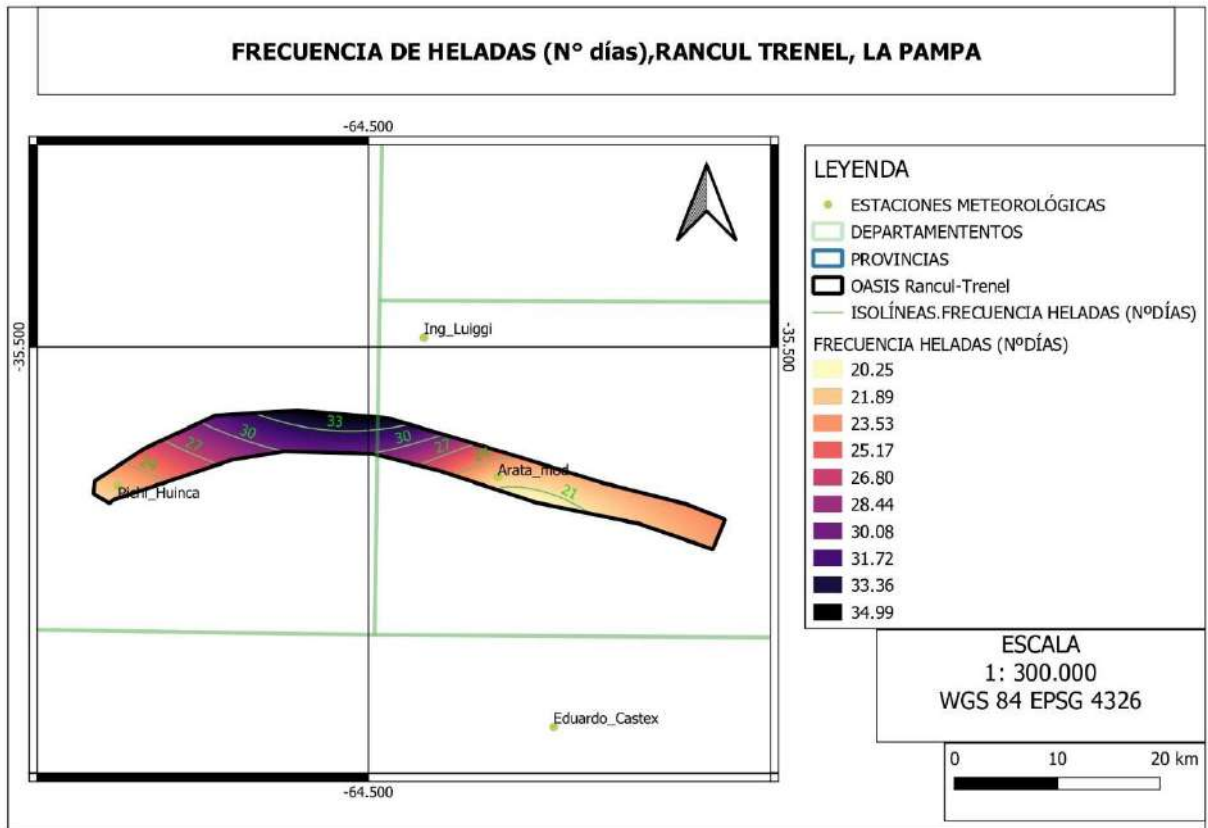
**Figura 29: Temperatura mínima media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



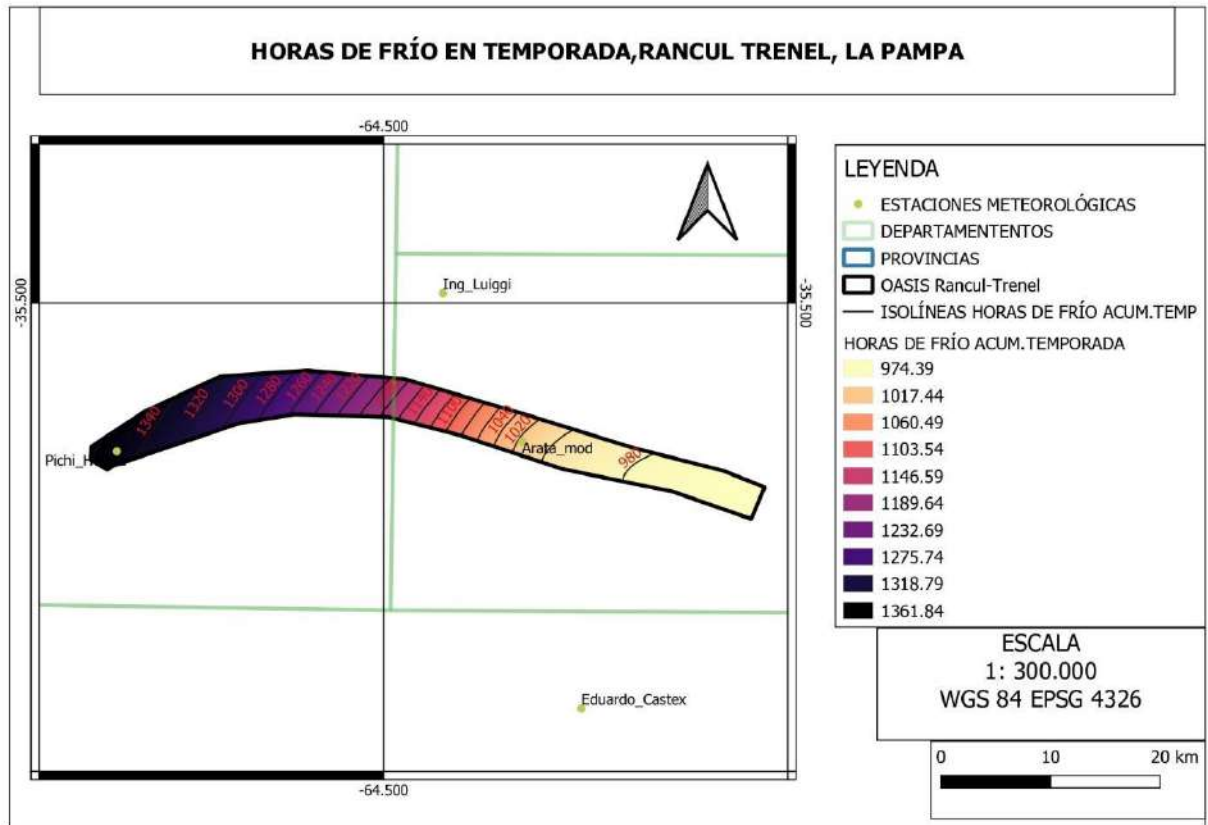
**Figura 30: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



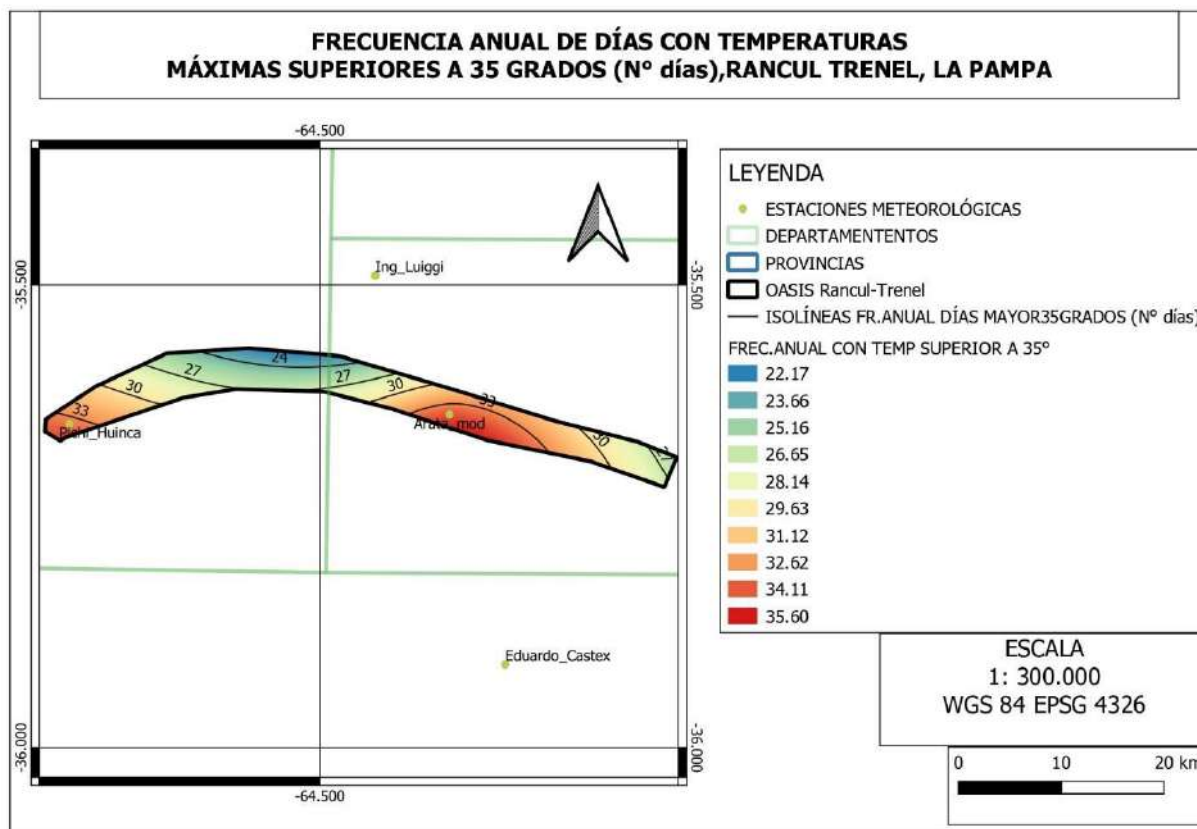
**Figura 31: Precipitación acumulada anual media (mm) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



**Figura 32: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



**Figura 33: Horas de frío acumuladas (N° horas) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



**Figura 34: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**

RANCUL - TRENEL, PROVINCIA DE LA PAMPA

INFORMACIÓN CLIMÁTICA DE LA TEMP. AGRÍCOLA Y MADURACIÓN

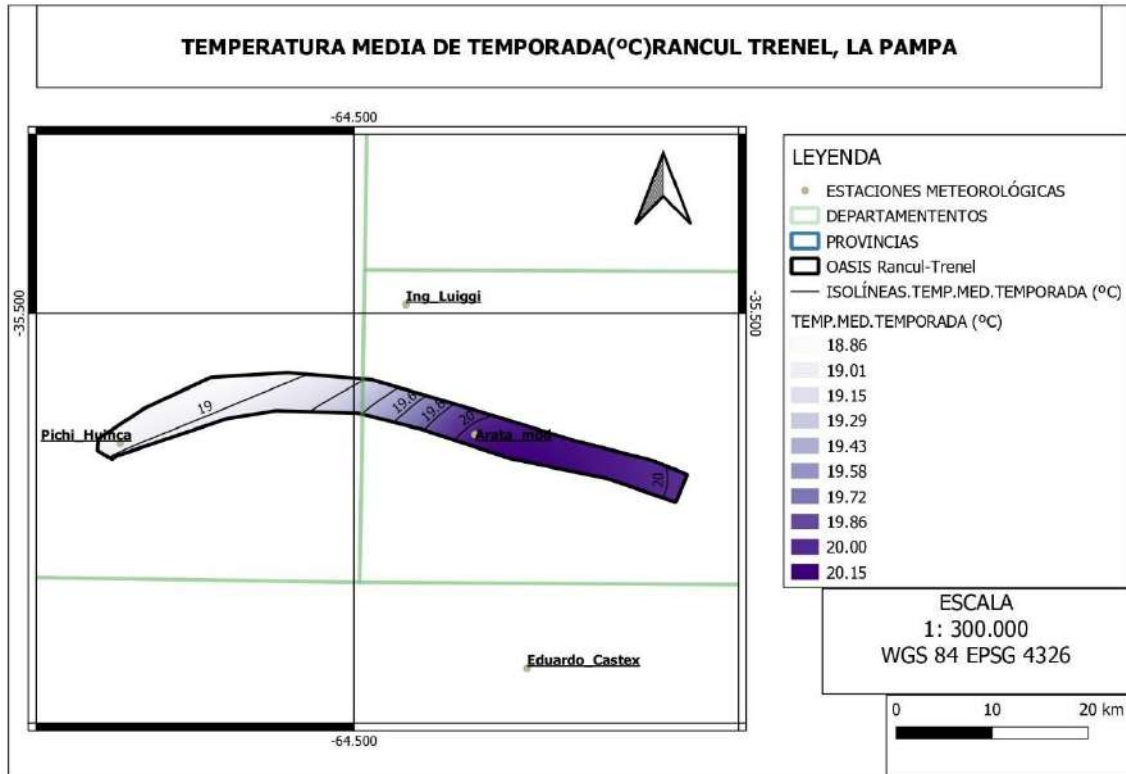


Figura 35: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa

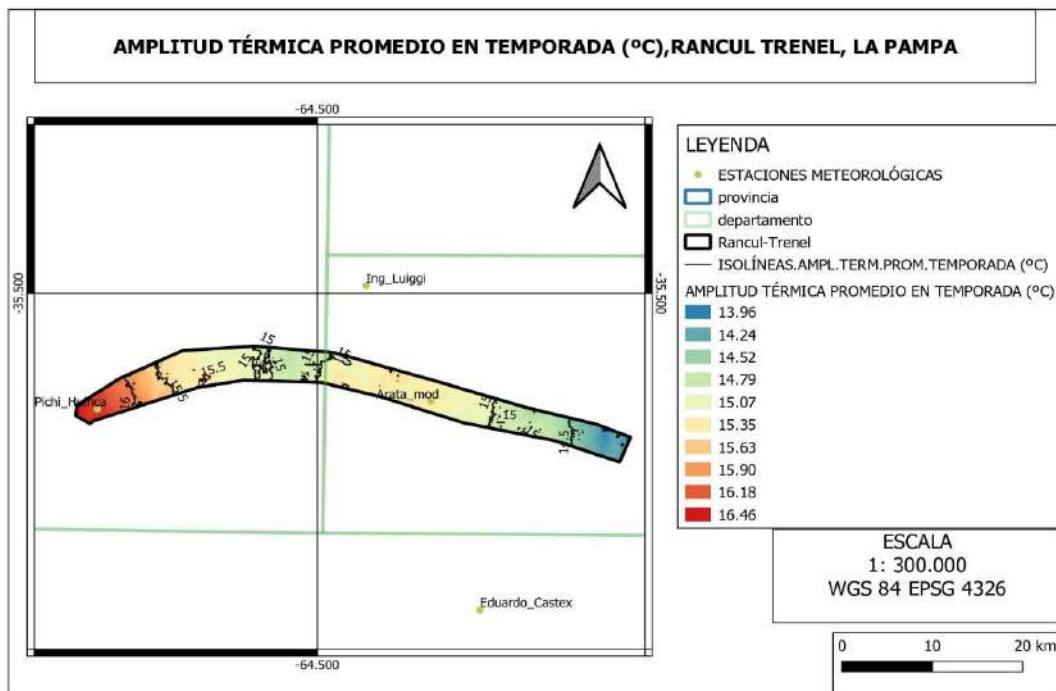
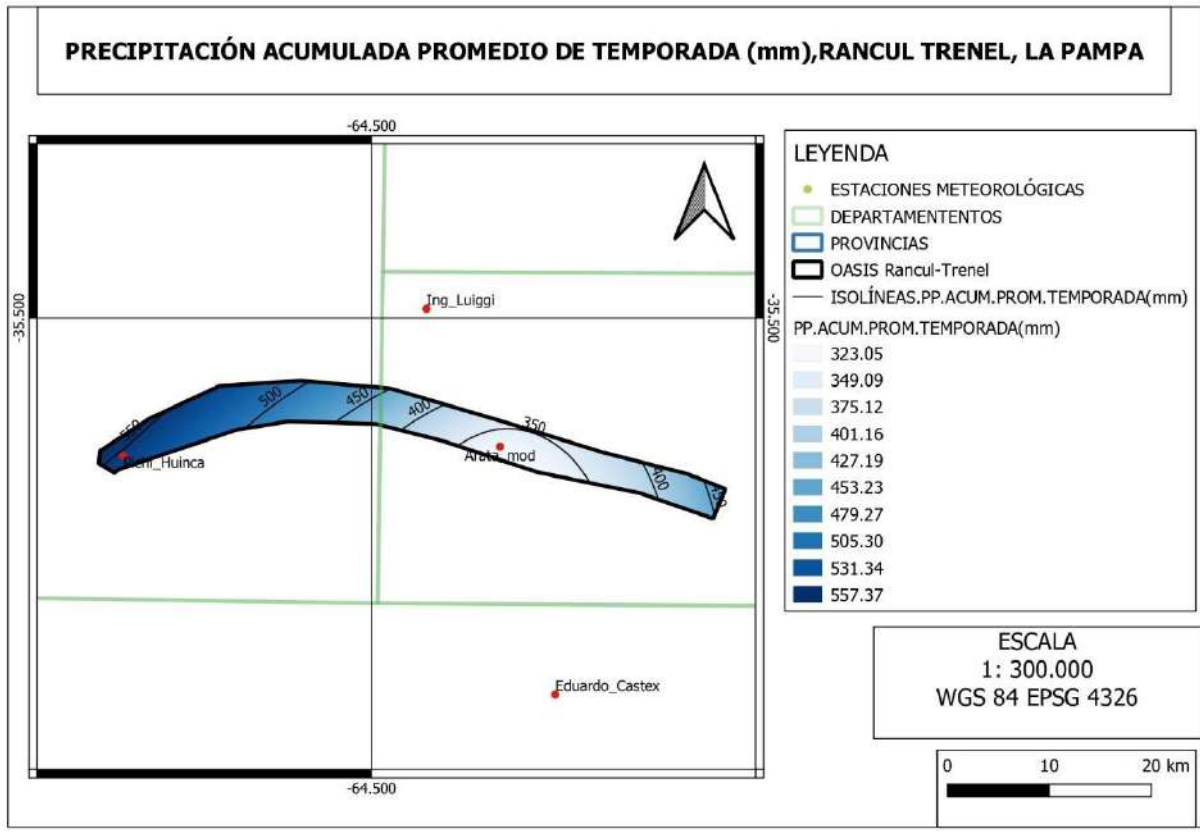
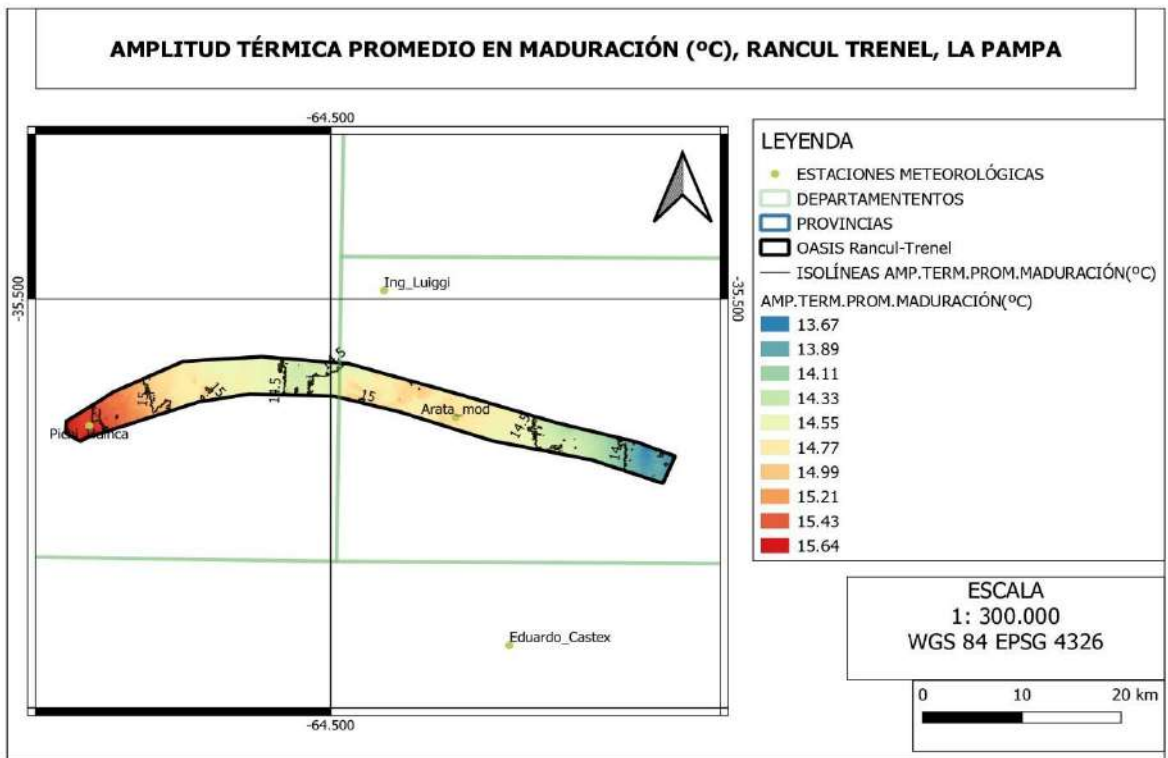


Figura 36: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa



**Figura 37: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**



**Figura 38: Amplitud térmica media diaria (C°) de los meses de maduración (febrero y marzo) Rancul- Trenel, Provincia de La Pampa**

# ANEXO V

## Mapas de índices bioclimáticos

PUELÉN – CURACÓ, PROVINCIA DE LA PAMPA.

INDICES BIOCLIMÁTICOS

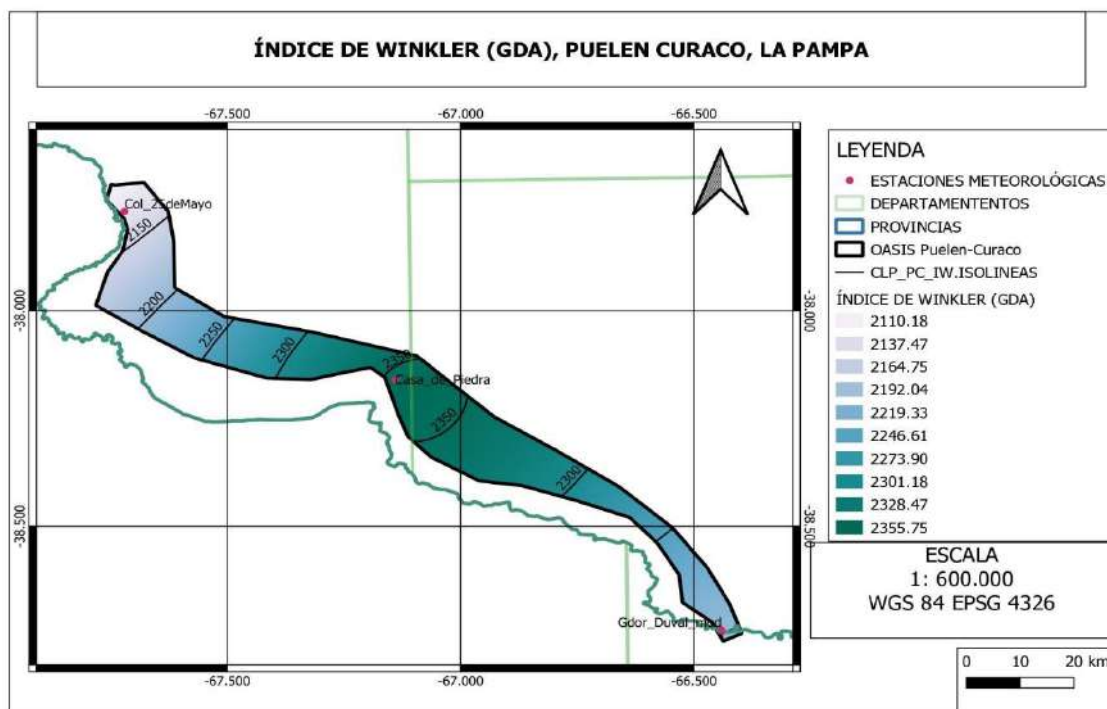


Figura 39: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa

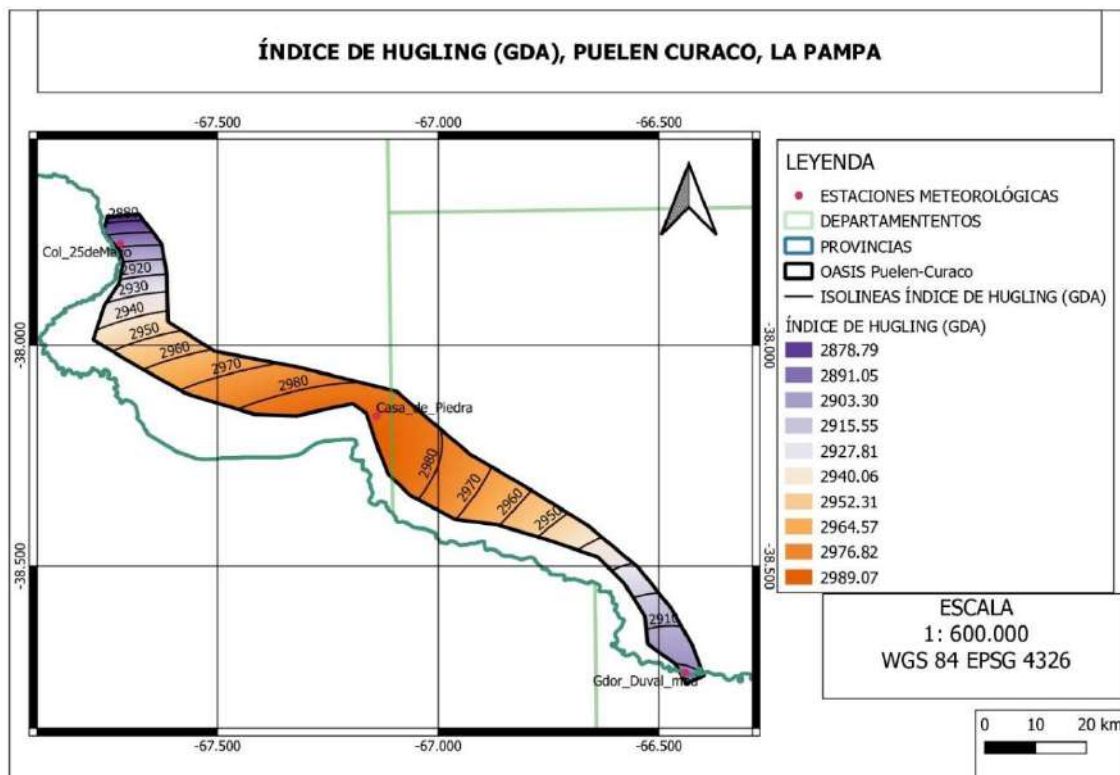


Figura 40: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa

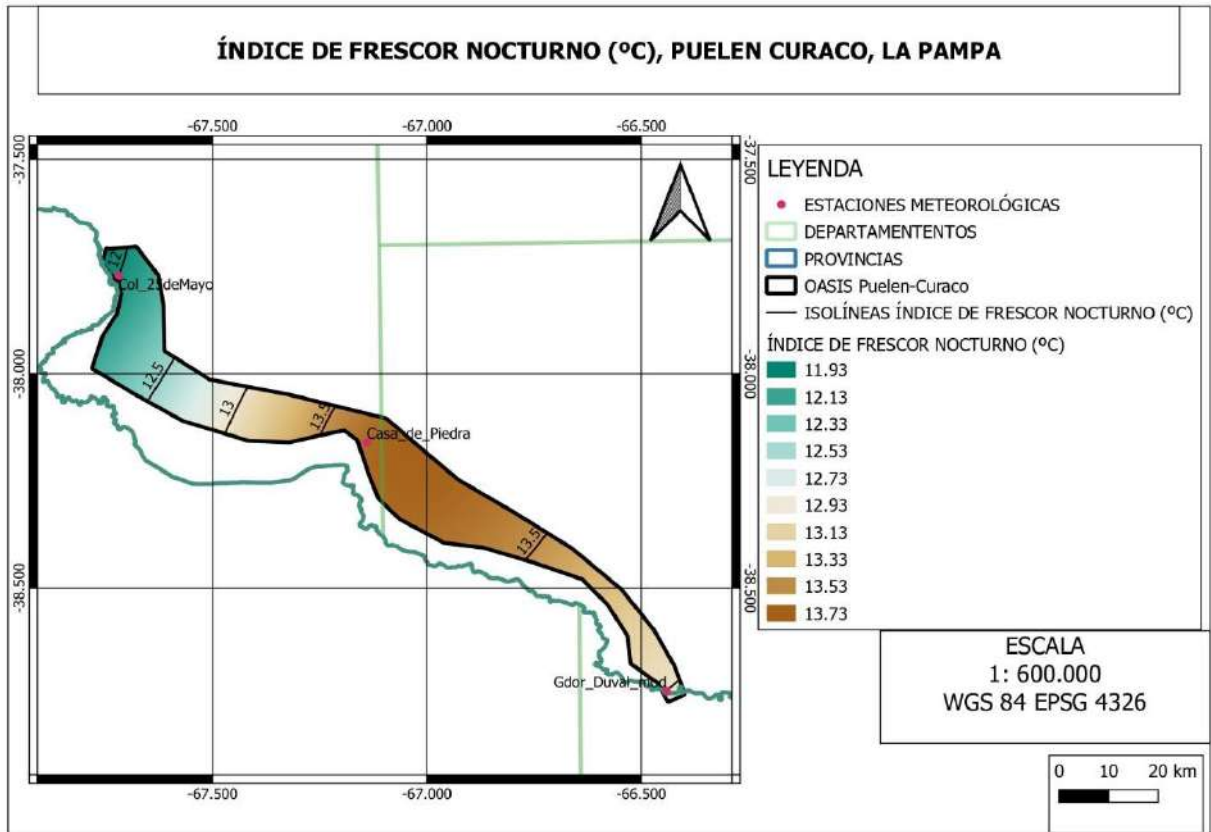
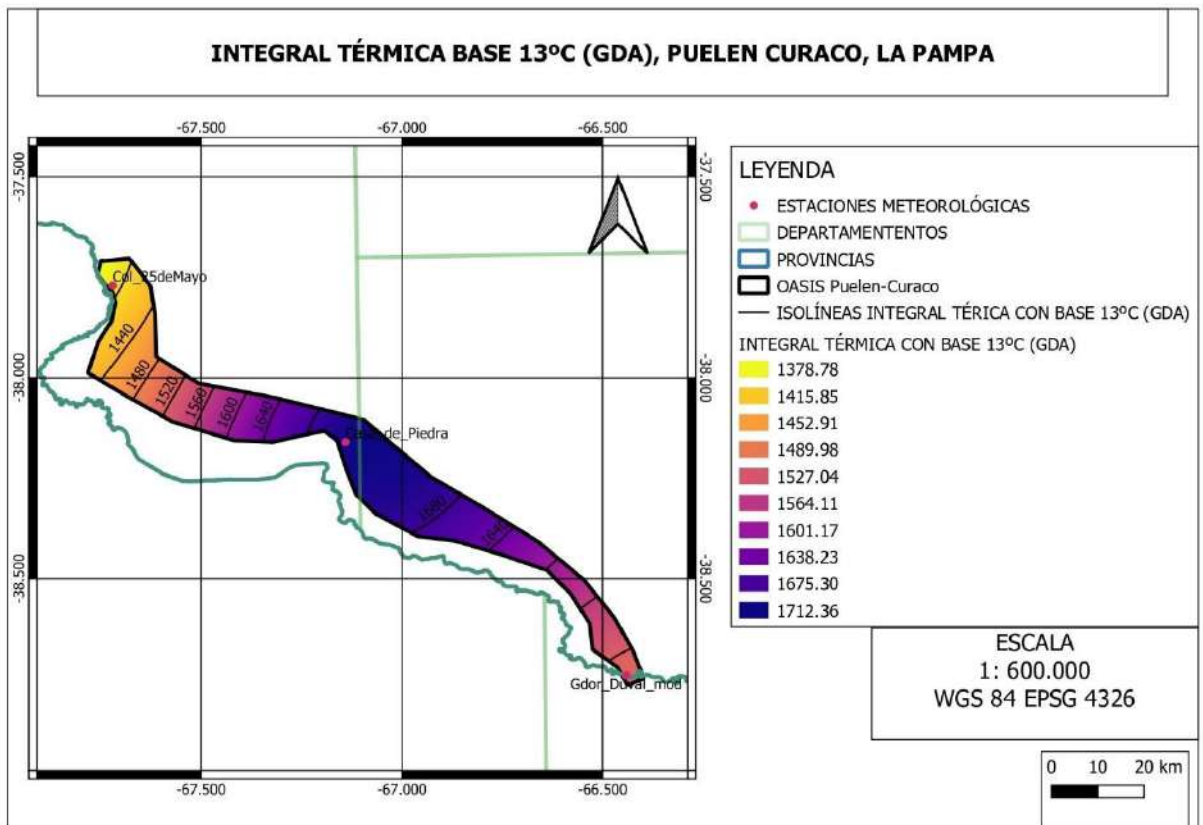
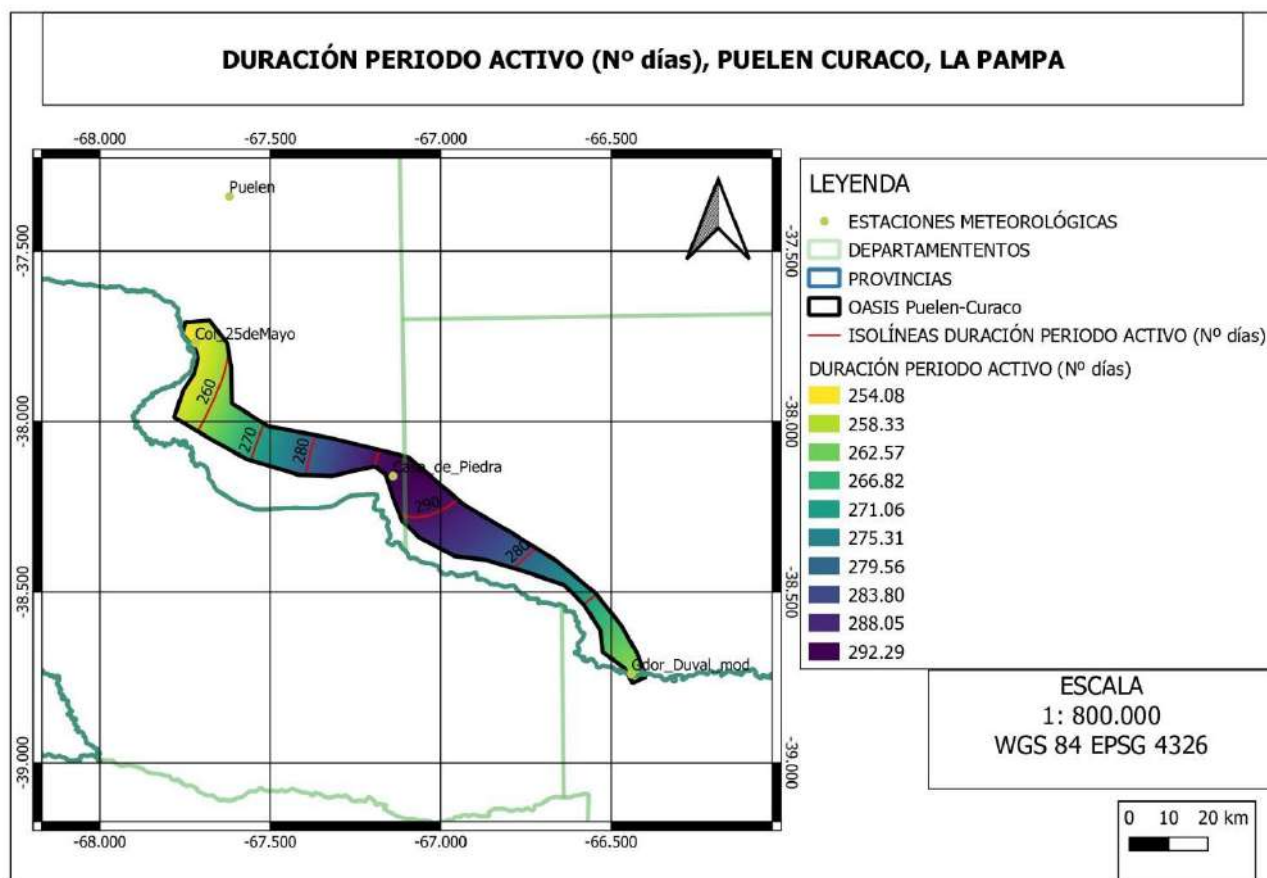


Figura 41: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa



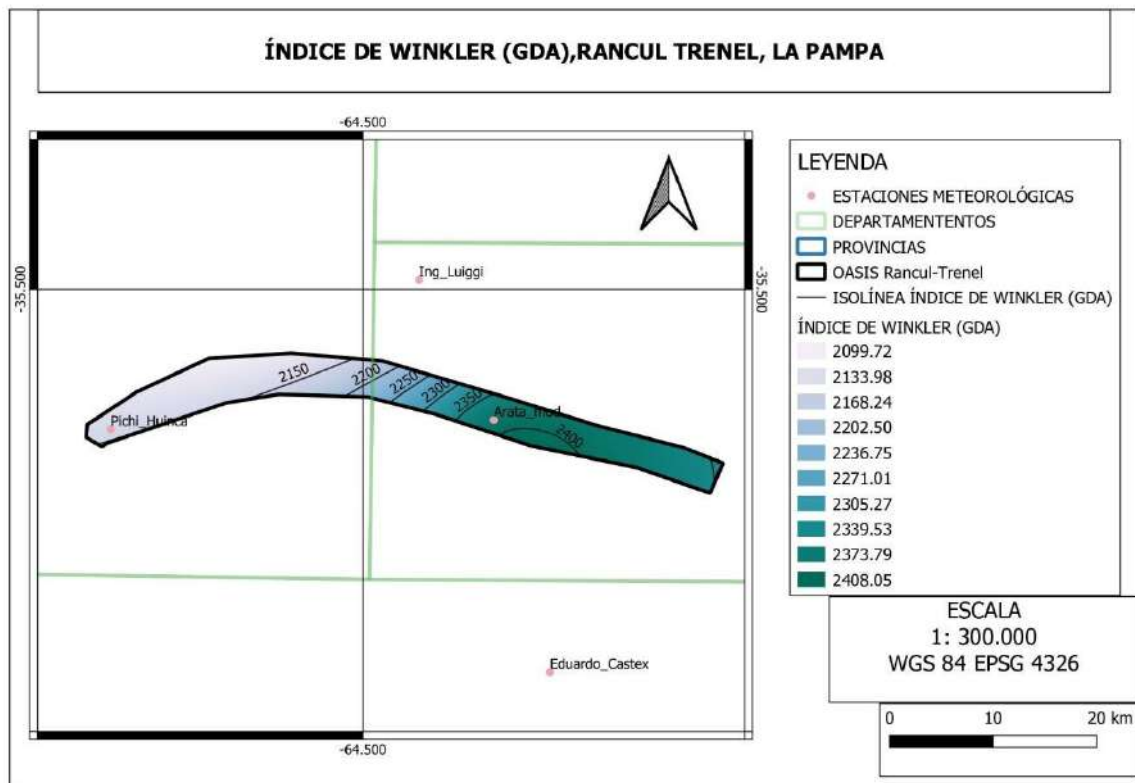
**Figura 42: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa**



**Figura 43: DPA - Duración del período activo (Nº de días) Puelén - Curacó, Provincia de La Pampa**

## RANCUL – TRENEL, PROVINCIA DE LA PAMPA.

### INDICES BIOCLIMÁTICOS



**Figura 44: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa**

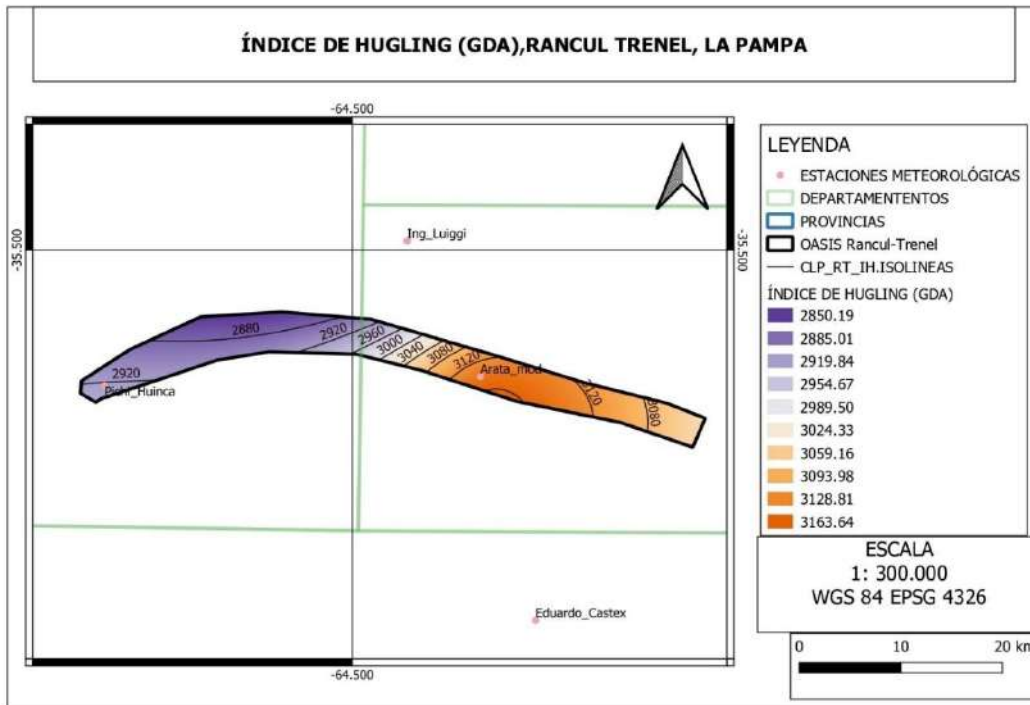


Figura 45: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa

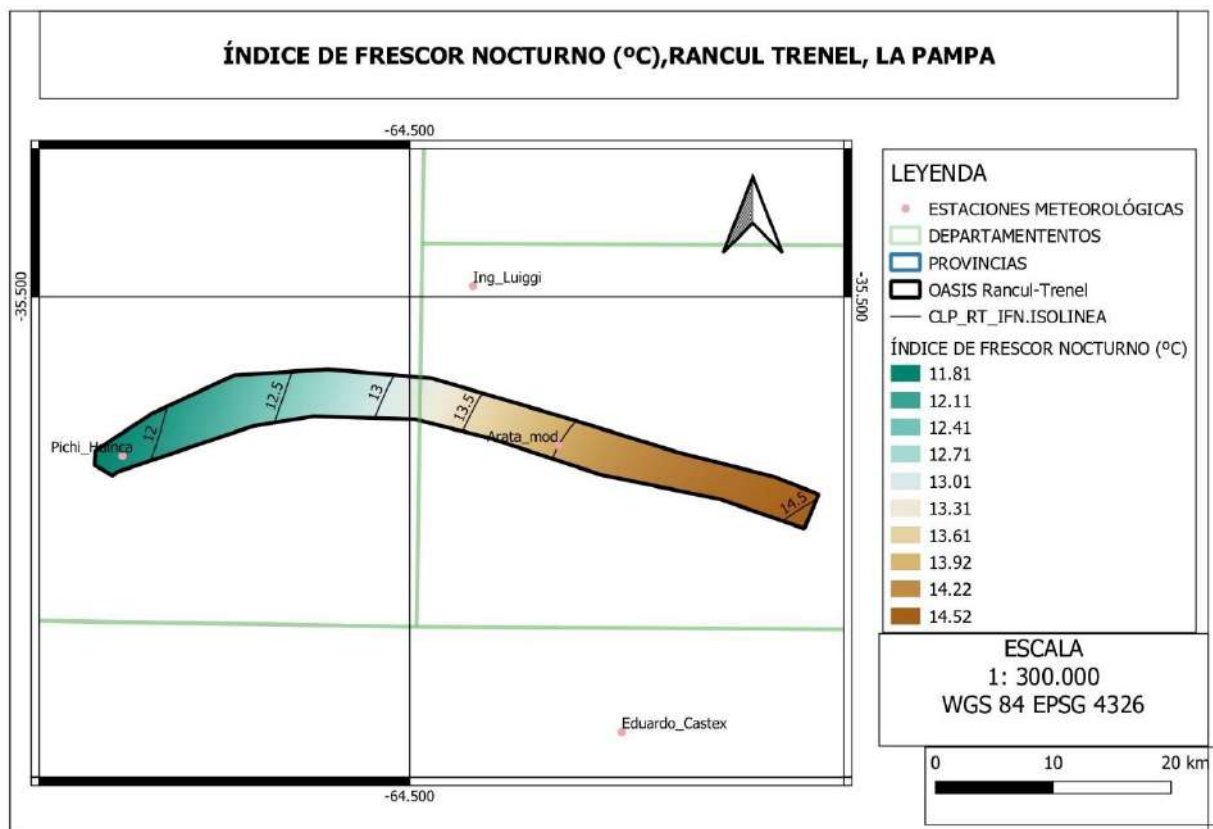
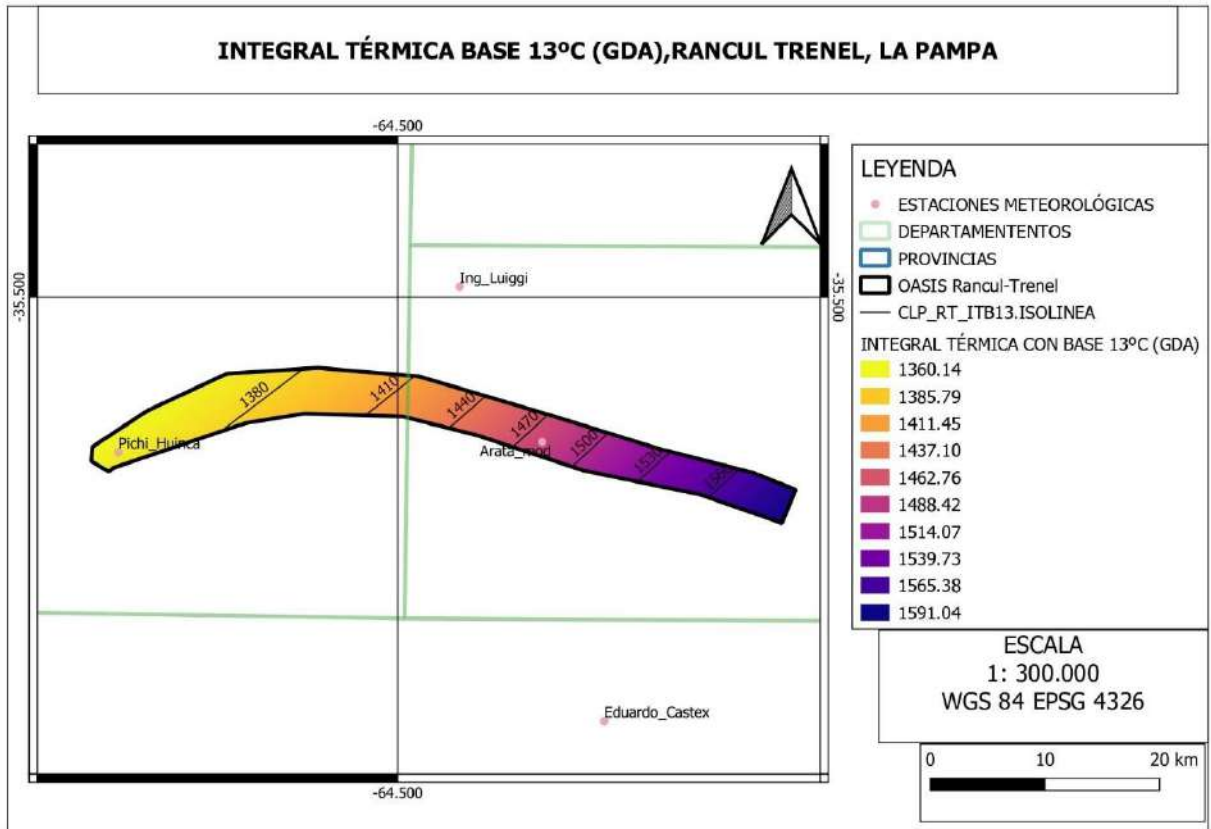
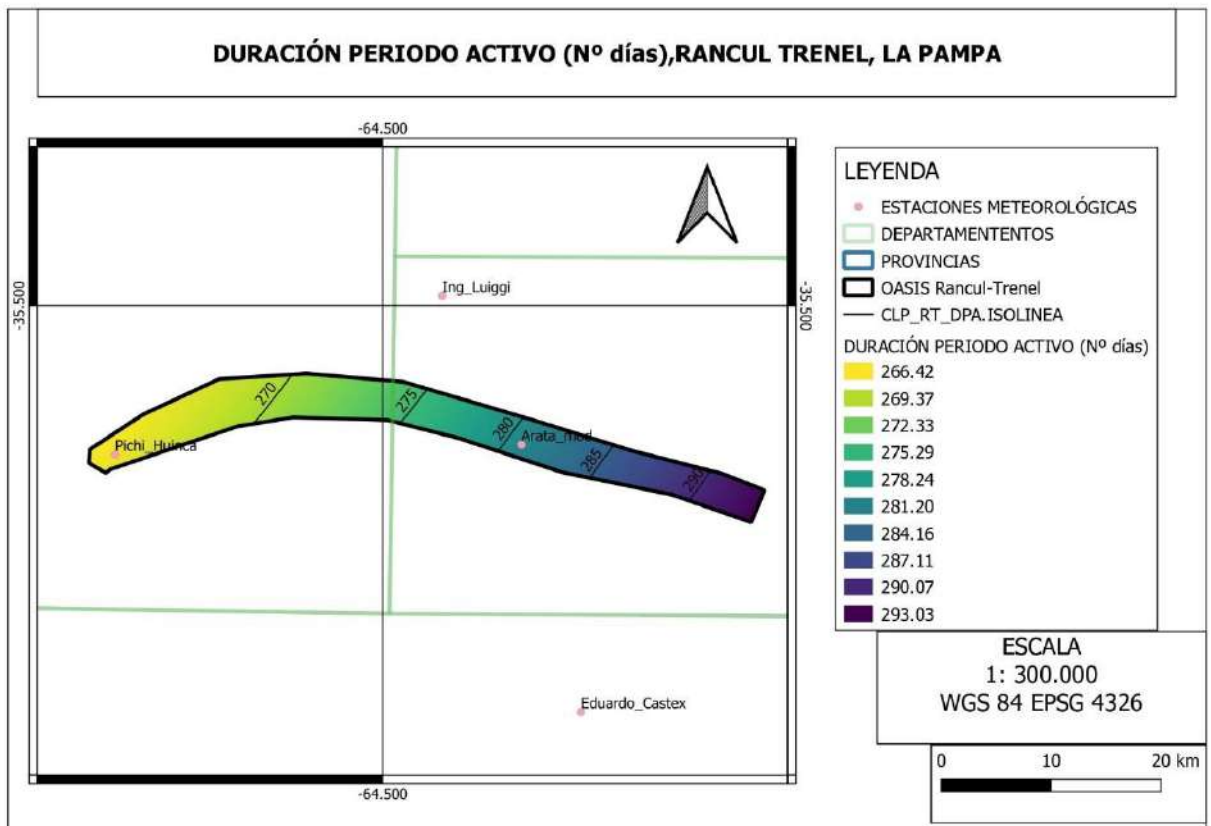


Figura 46: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa



**Figura 47: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa**



**Figura 48: DPA - Duración del período activo (Nº de días) Rancul - Trenel, Provincia de La Pampa**





# CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA

de zonas vitícolas de la Argentina

**PROVINCIA DE LA PAMPA**

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



**AUTORES: ROSANA VALLONE**

**MARÍA VISICH**

**COLABORADORES: M. LAURA FLORES CÁCERES**

**FRANCISCO CORVALÁN**

**TOMÁS MARTÍN**

**JULIA CALANDRIA**

**AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: LIC. IGNACIO LAMOTHE**

**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**

## RESUMEN

El presente documento constituye el informe final de la “Caracterización Geológica, Geomorfológica y Edáfica de dos zonas vitivinícolas de la provincia de La Pampa”. El trabajo se realizó en el marco del convenio entre el CFI-COVIAR y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Cuyo. Las zonas vitivinícolas relevadas se definieron en acuerdo con los organismos intervinientes y abarcan casi 315 ha según INV 2022.

Los objetivos de la consultoría son: 1) Estudiar los suelos, geología y geomorfología de las regiones vitivinícolas Puelén – Curacó, al norte del río Colorado y Trenel – Rancul, en el denominado Corredor Productivo ruta 4 de la provincia de La Pampa 2) Aportar al desarrollo de una infraestructura de datos espaciales y estudios técnicos de expertos a través de la compilación de información existente, relevamientos complementarios y procesamientos geomáticos, accesible tanto para la industria como para los gestores de políticas vitivinícolas. 3) Contribuir al diseño de una guía metodológica que facilite el proceso para la obtención de Indicaciones Geográficas (IG) en Argentina.

La metodología de estudio sucintamente fue: i) descripción geológica sobre la base de los antecedentes bibliográficos e información de campo; ii) estudios geomorfológicos y análisis del paisaje mediante sensores remotos estableciendo las geoformas identificables e inspección de campo; iii) a partir del modelo de elevación SRTM se realizó un procesamiento en el software SAGA V2.0.8 (SAGA User Group, 2013), para calcular los índices morfométrico: ii) estudios edafológicos: a partir de los datos del Mapa de INTA 1990 junto al estudio geomorfométrico realizado para este estudio, se utilizó el método CLHS (Conditioned Latin Hypercube Method for Sampling) para diseñar el muestreo de suelos. Resultaron así 7 sitios de estudio hasta llegar a 2 m o a hasta alguna limitante de suelo y 1 minipit. Las muestras de suelo resultantes, 31 en total, fueron remitidas al laboratorio para su caracterización fisicoquímica. Para robustecer la modelación, se sumaron 130 sitios obtenidos de la base SISINTA, (<http://sisinta.inta.gob.ar>) y 30 sitios del “*Proyecto productivo integral Casa de Piedra, Etapa 1A*” (2006), que contenían algunas de las variables de interés del estudio. A campo se utilizaron las Normas de reconocimiento de suelos del Servicio de Conservación de Suelos de USA. En Laboratorio, se realizaron los análisis físicos y químicos establecidos en los protocolos de la cátedra de Edafología de la UNCuyo y las Normas IRAM-SAMLA. Se determinó la densidad aparente en campo para el cálculo de capacidad de almacenaje. A través de funciones de pedotransferencia se estimaron  $W_c$ ,  $W_m$  y  $K$  Darcy. Dado la baja densidad media de puntos y la

inclusión de sitios de otras bases de datos se realizó un trabajo de homologación previa y validación con la metodología de “Leave-one-out cross-validation” (LOOCV). Se utilizaron los modelos predictivos Random Forest y Universal Kriging. Se seleccionaron las variables válidas según los RME y se generaron mapas continuos de las variables edáficas para los perfiles relevados mediante modelado vertical de suelos, para obtener la variación vertical de las variables integrada hasta la profundidad de observación obteniendo así dos horizontes sintéticos: 0-50 cm y 50-100. A partir de estos horizontes, se aplicaron modelos de inteligencia artificial para predecir propiedades edáficas utilizando covariables ambientales vinculadas con los factores formadores de suelos como variables regresoras. Con los datos de DAP medido a campo, fracciones granulométricas y funciones de pedotransferencia se estimó el agua disponible (Wd) entre capacidad de campo (Wc) y capacidad de marchitamiento permanente (Wm) y permeabilidad de los perfiles de suelo o conductividad hidráulica saturada (Kd). Se realizó la clasificación utilitaria de suelos con fines de riego según el USBR.

Sobre la base de lo observado a campo, los análisis geoestadísticos y teniendo en cuenta la amplia escala de trabajo, se reconocen 5 Unidades Edáficas (UE) en las subzonas vitícolas evaluadas: Unidad Edáfica 25 de Mayo, Unidad Edáfica Casa de Piedra, Unidad Edáfica Duval, Unidad Edáfica Trenel – Caleufú y Unidad Edáfica Pichi Huinca, las cuales son descriptas en el documento.

El documento anexa además la reseña de características físico-naturales, hidrología y aspectos hidrogeológicos de las zonas estudiadas y fichas técnicas que sintetizan la información de paisaje y características externas, perfil de suelo y análisis de laboratorio por sitio relevado.

## **Geología y Geomorfología**

Dentro del esquema geológico regional, La Pampa se encuentra comprendida en el cinturón móvil Mendocino-Pampeano que es parte del Bloque de San Rafael. El cinturón móvil atraviesa en dirección NW-SE y configura numerosos afloramientos rocosos con edades registradas desde el Precámbrico. Las formaciones litoestratigráficas vinculadas con los materiales originarios de los suelos y con las formas del paisaje son: Formación Puelén: son coladas basálticas ubicadas en el centro oeste; el espesor oscila entre 2 y 10 m; Formación Copel que aflora en el centro-oeste. Son calizas silicificadas con pedernal, limonitas y areniscas;

Formación Arroyo Chasicó: aflora en la parte central (sierra Chata). Son “areniscas rojas y arenas limosas y calcáreas poco consistentes, de color ocre a pardo con nodulitos arcillosos más oscuros; Formación Río Negro: son areniscas y arenas limosas poco consolidadas. Se disponen horizontalmente y presentan estratificación entrecruzada; es común encontrar intercalaciones de material más fino y lentes de yeso de poco espesor y extensión. El sedimento arenoso es de textura gruesa y coloración oscura. La Formación el Sauzal: son conglomerados de hasta 6 m de espesor, compuestos fundamentalmente de rocas volcánicas y están parcialmente cementados por carbonato de calcio. Se distribuyen en el sur de la provincia. El actual modelado que se observa en la provincia es fundamentalmente el resultado de la combinación de acciones hídricas y eólicas.

A comienzos del Cuaternario, las acciones hídricas de escurrimiento difuso elaboraron en la parte N y E del territorio una inmensa pediplanicie regional caracterizada por una cobertura calcárea muy potente. En el S, el paisaje estaba compuesto también por una gran planicie cubierta por un espeso manto de rodados de vulcanitas. Posteriormente este paisaje fue recortado por nuevas acciones hídricas y eólicas dando la fisonomía actual. El material calcáreo se presenta en forma de costras, a manera de matriz (englobando rodados de vulcanitas y bloques de basalto) o como concreciones y muñecas diseminadas en materiales más finos (limos). Atendiendo a su composición mineralógica se pueden diferenciar en calcáreos propiamente dichos y en areniscas calcáreas

El río Colorado desarrolló una importante acción hídrica en el SW de la provincia. Su continuo desplazamiento hacia el S (evidenciado por los paleocauces) originó un paisaje donde se intercalan terrazas, mesetas y paleocauces. Los valles relictos centrales ubicados en la parte centro-occidental son testigos de una importante acción hídrica pasada; en éstos se distinguen niveles de terrazas que posiblemente indicarían su vinculación con los fenómenos climáticos ocurridos en el Cuaternario (glaciaciones), los interfluvios antiguos, hoy constituyen mesetas alargadas en sentido SW -NE, el fondo de los valles se encuentra cubierto por cordones arenosos. Las acciones eólicas actuaron en todo el ámbito de la provincia. Contribuyeron a su desarrollo las condiciones climáticas de aridez (acentuadas en los períodos secos del Cuaternario), la granulometría de las formaciones sedimentarias subyacentes (Co. Azul, Río Negro, etc.) y los suelos poco evolucionados asociados a una vegetación semidesértica. En sentido general puede decirse que una capa arenosa cubre superficialmente todo el territorio; el espesor es variable, desde centímetros a varios metros. Este sedimento es el material originario de casi todos los suelos. Las áreas sometidas a acciones de

deflación (ubicadas preferentemente en el N y SW) se caracterizan por el delgado espesor de arena que tienen en superficie; el viento desgastó y transportó el material a lugares más alejados o a las posiciones más deprimidas del paisaje y dejó al descubierto material subyacente consolidado (costras calcáreas, rodados de vulcanitas, basalto y afloramientos rocosos).

## **Edafología**

La distribución de los regímenes de humedad dentro de la provincia tiene su correlato en el régimen edáfico. Los suelos de la provincia pertenecen así a tres órdenes taxonómicos: Molisoles, Entisoles y Aridisoles. En el NE, en las zonas vitícolas en Rancul-Trenel, se encuentran los molisoles, presentando solamente inclusiones de Entisoles en médanos y Aridisoles en cubetas y lagunas saladas de agua temporaria. Al SW en Puelén-Curacó, los viñedos se desarrollan en Entisoles sobre rodados tehuelches. Los suelos vitícolas en el corredor de la ruta 4, presentan una cierta evolución genética con escasa diferenciación de horizontes y leve estructuración. Son de textura gruesa variable entre franco y franco arenoso, drenaje rápido, permeabilidad rápida y su reacción oscila entre medianamente ácida y ligeramente alcalina. a característica más importante de estos suelos es la presencia de un epipedón mólico, bien provisto de materia orgánica. El agua de riego utilizada en esta subzona determina problemas de salinidad y sodicidad en los suelos. Los viñedos de Puelén-Curacó desarrollados sobre los suelos jóvenes, poco desarrollados, tienen texturas arenosas a franco arenosas, requieren drenaje para el control de la salinidad en la cuenca alta, poseen escasa retención de humedad y bajos contenidos de materia orgánica, por lo tanto, susceptibles a la erosión eólica. Algunos están libres de calcáreo y tienen reacción mediana a débilmente ácida, aunque otros tienen en todo el perfil reacción de ligera a moderadamente alcalina.

En 25 de mayo, los suelos presentan una sucesión de estratos constituidos por arenas eólicas depositadas sobre un material aluvial. Por debajo se distinguen un manto de ripio y un estrato impermeable subyacente al ripio. El material eólico arenoso es no carbonatado y es no salino. El estrato aluvial posee una textura que varía desde franco arenosa a arenosa. El mismo es de color pardo rojizo claro, calcáreo-yesoso y sales en paleocauces. En profundidad se pueden evidenciar capas sódicas que restringen el drenaje natural de los suelos. En cambio, en las formas positivas del relieve, generalmente no presentan un importante contenido de sales. Tanto el color, como las acumulaciones salinas son características heredadas de los sedimentos que transporta el río Colorado. Respecto de la

fertilidad, poseen escaso contenido de nitrógeno y de materia orgánica. y fuerte reacción de los carbonatos en la masa en todo el perfil.

En Casa de Piedra, los suelos en su mayoría son profundos y muy pocos son someros, por la pedregosidad superficial o cercana a superficie. Las condiciones de drenaje interno y de aireación hasta los 2 metros no son limitantes para el desarrollo de los cultivos. La mayor parte no son salinos, pero algunos sitios presentan salinidad moderada y RAS altos. Sin embargo, son suelos con una importante reserva de yeso, por lo que no presentarían problemas con sodicidad. En algunas capas constituyen gypsipanes. En otros, la acumulación de esta sal medianamente soluble conduce a la formación de “volcanes” o resumideros. Las coloraciones rojizas o amarillo verdosas que se observan en la fracción arena responden al material litológico del área.

Los suelos vitícolas en Gdor Duval, son muy profundos, de perfil estratificado con capas que van de franco arenosas a arcillosas, de pH ligera a moderadamente alcalino, no salinos ni sódicos. Presentan calcáreo en toda la matriz del perfil, y el contenido de yesos es muy bajo. Los contenidos de materia orgánica y N total son muy bajos.

## ÍNDICE DEL INFORME

1.	FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO .....	12
2.	UBICACIÓN CONTEXTO GEOGRÁFICO .....	13
2.1	Características físico-naturales generales	13
2.2	Características hidrológicas	18
2.2.1.	Cuenca del Río Colorado	19
3.	MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO .....	23
3.1	Geología regional	23
3.1.1.	Sector noreste de la provincia de La Pampa	26
3.1.2.	Sector centro occidental de la provincia de La Pampa	29
3.2	Geomorfología general	32
3.2.1.	Sector noreste de la provincia de La Pampa	32
3.2.2.	Sector centro occidental de la provincia de La Pampa	35
4.	GEOMORFOMETRÍA.....	36
4.1	Modelo digital de elevación (DEM)	36
4.2	Índices morfométricos	38
5.	INTEGRACIÓN DE LA GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PEDOLOGÍA EN ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN O ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA.....	40
6.	SUELOS DE LA PAMPA .....	41
6.1	Origen y características generales	41
6.2	Relevamientos y estudios de suelos	49
7.	METODOLOGÍA DE ESTUDIO DEL PROYECTO.....	52
7.1	Estudios geológicos y geomorfológicos	52
7.2	Estudio edafológico	53
8.	RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	55
8.1	Subzonas y sitios de estudio	55
8.2	Estudio geológico y geomorfológico de las áreas relevadas	56
8.3	Índices Morfométricos	59
8.3.1	Sector Trenel - Rancul	59
8.3.2	Sector Puelen-Curacó	64
8.4	Estudio de suelos	68
8.4.1.	Características generales de los suelos por subzona	68
8.5	Unidad Edáfica 25 de Mayo	91
8.6	Unidad Edáfica Casa de Piedra	93
8.7	Unidad Edáfica Duval	95

8.8	Unidad Edáfica Trenel – Caleufú	97
8.9	Unidad Edáfica Pichi Huinca	98
8.10.	Clasificación Utilitaria de suelos con fines de riego	99
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	101
10.	ANEXO. FICHAS DE CAMPO .....	106

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica de los suelos reconocidos en la provincia de La pampa según “Soil Taxonomy” .....	42
Cuadro 2.	Guía de Unidades Cartográficas del mapa de suelos. Leyenda de la Figura 25, indicando paisaje asociado y superficie en ha y porcentaje .....	47
Cuadro 3.	Hojas geológicas utilizadas para el presente trabajo (Fuente: SEGEMAR) .....	53
Cuadro 4.	Clases Aptitud de suelos con fines de riego y simbología utilizada según USBR.....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa físico de la provincia de La Pampa (Fuente: <a href="https://www.gifex.com/">https://www.gifex.com/</a> ) .....	14
Figura 2.	Mapa Climático de La Pampa (Fuente: <a href="https://www.gifex.com/">https://www.gifex.com/</a> ) .....	16
Figura 3.	Regiones hídricas provincia de La Pampa con indicación de la posición de las zonas vitícolas (reelaborada a partir de <a href="https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar">https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar</a> ).....	17
Figura 4.	Tipos fisonómicos de vegetación (Cano, E., Fernández, B., Montes, M.A., Peña Zubiarte, C., Maldonado Pinedo D., Martínez H. and Hevia R., 1980. Reelaborado de <a href="https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar">https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar</a> ).....	18
Figura 5.	Sistema Hidrológico del río Colorado (Fuente: <a href="https://aquabook.irrigacion.gov.ar/">https://aquabook.irrigacion.gov.ar/</a> - Adaptado de la Secretaría de Recursos hídricos) .....	20
Figura 6.	Cuenca río Colorado (Fuente: <a href="http://coirco.gov.ar">coirco.gov.ar</a> ) .....	21
Figura 7.	Embalse de Casa de Piedra sobre el río Colorado .....	22
Figura 8.	Dique y Central Salto Andersen sobre el río Colorado .....	23
Figura 9.	Unidades geotectónicas mayores de Sudamérica (Caminos 1999).....	24
Figura 10.	Mapa de Provincias Geológicas del territorio argentino (Caminos 1999). .....	25
Figura 11.	Ubicación geográfica de las localidades de Pichi Huinca y Trenel, provincia de La Pampa. ....	26
Figura 12.	Ubicación geográfica de 25 de Mayo y Casa de Piedra, provincia de La Pampa.....	26
Figura 13.	Zonas morfoestructurales de Llanura Oriental (fuente: Modificado de Varela 2014, INSUGEO, Miscelánea 21). .....	27
Figura 14.	Arenas finas cubriendo en el paisaje entre Duval y Trenel. ....	28
Figura 15.	Coluviones en el paisaje entre Duval y Trenel. ....	28
Figura 16.	Sector centro occidental de la provincia de La Pampa (Hoja Geológica 3766-III). .....	29
Figura 17.	Sedimentos modernos, camino a Duval desde el dique Casa de Piedra, La Pampa. .	30
Figura 18.	Salitrales y bajos, camino a Duval desde el dique Casa de Piedra, La Pampa. ....	31
Figura 19.	Esquema geológico regional (Hoja Geológica Neuquén, 3969-II). .....	32
Figura 20.	Mapa topográfico de cuenca de Macachín. ....	33

Figura 21. Ubicación del Sistema de Depresiones Transversales, las cuencas de Quehué y Macachín y los sistemas de fallas descritas por de Elorriaga (2009) en el sector de las Depresiones Transversales.....	35
Figura 22. Marco geomorfológico del sector centro occidental de la provincia de La Pampa. El recuadro marca la posición aproximada de la región muestreada. ....	36
Figura 23. DEM de las subzonas vitícolas evaluadas en La Pampa .....	37
Figura 24. Mapa esquemático de los suelos de La Pampa .....	45
Figura 25. Carta de Suelos de la Provincia de La Pampa (Fuente: Inventario Integrado de Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa, INTA-UNLP, 1980) .....	46
Figura 26. Regímenes de humedad de suelos provincia de La Pampa (Fuente: Van Wambeke y Scoppa, 1976) .....	49
Figura 27. Zona de estudio de alfalfa bajo riego con pivote central .....	51
Figura 28. Zona de estudio del Proyecto productivo integral Casa de Piedra, Etapa 1ª (2006) (sombreado de gris) y la subzona vitícola en estudio (sombreado naranja) .....	52
Figura 29. Sitios de la base de datos SISINTA anexados a la modelación.....	54
Figura 30. Subzonas vitícolas estudiadas y sitios relevados más otros estudios anexados para la modelación y validación geoestadística para el mapeo digital .....	56
Figura 31. Mapa del sector relevado. Noreste de la provincia de La Pampa. ....	57
Figura 32. Sedimentos arenosos cubren la superficie. Viña COSTREN .....	60
Figura 33. Tosca en el fondo de la calicata. Viña COSTREN .....	60
Figura 34. Viñedos y Bodega El Rastro. Sedimentos arenosos cubren la superficie (izquierda) y sedimentos franco-limosos.....	50
Figura 35. Viñedo Sociedad de Fomento Pichi Huinca Pichi Huinca. ....	51
Figura 36. Mapa geológico de las localidades de 25 de Mayo y Casa de Piedra, provincia de La Pampa. ....	52
Figura 37. Sedimentos fluviales con intercalaciones lacustres, ruta desde 25 de Mayo a Casa de Piedra, La Pampa.....	52
Figura 38. Esquema geológico regional de la región centro occidental de la provincia de La Pampa (Hoja Geológica 3766-III).....	53
Figura 39. Material gravoso en superficie. Bodega del Desierto .....	55
Figura 40. Sedimentos fluviales con predominio de arenas, gravas y limos en menor proporción. ....	56
Figura 41. Predominio de materiales gruesos en superficie. Bodega del Desierto. ....	56
Figura 42. Sedimentos de origen fluvial. Chacra Experimental. ....	57
Figura 43. Sedimentos de origen fluvial. Chacra Experimental. ....	57
Figura 44. Cantos rodados de carbonatos. Chacra Experimental .....	58
Figura 45. Sedimentos de origen fluvial. Fincas de Duval. ....	58
Figura 46. Viñedos de Finca de Duval. ....	59
Figura 47. Cantos rodados de composición variada, algunos con oxidación. Finca Duval.....	59
Figura 48. Mapa de Pendiente sector noreste de La Pampa, expresada en %. ....	60
Figura 49. Mapa de Índice de curvatura sector noreste de La Pampa. ....	60
Figura 50. Mapa de Aspecto sector noreste de La Pampa.....	61
Figura 51. Mapa de Índice de Convergencia sector noreste de La Pampa.....	61
Figura 52. Mapa de Longitud de la pendiente sector noreste de La Pampa. ....	62
Figura 53. Mapa de Índice de humedad topográfica sector noreste de La Pampa. ....	62
Figura 54. Mapa Distancia vertical a la red de drenaje, sector noreste de La Pampa. ....	63
Figura 55. Mapa Índice Multiresolución de Fondo de Valle en el sector noreste de La Pampa....	63
Figura 56. Mapa de Pendiente sector centro occidental de La Pampa, expresada en %. ....	64
Figura 57. Mapa de Índice de curvatura sector centro occidental de La Pampa. ....	65
Figura 58. Mapa de Aspecto sector centro occidental de La Pampa. ....	65
Figura 59. Mapa de Índice de Convergencia sector centro occidental de La Pampa. ....	66
Figura 60. Mapa de Longitud de pendiente sector centro occidental de La Pampa.....	66
Figura 61. Mapa de Índice de humedad topográfica sector centro occidental de La Pampa. ....	67
Figura 62. Mapa Distancia vertical a la red de drenaje, sector centro occidental de La Pampa. ..	67

Figura 63. Mapa Índice Multiresolución de Fondo de Valle en el sector centro occidental de La Pampa.....	68
Figura 64. Porcentaje de fracciones granulométricas en los suelos vitícolas de La Pampa .....	70
Figura 65. Triángulo de textura americano para las subzonas vitícolas de La Pampa .....	71
Figura 66. Porcentaje de partículas elementales en los suelos vitícolas de La Pampa .....	72
Figura 67. Textura aparente (a), salinidad (b) y pH en pasta (c) de los suelos vitícolas de La Pampa promedios del perfil.....	73
Figura 68. Relación de adsorción de sodio (a), yeso total (b) y calcáreo total (c) en los suelos vitícolas de la pampa, promedio del perfil.....	74
Figura 69. Fertilidad nitrogenada (a), materia orgánica (b) y capacidad de intercambio catiónico (c) de los suelos vitícolas de La Pampa en la capa superficial (0 a 30 cm) .....	75
Figura 70. Relación C/N de la capa superficial de los suelos vitícolas en La Pampa .....	76
Figura 71. Conductividad hidráulica saturada de los suelos vitícolas de La Pampa .....	77
Figura 72. Capacidad de almacenaje de agua de los suelos vitícolas de La Pampa.....	77
Figura 73. Características físico química de suelos de la subzona Puelen - Curacó.....	79
Figura 74. Textura Elemental de los suelos de Puelén - Curacó.....	81
Figura 75. Características externas de los suelos de la subzona vitícola Puelen - Curacó .....	83
Figura 76. Profundidad efectiva de enraizamiento en los suelos de Puelén-Curacó .....	84
Figura 77. Textura elemental a 0-50 cm y 50.100 cm de los suelos de Trenel - Rancul.....	85
Figura 78. Características fisicoquímicas de suelos de la subzona Trenel – Rancul.....	86
Figura 79. Profundidad efectiva de los suelos en la subzona Trenel – Rancul .....	88
Figura 80. Fertilidad de los suelos de la subzona Trenel - Rancul.....	88
Figura 81. Características externas de los suelos de la subzona Trenel - Rancul.....	90
Figura 82. Terrazas río Colorado. Gobernador Duval.....	96
Figura 83. Clasificación Utilitaria de suelo con fines de riego de la subzona Puelén-Curacó (izq) .....	100

# CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA DE LAS ZONAS VITÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

## 1. FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO

En la actualidad la zonificación vitícola es una herramienta muy útil para poder estructurar un sector, sobre todo basado en las características y similitudes de las diferentes áreas identificadas. Estas áreas presentan una tipicidad sobre la base de sus características climáticas, de suelo y el comportamiento de las diferentes variedades en dicho ambiente, lo que permite encontrar la máxima expresión de sus productos con técnicas de vinificación precisas. Esta herramienta de identidad territorial otorga tanto a los países del viejo como del nuevo mundo vitivinícola una posición más consolidada y diferencial en los mercados. Argentina, sanciona la Ley Nº 25.163/99 y su decreto reglamentario Nº54/2004 Vinos y Bebidas Espirituosas de Origen Vínico, que autoriza incluir en sus etiquetas la mención de “Indicación de Procedencia” (IP), “Indicación Geográfica” (IG) o de “Denominación de Origen Controlada” (DOC) como un modo de sumarse a la corriente mundial de legislaciones al respecto. Actualmente, la IG es la forma de identificación territorial que está funcionando para delimitar los viñedos, pero depende sólo del tipo de trabajo que realicen los particulares, pero aún los criterios de abordaje de los estudios no han sido debidamente explicitados y las metodologías y detalles de estudio han sido muy disímiles. No hay en Argentina, publicaciones de caracterización y/o compendio técnico-científico de regiones vitícolas que incluyan conjuntamente los factores suelo, relieve, clima y geosituación. Los escasos aportes están dispersos y en muchas áreas la escala de estudio es poco detallada y de difícil acceso para los usuarios interesados en esa información.

Ante lo arriba expuesto, los objetivos de la consultoría son:

- 1) Estudiar los suelos, geología y geomorfología de las zonas vitícolas de la provincia de La Pampa
- 2) Aportar al desarrollo de una infraestructura de datos espaciales y estudios técnicos de expertos a través de la compilación de la compilación de información existente, relevamientos complementarios y procesamientos geomáticos, accesible tanto para la industria como para los gestores de políticas vitivinícolas.

3) Establecer zonas homogéneas con vistas a la delimitación tentativa de Identificaciones Geográficas.

## 2. UBICACIÓN CONTEXTO GEOGRÁFICO

El estudio de las zonas vitícolas de la Provincia de La Pampa se realizó sobre dos zonas vitícolas:

Zona 1: Puelén – Curacó, al norte del río Colorado

Zona 2: Trenel – Rancul, en el denominado Corredor Productivo ruta 4

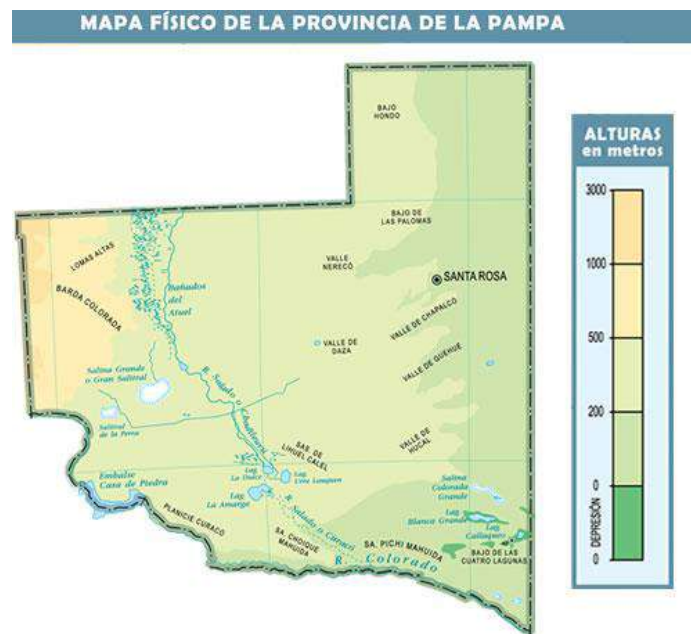
### Características físico-naturales generales

**Relieve:** como su nombre lo indica, gran parte del territorio de la provincia forma parte de la extensa llanura pampeana, sin embargo, existen importantes variaciones de relieve. El oeste pampeano constituye una zona de transición hacia la región cuyana y del Comahue mientras va ganando altura hasta alcanzar una altitud promedio de 600 m, con cumbres de más de 1100 m, con el Cerro Negro (1125 m.a.s.n.m.) y el cerro Aguas de Torres (aprox. 1000 m), ambos ubicados en el extremo noroeste de la provincia, como máximas altitudes. (Figura 1).

En el centro oeste se ubican las Sierras Mahuidas, antiguas montañas bajas muy erosionadas entre las que se destacan la sierra de Lihué Calel, las sierras de Carapacha Grande y Carapacha Chica, las Lomas de Olguín, las Sierras Chicas, las de Choique Mahuida y la de Pichi Mahuida. Entre todas estas sierras aisladas y una zona de valles poco profundos se extiende una zona amesetada de substrato volcánico (basáltico) generalmente recubierto de médanos fosilizados con una cubierta de tussok o de caldenal: la Planicie de la Loma Negra y la Planicie Loma Redonda, ambas están separadas por una apenas perceptible cumbre que corre de oeste a este y que tiene por mayor altura al Cerro del Chanco (392 m.a.s.n.m.) ubicado casi en el exacto centro geográfico de la provincia. Al pie de las bardas de

las mesetas basálticas surgen manantiales de agua dulce como los de Agua Rica, La Copelina y Puelén.

La parte más llana es la inmediata a las provincias de Córdoba y Buenos Aires, con una zona de hundimiento anegadiza con humedales alimentados por los desbordes del río Quinto, la región centro-oriental de la provincia presenta amplios valles con restos de paleocauces (antiguos ríos) que corren en declive de oeste a este, tales valles se abren en abanico a partir de la altiplanicie central con suaves bordes y declives desde el oeste hacia el este, entre los mismos se destacan de norte a sur el Bajo Lucero, el Valle Nerecó, Bajo del Tigre, Valle de Chapalcó (o Malal Huaca), Valle de Quehué, Valle Daza, Valle Utracán, Valle Acha, Valle Maracó Chico, Valle Maracó Grande, Valle Hucal, Valle de la Laguna Blanca Grande y el Bajo Las Cuatro Lagunas.



**Figura 19. Mapa físico de la provincia de La Pampa (Fuente: <https://www.gifex.com/>)**

El centro oeste de la provincia está atravesado por una depresión diagonal originada en una falla tectónica recorrida por el río Chadileuvú-Curacó, y una serie de humedales llamados Bañados del Atuel en el norte, y en el sur las lagunas de Urre Lauquen, Dulce y Amarga y las salinas o salares, restos de antiguas lagunas secas.

Finalmente, al oeste de la depresión del río Chadileuvú-Curacó el terreno vuelve a elevarse con la presencia de la Sierra del Fresco y la sierra del ya señalado Cerro Negro, por contrapartida en el sur y sureste de la provincia existen depresiones paralelas al río Colorado, típicas del relieve patagónico como el Bajo del Milico, El Bajo de la Escalera y el bajo de Choique Malal, algunas con cotas de hasta 50 metros bajo el nivel del mar.

El **clima** en la provincia es templado húmedo hacia el este y templado seco al oeste (Figura 2). Las precipitaciones superan los 1000 mm anuales en el noreste. Y disminuyen hacia el oeste, decayendo hasta los 600 mm aproximadamente, teniendo amplitudes térmicas pronunciadas. Presenta una variedad climática continental. Las grandes diferencias de temperatura son causadas por la acción de los vientos.

El viento del norte y noreste es caluroso y persistente; el del sur y sudoeste -el pampero es violento y frío y el del sudeste o sudestada, menos frecuente, fresco, húmedo y neblinoso.

Las lluvias oscilan entre los 750 milímetros anuales en el ángulo noreste y los 150 milímetros en el extremo sudoeste. La época de lluvias comienza a fines de septiembre y dura hasta diciembre se puede marcar un segundo periodo, que se extiende desde fines del verano hasta comienzos del otoño.

Los inviernos son muy secos y con heladas frecuentes, que pueden prolongarse hasta fines de octubre. Las grandes variaciones de temperatura van de máximas en verano, con más de 40° C, a mínimas en invierno, inferiores a los 7° C bajo cero

La provincia de La Pampa integra el dominio de los climas templados y semiáridos. En el sector nororiental del territorio se registran los mejores niveles de precipitación, existiendo también buenos suelos y temperaturas agradables que han permitido el asentamiento de la mayor parte de la población con el mayor desarrollo productivo.

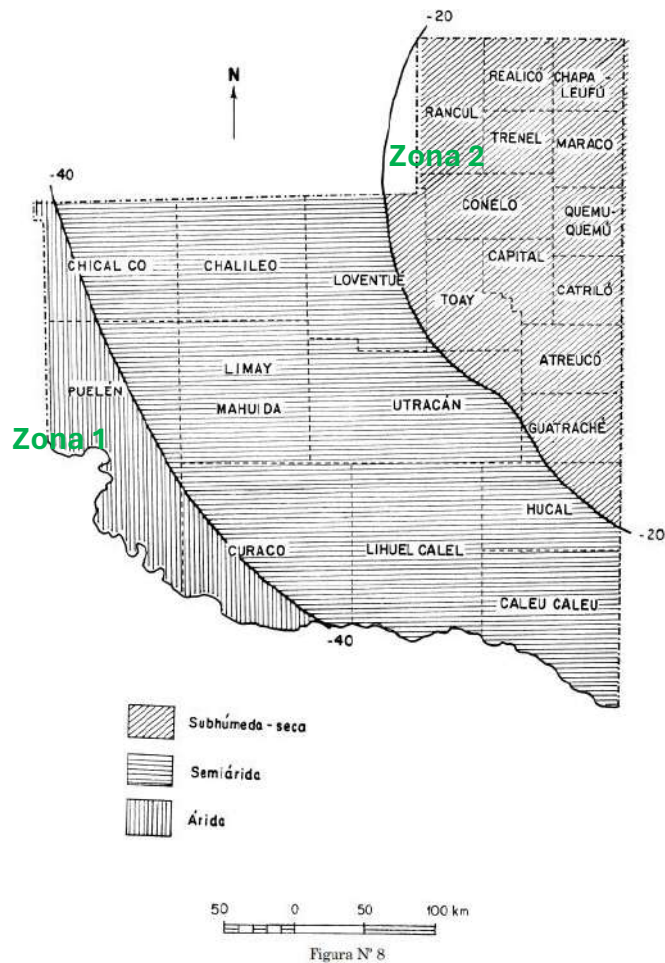
Hacia el oeste y sudoeste, disminuye el nivel de precipitaciones y calidad de los suelos, siendo las amplitudes térmicas muy pronunciadas, típicas de los climas continentales.



**Figura 20. Mapa Climático de La Pampa (Fuente: <https://www.gifex.com/>)**

Como factores limitantes de gran envergadura para La Pampa, pueden citarse las bajas precipitaciones y altas temperaturas. Debe destacarse también las limitaciones que ofrecen las bajas temperaturas del invierno, con valores extremos que alcanzan los  $-14^{\circ}\text{C}$ . La considerable variabilidad en la ocurrencia de las primeras y últimas heladas y la acción negativa de los vientos (erosión o incremento del déficit hídrico), son también factores limitantes muy notorios.

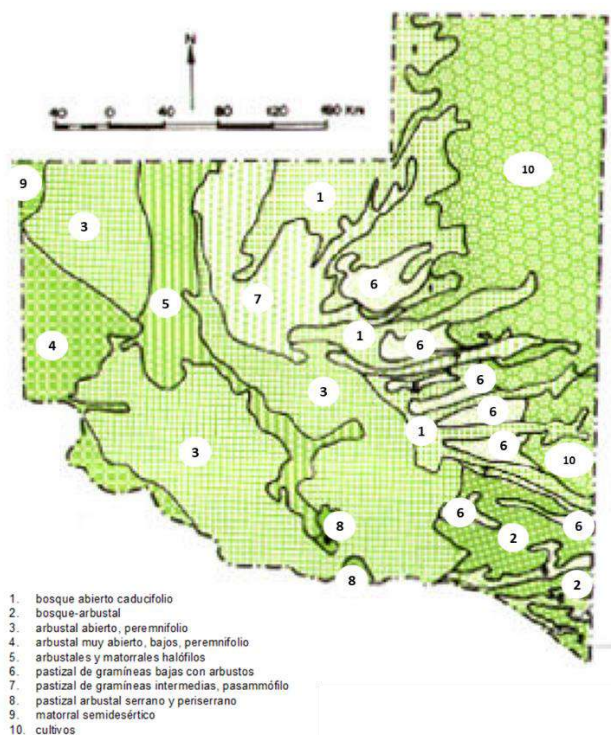
A partir del cálculo del balance hídrico se obtuvo índice hídrico (IH) de Thornthwaite, que integra aspectos fundamentales como el exceso y la deficiencia de agua, constituyéndose en un indicador de las características de la aridez. Los valores positivos indican climas húmedos y los negativos climas semiáridos o áridos. Para la provincia de La Pampa, han resultado 3 regiones, en donde la zona vitícola 1 relevada está en la región árida, y la zona 2 en la subhúmeda-seca (Figura 3).



**Figura 21. Regiones hídricas provincia de La Pampa con indicación de la posición de las zonas vitícolas (reelaborada a partir de <https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar>)**

Respecto de la **cobertura vegetal** natural con relación a los tipos de suelo, en la franja oeste del sector de los suelos del orden Molisoles al norte de la provincia, corresponde al bosque de caldén dispuesto en bajos y pendientes y pastizales en las planicies, la parte oriental está bajo cultivos. La vegetación que se desarrolla en los suelos del orden Entisoles está constituida por pastizales o arbustales de los cuales se reconocen varios tipos. En los suelos de médanos hay pastizales psammófilos y en las planicies arenosas con calcáreo, arbustales de *Larrea divaricata*. Los suelos localizados al oeste en fuertes pendientes, los someros de los rodados de vulcanitas y también los someros dentro del área de los basaltos, soportan arbustales de *Larrea cuneifolia* y *L. divaricata*. En el área de las masas rocosas no basálticas, la vegetación es un pastizal-arbustal serrano. Otros Entisoles en fases salinas dispuestos preferentemente sobre materiales aluviales del Atuel-Salado y los próximos a lagunas y bajos tienen vegetación halófila. La vegetación en los suelos del orden Aridisoles es de dos tipos: hay arbustal de *Larrea divaricata* vinculado a suelos con tosca, poco profundos y con calcáreo en la masa en todo el perfil y arbustal halófilo en suelos con alta concentración de sales.

La distribución espacial de los tipos fisonómicos de vegetación según Cano et al., 1980) se presenta en la Figura 4.



**Figura 22. Tipos fisonómicos de vegetación (Cano, E., Fernández, B., Montes, M.A., Peña Zubiarte, C., Maldonado Pinedo D., Martínez H. and Hevia R., 1980. Reelaborado de <https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar>)**

## Características hidrológicas

Las características de aridez y semiaridez que presenta la provincia, no ofrecen condiciones para que se origine una red hidrográfica autóctona. Los ríos Colorado, Atuel y Salado son alóctonos, constituyendo las únicas vías de drenaje de importancia. Las lagunas, salares y salitrales conforman elementos complementarios y característicos del sistema hidrográfico.

El río Colorado, originado en la provincia de Mendoza, margina La Pampa de W a E. Prácticamente no recibe afluentes, el único cauce que desemboca es el del río Salado o Curacó, seco la mayor parte del año.

En épocas pasadas desarrolló una intensa actividad, ocupó extensas áreas donde acumuló rodados de vulcanitas que dieron origen a conglomerados que cubren a terrazas y mesetas. Coincidentemente con estas acumulaciones, elaboró amplios y bien definidos cauces, ubicados casi paralelamente al N del curso actual. Más recientemente, en algunos lugares (Gobernador Ayala, Colonia 25 de Mayo) produjo llanuras aluviales de considerable amplitud; en el resto de su recorrido, su cauce bordea una barranca de 6 a 10 m de altitud.

El río Atuel que nace en la cordillera de los Andes, penetra por la parte N formando una extensa llanura aluvial de más de 15 km de ancho y con varios brazos que reciben denominaciones diversas (Ao. de La Barda, Atuel).

El río Salado nace en la laguna Guanacache (límite San Juan-Mendoza) con el nombre de Desaguadero, penetra por el N con un cauce de tipo meandriforme y angosto hasta ponerse en contacto con el río Atuel y forma una llanura aluvial conjunta de más de 20 km de ancho hasta aproximadamente el borde oriental del salitral Salina Grande. Hacia el S continúa con un cauce muy angosto y atraviesa lagunas y afloramientos rocosos hasta desembocar en el río Colorado.

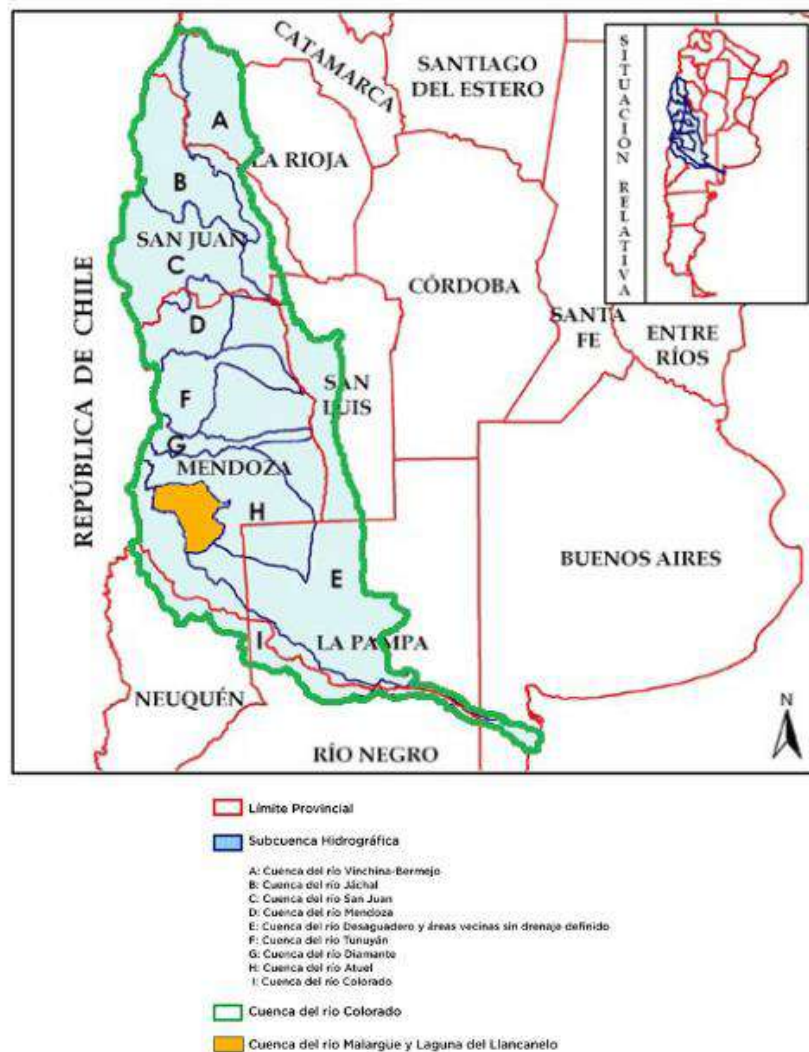
### 2.2.1. Cuenca del Río Colorado

La cuenca del río Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó es una de las mayores de Argentina y recorre de Norte a Sur una franja desértica de 1.000 km. de longitud. Abarca parte de varias provincias: La Rioja, San Juan, Mendoza, San Luis, La Pampa, Neuquén, Río Negro y Buenos Aires. La superficie total es superior a los 360.000 km<sup>2</sup> (Figura 23).

A su vez está integrada por subcuencas:

- Ríos Vinchina-Bermejo, en la provincia de La Rioja.
- Ríos Jáchal y San Juan, en la provincia de San Juan.
- Ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, en la provincia de Mendoza.
- Río Desaguadero y áreas vecinas, en las provincias de Mendoza, San Luis y La Pampa.

- Río Colorado, en las provincias de Mendoza, Neuquén, Río Negro La Pampa y Buenos Aires.

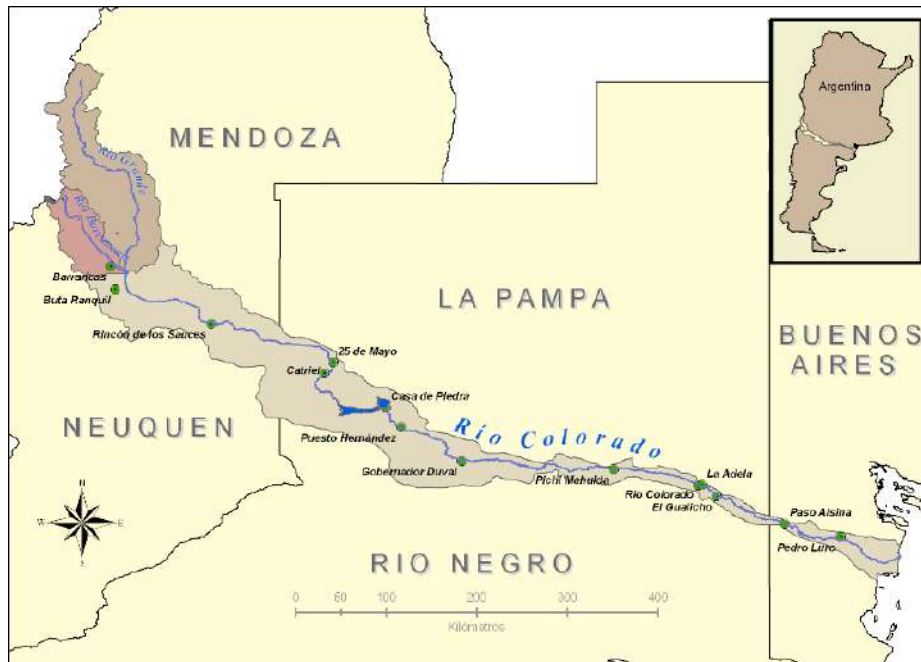


**Figura 23. Sistema Hidrológico del río Colorado (Fuente: <https://aquabook.irrigacion.gov.ar/> - Adaptado de la Secretaría de Recursos hídricos)**

El río Colorado es un río que nace en la cordillera de los Andes y desemboca en el mar argentino. Sirve - casi convencionalmente - para señalar el límite norte de la Patagonia argentina, especialmente en sus tramos medio e inferior, formando con el río Negro un interfluvio. Su cuenca posee una superficie total aproximada de 48.000 Km<sup>2</sup> y una longitud, aproximada, de 930 km. Recibe como afluentes al arroyo Butacó y río Curacó. El cauce del río muestra, a lo largo de su curso, distintos aspectos que dependen principalmente del material que atraviesa. En todo su trayecto atraviesa encajonamientos rocosos y a medida que se extiende al este, los relieves presentan formas diferentes y cambios en las pendientes, los materiales

van depositándose en todo su trayecto hasta su desembocadura en el Atlántico y son los que dan origen a los suelos existentes.

El río Colorado, a semejanzas del río Negro, es ejemplo típico de río alóctono, puesto que transporta casi exclusivamente aguas de la zona cordillerana a través de la llanura patagónica (Figura 24).



**Figura 24. Cuenca río Colorado (Fuente: coirco.gov.ar)**

Luego de abandonar la cordillera de los Andes, en su tramo medio, el Colorado fluye por un estrecho y encajonado valle a través de un territorio árido. Sirve de límite a las provincias de Mendoza y Neuquén. Siguiendo su curso río abajo, se encuentra el punto cuatripartito entre las dos provincias mencionadas y las de La Pampa y Río Negro. A partir de este punto el Colorado es el límite entre estas dos últimas provincias. Cercanas a dicho punto se encuentran las ciudades de 25 de Mayo y Catriel (Figura 24) unidas por la ruta nacional 151. En la zona de estas ciudades se han realizado canalizaciones para usar las aguas para la agricultura bajo riego. Río abajo se encuentra el dique y embalse Casa de Piedra o Ruca curá (Figura 25). Según COIRCO, para noviembre 2023, la cota del embalse es 276,2 m.a.s.n.m. A partir de dicho dique el río recorre una zona de escaso poblamiento.

A 200 km del dique Casa de Piedra, se encuentra la estación Fortín Uno, hoy abandonada, del Ferrocarril General Roca. A unos 40 km de Fortín Uno, se ubica el

dique Salto Andersen, que desvía aguas del río para el canal que riega el valle de la zona de Río Colorado. En 2010 y 2011 se construyó una central hidroeléctrica (Figura 26).

A 60 km de Salto Andersen, se encuentra otra zona poblada y con actividad agrícola bajo riego. La ciudad más importante de La Pampa es La Adela.



**Figura 25. Embalse de Casa de Piedra sobre el río Colorado**



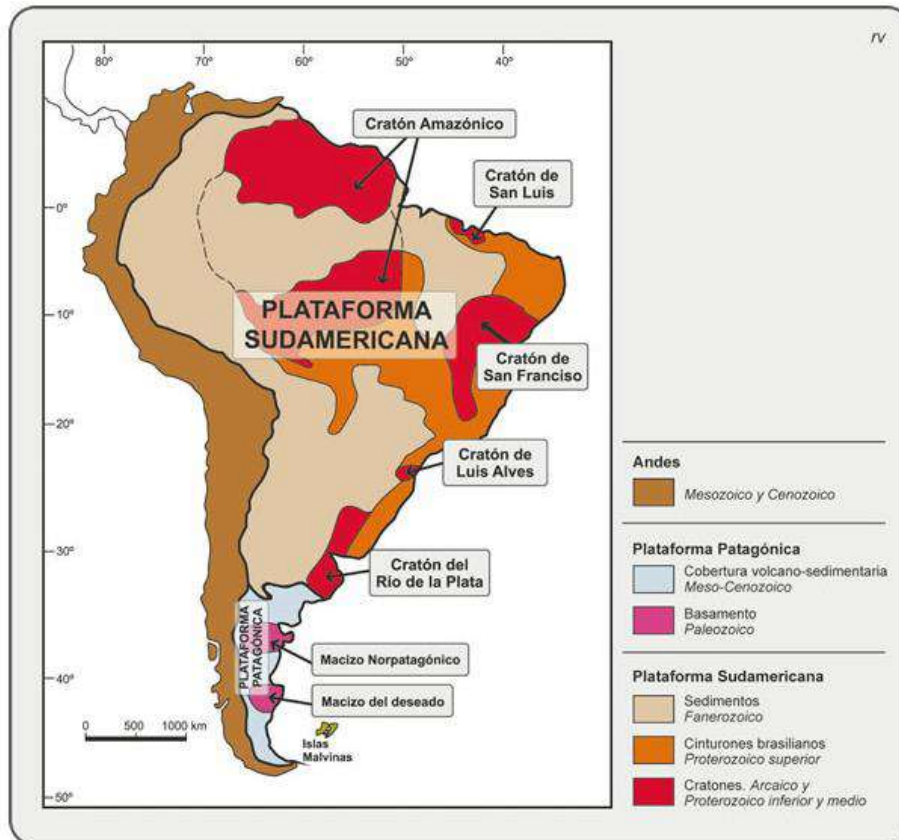
**Figura 26. Dique y Central Salto Andersen sobre el río Colorado**  
(Fuente: Wikimedia Commons repository)

El caudal medio es de  $148 \text{ m}^3/\text{s}$  aunque ocurren crecidas cíclicas en períodos de 11 años. En tales crecidas, el caudal puede superar los  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Todos los años, los máximos caudales ordinarios se dan entre los meses de octubre y enero (época de deshielo), meses en los cuales los caudales suelen superar los  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

#### Geología regional

Las características geológicas de la provincia de La Pampa están relacionadas con la dinámica de las placas litósfericas en el continente sudamericano, caracterizado por tres unidades geotectónicas mayores: Los Andes y las Plataformas Sudamericana y Patagónica (Figura 27).

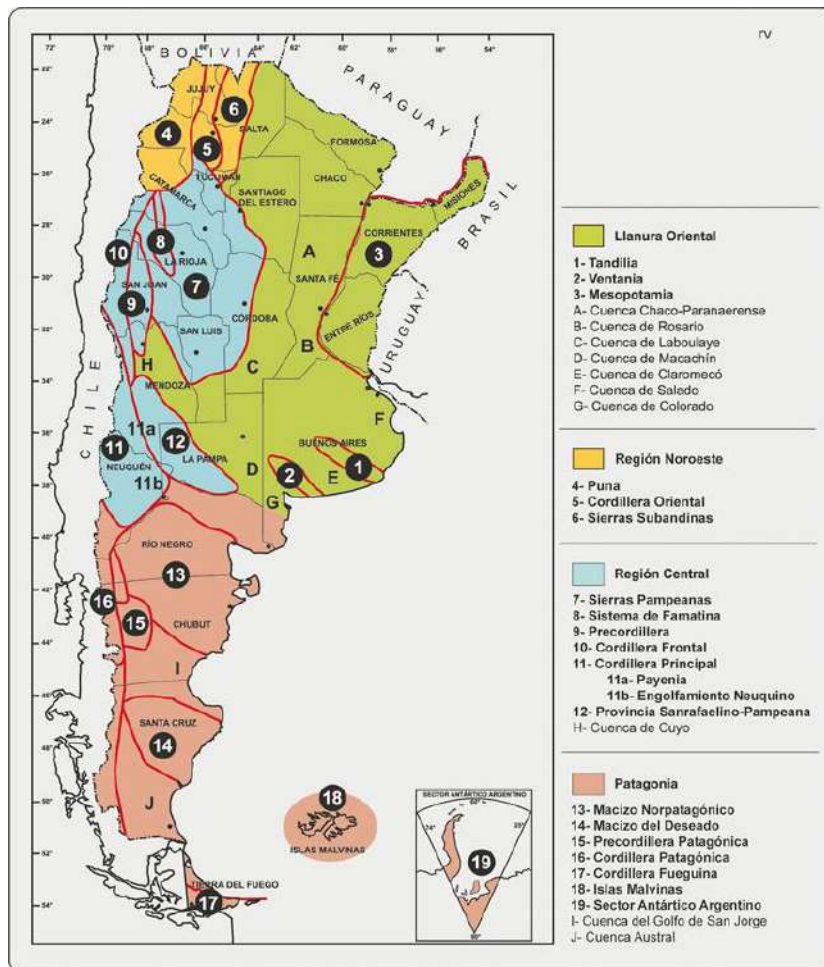


**Figura 27. Unidades geotectónicas mayores de Sudamérica (Camino 1999)**

Las Plataformas son áreas estables que resultan de la actividad de varios Ciclos Orogénicos extintos, cuyos productos: rocas, fósiles, estructuras tectónicas, metamorfismos y magmatismos, se ubican estratigráficamente en el Precámbrico y Paleozoico. Se diferencian porque se consolidaron en tiempos geológicos distintos. La provincia de La Pampa se encuentra en la Plataforma Patagónica donde el basamento se formó durante el Paleozoico y está representado por rocas cristalinas ígneo-metamórficas, cubiertas discordantemente por rocas y sedimentos volcano-sedimentarias Meso-Cenozoicas.

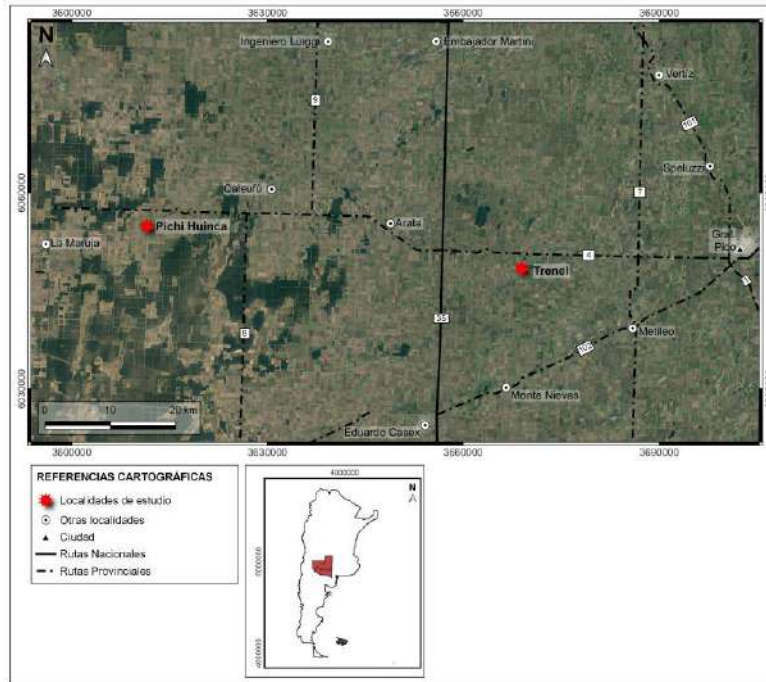
De acuerdo a Camino (1999) y Ramos (1999), el territorio argentino se divide en una veintena de provincias geológicas, las que, por su afinidad, geológica, fueron agrupadas en: a) Llanura Oriental; b) Región Noroeste; c) Región Central; d) Patagonia (Figura 28).

El sector oriental de La Pampa está ubicado en la provincia geológica de Llanura Oriental en la Cuenca de Macachín, el sector Noroccidental en la Región Central, en la cuenca Neuquina y en la sub provincia Sanrafaelino-Pampeano. El resto de la provincia en la Patagonia, en el sector correspondiente al Macizo Nordpatagónico.



**Figura 28. Mapa de Provincias Geológicas del territorio argentino (Caminos 1999).**

Los sitios relevados en Pichi Huinca y Trelen, se encuentran geográficamente al noreste de La Pampa y desde el punto de vista geológico en la Cuenca de Macachín (Figura 29). Los relevados en 25 de Mayo y Casa de Piedra (Figura 30), corresponden al sector centro - occidental de la provincia de La Pampa, Provincia Geológica Sanrafaelino – Pampeana.



**Figura 29. Ubicación geográfica de las localidades de Pichi Huinca y Trenel, provincia de La Pampa.**



**Figura 30. Ubicación geográfica de 25 de Mayo y Casa de Piedra, provincia de La Pampa.**

### 3.1.1. Sector noreste de la provincia de La Pampa

Geológicamente el sector noreste de provincia de La Pampa está ubicado en la Llanura Oriental, desarrollada desde los límites con Paraguay, Brasil y Uruguay por

el norte y este, la costa del Río de la Plata y Mar Argentino por el este, el curso del río Colorado por el sur y las serranías y montañas que se levantan por el oeste. En el subsuelo se identifican varias cuencas de sedimentación, separadas parcialmente por umbrales subpositivos, como las cuencas Chaco-Paranaense, Rosario, Laboulaye, Macachín, Claromecó, Salado y Colorado (Fig. 5). Dichas cuencas sedimentarias se formaron y colmataron de sedimentos en tiempos distintos y en respuesta a procesos ocurridos tanto en márgenes activos de placas, como en sucesivas orogénesis en la margen del océano Pacífico, o en los eventos de ruptura de Gondwana y apertura del océano Atlántico Sur (ANIDA: Atlas Nacional Interactivo de Argentina <https://anida.ign.gob.ar>).

Las calicatas del sector noreste de la provincia de La Pampa, denominadas en este trabajo C4: Trenel, C5: Caleufú y C6: Pichi Huinca, están ubicadas geológicamente en la provincia geológica de Llanura Oriental en la Cuenca de Macachín (Figura 31).



**Figura 31. Zonas morfoestructurales de Llanura Oriental (fuente: Modificado de Varela 2014, INSUGEO, Miscelánea 21).**

La cuenca de Macachín corresponde a una estructura compartimentada en depocentros, tipo hemigraben, separados por altos de basamento. El relleno comenzó en el cretácico con los que se completó la etapa de sinrift; los depósitos posrift comenzaron con sedimentos relacionados con intrusiones marinas acontecidas durante el Mioceno y posteriormente, debido al cambio de condiciones producidas por los movimientos andinos, ocurrieron los depósitos

continentales de la Formación Cerro Azul. Cubriendo toda el área, se encuentran acumulaciones de arenas finas cuaternarias de origen eólico (Elorriaga 2010) de espesores variables, en general escaso (Figura 32)



**Figura 32. Arenas finas cubriendo en el paisaje entre Duval y Trenel.**

En el sector donde se realizaron las calicatas los sedimentos, corresponden a sedimentos eólicos de la Formación Junín según el Mapa Geológico de la provincia de La Pampa (1999), depósitos eólicos limo arenosos y limosos, depósitos aluviales pedemontanos de arenas, rodados y limos y depósitos coluviales arenosos con gravas (Figura 33).



**Figura 33. Coluviones en el paisaje entre Duval y Trenel**

### 3.1.2. Sector centro occidental de la provincia de La Pampa

El sector centro - occidental de la provincia de La Pampa está ubicado en la Provincia Geológica Sanrafaelino - Pampeana, en tanto la zona más occidental pertenece al borde de la cuenca Neuquina.

La Provincia Geológica Sanrafaelino–Pampeana está cubierta principalmente por sedimentitas del Cenozoico superior. Las rocas más antiguas están situadas en el valle del río Chadileuvú y corresponden a calizas cristalinas del Paleozoico inferior, que afloran en la zona centro - septentrional (Figura 34). Del Paleozoico superior se reconocen dos unidades sedimentarias: a) arenitas cuarzosas depositadas en un ambiente marino somero o fluvial de la Formación Agua Escondida (Carbonífero superior), y b) areniscas y pelitas continentales con troncos silicificados de la Formación Carapacha del Pérmico. Durante el Pérmico inferior - Triásico superior se desarrolló un ciclo magmático (ciclo magmático Choiyoi) de amplia representación en el área. Durante el Cenozoico se registran rocas sedimentarias marinas del Daniano temprano pertenecientes a la cuenca Neuquina (Formación Roca), sedimentitas lacustres eocenas tempranas con variado material fósil (Formación El Fresco), depósitos continentales mioceno-pliocenos con restos de vertebrados (Formación Gran Salitral) y depósitos aluviales pliocenos (Formación El Sauzal). Los sedimentos neógenos forman parte de la cuña sedimentaria sinorogénica asociada al frente cordillerano. Los sedimentos modernos son principalmente de origen eólico y fluvial (Figura 35). También hay sedimentos finos en salitrales y bajos (Figura 36), así como acumulaciones coluviales.

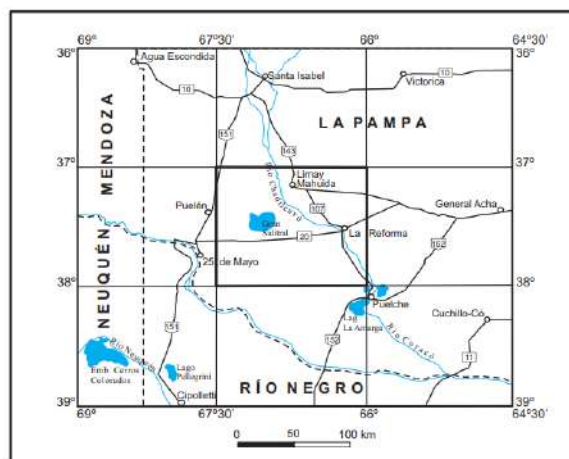


Figura 34. Sector centro occidental de la provincia de La Pampa (Hoja Geológica 3766-III).

En la cuenca Neuquina, el registro estratigráfico comienza en el Cretácico superior, con las sedimentitas continentales del Grupo Neuquén (Cenomaniano temprano y el Campaniano temprano), cubierto en discordancia por sedimentitas de naturaleza continental, litoral y marina del Grupo Malargüe, desarrolladas entre el Campaniano tardío y el Paleoceno l.s., que contienen al límite Cretácico - Paleógeno. Ambos grupos conforman un ciclo sedimentario (Riográndico) que corresponde a una etapa en que la Cuenca Neuquina se comportó como una cuenca de antepaís y experimentó una transgresión marina de origen atlántico. Durante el Eoceno, la fase orogénica Incaica causó la deformación del grupo.

El esquema geológico regional de la Figura 37, hace referencia a la geología del sector centro occidental de la provincia de La Pampa.

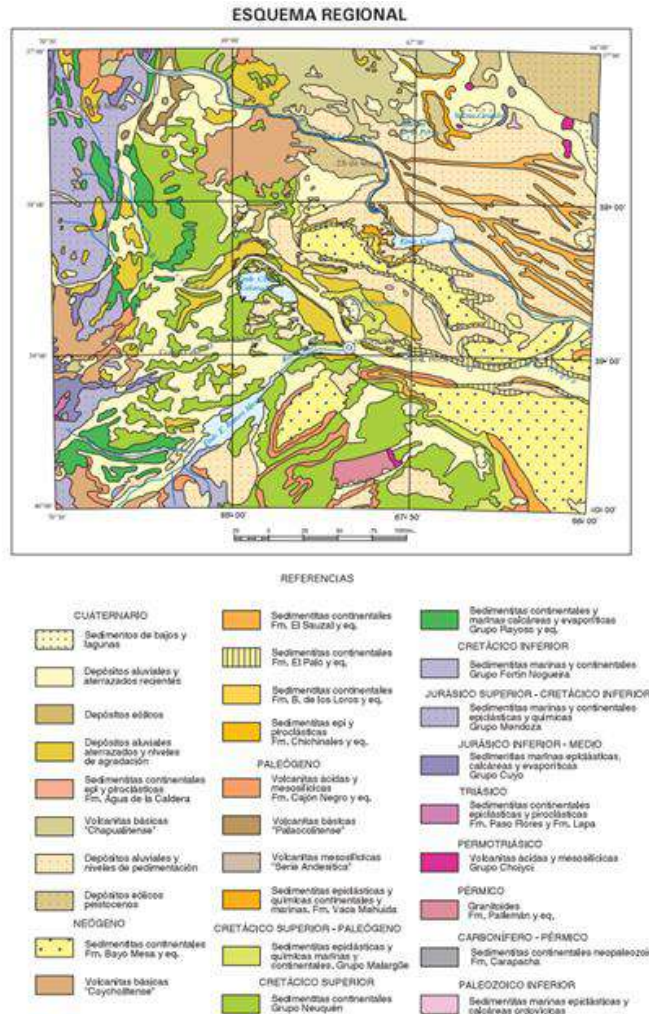


**Figura 35. Sedimentos modernos, camino a Duval desde el dique Casa de Piedra, La Pampa.**



**Figura 36. Salitrales y bajos, camino a Duval desde el dique Casa de Piedra, La Pampa.**

La estructura del sector centro - occidental puede ser caracterizada como un conjunto de bloques fallados formados por las unidades litoestratigráficas del Paleozoico al Triásico, los que son cubiertos discordantemente por una secuencia sedimentaria cenozoica de hasta aproximadamente 900 m de potencia. El actual régimen tectónico parece ser extensional. El sector occidental está dominado por un relieve mesetiforme (en algunos casos cubierto por coladas basálticas), el que muestra una transición hacia el este al valle fluvial del Chadileuvú, mediante una pendiente suave. Hacia el oriente, los sedimentos con modelado fluvial son reemplazados por acumulaciones eólicas.



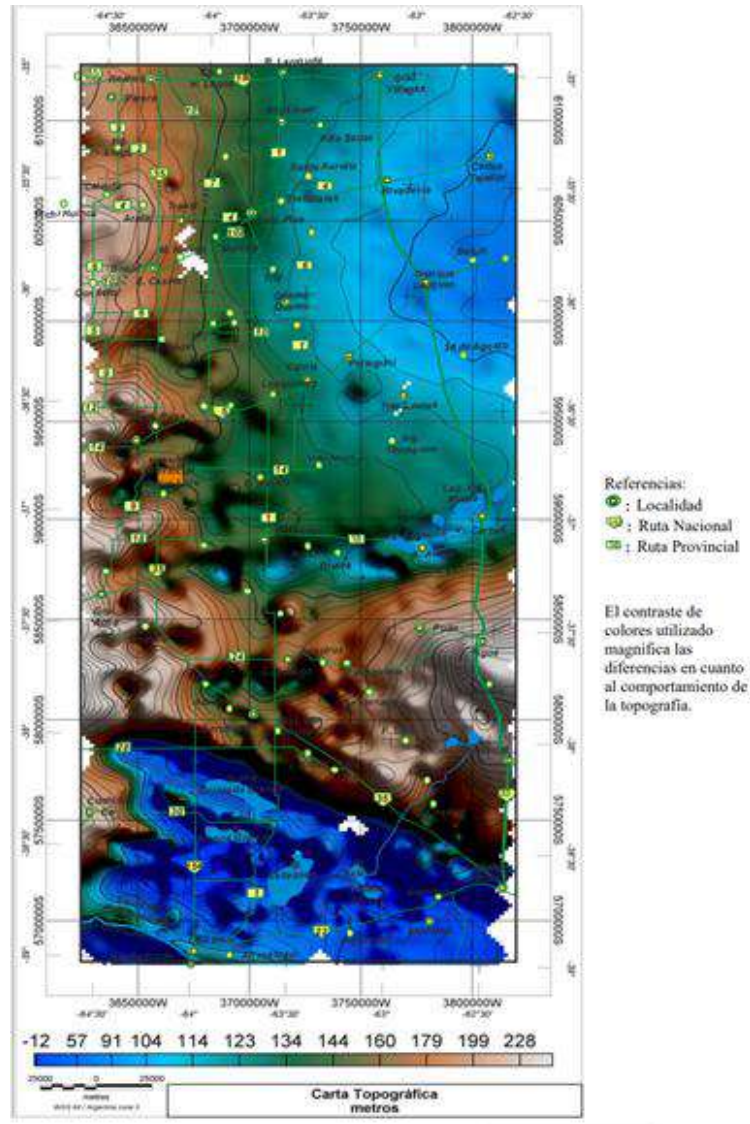
**Figura 37. Esquema geológico regional (Hoja Geológica Neuquén, 3969-II).**

## Geomorfología general

### 3.2.1. Sector noreste de la provincia de La Pampa

Esta área constituye al este y noreste un ambiente de llanura, donde principalmente la impronta eólica ha definido las geoformas. Comprende en La Pampa (Cano *et al.*, 1980), la región fisiográfica oriental, que incluye cuatro subregiones: “de las planicies con tosca”, “planicies medanosas”, “de las colinas y lomas”, “de las mesetas y valles”, y parte de la región meridional, que incluye las subregiones: “de las mesetas, depresiones y bajos sin salida” y “de las mesetas y depresiones alargadas cubiertas con arenas y rodados de vulcanitas”.

De acuerdo a Elorriaga (2011), el relieve en general no registra valores ni desniveles importantes; la altura disminuye por lo general, de oeste a este, variando, en promedio, entre los 300 y 80 m respecto del nivel del mar (Figura 38).



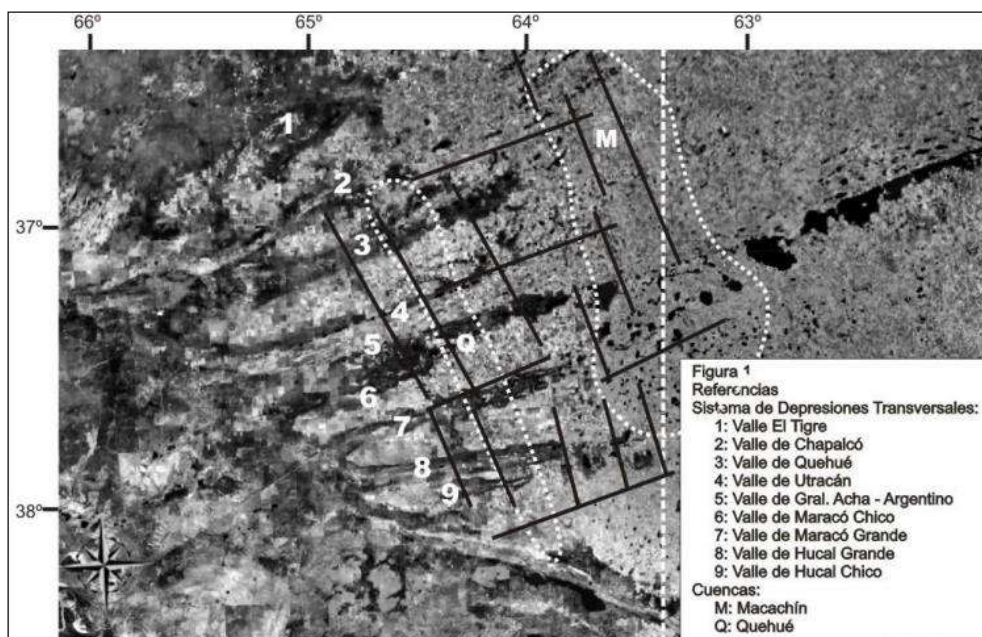
**Figura 38. Mapa topográfico de cuenca de Macachín.**

Localmente, los cambios topográficos relativos muestran variaciones considerables, que en algunas ocasiones alcanzan valores en el rango de los 100 m o más como en el caso del sistema de “valles” de General Acha-Argentino y Quehué.

- En el sector norte la pendiente general es hacia el este. El área permite una intensa actividad agrícola – ganadera.

- En la zona central, se ubica el sistema de “valles transversales”, geoformas deprimidas de más de 100 km de longitud en promedio y de un ancho variable entre 15 a 20 km, separadas por mesetas, con una diferencia de altura relativa a veces mayor a 100 m. Uno de los cuales, constituye la alineación de bajos en rosario conocida como Gral. Acha – Vallimanca, que se presenta suavemente cóncava hacia el norte.
- Hacia el sur se ubica un sector de mayor altura relativa, limitado por el norte por la alineación nombrada y al sur por la que contiene las lagunas Colorada Grande y Chica. La pendiente regional es hacia el centro, debido a la presencia de las Sierras Australes al este y a los afloramientos de basamento en el oeste.
- Al sur se desarrolla un relieve de tipo mesetiforme y zonas deprimidas (bajos sin salida) que contienen lagunas y salinas o salitrales, la mayoría por debajo del nivel del mar (hasta valores ~-25 m), cuyo rumbo en general es NO - SE. La pendiente es hacia el ESE.

El denominado sistema de los Valles transversales (Calmels, 1996) o Sistema de las Depresiones transversales (Calmels y Casadío, 2004), consiste en un conjunto de depresiones alargadas, subparalelas entre sí, separadas por geoformas mesetiformes controladas por una duricostra calcárea (Figura 39).



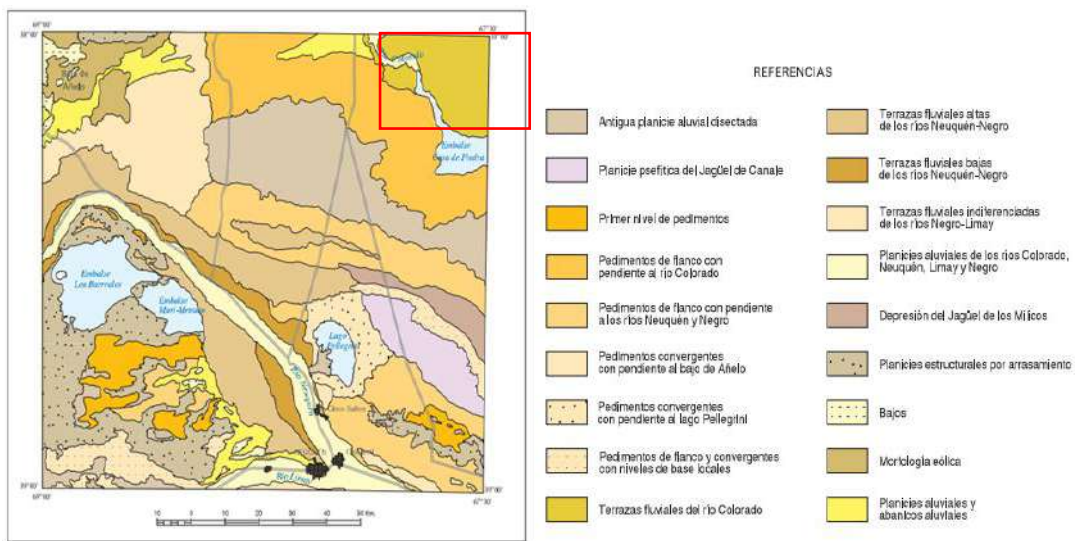
**Figura 39. Ubicación del Sistema de Depresiones Transversales, las cuencas de Quehué y Macachín y los sistemas de fallas descritas por de Elorriaga (2009) en el sector de las Depresiones Transversales.**

El origen de estas depresiones ha sido discutido por diversos autores; algunos como Terraza *et al.* (1981) las interpretan fundamentalmente erosivas. Salso (1966a) y Malagnino (1988) las consideran principalmente de naturaleza fluvial. Entre los que asumen una impronta tectónica en la génesis de por lo menos algunas de ellas, se encuentran Linares *et al.* (1980), Consejo Federal de Inversiones (1981), de Elorriaga y Malán (2007).

### 3.2.2. Sector centro occidental de la provincia de La Pampa

Desde el punto de vista geomorfológico, el área se ubica en la meseta pampeana que se extiende entre 36° a 39° S y 64° a 67° W. Corresponde a una geoforma cortada por valles transversales alargados en dirección SW-NE, ligeramente divergentes hasta llegar al EW (Figura 40). Los amplios valles fluviales de los ríos Neuquén, Limay, Negro y Colorado, todos de carácter alóctono. Otro rasgo característico de la región son los numerosos bajos sin salida de variables dimensiones. El modelado del relieve responde a procesos fluviales y en menor medida, eólicos y de remoción en masa.

El sector donde se realizaron las calicatas corresponde al tercer nivel de pedimentos.



**Figura 40. Marco geomorfológico del sector centro occidental de la provincia de La Pampa. El recuadro marca la posición aproximada de la región muestreada.**

## 4. GEOMORFOMETRÍA

Los estudios de suelos se basan en la evaluación de los factores formadores, sus componentes e interacciones y su manifestación en el espacio. El relieve en particular tiene una fuerte relación con el suelo y su gradación o variación transversal a lo largo de la superficie de ese relieve en lo que se conoce como catena. Los componentes del factor relieve, pendiente y orientación, tienen una relación significativa con la formación del suelo, pero muestran un bajo valor predictivo. Sin embargo, cuando los dos componentes se integran en un modelo la capacidad de predicción se incrementa significativamente (Abarca, 2010). La Morfometría es el estudio cuantitativo de las formas del relieve.

### Modelo digital de elevación (DEM)

El principal uso del DEM en cartografía predictiva de suelos, es la extracción de variables y elementos geomorfométricos entendiendo a las primeras como medidas descriptivas de las formas superficiales (por ejemplo: pendiente, orientación, índice topográfico de humedad) y los segundos como entidades espaciales discretas (por ejemplo: divisoria de cuencas, abanicos aluviales, red de

drenaje) (Pike et al, 2009). Cada uno de estos componentes puede ser obtenido mediante algoritmos morfométricos.

Se optó por utilizar como información base de este estudio, el modelo digital de elevación SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Según Roa y Kamp (2008), el modelo digital SRTM cuenta con un comportamiento más estable con relación a las aberraciones de los datos topográficos dados por la influencia de la orientación del terreno, las características internas del sensor, y características externas como aerosoles y vegetación, en comparación con el modelo digital de elevación provisto por el sensor ASTER. El modelo SRTM fue elaborado por Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA). Se obtuvo mediante la técnica de interferometría, que consiste en obtener dos imágenes simultáneas de radar y combinarlas produciendo una imagen de tres dimensiones. El modelo de elevaciones contiene información de alturas para una grilla regular de 3 segundos de arco que para la latitud del estudio equivalen a 30 metros. Cada una de estas celdas de la grilla se denomina píxel. La precisión vertical de este modelo se calcula en unos 10 metros (Farr et al, 2007).

Los DEM obtenidos para ambas subzonas se presentan en la Figura 23

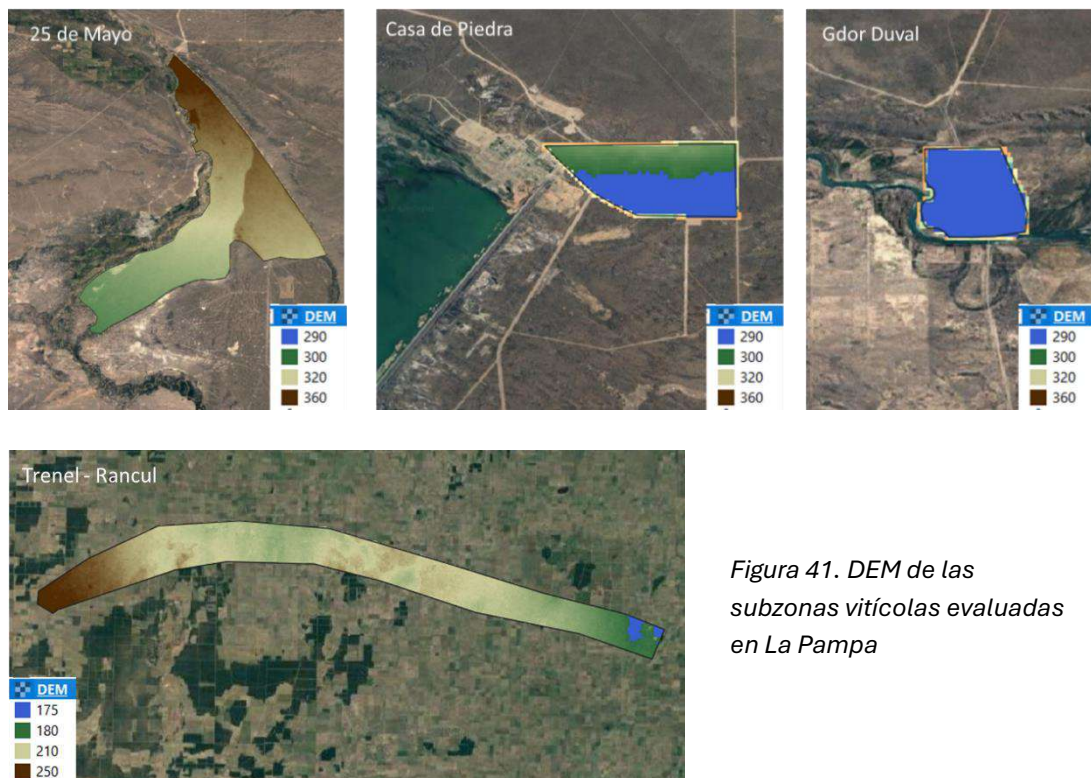


Figura 41. DEM de las subzonas vitícolas evaluadas en La Pampa

## Índices morfométricos

Los índices morfométricos son covariables calculadas a partir de modelos digitales de terreno. Actualmente existen una gran cantidad de índices derivados de los modelos digitales de elevaciones o índices morfométricos, presentados en diferentes Softwares específicos como, por ejemplo, SAGA, GVSIG, GRASS, ERDAS Imagine, ENVI, entre los más conocidos. La selección de los índices utilizados fue llevada a cabo en referencia a la bibliografía consultada, donde los índices seleccionados han sido utilizados por diversos investigadores en el campo de la geomorfometría en otras regiones, encontrando en ellos resultados favorables (Abarca, 2010; Martínez-Casanovas, J.A., 1999; Malone, 2011; Drăguț) 2006). Los índices utilizados por el grupo de trabajo para estudios de IG son:

4.2.a. Pendiente: La Pendiente calcula el ángulo existente entre el vector normal a la superficie con respecto a la vertical para cada uno de los píxeles del Modelo Digital de Elevación.

4.2.b. Aspecto: El aspecto calcula el ángulo existente entre el vector que señala el norte y la proyección sobre el plano horizontal del vector normal a la superficie en cada punto. Este índice muestra la orientación de cada píxel con respecto al norte.

4.2.c. Índice de Curvatura: Este índice aporta información sobre la concavidad o convexidad de la superficie en un punto dado. Se ejecuta a partir de medidas geométricas basadas en derivadas de segundo grado y los parámetros que expresan esa información se denominan curvaturas. Estas derivadas se pueden calcular en todas direcciones. Las dos direcciones más importantes son la de la máxima pendiente y la perpendicular a ésta. Los valores obtenidos para estas direcciones son, respectivamente, la curvatura vertical y horizontal.

4.2.d. Índice de Convergencia: Este índice calcula la cantidad de píxeles situada aguas arriba de cada píxel que descargan sobre éste; es decir, las píxeles cuyo flujo, una vez conducido aguas abajo, converge en dicho píxel. Este índice muestra para valores negativos una alta convergencia y valores positivos una convergencia muy baja, como es de esperar los valores más altos de convergencia se dan en los sectores donde se desarrollan cursos de agua y en arroyadas difusas sobre laderas escarpadas.

4.2.e. Longitud de la pendiente (L-S Factor): La longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado en que ocurre el depósito, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido. Este factor se utiliza para calcular el efecto de la topografía sobre la erosión.

4.2.f. Índice de humedad topográfica: El índice de humedad fue originalmente desarrollado para predecir las áreas saturadas y también para predecir la profundidad del nivel freático del suelo. Posteriormente ha sido empleado para predecir el contenido de humedad del suelo y para identificar áreas de erosión y/o deposición potencial de materiales y para la predicción del desarrollo de cárcavas. Valores altos del índice de humedad indican potencial para la acumulación de agua en el suelo y coincide con aquellas zonas de baja pendiente y con un valor de área de drenaje específica alto. Valores bajos del índice de humedad indican bajo potencial topográfico para la acumulación de agua en el suelo, ya sea por tratarse de un área con una cuenca de captación pequeña o por un alto valor de pendiente, indicador de suelos bien drenados.

Otro tipo de aplicaciones del índice de humedad, junto con la pendiente del terreno, es la predicción de propiedades del suelo. La topografía determina la distribución del agua en el suelo y los procesos erosivos influyendo en la erosión – deposición de materiales, el lavado de nutrientes y minerales, el contenido de materia orgánica, la profundidad del suelo, etc. Se espera que para los sectores con mayor humedad topográfica se encuentren suelos más desarrollados si su pendiente es baja, o suelos erosionados en sectores de alta pendiente. Para los sectores con un valor de humedad topográfica bajo o muy bajo, es esperable que posean una edafización pobre o nula.

4.2.g. Distancia vertical a la red de drenaje: Este indicador mide la diferencia de altitud entre el píxel y la red de drenaje, Valores altos de esta variable indican alta energía potencial que podrían corresponderse con alto riesgos de erosión hídrica.

4.2.h. Índice multiresolución de fondo de valle: Este índice se desarrolló como un primer paso para caracterizar áreas deposicionales. Estima a diferentes escalas, y por lo tanto diferentes tamaños de valles, la posición de cada píxel respecto del

fondo de valle. Valores altos corresponden a zonas en depresiones y valores bajos a zonas en riscos.

4.2.i. Índice de la potencia del flujo superficial: Es un estimador de la fuerza erosiva del flujo superficial. Este índice fue concebido a partir del índice de convergencia y la pendiente, con el fin de predecir las áreas potenciales con riesgo de desarrollo de cárcavas debido a la concentración del flujo superficial. Indica las áreas donde existe potencial para la concentración del flujo superficial y donde, además, la pendiente puede producir que el flujo alcance una velocidad tal que provoque la incisión del flujo con el consiguiente desarrollo de cárcavas.

## 5. INTEGRACIÓN DE LA GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PEDOLOGÍA EN ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN O ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA

Como lo señalan las directrices de la OIV (2012) sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo, los aportes y limitantes de las distintas disciplinas científicas serían:

- La geología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\,000$ ). Es indispensable tener un conocimiento previo de la geología local para realizar la cartografía de los suelos. La geología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.

- La geomorfología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\,000$ ). La geomorfología facilita la comprensión de la distribución de la profundidad del suelo en una región determinada. La geomorfología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.

- La pedología (cartografía de los tipos de suelos) constituye un enfoque adaptado a zonificaciones a mediana o gran escala ( $\geq 1/25\,000$ ). Para elaborar mapas

pedológicos, es necesario el uso de sondeos con barreno y el estudio de perfiles (calicatas) del suelo. La pedología permite establecer lazos con el funcionamiento de la viña

La zonificación puede requerir varios enfoques simultáneos. La combinación de un enfoque geológico, geomorfológico y pedológico permite producir una zonificación pertinente.

## 6. SUELOS DE LA PAMPA

### Origen y características generales

Los suelos de la provincia pertenecen a tres de los diez Ordenes taxonómicos en vigencia, categorías más altas de la sistemática norteamericana

actual. Ellos son: Molisoles, Entisoles y Aridisoles (Cuadro 11).

En el mapa esquemático de la Figura 8, se observa la distribución espacial de los suelos de La Pampa.

Los Molisoles ocupan el sector oriental de la provincia (M-EM, Fig.8); su distribución es bastante uniforme y continua en la parte norte (M, Fig.8), presentando solamente inclusiones de Entisoles en médanos y Aridisoles (Salortides) en cubetas y lagunas saladas de agua temporaria. Por el contrario, en el sur a partir de la laguna Colorada Grande, disminuye su proporción en relación con los Entisoles que pasan a ser dominantes. La mayoría de los Molisoles en la provincia, tienen regímenes de humedad ústico (humedad de suelos que todavía permite cultivos sin riego) y de temperatura térmico. Sólo se exceptúa de esta generalización una pequeña porción más húmeda en el NE, donde son údicos. Estos suelos presentan una cierta evolución genética con escasa diferenciación de horizontes y leve estructuración. Son de textura gruesa variable entre franco y franco arenoso, drenaje rápido, permeabilidad rápida y su reacción oscila entre medianamente ácida y ligeramente alcalina (pH 6-8).

La característica más importante de estos suelos es la presencia de un horizonte superficial oscuro, bien provisto de materia orgánica y relativamente espeso. Sin embargo, existen otros horizontes subyacentes como tosca o caliche y también un horizonte cámbico, B color de los antiguos edafólogos, localizados en los departamentos de Trenel y Realicó. Sus limitaciones más importantes son las climáticas (semiaridez), la costra calcárea (tosca), el drenaje algo excesivo, la capacidad algo deficiente de retención de la humedad y la erosión eólica.

Los Entisoles en La Pampa tienen mayor difusión, pero en forma casi pura y continua ocupan grandes superficies sólo en el centro de la provincia. Se los encuentra asociados a los Molisoles y Aridisoles. Todos tienen régimen de temperatura térmica y de humedad arídico, excepto aquéllos que se encuentran incluidos entre los Molisoles que son de régimen ústico.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los suelos reconocidos en la provincia de La pampa según "Soil Taxonomy"

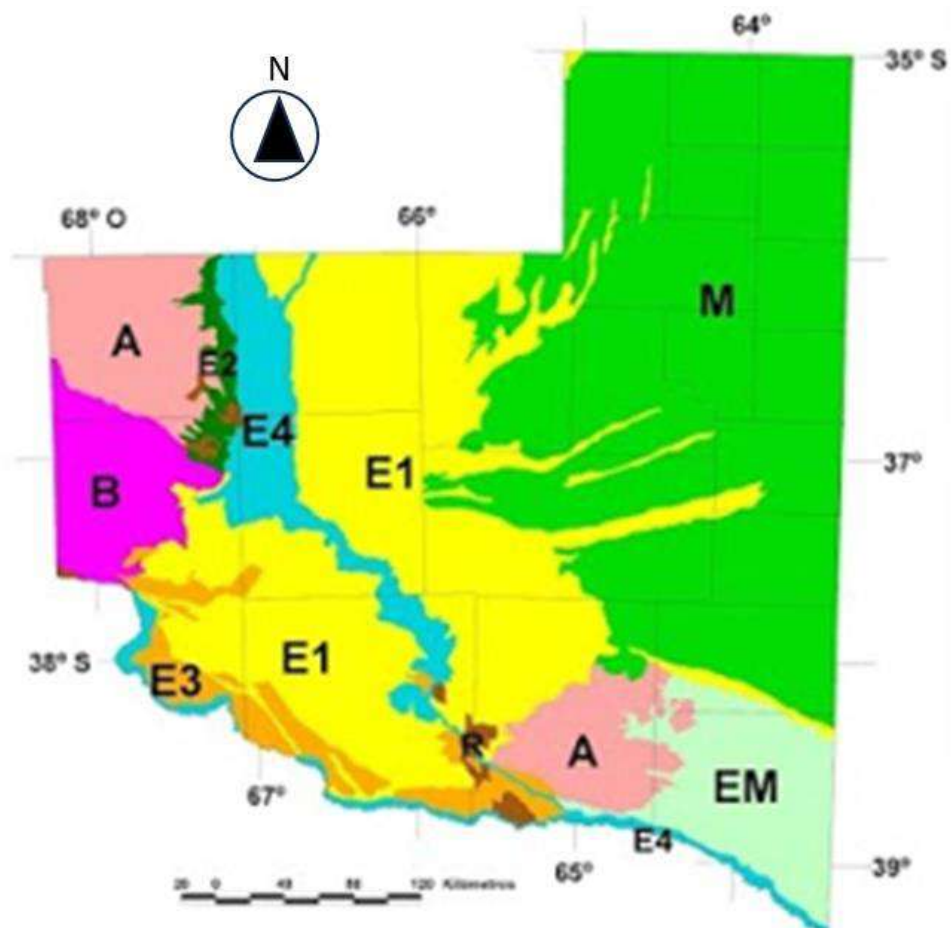
ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBGRUPO	FAMILIA
MOLISOLES	Udoles	Hapludoles	éntico	franca, gruesa, mixta, térmica.
	Ustoles	Haplustoles	típico	franca, fina, mixta, térmica.
			éntico	franca fina, mixta, térmica.
				franca gruesa, mixta, térmica.
				arenosa, sílicea, térmica.
			arídico	franca gruesa, mixta, térmica.
		franca fina, mixta, térmica.		
		Calcistoles	torriorténtico	franca gruesa, mixta, térmica.
			arídico	arenosa, sílicea, térmica.
	típico		franca gruesa, mixta, térmica.	
ARIDISOLES	Ortides	Salortides	típico	arenosa, sílicea, térmica.
			acuólico	franca fina, mixta, térmica.
		Calciortides	lítico	esquelética - arenosa, sílicea, térmica.
			típico	
		Paleortides	ustólico	arenosa, sílicea, térmica.
		Durortides	típico	franca gruesa, mixta, térmica.
ENTISOLES	Psamentes	Ustipsamentes	típico	sílicea, térmica.
		Torripsamentes	típico	sílicea, térmica.
			lítico	
	Fluventes	Ustifluventes	ústico	sílicea, térmica.
	Ortentes	Torriortentes	ústico	franca gruesa, mixta, térmica.
			típico	franca gruesa, mixta, térmica.
		Ustortente	lítico	franca gruesa, mixta, térmica.
			típico	franca gruesa, mixta, térmica.

En general, no soportan cultivos sin riego, solo lo hacen excepcionalmente en sectores ubicados dentro o en la transición al área de los Molisoles. Los Entisoles son suelos recientes, muy poco evolucionados, con materiales parentales escasamente alterados y con débil estructuración. Cubren ambientes medanosos en su mayoría estabilizados naturalmente. Tienen texturas arenosas, drenaje excesivo, permeabilidad muy rápida, escasa retención de humedad y no están estructurados, con excepción de la parte más superficial. Algunos están libres de calcáreo y tienen reacción mediana a débilmente ácida (pH 6 - 6,6) aunque otros tienen en todo el perfil reacción de ligera a moderadamente alcalina (pH 7,5 - 8,4). Las limitaciones más importantes son de naturaleza climática (aridez), como también el drenaje excesivo y la gran susceptibilidad a la erosión eólica (E1, E2, E3 y E4, Figura 24).

Finalmente, los Aridisoles (A, Figura 42), se encuentran abarcando superficies uniformes sin mucha representatividad areal, sólo localizados en vinculación con las toscas de La Humada y Cuchillo-Có o como inclusiones, asociados (lagunas saladas) a los Molisoles y Entisoles. Su régimen de humedad es árido y el de temperatura térmico, está en el extremo más frío del rango establecido para este último. Son suelos muy secos, poco alterados, casi sin ningún desarrollo genético; son poco profundos, la costra calcárea se encuentra alrededor de los 50 cm. No están estructurados y tienen textura gruesa, generalmente arenosa, a lo que se asocian el drenaje excesivo, calcáreo en la masa con reacción de ligera a moderadamente alcalina (pH 7,5 - 8,4). Las limitaciones principales son las climáticas (aridez), escasa profundidad y grave peligro a la erosión eólica.

En el Inventario Integrado de Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa elaborado por INTA y la UNLaPampa (1980, digitalizado en el 2010), se puede descargar la carta de suelos color con más detalle, agrupando los distintos tipos de según los tres órdenes de suelo en la provincia (Figura 43). Lamentablemente no se incluye el archivo ráster de la misma.

En las bases del Instituto Geográfico Nacional e localizaron los ráster de la clasificación de suelos de Puelén, Curacú y Rancul hasta nivel de subgrupo, pero no así las tablas de datos de campo o laboratorio que le dieron origen. Esta información fue utilizada sin embargo, al momento de la descripción de los sitios relevados.



Símbolo	Orden Predominante	Desarrollados sobre
M	Molisol	Llanuras medanosas
EM	Entisol con Molisol subordinado	Lomas relictos
E1	Entisol	Médanos y planicies arenosas
E2	Entisol	Materiales limosos en pendientes muy fuertes
E3	Entisol	Rodados Tehueiches
E4	Entisol	Materiales aluviales salinizados
B	Entisoles someros y basaltos	Coladas lávicas
R	Entisoles someros y otras rocas	Afloramientos rocosos
A	Aridisol	Lomadas y planicies con tosca

**Figura 42. Mapa esquemático de los suelos de La Pampa**  
 (Reelaborado a partir del *Inventario Integrado de Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*, INTA-UNLP, 1980)

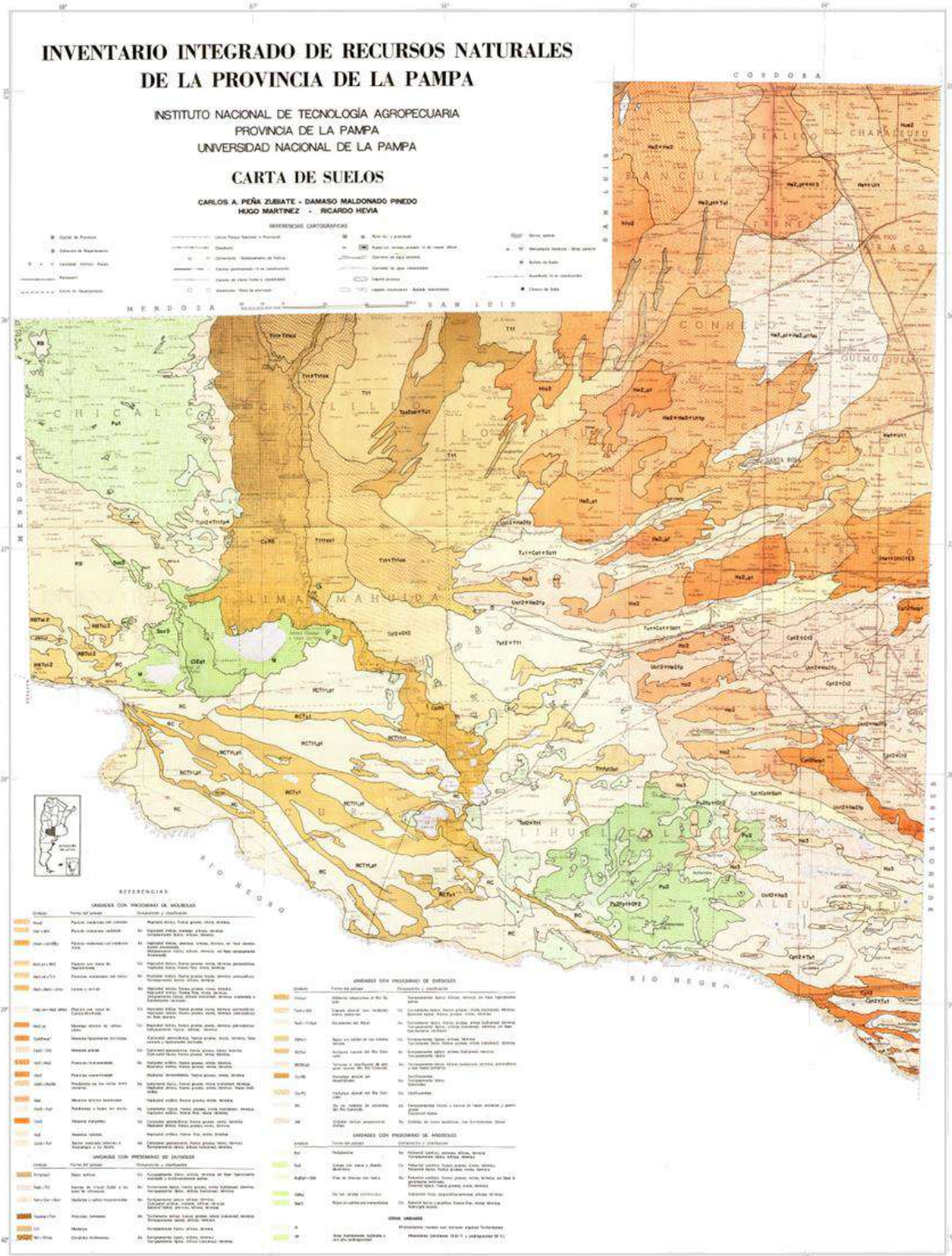


Figura 43. Carta de Suelos de la Provincia de La Pampa (Fuente: Inventario Integrado de Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa, INTA-UNLP, 1980)

Cuadro 2. Guía de Unidades Cartográficas del mapa de suelos. Leyenda de la Figura 25, indicando paisaje asociado y superficie en ha y porcentaje

SÍMBOLO	PAISAJE	NOMBRE DE LA UNIDAD CARTOGRÁFICA		SUPERFICIE	%
		Unidad combinada	Composición y clasificación		
Pu1	Pediplanicie	Asociación	Paleortid ustólico, arenosa, silicea, térmica. Torripsamente típico, silicea, térmica.	741.100	5,17
Tot 2+T1f p4	Pendiente del Atuel	Asociación	Torriortente típico, franca gruesa, mixta (calcárea), térmica. Torripsamente típico, silicea (calcárea), térmica; en fase fuertemente inclinada.	164.300	1,14
RB	Coladas lávicas propiamente dichas.	Asociación	Coladas de rocas basálticas. Torriortente lítico.	528.190	3,68
RBTo1 <sub>2</sub>	Bajos sin salida en las coladas lávicas.	Complejo	Torripsamente típico, silicea, térmica. Torriortente lítico, franca gruesa, mixta (calcárea) térmica.	100.170	0,70
Sac3	Bajos sin salida con manantia- les.	Complejo	Salortid típico y acuólico, franca fina, mixta, térmica. Natrargid ácuico.	13.570	0,09
RCTt1, pt	Terrazas e interfluvios de anti- guos cauces del río Colorado.	Asociación	Torripsamente típico, silicea (calcárea), térmica, petrocálcica y sus fases someras.	658.300	4,59
RCTu1	Antiguos cauces del río Colo- rado.	Asociación	Torripsamente ústico, silicea (calcárea), térmica. Torripsamente típico.	385.730	2,69
C1Eq1	De las calizas silicificadas		Calciortid lítico, esquelético-arenosa, silicea térmica.	70.180	0,49
M	Áreas fuertemente inclinadas y con alta pedregosidad.		Miscelánea (pendiente 10-25 % y pedregosidad 90 %)	149.460	1,04
RC	De los rodados de vulcanitas del río Colorado.	Asociación	Torripsamente lítico y típico en fase somera y pedregosas. Calciortid típico.	507.900	3,54
Co. RS	Complejo aluvial del Atuel - Salado.	Complejo	Torripsamente típico. Salortides. Torrifluventes.	727.200	5,07
Co. RC	Complejo aluvial del río Colo- rado.	Complejo	Ústifluventes.	95.200	0,66
Tt1	Paisaje de médanos.		Torripsamente típico, silicea, térmica.	661.000	4,61
Tt1 +Tt1ca	Cordones medanosos.	Asociación	Torripsamente típico, silicea, térmica. Torripsamente típico, silicea (calcárea), térmica.	411.350	2,86

SÍMBOLO	PAISAJE	NOMBRE DE LA UNIDAD CARTOGRÁFICA		SUPERFICIE	%
		Unidad combinada	Composición y clasificación		
Tt1fsa1	Médanos adyacentes al río Salado		Torripsamente típico, silicea, térmica; en fase ligera- mente salina.	130.120	0,90
Tou2ca+Tu1	Planicies arenosas.	Asociación	Torriortente ústico, franca gruesa, mixta (calcárea), térmica. Torripsamente ústico, silicea, térmica.	169.170	1,18
He2, pt+Tu1	Planicies medanosas con toska.	Asociación	Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica, pe- trocalcáica. Torripsamente ústico, silicea, térmica.	381.600	2,66
Ha2+He2	Planicies limo-arenosas.	Asociación	Haplustol arídico, franca gruesa, mixta, térmica. Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica.	214.650	1,50
Hto2	Planicies areno-limosas.		Haplustol torriorténtico, franca gruesa, mixta, térmica.	200.450	1,40
Tot2+Dt2	Llanura aluvial con modelado eólico posterior.	Complejo	Torriortente típico, franca gruesa, mixta (calcárea), térmica. Durortid típico, franca gruesa, mixta, térmica.	237.060	1,65
He2, pt+Ht3	Planicies con toska de Realicó- Arata.	Complejo indiferenciado	Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica, pe- trocalcáica. Haplustol típico, franca fina, mixta, térmica.	238.700	1,67
He2, pt+He2. ptfso	Planicies con toska de Castex- Winifreda.	Complejo indiferenciado	Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica pe- trocalcáica. Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica pe- trocalcáica; en fase somera.	614.500	4,29
Hue2	Planicie medanosa con cubetas		Hapludol éntico, franca gruesa, mixta, térmica.	108.850	0,76
He1+Ut1	Planicie medanosa ondulada.	Asociación	Haplustol éntico, arenosa, silicea, térmica. Ustipsamente típico, silicea, térmica.	786.300	5,49
(He1+Ut1)/E3	Planicie medanosa con médanos vivos.	Asociación	Haplustol éntico, arenosa, silicea, térmica; en fase severamente erosionada. Ustipsamente típico, silicea, térmica; en fase severa- mente erosionada.	160.150	1,11
He2+He3+ Ut1p	Lomas y colinas	Asociación	Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica. Haplustol éntico, franca fina, mixta, térmica. Ustipsamene típico, silicea (calcárea), térmica; mode- rada a fuertemente inclinada.	766.700	5,35

(Cont. Cuadro 2)

SÍMBOLO	PAISAJE	NOMBRE DE LA UNIDAD CARTOGEÁFICA		SUPERFICIE	%
		Unidad combinada	Composición y clasificación		
Tu1+Ca1+Sat1	Sector de los médanos y valles transversales.	Asociación	Torrripsamente ústico, sílicea, térmica. Calciustol arídico, arenosa, sílicea, térmica. Salortid típico, arenosa, sílicea, térmica.	400.300	2,79
He2, pt	Mesetas relictos, relieve plano.	Complejo	Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica, petrocálcica. Ustipsamente típico.	457.700	3,19
Uot2+He2fp	Pendientes y valles transversales.	Asociación	Ustortente típico, franca gruesa, mixta (calcárea), térmica. Haplustol éntico, franca gruesa, mixta, térmica; en fases inclinadas.	822.710	5,74
Ha2	Mesetas relictos terminales.		Haplustol arídico, franca gruesa, mixta, térmica.	269.770	1,88
Cpt2+Ct2	Mesetas planas.	Complejo indiferenciado	Calciustol petrocálcico, franca gruesa, mixta, térmica. Calciustol típico, franca gruesa, mixta, térmica.	436.400	3,04
Cpt2fsop1	Mesetas ligeramente inclinadas.		Calciustol petrocálcico, franca gruesa, mixta, térmica; fase somera y ligeramente inclinada.	95.500	0,67
Ha3	Mesetas relictos.		Haplustol arídico, franca fina, mixta, térmica.	132.080	0,92
Uot2+Ha3	Pendientes y bajos sin salida.	Asociación	Ustortente típico, franca gruesa, mixta (calcárea) térmica. Haplustol arídico, franca fina, mixta, térmica.	402.690	2,81
Tot2+Tt1	Sierras de Lihuel Calel y su zona de influencia.	Asociación	Torrortente típico, franca grues, mixta (calcárea), térmica. Torrripsamente típico, sílicea (calcárea), térmica.	663.700	4,63
Tt1fp15a1	Bajos salinos.	Complejo	Torrripsamente típico, sílicea, térmica; en fase ligeramente inclinada y moderadamente salina.	124.650	0,87
Pu2	Lomas con toscas y diseño dendrítico.	Complejo	Paleortid ustólico, franca gruesa, mixta, térmica y Paleortid típico.	392.700	2,73
Pu2fp1+Dt2	Vías de drenaje con toscas.	Asociación	Paleortid ustólico, franca gruesa, mixta, térmica; en fase ligeramente inclinada. Durortid típico, franca gruesa, mixta, térmica.	146.600	1,02
Cpt2	Mesetas alargadas.	Complejo	Calciustol petrocálcico, franca gruesa, mixta, térmica y Haplustol éntico.	75.900	0,53
Cpt2+Tu1	Sector ondulado próximo a Azategui y La Adela.	Asociación	Calciustol petrocálcico, franca gruesa, mixta, térmica. Torrripsamente ústico, sílicea (calcárea), térmica.	256.730	1,80
L	Lagunas.			225.670	1,57
R	Afloramientos rocosos.			219.100	1,52
			Total	14.344.000	100,00

Van Wambeke y Scoppa (1976), establecieron tres regímenes hídricos de suelos (Figura 26) y un solo régimen de temperatura, el térmico.

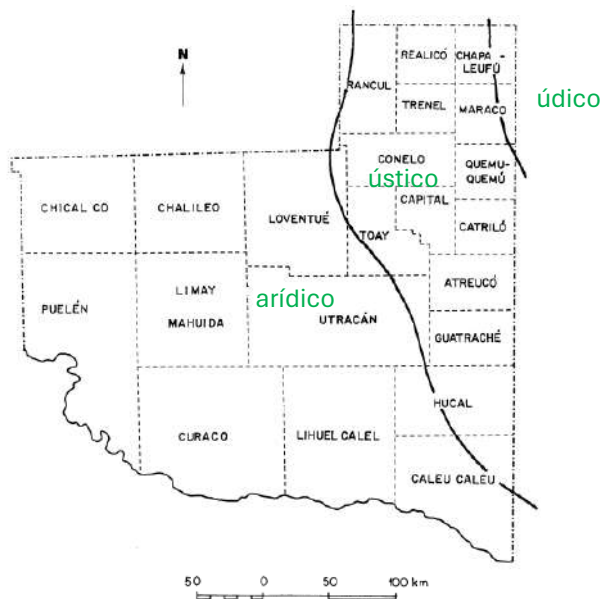


Figura 44. Regímenes de humedad de suelos provincia de La Pampa (Fuente: Van Wambeke y Scoppa, 1976)

## Relevamientos y estudios de suelos

De acuerdo a la revisión realizada para la elaboración del *Inventario de RRNN de la prov de La Pampa* (INTA – UNLP, 1980), el recurso suelo de la provincia de La Pampa aparece en generalizaciones sobre su distribución y caracterización en mapas de pequeñas escalas a nivel esquemático o en investigaciones muy localizadas, efectuadas principalmente por especialistas en conservación de suelos, sobre erosión eólica, fijación de médanos, salinidad y de otros problemas de degradación de los suelos vinculados a la aridez o semiaridez. En 1962, Etchevehere prepara el mapa esquemático de suelos de la República Argentina a escala 1:7.500.000. Este tiene control puntual de campo y completa el trazado de los límites con información aportada por técnicos del ex Instituto de Suelos y Agrotecnia - INTA. En este mapa los suelos de la provincia de La Pampa se agrupan en 11 Unidades Cartográficas compuestas por asociaciones de grandes grupos de suelos, clasificados según la taxonomía norteamericana en su versión de 7a. Aproximación. Actualizado por el mismo autor en el año 1971, es incluido en el capítulo Sud América del Mapa Mundial de Suelos publicado por FAO a escala 1:5.000.000 (1976). En él las Unidades Cartográficas conforman también asociaciones de grandes grupos de suelos según el sistema FAO.

En 1960, Bonfils et al., dan a conocer los trabajos cartográficos de una parte de la región semiárida a escala 1: 500.000 con una superficie cercana a los 6 millones de hectáreas que comprende parte del E de la provincia, incluyendo General Pico, Quemú-Quemú y Alpachiri. Utilizan la taxonomía de 1938 modificada.

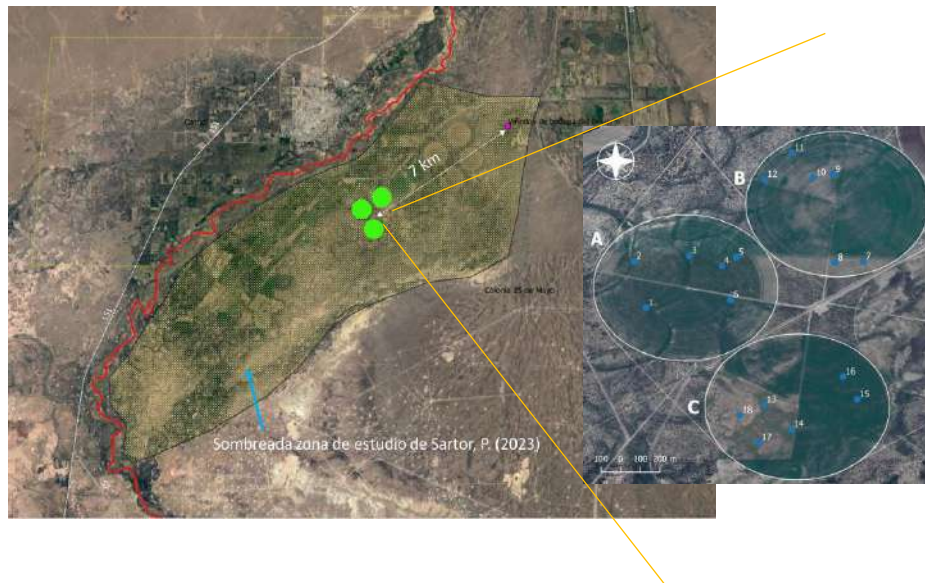
En el mapa exploratorio de Pacheco (1969) para la región del Comahué a escala aproximada 1:500.0000, las Unidades Cartográficas se presentan en asociaciones de grandes grupos de suelos clasificados según la taxonomía de 1938 modificada. Otros estudios de interés son los de Scoppa, C.O (1974 y 1976) sobre pedogénesis y mineralogía de la llanura pampeana.

Con respecto a los reconocimientos de suelos a escalas detalladas y otros estudios sobre problemas vinculados a los factores limitantes y degradación de los suelos, los más importantes son los efectuados por conservacionistas del INTA, Tallarico et al, (1960) y Prego (1962). En 1965, Vidal hace un estudio de los suelos del Valle Argentino para el uso integral destinado a riego. También la provincia de La Pampa, por intermedio de su departamento de suelos, Petrelli y Scotta (1966), hace una importante contribución sobre las toscas como factor negativo en los suelos y en el almacenamiento del agua. Otros logros aparecen en algunos estudios inéditos efectuados en el departamento de Realicó y Hucal.

También el INTA y el gobierno provincial, han efectuado casi simultáneamente a la ejecución de esta carta, estudios a escala detallada en áreas reducidas en el oeste de la provincia con fines de riego, también inéditos.

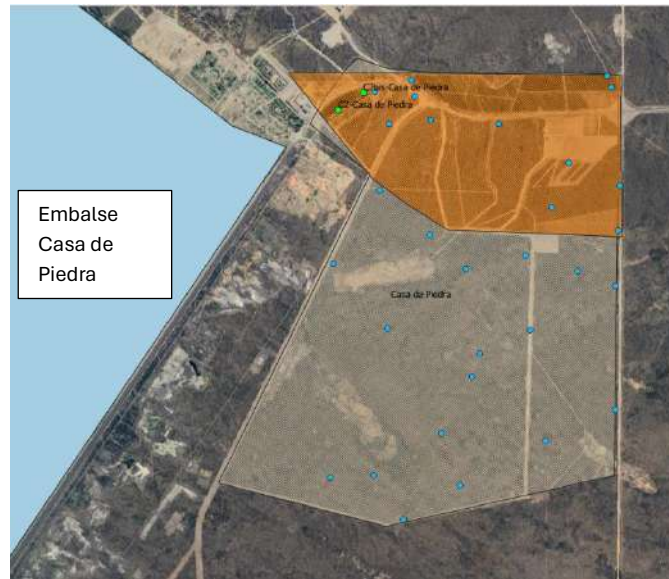
Un estudio más reciente evaluó la condición física de suelos de la llanura pampeana con distintos manejos agrícolas en distintos sitios (Duval et al., 2015), pero no en las zonas vitícolas relevadas en el presente trabajo.

En la zona de riego de 25 de mayo, Sartor, P. (2023) realizó una tesis con el objetivo de describir y estudiar la variabilidad espacial y temporal de la producción del cultivo de alfalfa bajo riego por pivotes, y su relación con las principales propiedades de los suelos, a partir del uso de herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG). En los anexos del estudio, se muestran algunas variables edáficas coincidentes con las evaluadas en el presente relevamiento, pero expresadas como promedio de 120 cm de los 18 sitios distribuidos en muy corta distancia debajo de 3 pivotes centrales, no georeferenciados, si bien puede ubicarse la zona del estudio, situada a 7 km al sudoeste de los viñedos estudiados en esa subzona (Figura 27).



**Figura 45. Zona de estudio de alfalfa bajo riego con pivote central (Sartor, P., 2023 Tesis de maestría com. pers.)**

Otro antecedente de estudios cercanos a los viñedos en la subzona Casa de Piedra, es el “*Proyecto productivo integral Casa de Piedra, Etapa 1A*”, financiado por el CFI en el 2006 para poner en producción 1000 has regadas desde el Embalse Casa de Piedra (Figura 28). Este estudio se efectuó con la realización de 25 calicatas y su descripción, sumadas a 5 preexistentes. De esas 30, unas 11 calicatas coinciden con la subzona vitícola evaluada, y algunas variables de campo y analíticas fueron útiles al presente estudio.



**Figura 46. Zona de estudio del Proyecto productivo integral Casa de Piedra, Etapa 1ª (2006) (sombreado de gris) y la subzona vitícola en estudio (sombreado naranja)**

Si bien los trabajos aquí reseñados son de mucho valor para la información general y específica de distintos lugares de la provincia, algunos son inéditos, en otros los mapas están en formato papel o en formatos digitales tipo jpg, sin sitios georeferenciados ni tablas de datos analíticos o de campo que les dieron origen. Los disponibles georeferenciados están en zonas que no coinciden con las zonas vitícolas estudiadas, o son perfiles dentro de una misma chacra, como en 25 de mayo, muy juntos entre sí. Igualmente, se ha obtenido alguna información de estos, como asimismo se han seleccionado sitios obtenidos de la base de suelos SISINTA próximos y con algunas variables coincidentes con las variables relevadas en el presente trabajo, para realizar la validación geoestadística como se explicará en la sección de metodología.

## 7. METODOLOGÍA DE ESTUDIO DEL PROYECTO

### Estudios geológicos y geomorfológicos

Se relevó la información geológica en las hojas geológicas elaboradas por SEGEMAR (Cuadro 3) y consultaron los informes y publicaciones existentes. Se realizaron estudios geomorfológicos y análisis del paisaje mediante sensores

remotos estableciendo las geoformas identificables, aunque este sector la urbanización y laboreos de terrenos para agricultura han borrado los signos esenciales de las geoformas originales. El origen de los suelos se obtiene por recopilación bibliográfica principalmente y se realizaron algunos perfiles en terreno. También se realizó un estudio crono-estratigráfico de los depósitos. Se realizó un análisis del terreno mediante el modelo digital de elevación (DEM resolución 30 x 30 m) del Instituto Geográfico Nacional. A partir de dicho DEM se realizó un procesamiento en el software SAGA V2.0.8 (SAGA User Group, 2013), para definir la morfometría del sector, con el objeto de calcular los índices morfométricos: Pendiente, Aspecto, Índice de Curvatura, Índice de Convergencia, Longitud de la pendiente (L-S Factor), Índice de humedad topográfica, Índice multiresolución de fondo de valle y distancia vertical a la red de drenaje, conforme con la metodología propuesta por Olaya (2004).

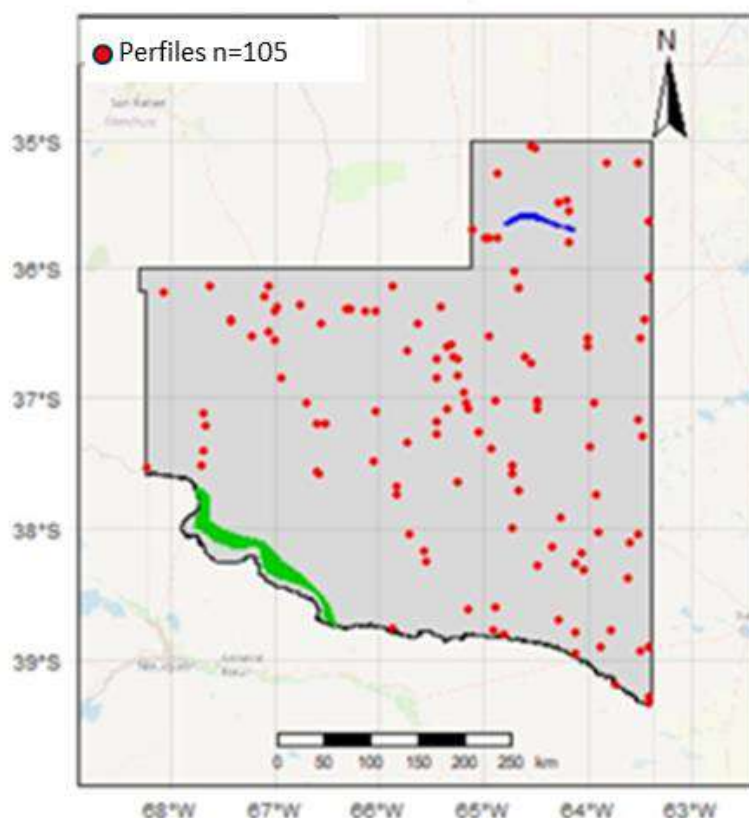
Cuadro 3. Hojas geológicas utilizadas para el presente trabajo (Fuente: SEGEMAR)

Hoja Geológica	Área	Año
Hoja Geológica 3969-II	Provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa	2007
Hoja Geológica 3766-III	Centro - occidental de la provincia de La Pampa	2000
Mapa Geológico	Provincia de La Pampa	1999

## Estudio edafológico

A partir del estudio geomorfométrico realizado para este estudio, se utilizó el método CLHS (*Conditioned Latin Hypercube Method for Sampling*) para diseñar el muestreo de suelos. Este método, propuesto por Minasny y McBratney (2006), basa la estratificación del muestreo en un conjunto de covariables ambientales e información previa del área de estudio. Dado un número limitado de muestras el método las distribuye de tal manera de cubrir la mayor variabilidad posible de cada covariable introducida. Resultaron así 7 sitios de estudio hasta llegar a 2 m o a hasta alguna limitante de suelo y 1 minipit. Las muestras de suelo resultantes fueron remitidas al laboratorio para su caracterización fisicoquímica. Para robustecer la modelación, se sumaron 130 sitios obtenidos de la base SISINTA, (Figura 29) <http://sisinta.inta.gov.ar> y 30 sitios del “*Proyecto productivo integral Casa de Piedra, Etapa 1A*” (2006, Figura 28), que contenían algunas de las variables de interés del estudio.

A campo, se utilizaron las Normas de reconocimiento de suelos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) del Departamento de Agricultura de USA (Schoeneberger P.J, 2012), que considera aspectos del paisaje, las características morfológicas del perfil y la geomorfología dominante para inferir las relaciones con la topo y la cronosecuencia de los suelos. La descripción de los perfiles, se sintetizan en las Fichas presentadas en Anexo.



**Figura 47. Sitios de la base de datos SISINTA anexados a la modelación**

En Laboratorio, se realizaron los análisis físicos y químicos establecidos en los protocolos de la cátedra de Edafología de la UNCuyo y las Normas IRAM-SAMLA: Contenido de carbono oxidable por el método de Walkley y Black; Nitrógeno total por Kjeldahl; textura elemental por el método densimétrico de Boujocous (previa eliminación de los agentes cementantes materia orgánica y calcáreo cuando correspondió); fracciones de arenas por tamización; calcáreo total por calcimetría; pH en pasta por pHmetría; conductividad eléctrica del extracto de saturación por conductimetría; capacidad de intercambio catiónico por saturación con acetato de sodio 1M pH 8,2. En campo además, se determinó densidad aparente (DAP) por el método del cilindro.

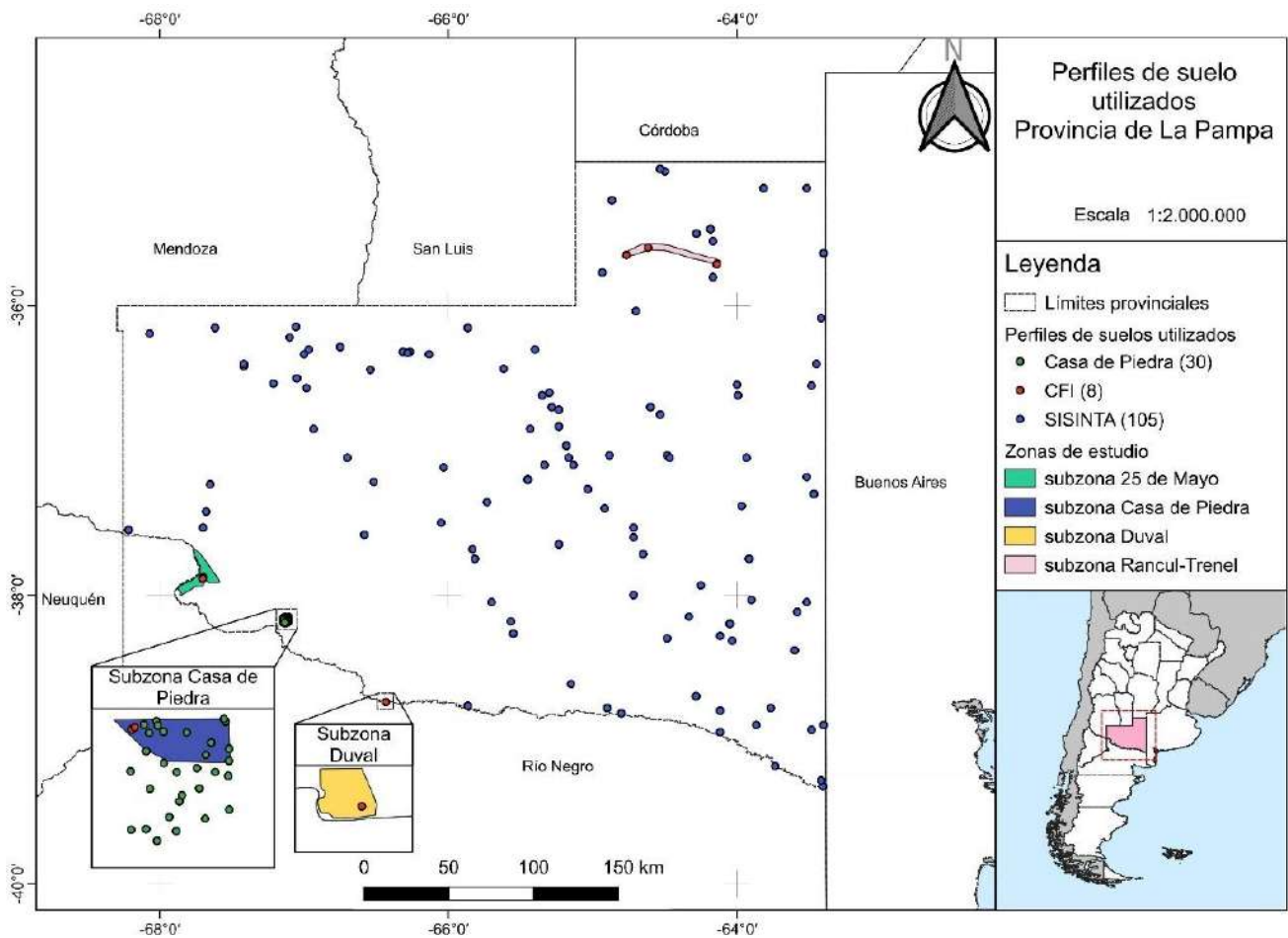
Dado la baja densidad media de puntos y la inclusión de sitios de bases de otras bases de datos, fue necesario primero compatibilizar los formatos y posteriormente realizar un trabajo de validación cruzada. Para este análisis se integraron los datos de todos los perfiles disponibles y se procesaron mediante modelado vertical de suelos, para obtener la variación vertical de las variables integrada hasta la profundidad de observación. (Malone et al., 2011). De esta manera se generaron dos horizontes sintéticos: 0-50 cm y 50-100. A partir de estos horizontes, se aplicaron modelos de inteligencia artificial para predecir propiedades edáficas utilizando covariables ambientales vinculadas con los factores formadores de suelos (Dokuchaev, 1898) cómo variables regresoras. Se utilizaron los modelos predictivos Random Forest y Universal Kriging. La validación fue realizada utilizando la metodología de “Leave-one-out cross-validation” (LOOCV) para cada set de datos analizado. Se seleccionaron las variables válidas según los RME que permitiesen explorar la variabilidad de la distribución espacial. De esta manera se generaron mapas continuos de las variables edáficas para los perfiles relevados.

Con los datos de DAP medido a campo, fracciones granulométricas y funciones de pedotransferencia se estimó el agua disponible (Wd) entre capacidad de campo (Wc) y capacidad de marchitamiento permanente (Wm) y permeabilidad de los perfiles de suelo o conductividad hidráulica saturada (Kd).

## 8. RESULTADOS DEL ESTUDIO

### Subzonas y sitios de estudio

La Figura 30 muestra las 4 subzonas vitícolas delimitadas para el estudio de suelos y sitios de estudio relevados, más los incorporados de otros estudios que aportaron algunas variables para el mapeo.

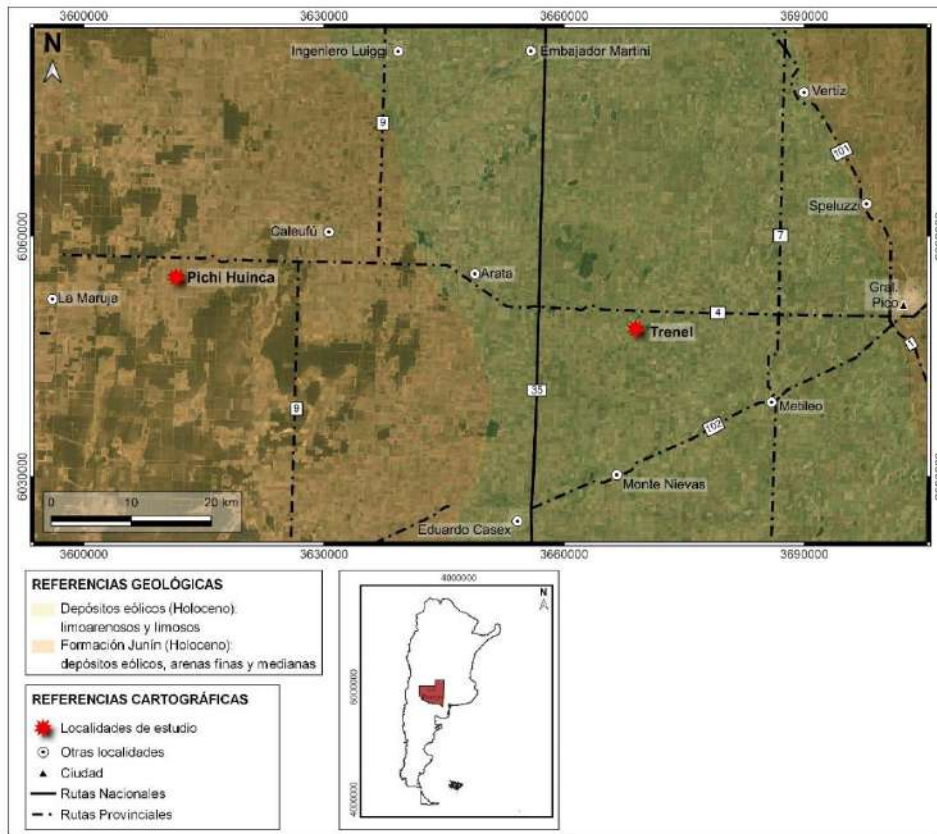


**Figura 48. Subzonas vitícolas estudiadas y sitios relevados más otros estudios anexados para la modelación y validación geostatística para el mapeo digital**

## Estudio geológico y geomorfológico de las áreas relevadas

### **8.2.1. Geología del sector relevado en el noreste de La Pampa. Subzona vitícola Trelen - Rancul**

La geología de este sector está representada en el mapa de la Figura 31.



**Figura 49. Mapa del sector relevado. Noreste de la provincia de La Pampa.**

Los sedimentos holocenos están representados de la base al techo por arenas finas y medianas, según el siguiente detalle.

*Cuaternario*

*Holoceno*

*Formación Junín*

Está constituida por sedimentos limo arenosos a areno limosos, de color pardo rojizo a pardo claro, muy friables y por arenas eólicas que se encuentran en la parte superior (Mapa Geológico de la Provincia de Buenos Aires (1975)).

En la sección tipo, estos sedimentos son clasificados en su mayoría como arenas muy finas. La característica fundamental la constituye la litología, el color pardo rojizo, el presentarse muy sueltos y masivos, y la falta (en la mayoría de los casos) de cuerpos epigenéticos toscos que caracterizan a la mayor parte de las formaciones cenozoicas. Si se encuentra tosquilla es pedogenética.

Dentro de los minerales livianos predomina el vidrio volcánico, al que siguen feldespatos potásicos, plagioclasa, cuarzo y alteritas. En la fracción pesada predomina la hornblenda, siguiendo en orden de abundancia opacos y piroxenos del tipo augita e hipersteno.

De acuerdo con la columna estratigráfica del Mapa Geológico de la provincia de la Pampa (1999), la Formación Junín, sobreyace a depósitos continentales aluviales de la Formación Santa Isabel. Observando el Mapa Geológico de la Provincia de La Pampa (1999), puede verse que, junto a depósitos eólicos limo arenosos y limosos, son los sedimentos de mayor representación areal.

#### *Depósitos eólicos limo arenosos y limosos*

De acuerdo a Szlagowski (2004), En la región centro este de La Pampa, la resolución cronológica obtenida, no es lo suficientemente detallada para ajustar el inicio, duración y finalización de los períodos principales de reorganización ambiental (Zárate, 2002). Por lo tanto, la cronología relativa de los depósitos eólicos de la unidad inferior se plantea como hipótesis. De acuerdo a Szlagowski (2004), la sedimentación de esta unidad habría comenzado durante el Pleistoceno tardío; representaría facies acumuladas durante alguno de los pisos isotópicos de la última glaciación. La finalización de la depositación de la unidad eólica inferior, marcada por el desarrollo del suelo enterrado habría acontecido en algún momento del Holoceno, de acuerdo con evidencias regionales. En términos hipotéticos (Zárate, 2002) ha planteado que los sistemas medanosos del piedemonte mendocino resultaron de la reactivación de formas anteriores del Pleistoceno tardío durante el Holoceno medio (8.000-4.000 AP), intervalo caracterizado en Sudamérica por condiciones de aridez y temperatura en incremento con un máximo entre 6.500 y 4.500 AP (Grimm *et al.*, 2001). Por lo tanto, la sedimentación eólica en el área de estudio podría haberse prolongado al menos hasta este intervalo.

Las determinaciones mineralógicas efectuadas indicarían una gran variabilidad litológica de aporte probablemente de rocas ígneas (ácidas a básicas), metamórficas y piroclásticas. El lote de minerales livianos permitió establecer que los sedimentos eólicos proceden de la destrucción de rocas plutónicas, hipoabisales y volcaniclásticas. Los cuarzos, feldespatos potásicos y las plagioclasas ácidas probablemente provienen mayormente de granitos, granodioritas, sienitas y pegmatitas. Además, los contenidos de vidrio volcánico indican que este componente es de mucha importancia en las localidades en cuestión. Entre los minerales pesados se puede citar el hipersteno, que es propio

de rocas plutónicas (gabros y noritas), rocas volcánicas (andesitas, dacitas y sus tobas), rocas metamórficas (mica esquistos) y rocas de alteración (serpentinadas). La augita presente es típica de rocas básicas. También se contabilizaron varios tipos de anfíboles. Se encontraron hornblendas comunes cuyo origen se asocia con rocas magmáticas (granitos, sienitas, dioritas, gabros, peridotitas) y metamórficas (gneis, anfibolitas), hornblendas castañas y lamprobolitas, exclusivas de rocas volcánicas ricas en hierro: basaltos, andesitas y ciertas traquitas y piroclásticas. Además, los minerales opacos presentes indican un origen típicamente máfico y ultramáfico.

La variabilidad litológica observada se atribuye posiblemente a: 1) aporte distal de material aluvial transportado por el sistema fluvial Bermejo-Desaguadero-Salado-Curacó, 2) aporte distal de material piroclástico de caída y 3) aporte de material local proveniente de los afloramientos volcánicos (basálticos), plutónicos y metamórficos, asociados con varios ciclos orogénicos.

### **8.2.2. Viñedos subzona Trenel-Rancul**

#### *I. Departamento Trenel*

##### *a. Localidad Trenel*

### **Viña COSTREN**

Los sedimentos arenosos cubren la superficie (Figura 32). En la calicata realizada estos sedimentos suprayacen a sedimentos con predominio de arena pero que cuentan también con limo y arcilla, lo cual se reconoce al tacto por la relativa coherencia entre las partículas. Presentan coloración color pardo rojiza. Se encontró tosquilla pedogenética y en el perfil se reconocieron bloques de carbonato (Figura 33)



**Figura 50. Sedimentos arenosos cubren la superficie. Viña COSTREN**



**Figura 51. Tosca en el fondo de la calicata. Viña COSTREN**

*II. Departamento Rancul*

*a. Localidad Caleufú*

***Viñedos y Bodega El Rastro***

La superficie está cubierta por sedimentos arenosos (Figura 34 izq.). El minipit realizado en el viñedo muestra suelos arenosos con material limoso. (Figura 34 der.)



**Figura 52. Viñedos y Bodega El Rastro. Sedimentos arenosos cubren la superficie (izquierda) y sedimentos franco-limosos.**

*b. Localidad Pichi Huinca*

### ***Sociedad de Fomento Pichi Huinca***

La superficie está cubierta por sedimentos arenosos (Figura 35). Los sedimentos reconocidos en la calicata corresponden a arenas con cantidades variables de sedimentos finos, limos arcillosos.



**Figura 53. Viñedo Sociedad de Fomento Pichi Huinca Pichi Huinca.**

### ***8.2.3. Geología del sector centro occidental relevado en La Pampa. Subzona vitícola Puelén - Curacó***

El marco geológico de las calicatas efectuadas en 25 de Mayo y Casa de Piedra está representado en el mapa de la Figura 36. Los sedimentos más antiguos son areniscas gruesas y limos arenosos de origen continental del Pleistoceno, a los que sobreyacen conglomerados parcialmente cementados con matriz arenosas del Plioceno- Pleistoceno.

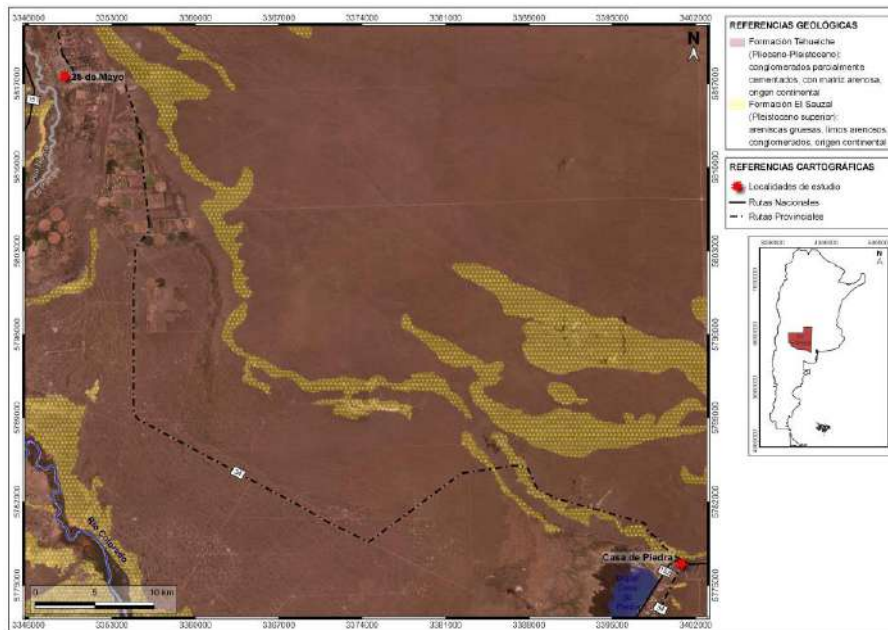
*Terciario superior*

*Neógeno*

*Formación El Sauzal*

Está constituida por areniscas, limolitas, arcilitas, conglomerados y tosca (Linares *et al.*, 1980). En el cuadrante suroeste está formada fundamentalmente por una secuencia de areniscas medianas y finas, macizas, con frecuentes y delgadas intercalaciones de limolitas y arcilitas rojizas, que remata con una capa de hasta 1,5 m de espesor de conglomerado clasto sostén cementado por carbonatos (“tosca”). Algunos bancos de areniscas están cementados por yeso o carbonato de calcio (este último también presente en forma de nódulos y concreciones). Los mayores espesores corresponden a las barrancas ubicadas inmediatamente al sur

del puesto El Silencio (37°32'49" S; 67°03'14" O), donde suma aproximadamente 11 m de potencia.



**Figura 54. Mapa geológico de las localidades de 25 de Mayo y Casa de Piedra, provincia de La Pampa.**

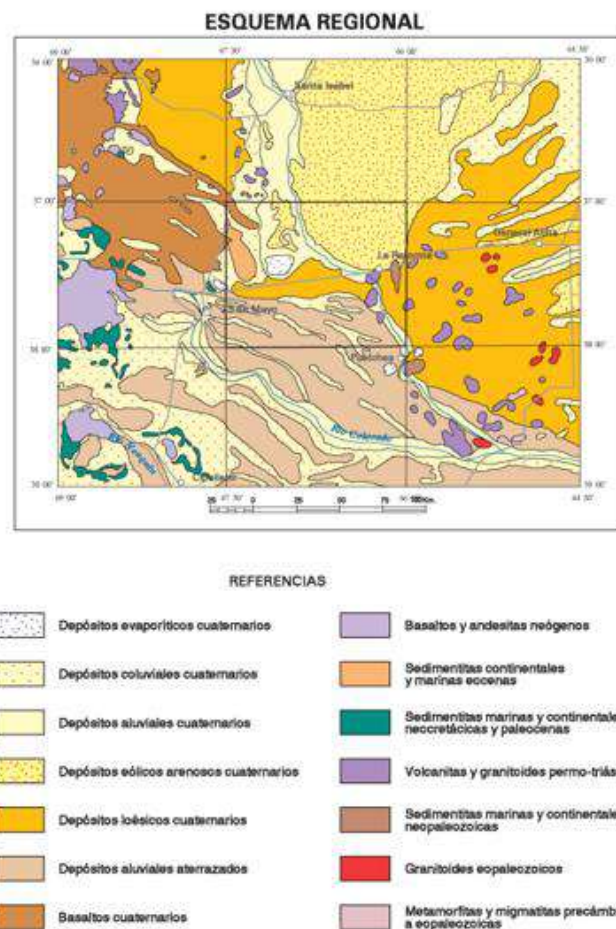
El ambiente de depositación es continental (Figura 37), y esencialmente fluvial efímero con episodios lacustres someros.



**Figura 55. Sedimentos fluviales con intercalaciones lacustres, ruta desde 25 de Mayo a Casa de Piedra, La Pampa.**

La abundancia de esmectita y de cuarzo - feldespato en las pelitas puede indicar un aporte piroclástico durante la sedimentación de la secuencia. La presencia de

abundantes diatomeas permite realizar inferencias acerca de las condiciones paleoambientales (O. Romero, com. esc., 1998 en la Hoja Geológica 3766- III). El pH del agua tendería a básico (O. Romero, com. esc., 1998 en la Hoja Geológica 3766- III). La hipótesis que sostiene que esta unidad representa (al menos parcialmente) depósitos antiguos del río Colorado fue elaborada esencialmente sobre la base de las características sedimentológicas de la secuencia, la amplia distribución regional de la unidad y la pendiente generalizada de la superficie topográfica hacia el sureste; podría considerarse a estos depósitos como pertenecientes a un abanico aluvial extendido, probablemente originado en el área comprendida entre el sur de Mendoza y norte de Neuquén. Las depresiones alargadas serían rasgos erosivos posteriores, que indicarían la disección de la superficie aluvial, aunque probablemente su posición fue controlada por heterogeneidades (contraste litológico) del mismo abanico. La capa de tosca superior habría tenido su origen luego de la depositación de los sedimentos siliciclásticos y antes de labrarse las depresiones alargadas (Figura 38).



**Figura 56. Esquema geológico regional de la región centro occidental de la provincia de La Pampa (Hoja Geológica 3766-III).**

La Formación El Sauzal puede ser equivalente a dos unidades propuestas por Uliana (1979) para el área comprendida entre los ríos Colorado y Negro, las formaciones El Palo (areniscas) y Bayo Mesa (conglomerados suprayacentes). La Formación Peñas Blancas (propuesta por Bisceglia, 1977), aflorante en la margen pampeana del río Colorado al sur de 25 de Mayo, podría ser equivalente a la Formación El Sauzal. Dicha unidad muestra una mayor participación de litologías pelíticas y un potente (hasta aproximadamente 14 m) banco de diatomita (Gaillardou, 1987). El paleoambiente sugerido por la asociación de diatomeas es un cuerpo de agua lacustre profundo, con aguas frías (5 a 10°C) de pH alcalino y con 0,5 % de sales (Gaillardou, 1987).

La Formación El Sauzal está cubierta por sedimentos modernos. Los conglomerados del techo de la unidad fueron tratados separadamente por Sobral (1942a), criterio seguido parcialmente por Bisceglia (1977) y Espejo y Silva Nieto (1996). Los últimos autores reconocieron como Formación Río Negro (originalmente definida por Andreis, 1965), a sedimentos equivalentes a la Formación El Sauzal, adjudicando los conglomerados suprayacentes a una nueva unidad denominada Formación Tehuelche. Linares *et al.* (1980) no encontraron criterios de campo adecuados para diferenciar a los conglomerados del resto de la secuencia, por ello los incluyeron en la misma unidad.

Si bien en el Mapa Geológico de la Provincia de La Pampa se incluye a la Formación Tehuelche, suprayaciendo a la Formación El Sauzal, como constituida por conglomerados parcialmente cementados con matriz arenosa, en el campo no se reconocieron evidencias que permitan diferenciarlos.

La denominación de la Formación El Sauzal, fue realizada en el mapa geológico de la zona estudiada (Figura 35), siguiendo el criterio del Mapa Geológico de la Provincia de La Pampa.

En el libro Rocas y Minerales de La Pampa, publicado por el Gobierno de La Pampa y el Consejo Federal de Inversiones (2014), se hace referencia a los Conglomerados y las brechas, especificando que los conglomerados están formados por canto rodado proveniente de una o varias rocas, junto con gravas y arenas cementadas. Los conglomerados de origen fluvial encierran gran cantidad de arena y demás materiales finos, que rellenan los espacios entre los cantos. Las brechas se diferencian de los conglomerados, únicamente, en que los clastos que las forman son angulosos, de lo que se deduce que han tenido un transporte corto

antes de su sedimentación definitiva (muchas veces de tipo glaciario). Los cementos pueden ser silíceos (cemento de sílice o de sílice hidratada), calcáreos (de carbonato cálcico), ferruginosos y arcillosos (cemento a base de arcilla), por lo que se dividen de acuerdo con la naturaleza de los cantos rodados y del cemento. Por ejemplo, brecha de cuarcitas con cemento arcilloso, conglomerado de cuarcitas y calizas con cemento calizo, etc., destacándose que en la zona ribereña del río Colorado, se observan los conglomerados de la Formación Tehuelche del Pleistoceno inferior.

#### **8.2.4. Viñedos relevados en la subzona Puelen-Curacó**

##### *I. Departamento Puelén*

##### *a. Localidad 25 de Mayo*

#### **Bodega del Desierto**

En esta finca se efectuaron dos calicatas:

En la primera calicata, los sedimentos corresponden a materiales de origen fluvial, con arenas, conglomerados y carbonatos diseminados (Figura 39 y 40).



**Figura 57. Material gravoso en superficie. Bodega del Desierto**



**Figura 58. Sedimentos fluviales con predominio de arenas, gravas y limos en menor proporción.**

En la segunda calicata se reconocieron sedimentos correspondientes a materiales de origen fluvial: gravas finas, arenas y limos (Figura 41).



**Figura 59. Predominio de materiales gruesos en superficie. Bodega del Desierto.**

*b. Localidad Casa de Piedra*

### ***Chacra Experimental***

En esta finca se efectuaron dos calicatas:

En la primera, los sedimentos corresponden a materiales de origen fluvial con abundante cantidad de gravas y arenas, en menor proporción limos. Los bloques están distribuidos en todo el perfil y corresponden en general a cuarcitas y areniscas con cemento carbonático (Figura 42).



**Figura 60. Sedimentos de origen fluvial. Chacra Experimental.**

En la segunda calicata, los sedimentos corresponden a materiales de origen fluvial predominantemente arenosos (Figura 43), con abundantes carbonatos los que se presentan diseminados y como cantos rodados (Figura 44).



**Figura 61. Sedimentos de origen fluvial. Chacra Experimental.**



**Figura 62. Cantos rodados de carbonatos. Chacra Experimental**

*II. Departamento Curacó*

*a. Localidad Gobernador Duval*

***Fincas de Duval***

Los sedimentos corresponden a materiales de origen fluvial (Figura 45), con predominio de arenas, en menor proporción limos y arcillas. Son visibles los períodos de inundación del suelo, probablemente debido a las elevaciones de la freática, como consecuencia de la proximidad al río (Figura 46). Los cantos rodados presentan una composición variada y evidencias de oxidación como resultado del clima árido de la zona (Figura 47), otros corresponden a basaltos.



**Figura 63. Sedimentos de origen fluvial. Fincas de Duval.**



**Figura 64. Viñedos de Finca de Duval.**



**Figura 65. Cantos rodados de composición variada, algunos con oxidación. Finca Duval.**

## Índices Morfométricos

### 8.3.1 Sector Trenel - Rancul

#### 8.3.1.a Pendiente

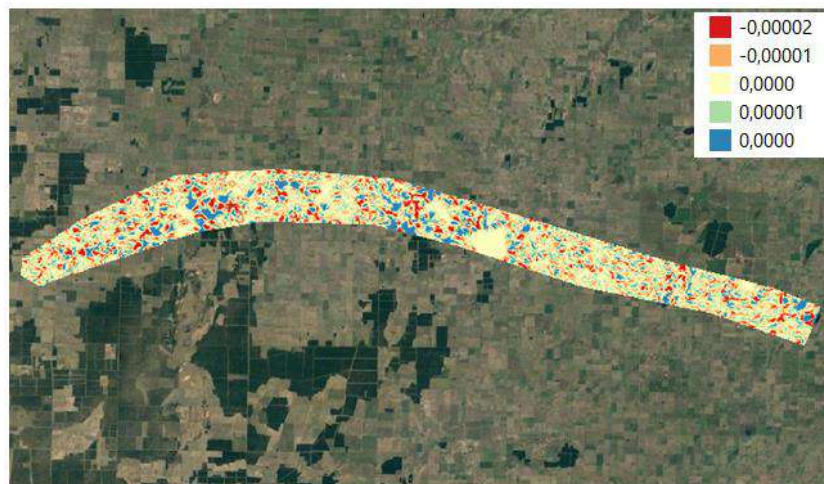
Las pendientes establecidas mediante el modelo digital de elevación, Figura 48, muestran que los desniveles son prácticamente horizontales en las zonas donde se realizaron las diferentes calicatas, Pichi Huinca, Caleufú y Trenel. Los valores con pendientes elevadas son puntuales.



**Figura 66. Mapa de Pendiente sector noreste de La Pampa, expresada en %.**

### 8.3.1.b Índice de Curvatura

El índice de curvatura de la Figura 49, refleja que la zona correspondiente al sector noreste de la provincia de La Pampa valores negativos que indican concavidad, en este caso una extensa meseta. En general los datos reflejan una fluctuación entre resultados iguales a cero y negativos.

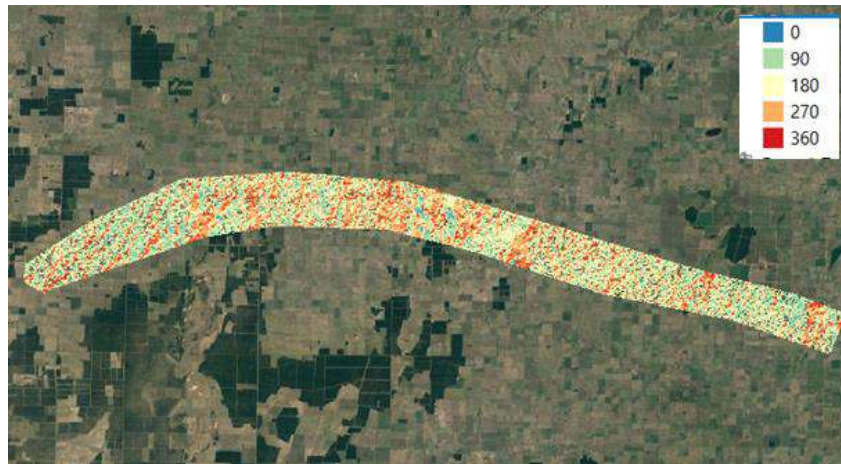


**Figura 67. Mapa de Índice de curvatura sector noreste de La Pampa.**

### 8.3.1.c Aspecto.

Este índice muestra la orientación de cada celda con respecto al norte. Una de sus utilidades es la de identificar zonas de solanas y umbrías. En el mapa de la Figura

50, la zona central presenta los mayores valores de exposición (180 a 360). Son terrenos con bajas pendientes y buen drenaje.



**Figura 68. Mapa de Aspecto sector noreste de La Pampa.**

#### *8.3.1.d Índice de Convergencia*

El Índice de Convergencia calcula las celdas cuyo flujo una vez conducido aguas abajo converge en dicho punto. El índice de la Figura 51 muestra que los valores fluctúan entre negativos (-20) y positivos (20), concordando con los datos analizados en el mapa de Índice de Curvatura de la Figura 49.



**Figura 69. Mapa de Índice de Convergencia sector noreste de La Pampa.**

#### *8.3.1.e Longitud de la pendiente (L-S Factor).*

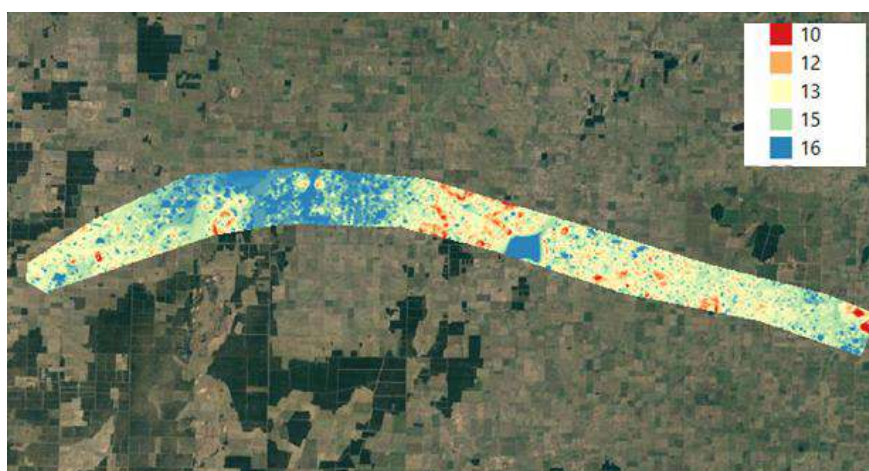
Este factor indicativo del efecto de la topografía sobre la erosión muestra en el mapa de la Figura 52 valores bajos (0 a 0,25), por lo que el riesgo de erosión disminuye en estos tramos.



**Figura 70. Mapa de Longitud de la pendiente sector noreste de La Pampa.**

### *8.3.1.f Índice de humedad topográfica.*

El índice de humedad fue desarrollado para predecir las áreas saturadas, la profundidad del nivel freático del suelo, el contenido de humedad del suelo, para identificar áreas de erosión y/o deposición potencial de materiales y para la predicción del desarrollo de cárcavas. El mapa de la Figura 53, muestra valores altos (16), en el centro occidental de la zona estudiada, estos valores son también altos (15, 13, 12), en el resto de la franja analizada, lo que implica que son sectores con altos potenciales para la acumulación de agua.



**Figura 71. Mapa de Índice de humedad topográfica sector noreste de La Pampa.**

### 8.3.1.g Distancia vertical a la red de drenaje.

Este indicador muestra en el mapa de la Figura 54, valores altos o positivos de este a oeste del sector analizado y los negativos en el sector correspondiente a los pedimentos.



**Figura 72. Mapa Distancia vertical a la red de drenaje, sector noreste de La Pampa.**

### 8.3.1.h Índice Multiresolución del fondo de valle (IMFV)

Este índice clasifica los fondos de valle según su profundidad y planaridad y tiene la capacidad de identificar pequeños y grandes valles. El mapa de la Figura 55, indica que los valores más altos se encuentran al este y disminuyen hacia el oeste del sector analizado, en concordancia con lo interpretado en los mapas de Distancia vertical a la red de drenaje y Longitud de la pendiente.



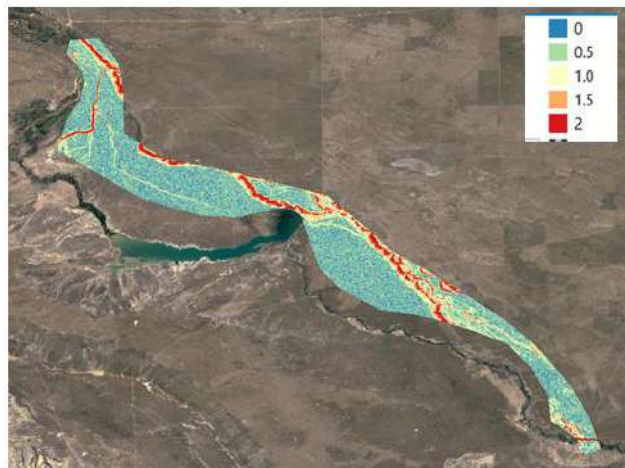
**Figura 73. Mapa Índice Multiresolución de Fondo de Valle en el sector noreste de La Pampa.**

Del análisis efectuado de los diferentes mapas correspondientes al sector noreste de la provincia de La Pampa, puede interpretarse que las zonas con mayor humedad decrecen de este a oeste, presentado estas zonas una calidad óptima para el desarrollo de los cultivos.

### 8.3.2 Sector Puelen-Curacó

#### 8.3.2.a Pendiente

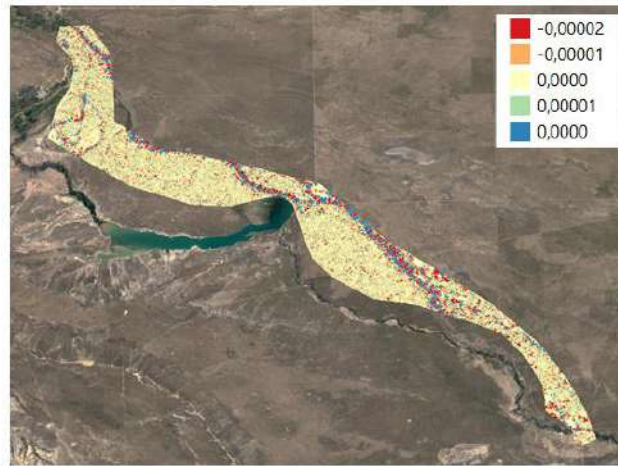
Las pendientes establecidas mediante el modelo digital de elevación, Figura 56, muestran que los desniveles son prácticamente horizontales, con lugares puntuales con pendientes elevadas en el centro y oeste de la zona analizada, coincidentes con los cordones longitudinales de la Formación El Sauzal (Mapa geológico del sector analizado).



**Figura 74. Mapa de Pendiente sector centro occidental de La Pampa, expresada en %.**

#### 8.3.2.b Índice de Curvatura

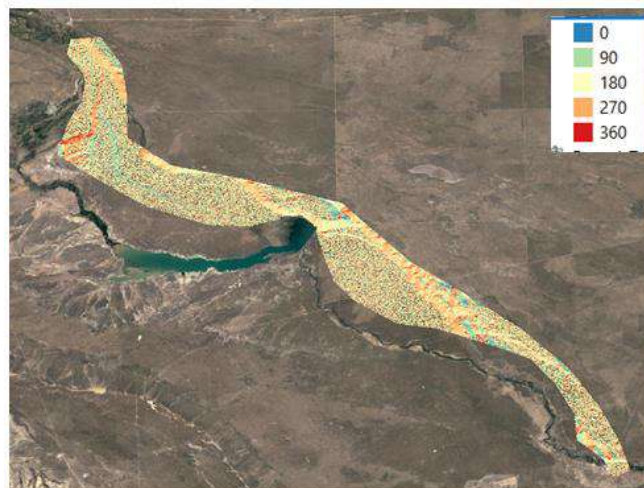
El índice de curvatura de la Figura 57, refleja que la zona correspondiente al sector centro occidental de la provincia de La Pampa, muestra valores negativos que indican concavidad prácticamente en todo el sector, a excepción de los coincidentes con el mapa de Pendiente de la Figura 56.



**Figura 75. Mapa de Índice de curvatura sector centro occidental de La Pampa.**

### 8.3.2.c Aspecto

Una de las utilidades de este mapa es la de mostrar la orientación de cada celda con respecto al norte permitiendo identificar zonas de solanas y umbrías. En el mapa de la Figura 58, la zona central, presenta los mayores valores de exposición (360 -180), coincidentes con los cordones longitudinales. Los terrenos con menores pendientes corresponden a los sectores más bajos y con buen drenaje.



**Figura 76. Mapa de Aspecto sector centro occidental de La Pampa.**

### 8.3.2.d Índice de Convergencia

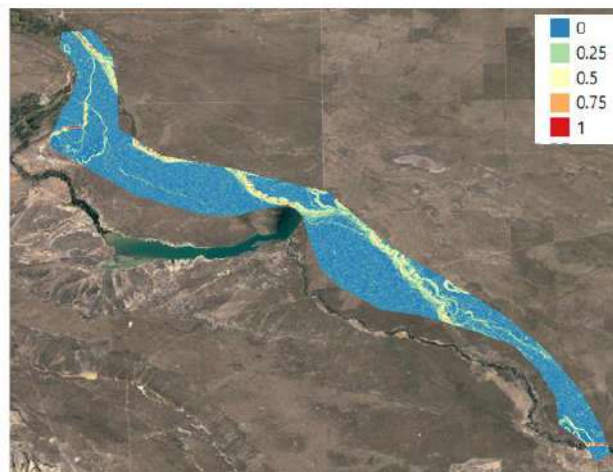
El Índice de Convergencia calcula las celdas cuyo flujo una vez conducido aguas abajo, converge en dicho punto. El índice de la Figura 59 indica que los valores que fluctúan entre negativos (-20) y positivos (20), concordando con los analizado en el mapa de Índice de Curvatura de la Figura 57.



**Figura 77. Mapa de Índice de Convergencia sector centro occidental de La Pampa.**

*8.3.2.e Longitud de la pendiente (L-S Factor).*

Este factor indicativo del efecto de la topografía sobre la erosión muestra en general valores bajos, por lo que el riesgo de erosión disminuye en estos tramos y los mayores valores en los sectores correspondientes a los cordones de la Formación El Sauce (Figura 60).

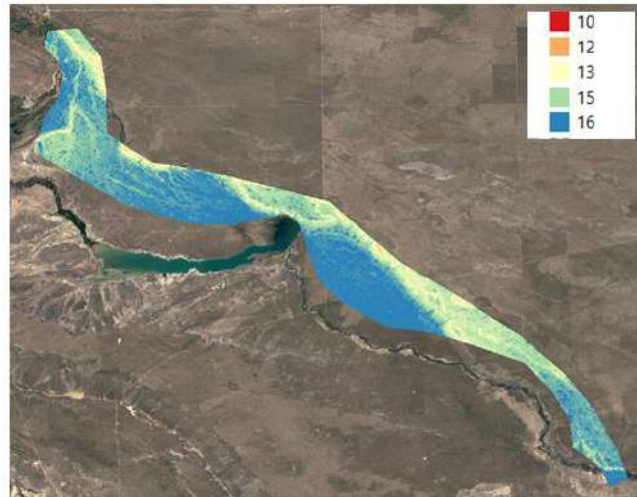


**Figura 78. Mapa de Longitud de pendiente sector centro occidental de La Pampa.**

*8.3.2.f Índice de humedad topográfica.*

El mapa de la Figura 61, muestra valores elevados (16), prácticamente en toda la franja analizada, lo que implica que son sectores con altos potenciales para la acumulación de agua ya que este índice de humedad fue desarrollado para predecir las áreas saturadas y /o la profundidad del nivel freático del suelo, el contenido de

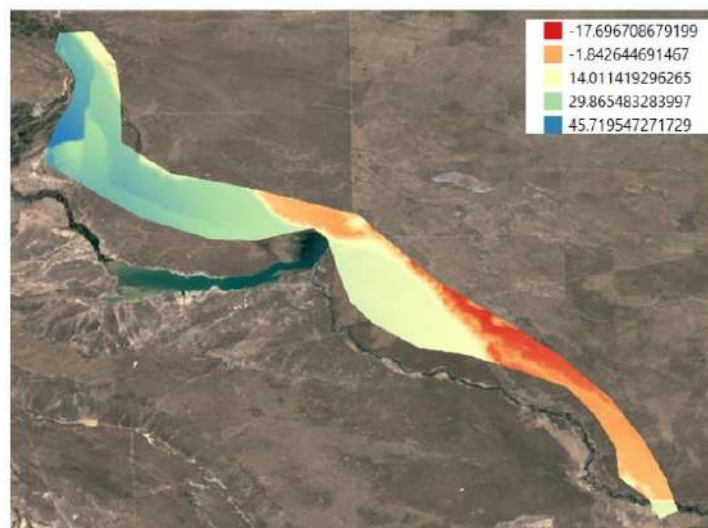
humedad del suelo, para identificar áreas de erosión y/o deposición potencial de materiales y para la predicción del desarrollo de cárcavas. Los valores más bajos coinciden con lo analizado en el mapa de Longitud de pendiente.



**Figura 79. Mapa de Índice de humedad topográfica sector centro occidental de La Pampa.**

#### 8.3.2.g Distancia vertical a la red de drenaje.

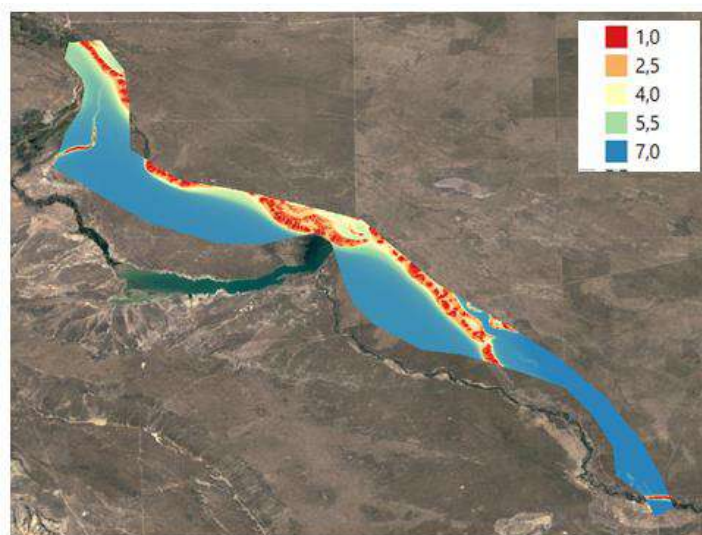
Este indicador muestra en el mapa de la Figura 62, valores positivos en la zona central del sector analizado y los negativos al oeste y zonas con menor permeabilidad.



**Figura 80. Mapa Distancia vertical a la red de drenaje, sector centro occidental de La Pampa.**

#### 8.3.2.h Índice Multiresolución del fondo de valle (IMFV)

Este índice clasifica los fondos de valle según su profundidad y planaridad y tiene la capacidad de identificar pequeños y grandes valles. El mapa de la Figura 63, indica que los valores más altos coinciden con los sectores próximos a las lagunas y al curso del río.



**Figura 81. Mapa Índice Multiresolución de Fondo de Valle en el sector centro occidental de La Pampa.**

Del análisis efectuado de los diferentes mapas correspondientes al sector centro occidental de la provincia de La Pampa, puede interpretarse que las zonas con mayor humedad se encuentran en las áreas próximas a la llanura de inundación del río y a las lagunas, presentando estas zonas una calidad óptima para el desarrollo de los cultivos.

## Estudio de suelos

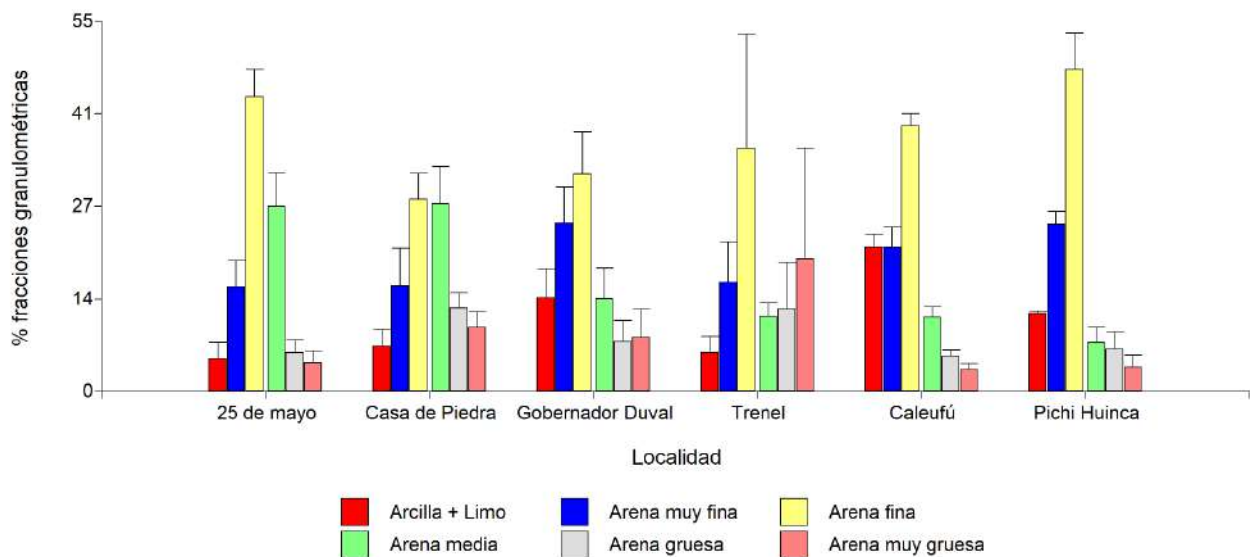
### 8.4.1. Características generales de los suelos por subzona

En la subzona Puelén-Curacó, el material originario, a partir del cual han evolucionado los suelos, corresponde a arenas, limos y arcillas de origen fluvial y fluvio-glacial con remodelación eólica. El río Colorado a través de su historia ha realizado aporte de materiales, lo que ha permitido el desarrollo de gran parte de los suelos. En la mayoría de los suelos, se ve que el material fluctúa alrededor de un metro de espesor truncado su desarrollo por la presencia de una capa cementada

por calcio (tosca), pudiéndose encontrar la misma a mayor profundidad. En el área relevada, se reconocieron principalmente los Ordenes Entisoles y Aridisoles. Los Entisoles son suelos cuya evolución incipiente no le ha permitido desarrollar horizontes genéticos. En algunos casos se pueden encontrar epipedones como el ócrico y antrópico. Dentro de este Orden se encuentran los subórdenes Psamente y Ortente, y los Grandes Grupos y Subgrupos: Ustipsamente arídico, Torripsamente típico, Ustortente arídico y Torriortente típico.

En la subzona Trenel-Rancul, los suelos se originan principalmente a partir del loess eólico dando lugar al orden Molisoles. Estos tienen regímenes de humedad ústico y de temperatura térmico. Los suelos vitícolas en este sector presentan una cierta evolución genética con escasa diferenciación de horizontes y leve estructuración. Son de textura gruesa variable entre franco y franco arenoso, drenaje rápido, permeabilidad rápida y su reacción oscila entre medianamente ácida y ligeramente alcalina (pH 6-8). La característica más importante de estos suelos es la presencia de un horizonte superficial oscuro, provisto de materia orgánica y de espesor variable. Existen otros horizontes subyacentes como tosca o caliche y también un horizonte B como los localizados en los departamentos de Trenel. De acuerdo a estudios anteriores y lo observado *in situ*, el Suborden predominante es el Ustol, y los Grandes Grupos y Sugrupos: Haplustoles típicos, Haplustoles arídicos, Haplustoles énticos, Haplustoles torriénticos, Calciustoles arídico, Calciustoles típico y Calciustoles petrocálcico. \_Hacia el oeste de la subzona, en Pichi Huinca, aparecen como suelos secundarios de menor extensión los Torripsamentes ústicos.

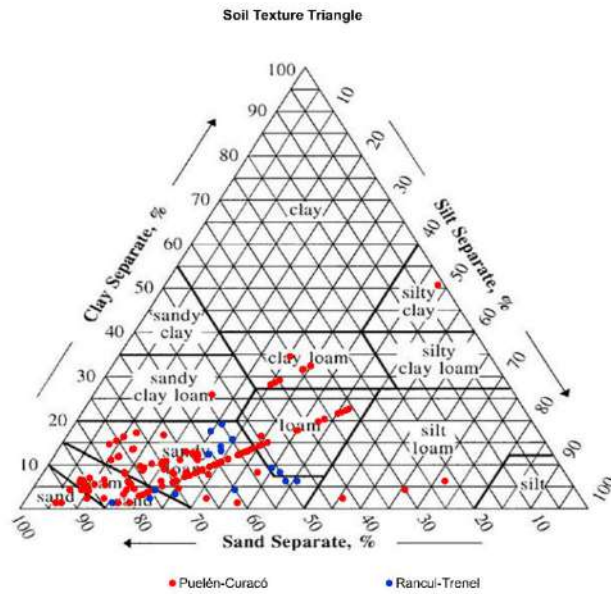
Respecto del fraccionamiento granulométrico de las arenas, se observa que en general predomina la arena fina (100 a 250 micrones), lo que le otorga una buena capacidad de almacenaje de agua a los perfiles de suelo (Figura 64).



**Figura 82. Porcentaje de fracciones granulométricas en los suelos vitícolas de La Pampa**

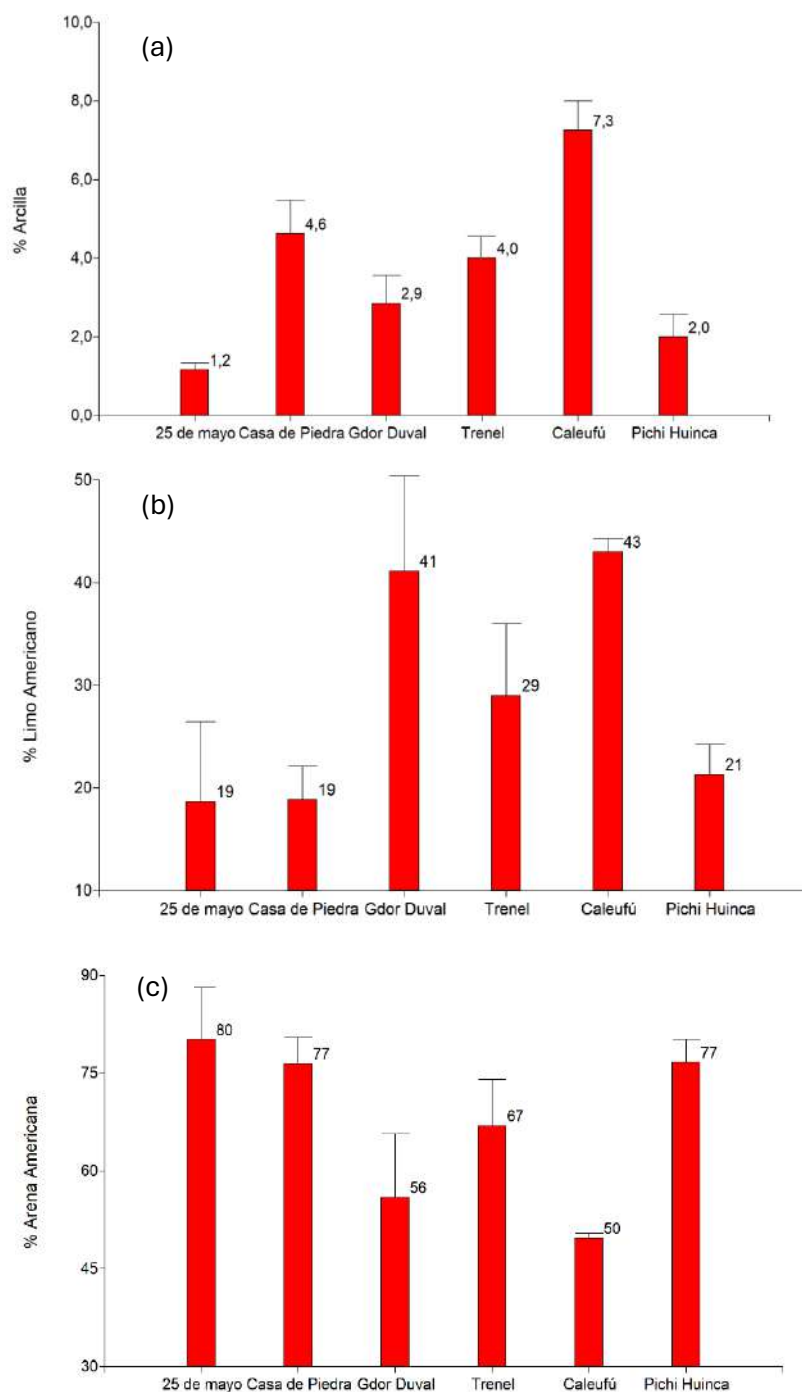
En Casa de Piedra, la fracción arena media (250 a 500 micrones) también es relativamente abundante. Los suelos texturalmente más limo arcillosos, son los de Caleufú, que presenta por eso la permeabilidad más baja de los perfiles vistos (ver más adelante) y Gdor Duval.

En el triángulo de textura americana de la Figura 65, se puede observar la distribución de las partículas elementales de los suelos bajo estudio, incluidos los sitios extras conseguidos.



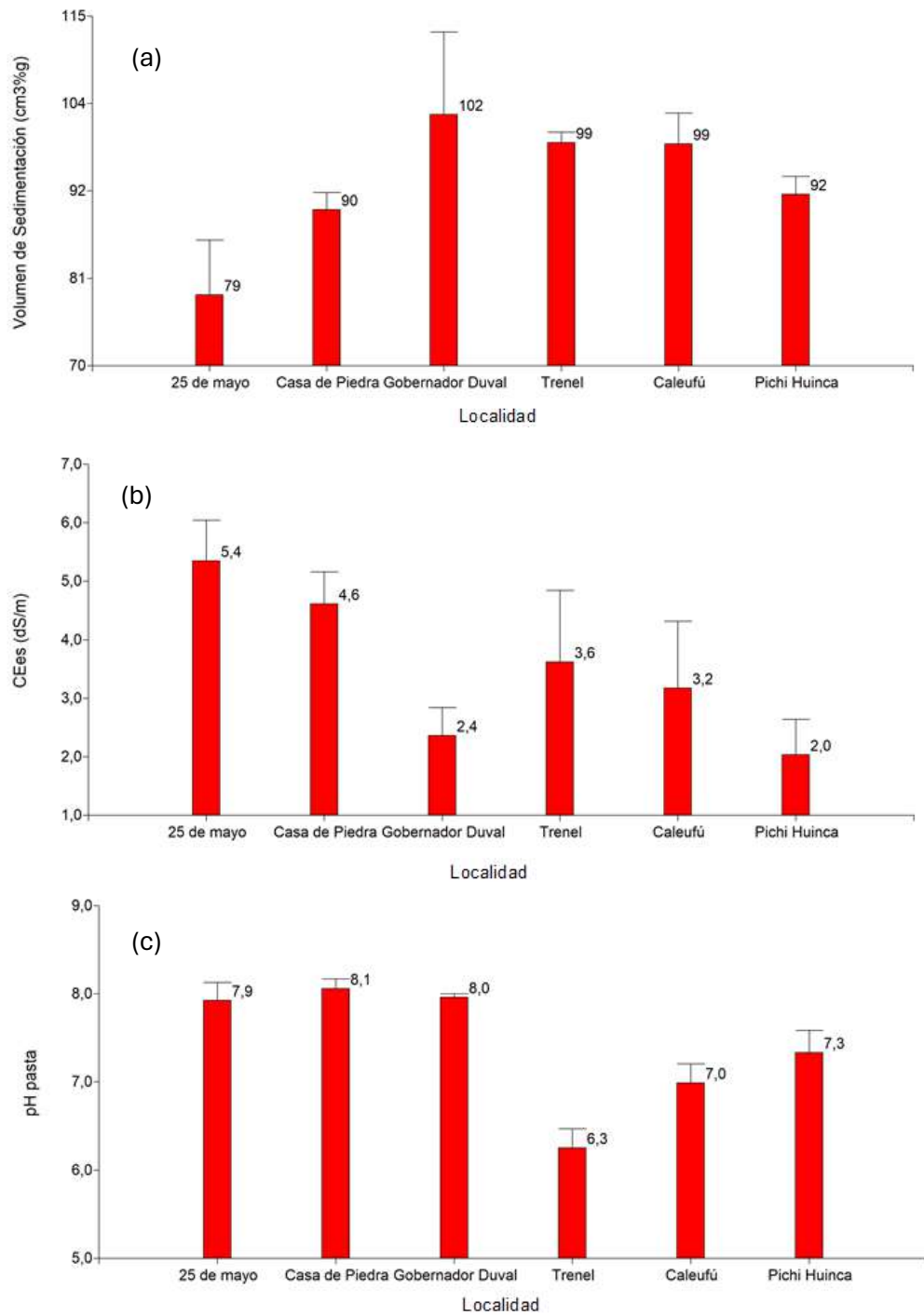
**Figura 83. Triángulo de textura americano para las subzonas vitícolas de La Pampa**

Considerando los resultados y observaciones en terreno del relevamiento propio en las distintas localidades, se concluye que los suelos con mayor contenido de arcilla son los de Caleufú (Figura 66 a), los más limosos Caleufú y Duval (Figura 66 b) y el de mayor contenido de arenas 25 de Mayo, seguido de Casa de Piedra y Pichi Huinca (Figura 66 c).



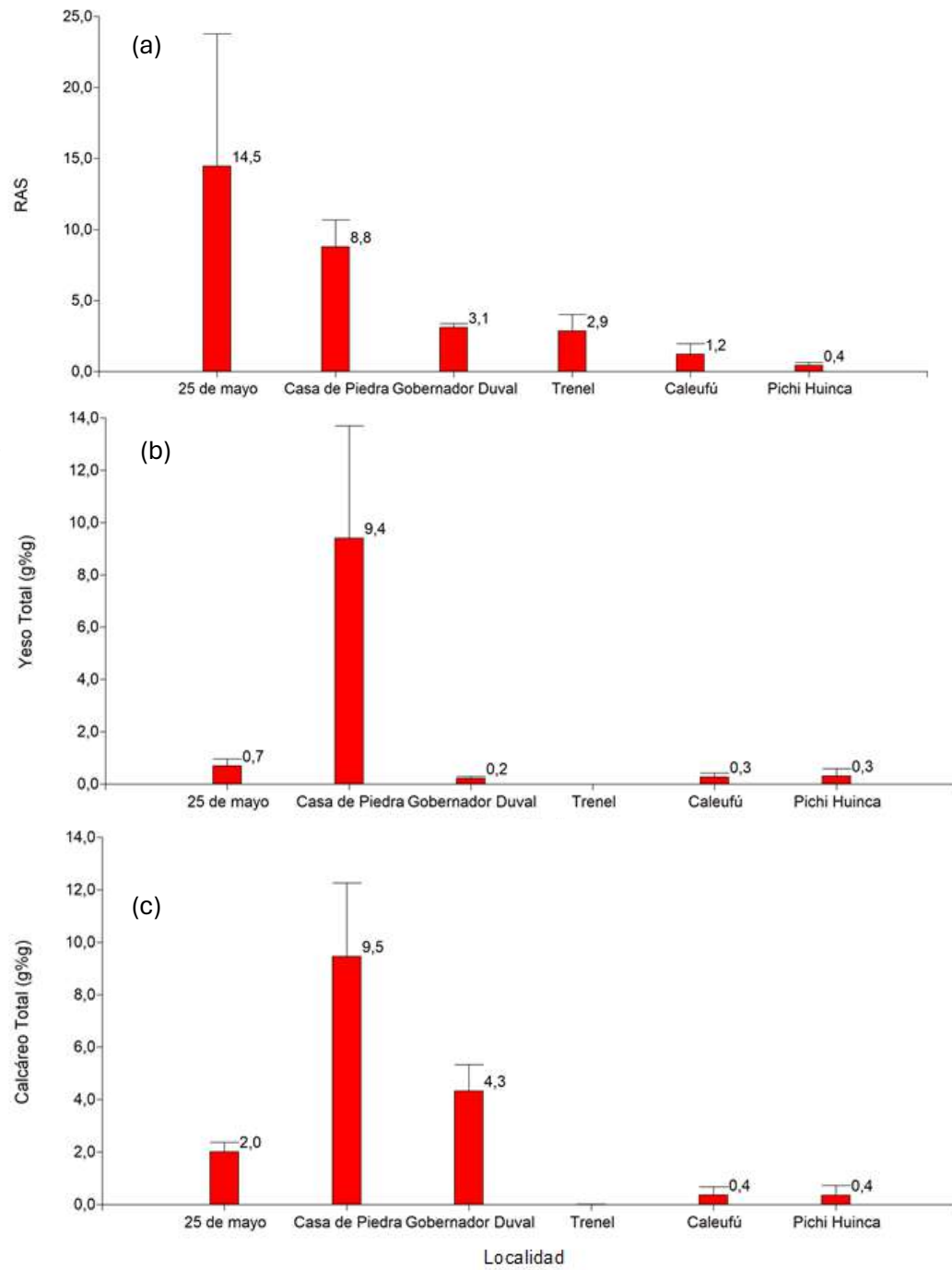
**Figura 84. Porcentaje de partículas elementales en los suelos vitícolas de La Pampa**

Si se analiza como textura aparente a través del volumen de sedimentación, predominan los perfiles de textura arenosa a franca, más arenosa en 25 de Mayo (Figura 67 a). La salinidad es ligera excepto en 25 de Mayo que llega a ser media (Figura 67 b), por deficiencias en el drenaje y freática cercana a superficie de profundidad variable según años.

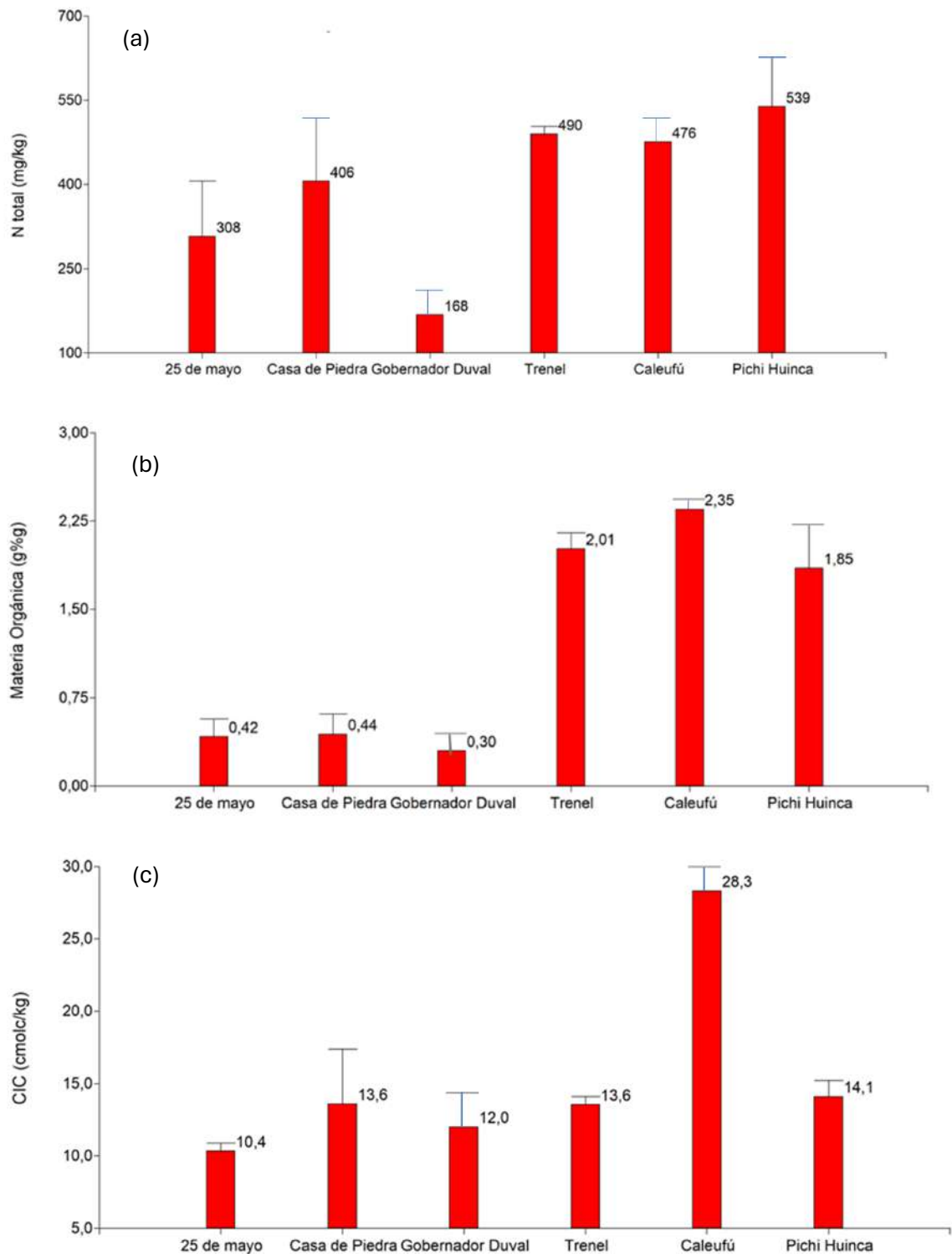


**Figura 85. Textura aparente (a), salinidad (b) y pH en pasta (c) de los suelos vitícolas de La Pampa promedios del perfil**

El pH es moderadamente alcalino en la zona sur en Puelén - Curacó a neutro en la zona norte y ligeramente ácido en Trenel (Figura 67 c). Los problemas por exceso de sodio se presentarían en 25 de Mayo que posee bajos contenidos de yeso (Figura 68 a y b).



**Figura 86. Relación de adsorción de sodio (a), yeso total (b) y calcáreo total (c) en los suelos vitícolas de la pampa, promedio del perfil**

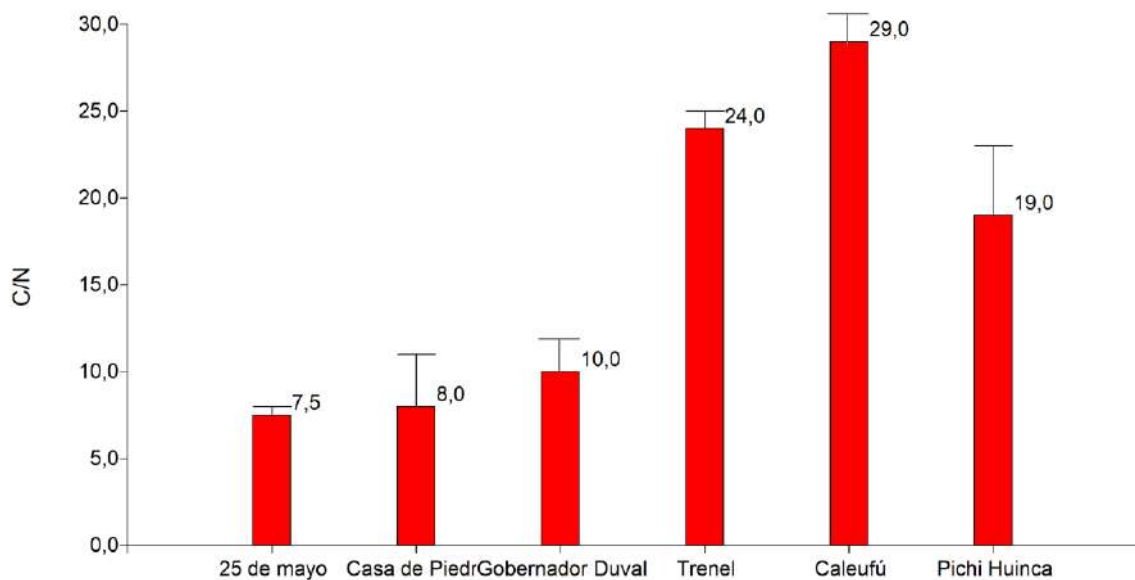


**Figura 87. Fertilidad nitrogenada (a), materia orgánica (b) y capacidad de intercambio catiónico (c) de los suelos vitícolas de La Pampa en la capa superficial (0 a 30 cm)**

Los contenidos de calcáreo total disperso en el perfil del suelo son bajos en general, excepto en Casa de Piedra y Gdor Duval al sur (Figura 68 c). En la zona

norte la translocación y acumulación de los carbonatos por mayor pluviosidad hasta formar un horizonte cementado con calcio (tosca) sucede en profundidad.

Respecto de los contenidos de materia orgánica en superficie, se separan claramente las características entre los órdenes de suelo: al norte, con un epipedón mólico bien provisto de materia orgánica, y al sur zona de entisoles y aridisoles con bajos contenidos de materia orgánica (Figura 69 b). La CIC es coherente con las texturas predominantes, mayor en Caleufú más arcillo limoso (Figura 69 c). Los contenidos de N total son medios en todos los sitios (Figura 69 a), pero la tasa de mineralización indicada por la relación C/N es mayor en los suelos de Puelen – Curacó, siendo mayores y a favor de la acumulación de carbono orgánico superficial en Trelén-Rancul (Figura 70).

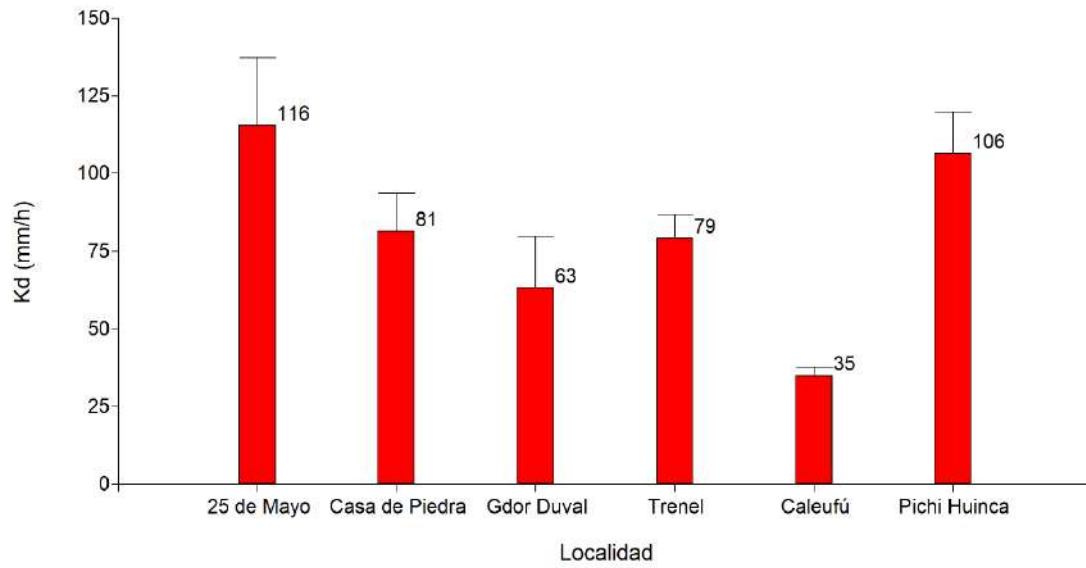


**Figura 88. Relación C/N de la capa superficial de los suelos vitícolas en La Pampa**

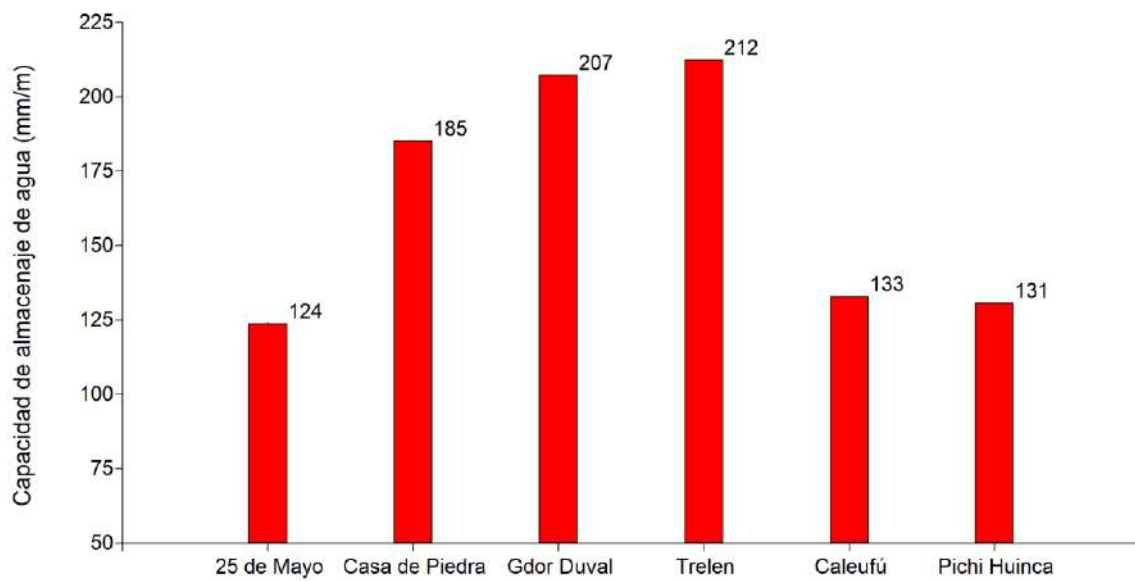
La conductividad hidráulica saturada,  $K_{\text{Darcy}}$  o  $K_d$ , es la velocidad de ingreso de agua al suelo que representa la permeabilidad del mismo. El valor promedio del perfil, indica que hay, lógicamente, una relación entre  $K_d$  y la textura, calificándose como moderadamente rápida entre 64 y 125 mm/h y moderada de 20 a 63 mm/h. Caleufú posee capas de texturas más limo arcillosa, siendo por esto su permeabilidad más lenta (Figura 71).

La capacidad de almacenaje de agua de los suelos evaluados es buena en general para el cultivo de la vid, variando según la textura predominante y capas

limitantes de la profundidad efectiva explorable por las raíces, entre 124 y 212 mm/m (Figura 72).



**Figura 89. Conductividad hidráulica saturada de los suelos vitícolas de La Pampa**



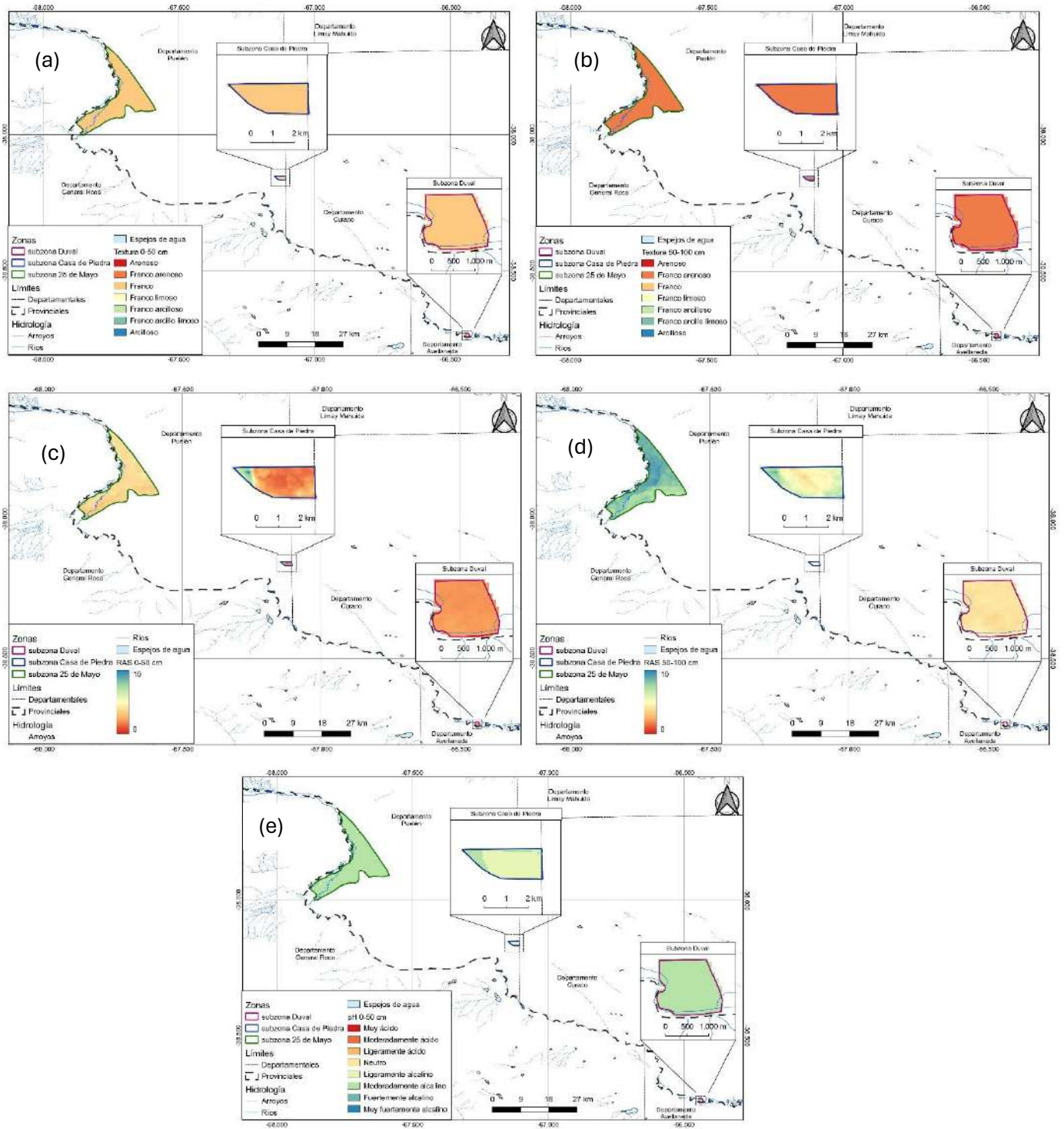
**Figura 90. Capacidad de almacenaje de agua de los suelos vitícolas de La Pampa**

#### 8.4.2. Mapeo Digital de suelos

La modelación y validación cruzada con los sitios extras conseguidos permitieron el mapeo digital de algunas variables edáficas que a continuación se presentan. Cada mapa es el horizonte sintético a 0-50 cm (izquierda) y 50 a 100 cm (derecha) resultante de la modelación vertical.

#### *8.4.2.a. Subzona Puelén - Curacó*

Las texturas aparentes, expresada por el volumen de sedimentación, señalan que los horizontes profundos son más arenosos, asegurando desde ese punto de vista, una buena infiltración del agua de riego (Figura 73 a y b).



**Figura 91. Características físico química de suelos de la subzona Puelen - Curacó**

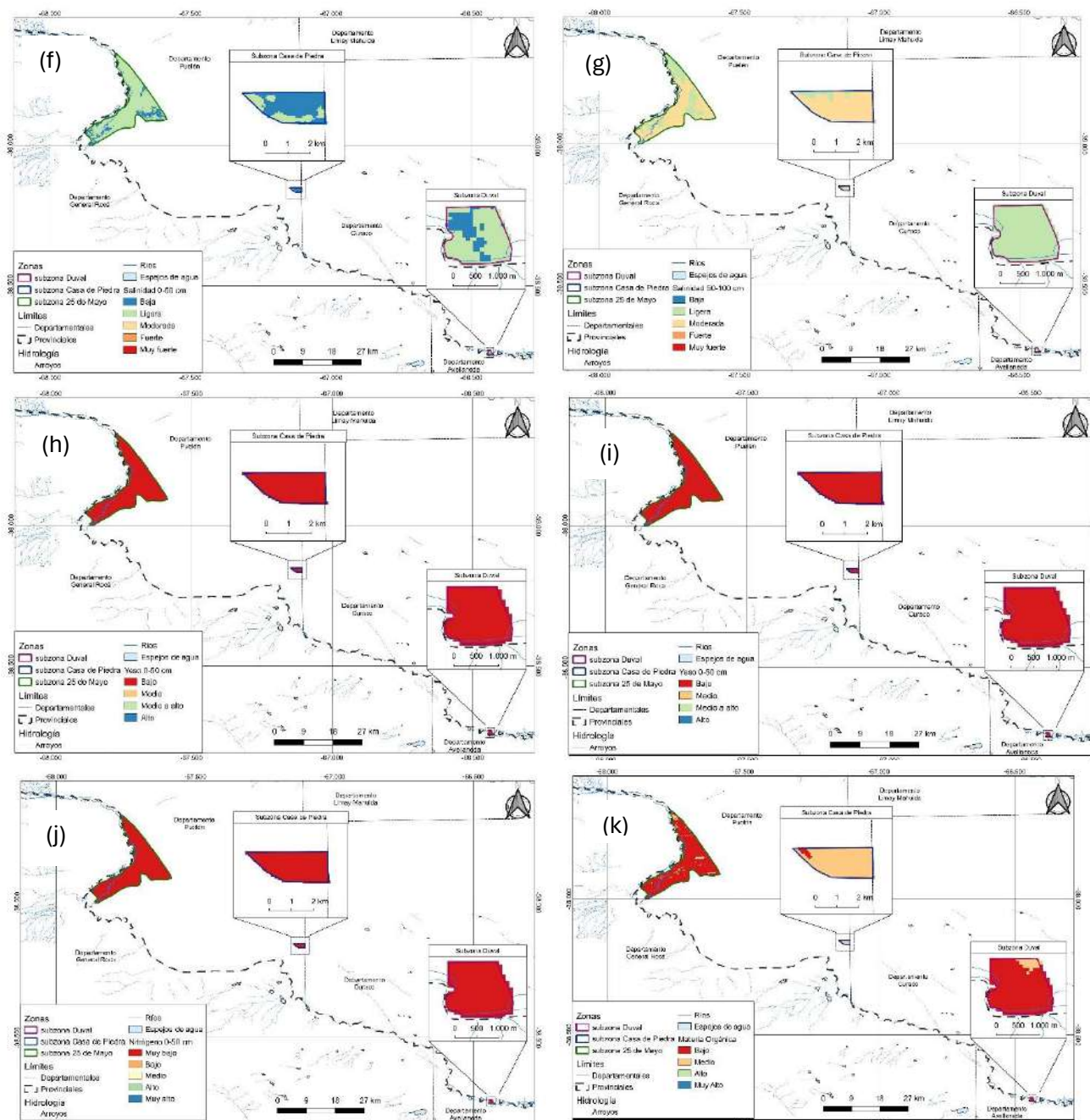
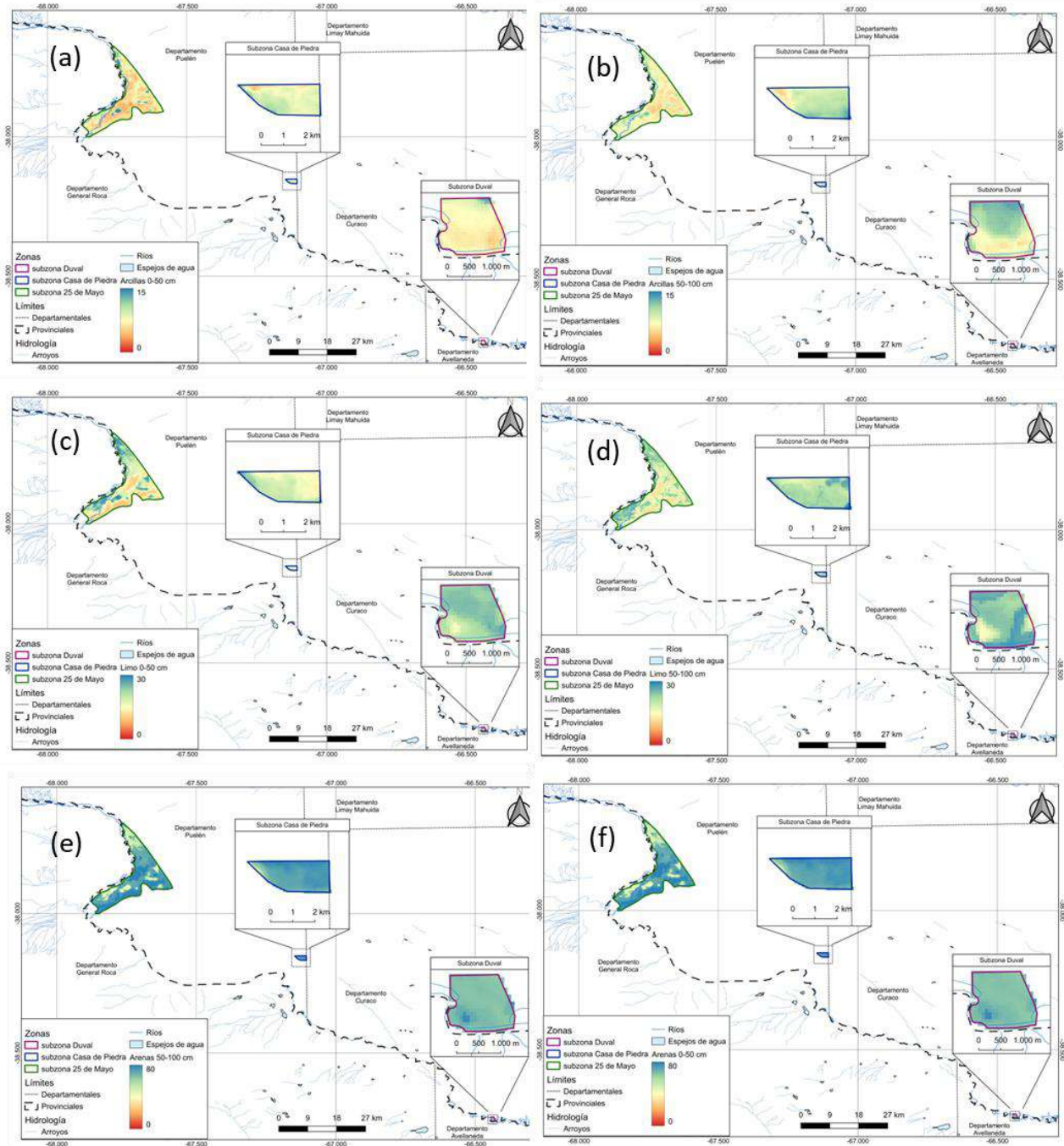


Figura 73 (cont.). Características físico química de suelos de la subzona Puelen - Curacó

Las RAS más altas se encuentra en profundidad en 25 de Mayo y en Casa de Piedra. Si bien no se observó freática en el presente relevamiento, esta acumulación de sodio más peligrosa en 25 de Mayo, se debería a un drenaje deficiente y ascenso capilar de sales producto de esa freática cercana a superficie, napa que asimismo podría ser algo sódica. No se cuenta con análisis de aguas de riego ni de freática para confirmar esta presunción (Figura 73 c y d). Los pH son ligeros a moderadamente alcalino (Figura 73 e) y los contenidos de N Total bajos a muy bajos (Figura 73 j). La materia orgánica es baja por las texturas arenosas, altas tasas de mineralización baja pluviometría y en consecuencia escaso desarrollo de

los suelos (Figura 73 k). La salinidad, en general, es baja a ligera en superficie, aumentando a moderada en profundidad (Figura 73 f y g). El yeso total es bajo en general, si bien se observan precipitados en forma de pseudomicelios en algunos perfiles evaluados (Figura 73 h e i).



**Figura 92. Textura Elemental de los suelos de Puelén - Curacó**

Si se analiza la textura elemental, en superficie de 0 a 50 cm predominan las fracciones arenosas, con algunos sectores limosos en 25 de Mayo y Gdor. Duval. En

profundidad. 50 a 100 cm, en la zona de Gdor. Duval y en sectores de Casa de Piedra los contenidos de arcilla y limo son mayores (Figura 74).

En cuanto al paisaje y características externas: no existe problemas anegamiento o inundaciones en la zona sur (Figura 75 a); respecto de la capacidad de drenaje interno, es deficiente en gran parte de 25 de Mayo y algo excesivamente drenado cercano al alvéolo del río y bien drenados en Casa de Piedra y Gdor Duval (Figura 75 b). La erosión eólica, factor modelador de los suelos, se presenta en toda la subzona evaluada en grado ligero (Figura 75 c). El escurrimiento superficial, relacionado con el relieve, es medio a rápido (Figura 75 d). La permeabilidad en general es moderada a moderadamente rápida, más lenta en el sector SE de Duval y al oeste del sector Casa de Piedra (Figura 75 e).

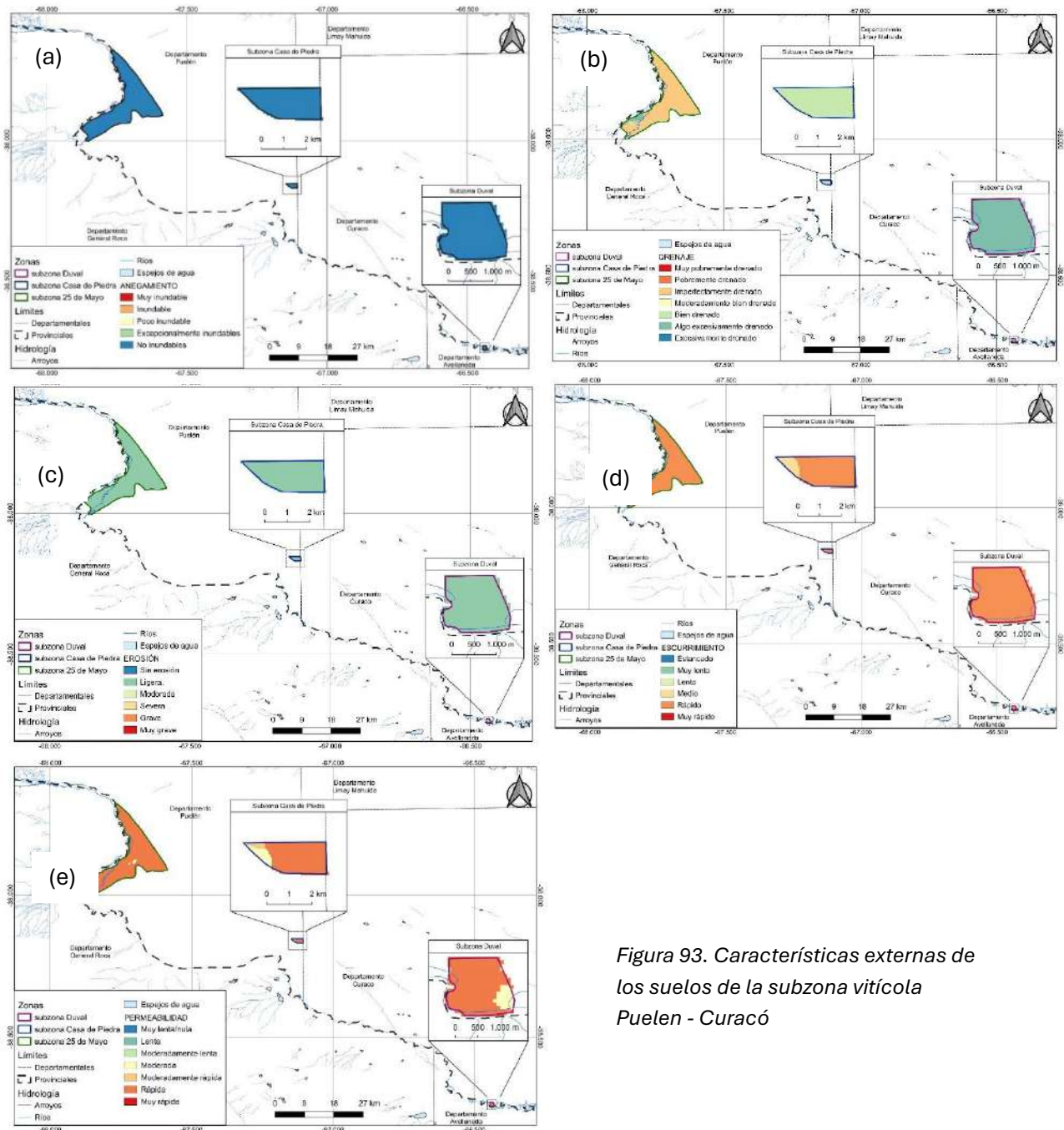
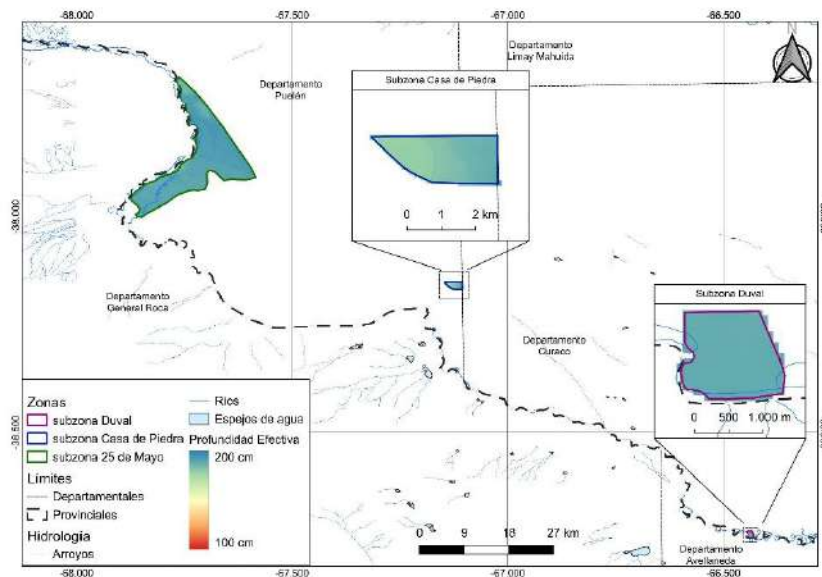


Figura 93. Características externas de los suelos de la subzona vitícola Puelen - Curacó

La profundidad efectiva, o de exploración útil para las raíces, es buena en general y mayor al metro, limitada por freática o tosca (Figura 76)



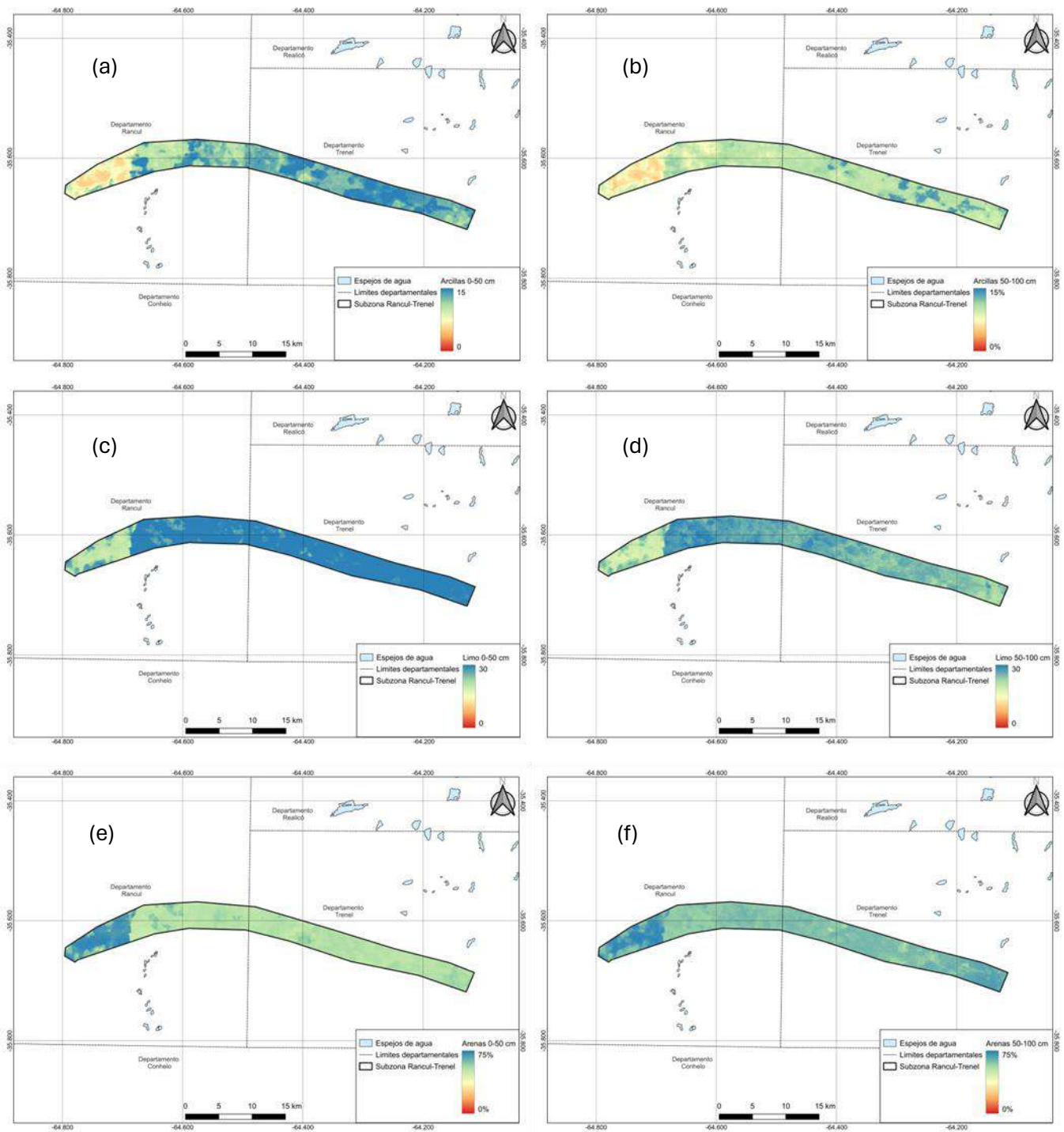
**Figura 94. Profundidad efectiva de enraizamiento en los suelos de Puelén-Curacó**

#### 8.4.2.b. Trenel – Rancul

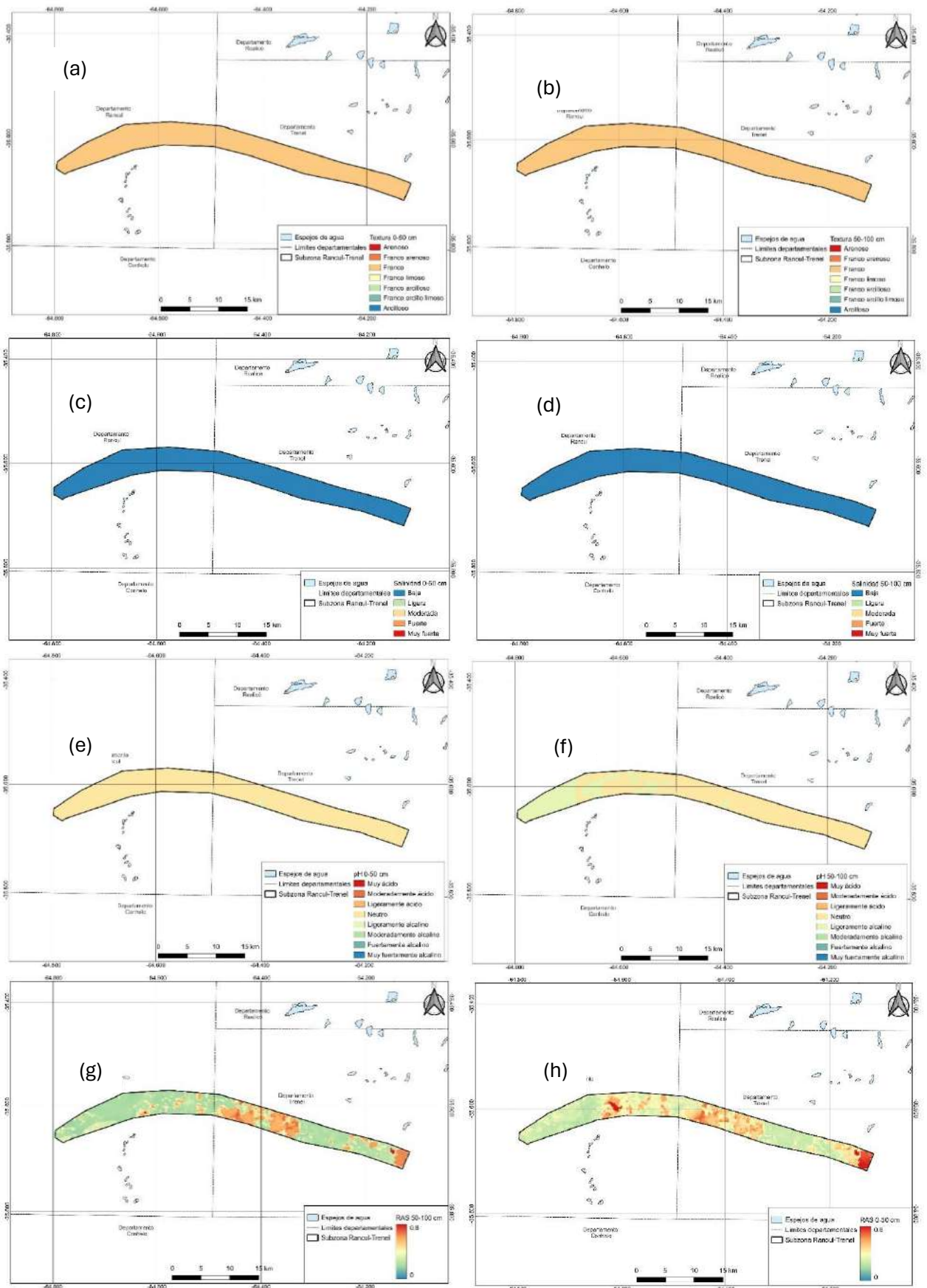
Según la textura elemental de esta subzona, los mayores porcentajes de la fracción arena tanto en superficie como en profundidad, están en Pichi Huinca. La arcilla y el limo predominan en la superficie del resto de la subzona y el limo es abundante también en profundidad en Caleufú (Figura 77).

Según el volumen de sedimentación son de textura aparente franca, de baja salinidad por la mayor pluviosidad y de pH neutro a ligeramente ácido (Figura 78 a, b, c, d y e respectivamente). Los contenidos de yeso y calcáreo total son bajos en el perfil (Figura 78 g a j), con acumulación en profundidad de carbonatos. Los valores de RAS son bajos, mayores en el horizonte B en Trenel (Figura 78 g y h), en donde se constató a campo reacción positiva a la fenolftaleína en el agua de riego, lo que alerta sobre la posible evolución de la sodicidad del perfil con el uso continuo de aguas aparentemente con altos contenidos de sodio, lo que sumado a la baja concentración de iones podría conducir a problemas de dispersión de coloides.

La profundidad efectiva de los suelos señala buen espesor de exploración de las raíces para la vid en toda la subzona, mayores a 150 cm (Figura 79).



**Figura 95. Textura elemental a 0-50 cm y 50.100 cm de los suelos de Trenel - Rancul**



**Figura 96. Características fisicoquímicas de suelos de la subzona Trenel – Rancul**

*Figura 76. Características físico químicas de suelos de la subzona Trenel – Rancul*

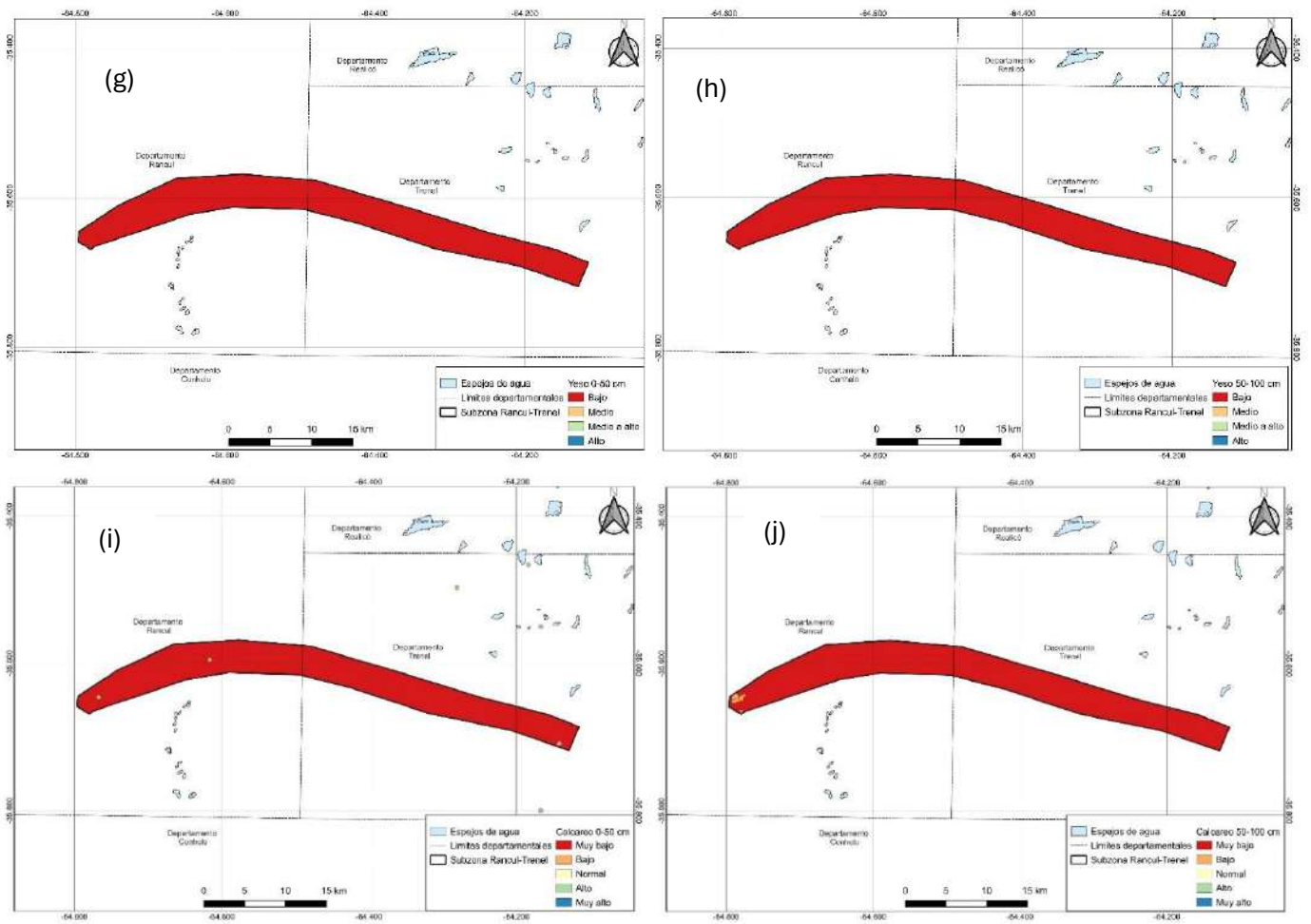
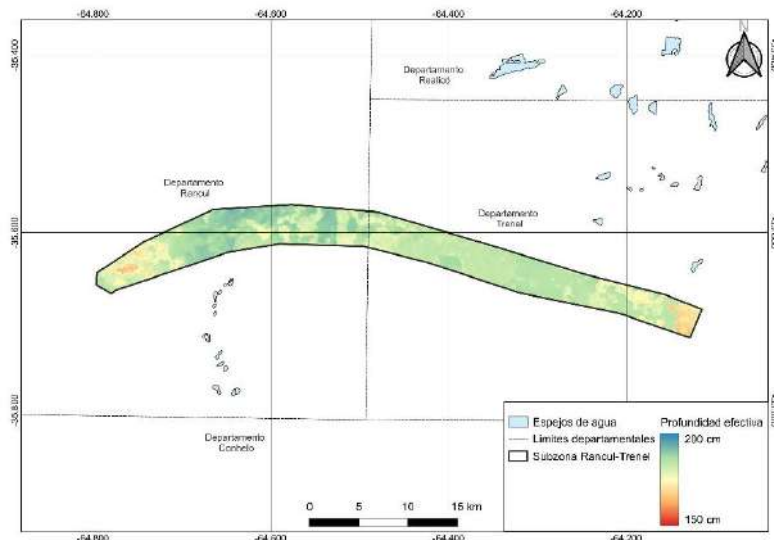
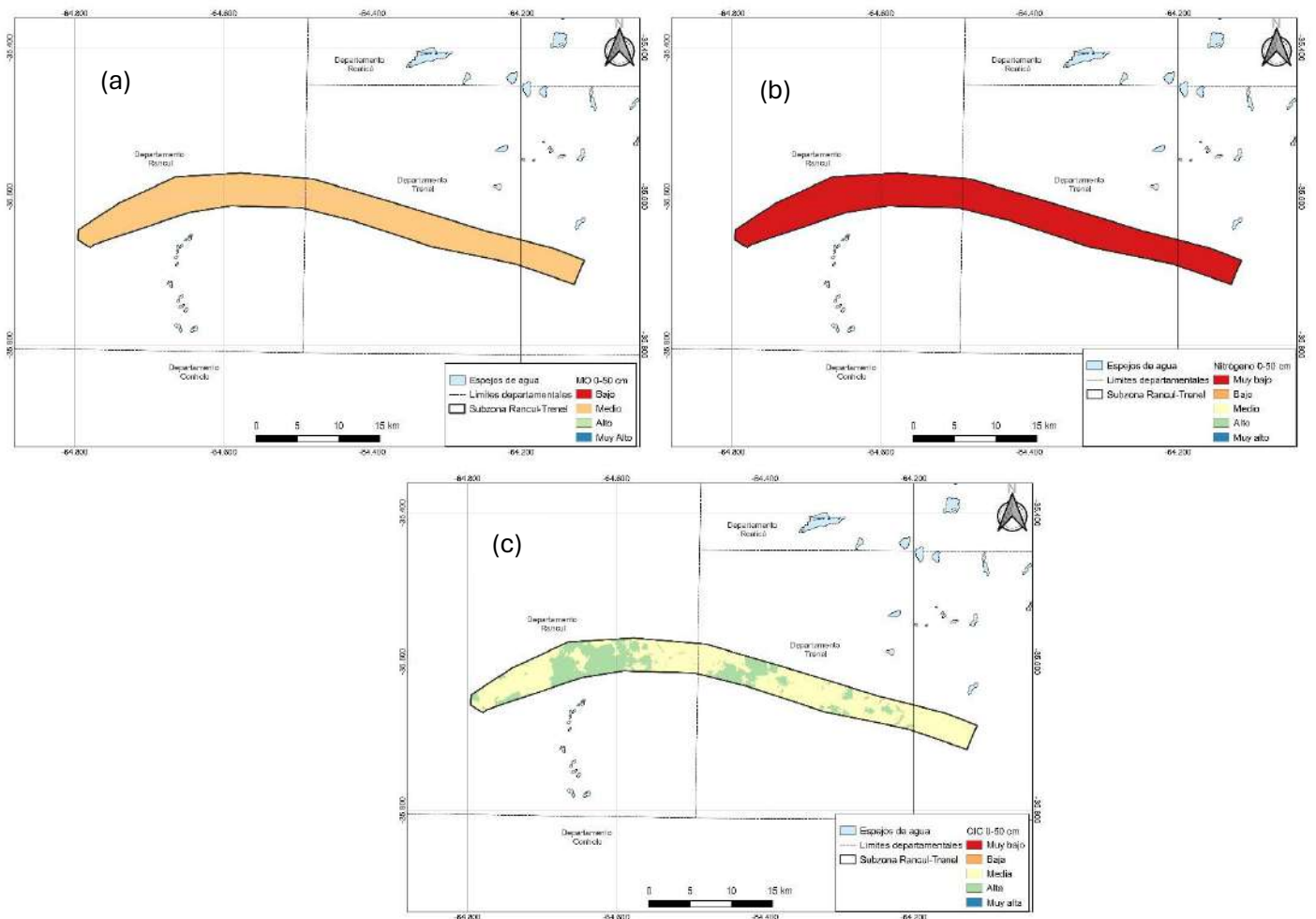


Figura 78 (cont.). Características físico químicas de suelos de la subzona Trenel - Rancul



**Figura 97. Profundidad efectiva de los suelos en la subzona Trenel – Rancul**



**Figura 98. Fertilidad de los suelos de la subzona Trenel - Rancul**

En el horizonte superficial, los contenidos de materia orgánica son medios (Figura 80 a) y los de N total bajos a muy bajos (Figura 80 b), consecuencia de las bajas tasas de mineralización indicado por la relación C/N alta (Figura 70). La CIC es coherente con las texturas predominantes, más alta en Caleufú por mayor riqueza de coloides en el perfil de suelo (Figura 80 c).

En cuanto al paisaje y características externas: el escurrimiento es medio a rápido en Pichui Huinca, pero más lento en Caleufú, Arata y Trenel (Figura 81 a). Como es característico, la erosión eólica es ligera en toda la subzona, a excepción de Pichi Huinca donde no se observan signos evidentes (Figura 81 b). La permeabilidad es moderadamente rápida a rápida (Figura 81 c), sin problemas de drenaje interno (Figura 81 d) ni de anegamiento, excepto áreas pequeñas circunscriptas a Caleufú y Arata (Figura 81 e).

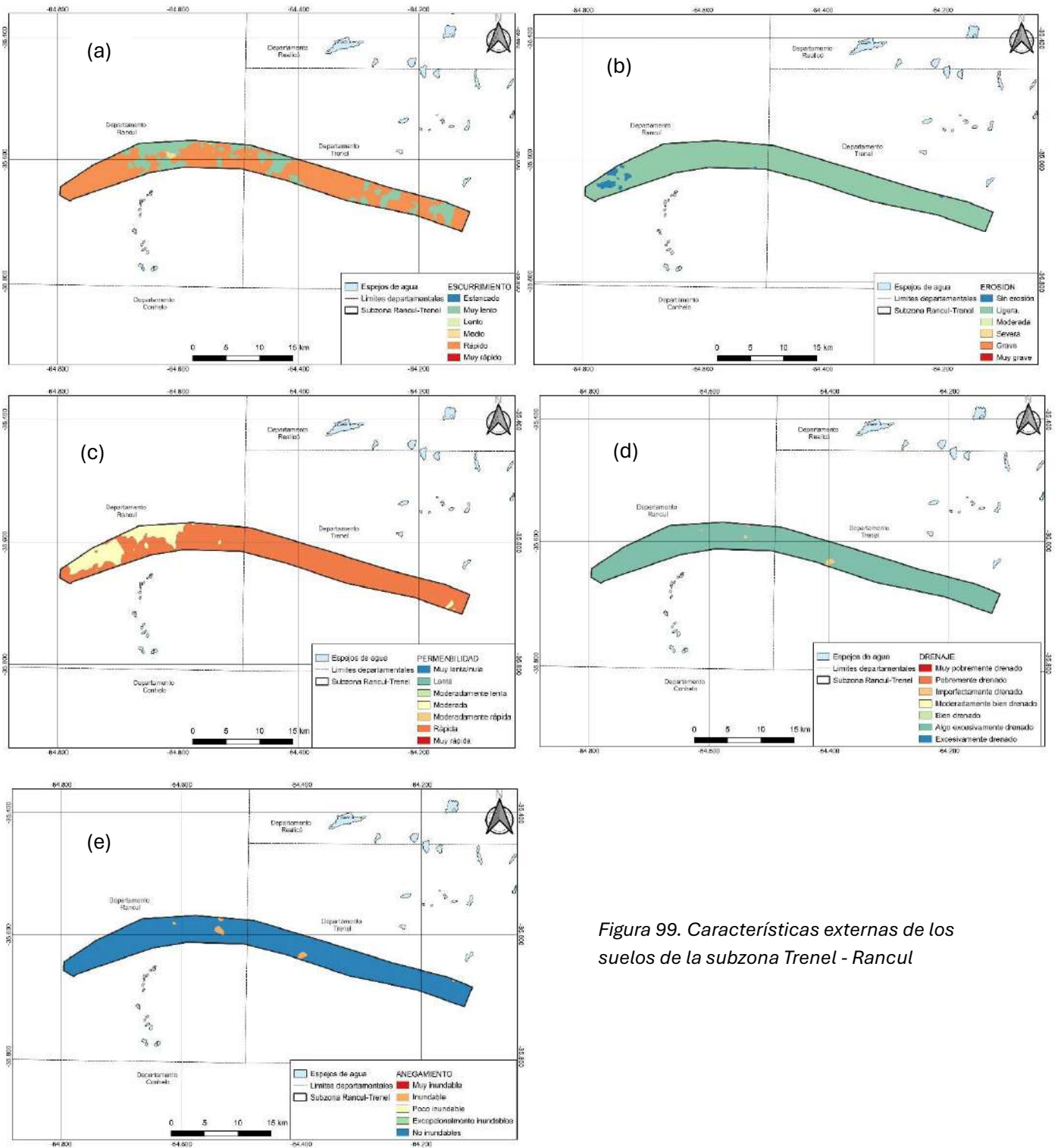


Figura 99. Características externas de los suelos de la subzona Trenal - Rancul

### 8.4.3. Perfiles modales y Unidades Edáficas

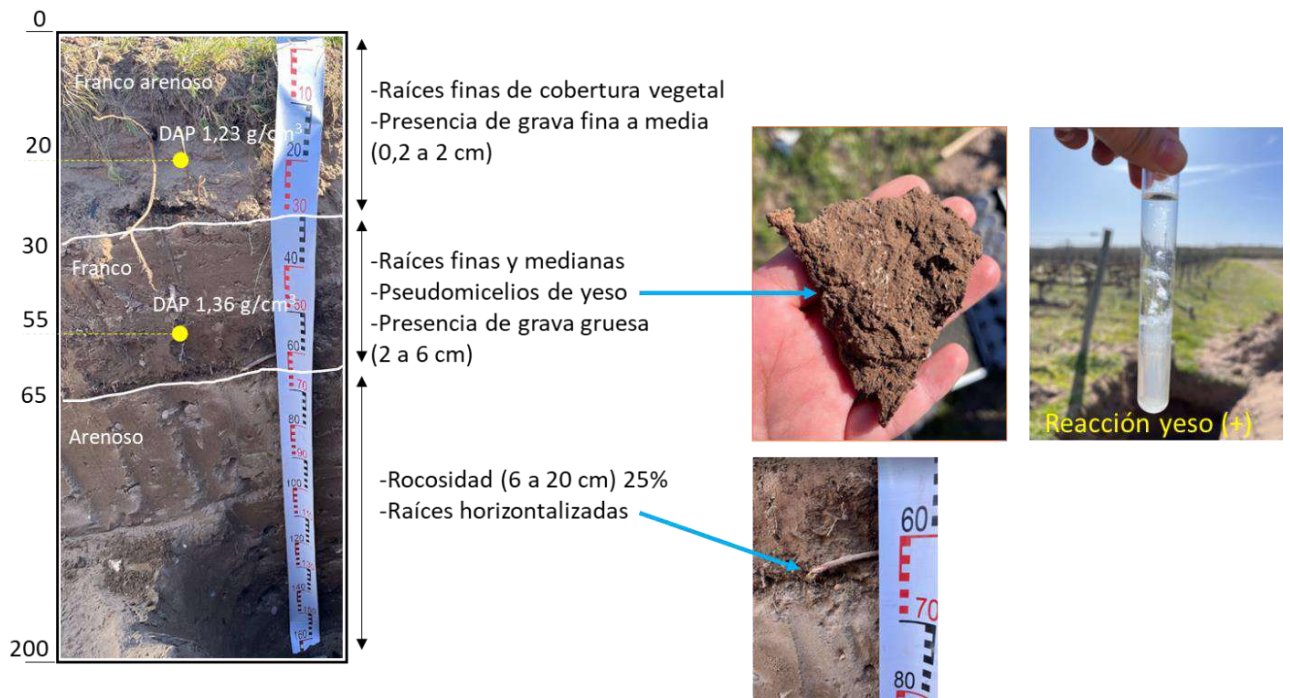
Sobre la base de lo observado a campo, los análisis geoestadísticos y teniendo en cuenta la amplia escala de trabajo, se reconocen 5 Unidades Edáficas (UE) en las subzonas vitícolas evaluadas, las cuales se describen a continuación.

## Unidad Edáfica 25 de Mayo

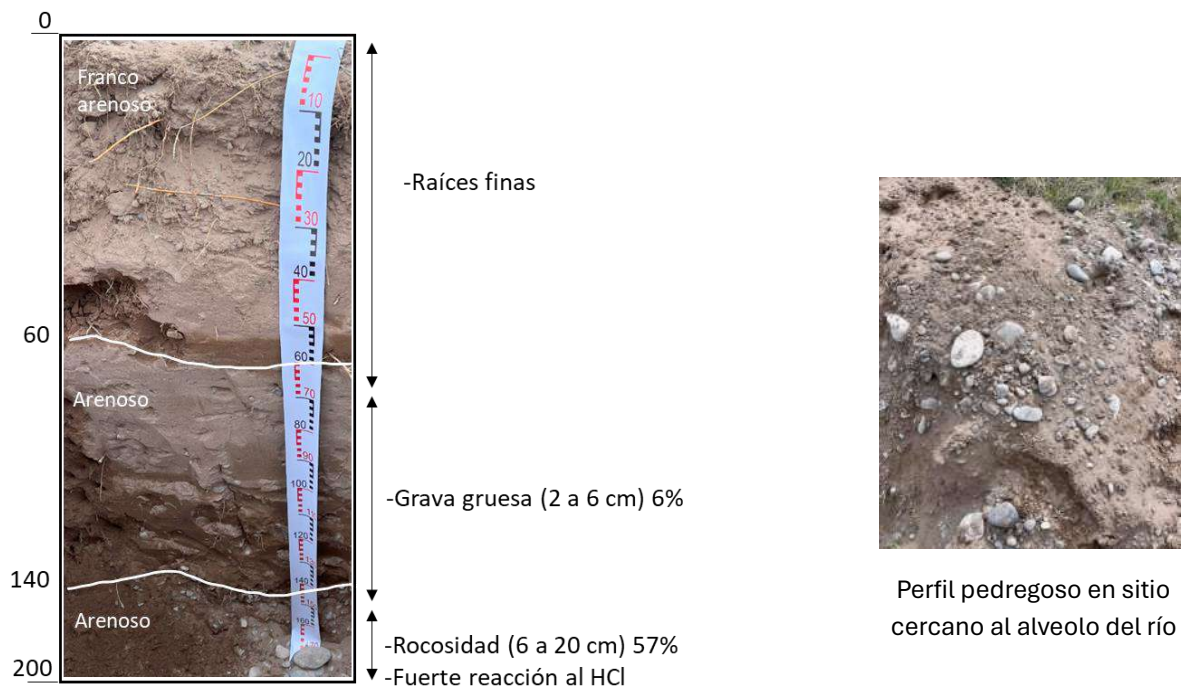
Situada al oeste de la subzona Puelén – Curacó, sobre la margen norte del río Colorado. El relieve de la zona de viñedos es subnormal los que se sitúan en posición de media loma baja, con pendientes entre 1 a 3 %. Taxonómicamente son clasificados como Ustifluventes típicos. El escurrimiento superficial es medio, la permeabilidad moderada, con evidencias de erosión eólica ligera, y drenaje interno restringido. Presenta suelos de textura arenosa a franco arenosa, con un contenido de arcilla, limo y arena americana de  $1,2 \pm 0,41$  g%g,  $18,7 \pm 19,1$  g%g y  $80,2 \pm 19,5$  g%g respectivamente. En las arenas, predomina la fracción fina, entre 100 a 250 micrones, que le otorga una buena capacidad de almacenaje de agua. La profundidad efectiva es variable entre 140 cm a 200 cm, buena para el cultivo de la vid, limitada - según posición en el relieve- por freática cercana a superficie que requiere de drenaje artificial en esos casos. Entre los 60 y 200 cm se observa grava fina a gruesa en volumen de suelo variable de 6 a 25% y en algunos sectores rocosidad en profundidad de casi 60% en volumen. El pH 7,93 es moderadamente alcalino. Poseen salinidad media,  $5,4 \pm 1,7$  dS/m, y RAS elevado  $14,5 \pm 22,8$ . El calcáreo total es bajo,  $2,0 \pm 0,87$  g%g y medio a bajo el contenido de yeso total,  $0,7 \pm 0,66$  g%g, observándose en campo pseudomicelios de yeso. La salinidad y sodicidad elevadas, sumado a la poca reserva de yeso de reserva, sugieren la necesidad de programar riegos con requerimiento de lixiviación adecuados, lavados de recuperación y aplicación de enmiendas cálcicas tras comprobación de requerimiento de calcio según el caso. La materia orgánica y N total promedios son bajos,  $0,42$  g%g y  $308$  mg/kg respectivamente. La relación C/N de 7,5 indica altas tasas de mineralización de nitrógeno. La CIC es baja acorde a la textura,  $10,3$  cmol<sub>c</sub>/kg. La conductividad hidráulica saturada es de 114 mm/h, calificada como moderadamente rápida y la capacidad de almacenaje de 124 mm/m.

Según la clasificación utilitaria de suelos con fines de riego resulta **C<sub>2s</sub>**

## Calicata 1-Bodega del Desierto



## Calicata 1bis-Bodega del Desierto



## Unidad Edáfica Casa de Piedra

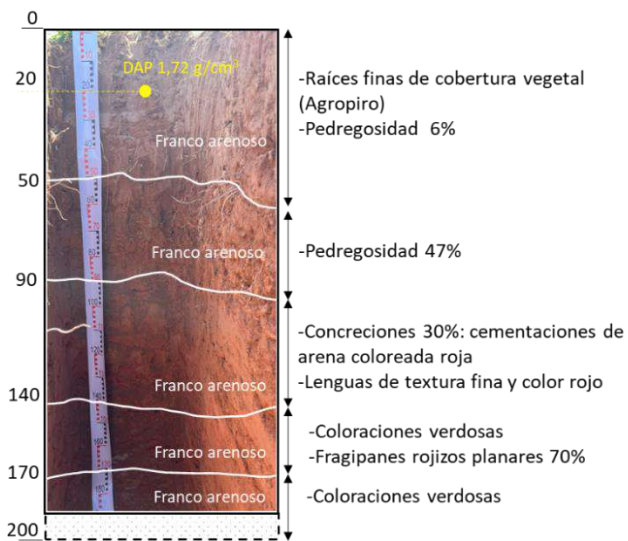
Situada en la zona media de la subzona Puelén-Curacó, sobre el margen norte del río Colorado, y al este del embalse homónimo. En el área predominan los suelos con nulo a incipiente desarrollo pedogenético (Entisoles) y algunos pocos con horizontes diagnóstico (Aridisoles). Los suelos de los viñedos observados podrían corresponder a Haplocalcides típicos, con horizonte  $C_k$  marcado, pero hacia el SE de la localidad Casa de Piedra y cercanos al río, más arenosos y soportados por gran rocosidad podrían ser Torripsamientos líticos. El relieve de la zona de viñedos es subnormal situados en un bajo posicional, de escasa pendiente entre 0 y 1%. El escurrimiento superficial es medio, la permeabilidad moderada a moderadamente rápida, con evidencias de erosión eólica ligera, y bien drenados. Presenta suelos con alternancia de capas de textura franco arenosa y arena francosa, según la clasificación americana, con un contenido de arcilla, limo y arena americana de  $4,6 \pm 2,4$  g%g,  $18,9 \pm 9,1$  g%g y  $76,5 \pm 11,2$  g%g respectivamente. En las arenas, predominan las fracciones fina y media que le confieren adecuada retención de humedad de suelo. Las formaciones litoestratigráficas vinculadas con los materiales originarios de los suelos, resultan en coloraciones rojizas o verdosas de los perfiles de suelo, según el estado de oxidación del hierro. La profundidad efectiva es variable entre 150 cm a 180 cm, buena para el cultivo de la vid, limitada por capas cementadas y rocosidad en profundidad. Los agentes cementantes pueden ser tanto el calcáreo, como el yeso que se presentan abundantes. Pero también, por la alta presencia de óxido de hierro y posible arcilla illítica (estudio no realizado), las estructuras planares observadas a campo podrían ser fragipanes. Estos fragipanes se caracterizan por evidencias morfológicas tales como estructura en bloques aplanados, consistencia muy firme a extremadamente firme cuando se mojan y concreciones de hierro y moteados. Se requieren de estudios micromorfológicos para comprobar esta apreciación de campo. La abundancia de moteados en los fragipanes indica la lentitud del movimiento del agua y la oscilación entre los estados de saturación y no saturación, complementado por las coloraciones verdosas observadas en profundidad en el perfil. En los primeros 50 cm del perfil se observa grava fina a gruesa en volumen de suelo de 5 a 6% y luego en profundidad aumenta de 26 a 47 %. El pH 8,06 es moderadamente alcalino La salinidad es ligera,  $4,6 \pm 1,6$  dS/m y RAS de  $8,8 \pm 5,3$ . El calcáreo total es muy alto  $9,5 \pm 7,9$  g%g llegando a formar nódulos cementados y concreciones distinguibles en el perfil hasta la tosca en profundidad. También es alto el contenido de yeso total  $9,4 \pm 12,2$  g%g. La materia orgánica y N total promedios son bajos,  $0,44$  g%g y  $406$  mg/kg respectivamente. La

relación C/N de 8 indica alta tasas de mineralización de nitrógeno. La CIC es baja acorde a la textura, 13,6 cmol<sub>c</sub>/kg.

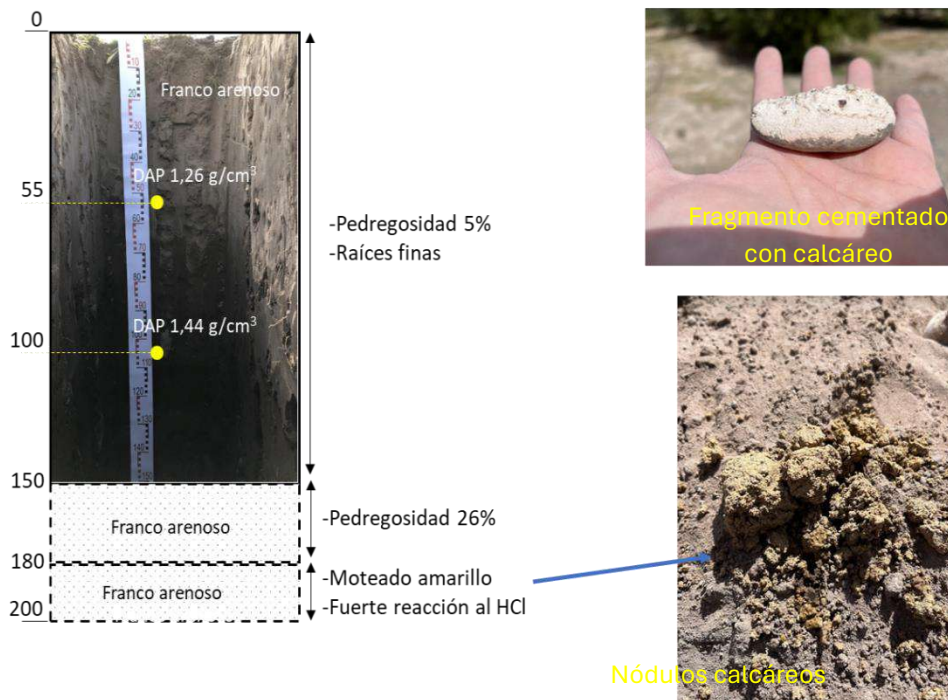
La conductividad hidráulica saturada es de 81 mm/h, calificada como moderadamente rápida y la capacidad de almacenaje de 152 mm/m.

Según la clasificación utilitaria de riego con fines de riego resulta **C<sub>2s</sub>**

### Calicata 2-Casa de Piedra



## Calicata 2bis-Casa de Piedra



## Unidad Edáfica Duval

Situada en el extremo este de la subzona Puelen Curacó, al norte del río Colorado, en la terraza alta de la planicie de inundación, sobre relieve subnormal y pendiente muy baja de 0 a 1%. Corresponde a las antiguas terrazas del río, se diferencian tres separadas entre sí por aproximadamente 10 metros de altitud, la más antigua se encuentra entre 30-40 metros de altura con relación al curso actual (Figura 82). Taxonómicamente clasificado como Ustifluent típico. El escurrimiento superficial es medio, la permeabilidad moderada, con evidencias de erosión eólica ligera y bien drenados. Presenta suelos profundos, de textura limosa, más fina que el resto de las UE ubicadas dentro de la subzona Puelén – Curacó. El perfil es estratificado con sucesión de capas limosas, arcillosas y franco arenosas que disminuyen la conductividad hidráulica del perfil, siendo la más baja en la zona vitícola sur de 63 mm/h. Los contenidos de arcilla, limo y arena americana son  $2,9 \pm 1,9$  g%g,  $41,1 \pm 24,6$  g%g y  $56 \pm 25,5$  g%g respectivamente. En las arenas, predominan las fracciones fina y muy fina que contribuyen a una muy buena capacidad de almacenaje de agua de 207 mm/m. El pH 7,96 es moderadamente alcalino. Son suelos no salinos y no sódicos, cuya CEes es  $2,4 \pm 1,2$  dS/m y el RAS de  $3,1 \pm 0,7$ . El calcáreo total es alto, normal de los Entisoles  $4,3 \pm 2,7$  g%g y muy bajo el contenido de yeso total  $0,22 \pm 0,17$  g%g. La materia orgánica y N total de la

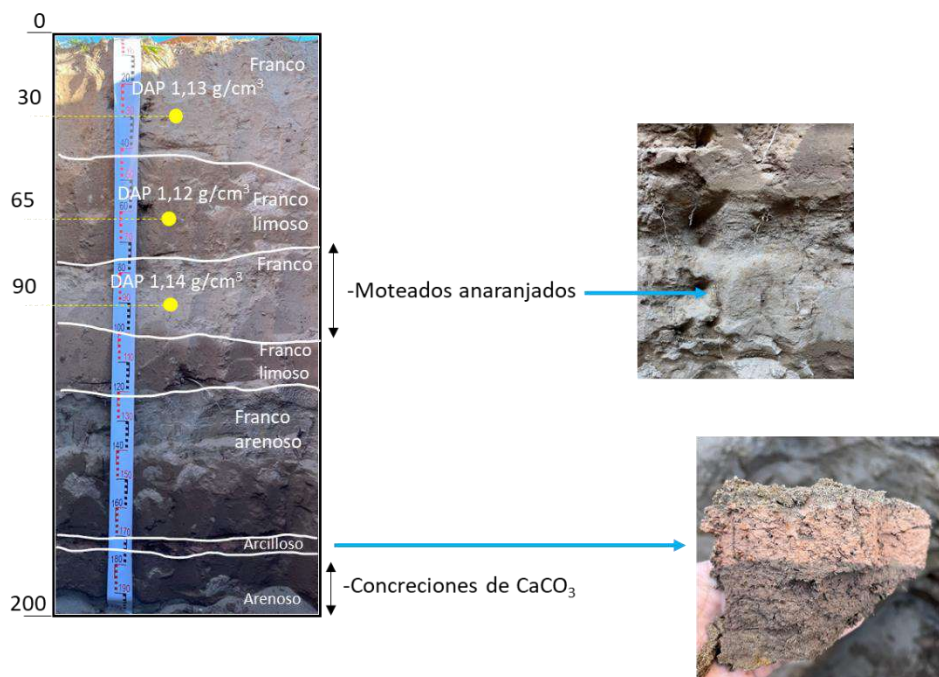
capa superficial son muy bajos, 0,3 g%g y 168 mg/kg respectivamente. La relación C/N de 10 indica adecuadas tasas de mineralización de nitrógeno. La CIC es baja acorde a la textura, 12 cmol<sub>c</sub>/kg.

Según la clasificación utilitaria de riego con fines de riego resulta **C<sub>2s</sub>**



**Figura 100. Terrazas río Colorado. Gobernador Duval**

Calicata 3-Gobernador Duval

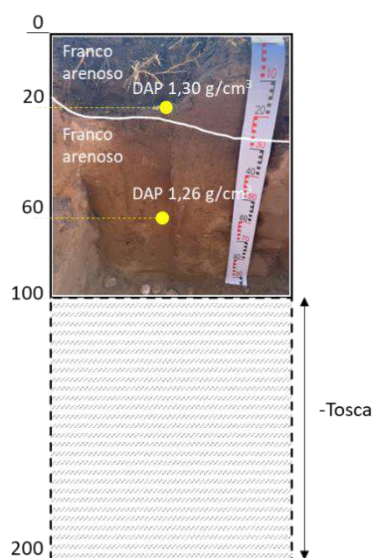


## Unidad Edáfica Trenel – Caleufú

Situada en torno al Corredor Productivo de la ruta 4, al centro-norte de la Provincia de La Pampa. Los viñedos se sitúan en planicies bajas con pendiente entre 0 y 1 %, El escurrimiento superficial es medio, la permeabilidad moderada, con evidencias de erosión eólica ligera y de moderadamente a bien drenados. Son áreas sin o con excepcionalmente problemas de anegamiento. Presenta suelos de profundidad limitada por la presencia de tosca entre los 100 a 130 cm. Taxonómicamente pertenecen al Orden de Suelo Mollisoles, pero dentro de éstos a los taxones menos evolucionados con un perfil A<sub>1</sub>-C y con escaso o nulo desarrollo del horizonte B siendo clasificados como Haplustoles énticos. Las texturas van de franco a franco arenosa. Los contenidos de arcilla, limo y arena americana promedios son  $5,6 \pm 0,8$  g%g,  $36,0 \pm 6,2$  g%g y  $58,4 \pm 5,6$  g%g respectivamente. En Caleufú, los contenidos de limo americano son elevados alcanzando los 6 g%g, relacionado con una baja conductividad hidráulica saturada de 35 mm/h, la más baja de las zonas vitícolas evaluadas. En las arenas, predominan las fracciones fina que contribuyen a una buena capacidad de almacenaje de agua de 80 mm/m. El pH 6,6 es ligeramente ácido, que determina buena disponibilidad para la mayoría de los nutrimentos esenciales para el desarrollo de la vid. Son suelos de salinidad ligera, CEes es  $3,4 \pm 2,2$  dS/m y de RAS  $2,0 \pm 1,7$ . El calcáreo total distribuido en el perfil es bajo  $0,18 \pm 0,29$  g%g y muy bajo el contenido de yeso total  $0,14 \pm 0,16$  g%g. El epipedón mólico presenta un buen contenido de materia orgánica, 2,2 g%g y medio de N total 483 mg/kg respectivamente. La relación C/N de 26 indica bajas tasas de mineralización de nitrógeno a favor de la acumulación de carbono orgánico. La CIC es media acorde a la textura, 20,9 cmol<sub>c</sub>/kg. En promedio, la capacidad de almacenaje de agua del perfil de suelo es 173 mm/m.

Según la clasificación utilitaria de riego con fines de riego resulta **C<sub>2s</sub>**

### Calicata 4-COSTREN

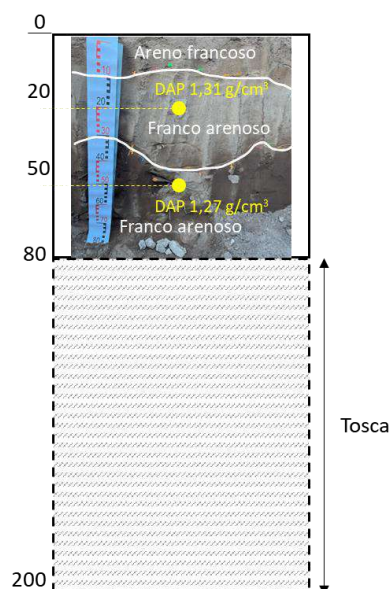


## Unidad Edáfica Pichi Huinca

Situada al oeste de la subzona vitícola en el municipio homónimo, en torno al Corredor productivo de la ruta 4 en La Pampa. Al igual que la UE Trenel – Caleufú al este, los viñedos se sitúan en planicies bajas con pendiente entre 0 y 1 %, el escurrimiento superficial es medio, la permeabilidad moderada, con evidencias de erosión eólica ligera. Es un área sin problemas de anegamiento. Taxonómicamente los suelos del área pertenecen a dos órdenes: Haplustoles énticos y Torripsamentos ústicos. En los viñedos evaluados, la profundidad de suelos es más somera, limitada por la presencia de tosca a los 80 cm y las texturas son más arenosas. Los contenidos de arcilla, limo y arena americana promedios son  $2,0 \pm 1,0$  g%g,  $21,3 \pm 5,0$  g%g y  $76,7 \pm 6,0$  g%g respectivamente. Esta textura más gruesa del perfil determina una mayor conductividad hidráulica saturada de 106 mm/h. En las arenas predomina la fracción fina, en proporción cercana al 50%, que contribuye a una buena capacidad de almacenaje de agua de 131 mm/m que compensa la menor profundidad efectiva de enraizamiento. El pH es 7,3 neutro. Son suelos de salinidad ligera, CEes es  $2,04 \pm 1,05$  dS/m y de RAS  $0,44 \pm 0,33$ . Posee muy bajos contenidos de calcáreo total distribuido en el perfil  $0,36 \pm 0,62$  g%g y de yeso total  $0,31 \pm 0,47$  g%g. El contenido de materia orgánica superficial es bajo, 1,85 g%g y medio el de N total 539 mg/kg. La relación C/N de 19 indica bajas tasas de mineralización de nitrógeno. La CIC es baja acorde a la textura, 14,1 cmol<sub>c</sub>/kg.

Según la clasificación utilitaria de riego con fines de riego resulta **C<sub>2s</sub>**

Calicata 6-Pichi Huinca



## 8.10. Clasificación Utilitaria de suelos con fines de riego

De acuerdo con los criterios del *Bureau of Reclamation de Estados Unidos (USBR)* (Cuadro 4) y las directrices por clases dadas por Vallone et al (2007) se obtuvo los mapas de clasificación de la Figura 83.

El 100% de la superficie evaluada es Clase 2 y subclase "s"

Cuadro 4. Clases Aptitud de suelos con fines de riego y simbología utilizada según USBR

CLASES PARA EVALUAR LA IDONEIDAD DE LOS SUELOS PARA SOPORTAR REGADÍO SEGÚN EL USBR		
CLASE	DENOMINACIÓN	EVALUACIÓN
1	Arable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muy adecuada para el riego.</li> <li>Nivel más alto de aptitud.</li> <li>Producciones altas dentro del intervalo climatológico a un coste razonable.</li> </ul>
2	Arable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conveniente para el riego.</li> <li>Exige Seleccionar los cultivos. Mayores gastos para producir.</li> </ul>
3	Arable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marginalmente apta para riego.</li> <li>Deficiencias importantes. Restringido número de cultivos</li> </ul>
4	Limitadamente arable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usos restringidos. Requieren estudios complementarios para verificar si son regables.</li> <li>Puede ser regable para usos especiales (en ciertos casos frutales).</li> <li>Clase provisional que agrupa los suelos de aptitud dudosa para ser transformados.</li> </ul>
5	No arable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere estudios posteriores.</li> </ul>
6	No transformable	<ul style="list-style-type: none"> <li>No cumple las condiciones mínimas exigidas. La capacidad de pago estimada se hace menor que los costes previstos de la transformación.</li> </ul>

SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU APTITUD PARA EL RIEGO USBR

FACTORES CONSIDERADOS	SÍMBOLOS A UTILIZAR
1. Clase de suelo	1,2,3,4,5,6
2. Subclases de suelos según limitantes	
De suelo	s
De topografía	t
De drenaje	d
De suelo y topografía	st
De suelo y drenaje	sd
De topografía y drenaje	td
De suelo, topografía y drenaje	std

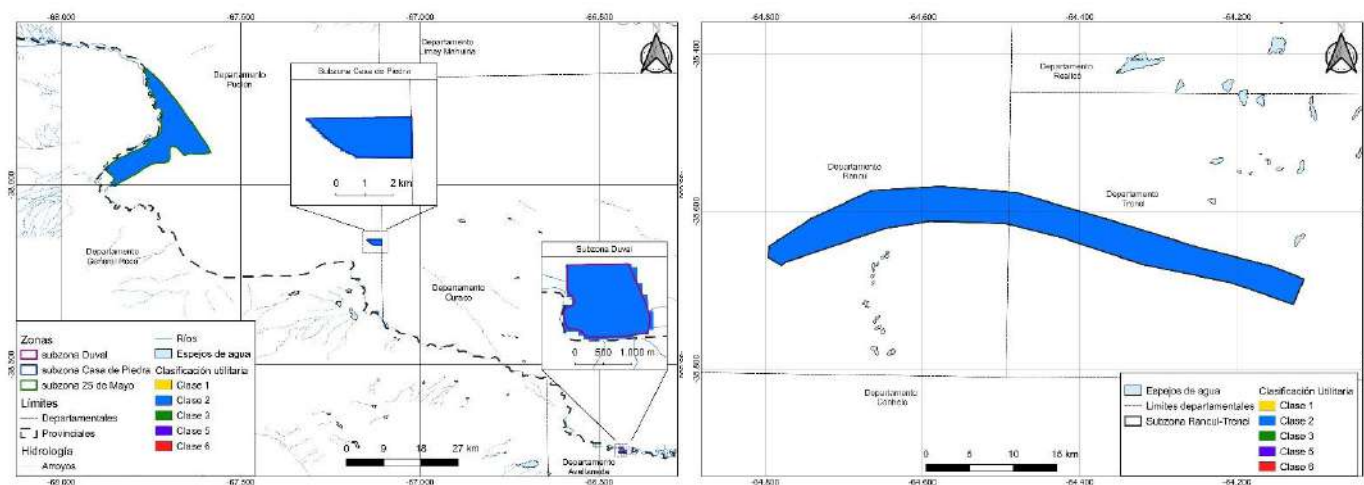


Figura 101. Clasificación Utilitaria de suelo con fines de riego de la subzona Puelén-Curacó (izq) y Trenal – Rancul (der)

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca O. y M. A. Bernabé Poveda. 2010. Estimación de la capacidad de uso de las tierras en el estado Aragua, Venezuela, mediante regresión logística multinomial. *Agron. Trop.* 60: 397-413.
- Andreis, R.R., 1965. Petrografía y paleocorrientes de la Formación Río Negro. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie)*, 5 (Geología 36):245-310. La Plata.
- Bisceglia, H.A., 1977. Estudio hidrogeológico de la región de la meseta basáltica, con especial referencia a los manantiales. Ministerio de Obras Públicas, Administración Provincial del Agua. Informe inédito, 92 pp., mapas, cuadros y figuras. Santa Rosa.
- Bonfils, C. G., J. E. Calcagno, P. H. Etchevehere, J. Ipucha Aguerre, C. R. MIACZYNSKI y L. A. TALLARICO. 1960. Suelos y erosión en la región pampeana semiárida. *Rev. Inv. Agrop.* XIII (4).
- Calmels, A.P. y Casadío, S.A., 2004. *Compilación Geológica de la provincia de La Pampa*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. 324 p. Santa Rosa.
- Calmels, A.P., 1996. *Bosquejo Geomorfológico de la Provincia de La Pampa*. Universidad Nacional de La Pampa, 110 p. Santa Rosa.
- Caminos, R. 1999. (Ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29, Buenos Aires, 810 pp.
- Cano, E., Fernández, B., Montes, M.A., Peña Zubiato, C., Maldonado Pinedo D., Martínez H. and Hevia R. 1980. *Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de La Pampa*. Inta-LP-UNLPam. 466 pp.
- Consejo Federal de Inversiones (CFI), 1981. *Aprovechamiento minero de la provincia de La Pampa*. Etapas I y II, Informe Final dactilografiado I: 1-237; II: 1-88; III: 1-141; IV: 1-333. Buenos Aires.
- De Elorriaga, E. E., 2010. "Evaluación de los depocentros de la cuenca de Macachín, Provincias de La Pampa y Buenos Aires, Argentina". Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur Departamento de Geología. Bahía Blanca – Buenos Aires.
- De Elorriaga, E.E. y Malán, J.M., 2007. Aportes al conocimiento de la tectónica del sistema de valles Utracán y Gral. Acha-Argentino, provincia de La Pampa a partir de herramientas de análisis morfológico. 6º Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Actas de Resúmenes: 26. Mar del Plata.
- De Elorriaga, E.E., 2009a. Relación entre lineamientos reconocidos en imágenes satelitales con fallas en la provincia de La Pampa, Argentina. 14º Reunión de Tectónica. Libro de resúmenes: 88-92. Río Cuarto.

- Duval, M.; Galantini, J.A.; Martinez, J.M. Lopez, F.M y L.G. Wall. 2015. Evaluation of the physical quality of soils in the pampas region: effect of management practices. *Ciencias Agronómicas - Revista XXV -33: 033 – 044.*
- Espejo, P.M. Y D.G. Silva Nieto, 1996. Hoja Geológica 3966-II Puelches (1:250.000), Provincias de La Pampa y Río Negro. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Boletín 216, 35 pp. Buenos Aires.
- Etchevehere, P. H. 1962. Primera Reunión Nacional de Programación de Reconocimiento de Suelos. Docum. básico. IDIA N° 215.
- Etchevehere, P. H 1962. Mapa de suelos de la República Argentina. INTA. Centro Inv. Rec. Naturales. Buenos Aires
- FAO. 1976. Soil Map of the world. Vol. I y II. UNESCO. París.
- FAO/SF:72/ARG/11.1969. Estudio de rehabilitación de tierras en el valle de Viedma.
- Farr, T; Paul A. Rosen, EdwardCaro, Robert Crippen, Riley Duren, Scott Hensley,Michael Kobrick,Mimi Paller, Ernesto Rodriguez, Ladislav Roth, David Seal, ScottShaffer,Joanne Shimada,Jeffrey Umland,Marian Werner,Michael Oskin,DouglasBurbank and Douglas Alsdorf. 2007- The shuttle radar topography misión. *Geophysics*, 45 Issue 2, June 2007, pag 1 a 33.
- Gaillardou, R.A., 1987. Evaluación y cuantificación de las manifestaciones diatomíferas, provincia de La Pampa. Consejo Federal de Inversiones, Expte. N° 1122, informe inédito. 76 pp. Buenos Aires.
- Grimm, E., S. Lozano-García, H. Behling, Y V. Markgraf, 2001. Holocene vegetation and climate variability in the Americas. En: Markgraf, V. (Ed.) *Interemispheric Climate Linkages*,325-370, San Diego.
- Hall, G.H. y C.G. Olson.1991. Predicting Variability of Soils from Landscape Models: 9-24 pp. En: *Spatial Variabilities of Soils and Landforms*. Ed.: M.J. Mausbasch y L.P Wilding. SSSA Special Publication Number 28. Soil Science of America, Inc. Madison, USA.
- Linares, E., E.J. Llambías Y C.O. Latorre, 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y Geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 35(1):87-146. Buenos Aires.
- Malagnino, E., 1988. Evolución del sistema fluvial de la provincia de Buenos Aires desde el Pleistoceno hasta la actualidad. II Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas: 201-211. Bahía Blanca.

- Minasny y McBratney, 2006. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. *Computer & Geosciences*. Volume 32, Issue 9, November 2006, Pages 1378-1388
- OIV (2012) Resolución OIV-VITI 423-2012. “Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima”. [Projet de résolution sur le zonage viticole au niveau du sol \(oiv.int\)](#)
- Pacheco, R. O. 1969. Estudio exploratorio de suelos en programas de estudios de factibilidad para el desarrollo de la región del Comahue. Cons. Fed. Invers. FAO. Univ. Nac. de la Patagonia. Buenos Aires.
- Pike, R. J., I. S. Evans, and T. Hengl. 2009. Geomorphometry: A brief Guide. *Dev. Soil Sci.* 33: 3-30.
- Prego, A. J. 1962. La erosión eólica en la República Argentina. Inst. Suelos y Agrotec. INTA; Publ. N° 78. Buenos Aires
- Ramos, V.A. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29 (3), Buenos Aires: 41-96
- Roa Lobo, J. y Kamp, U. 2008. Modelos de elevación digital (MED) a partir de sistemas satelitales. Una introducción y análisis comparativo en la cordillera de Mérida. Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, Vol. 49 (1), pp. 11-42
- Rocas y minerales de La Pampa. 2014. Año 6 - N° 7. Gobierno de La Pampa, Consejo Federal de Inversiones. ISSN: 1852-3900.
- Salso, J.H., 1966a. La cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. Nota preliminar. Dirección Nacional de Geología y Minería, Informe inédito 13 p., Carpeta n° 617. Buenos Aires. En: Biblioteca de la Dirección de Minas de La Pampa.
- Sartor, P. 2023. Influencia de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo sobre el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo riego. Una aproximación utilizando herramientas de teledetección y agricultura de precisión. Tesis para optar al título de Magister en Ciencias del suelo. Universidad de Buenos Aires
- SEGEMAR 2007. Hoja Geológica 3969-II Provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa. Autores: Rodríguez, María Fernanda Leanza, Héctor A. Salvarredy Aranguren, Matías. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 370, 165 pp. Buenos Aires.
- SEGEMAR 2000. Hoja Geológica 3766-III La Reforma. Provincia de La Pampa. Autores: Melchor, C., S. Casadío, H. Tickyj y S. Quenardelle. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 295, 70p. Buenos Aires.

- SEGEMAR 1999. Mapa Geológico de la Provincia de La Pampa. Secretaría de Industria, Comercio y Minería. Subsecretaría de Minería. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Buenos Aires.
- Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE
- Scoppa, C. O. 1974. The pedogenesis of a sequence of Mollisoles in the undulating pampa argentina. Thesis D. Sc. State Univ. of Ghent. Belgium.
- Scoppa, C. O. 1976. La mineralogía de los suelos de la llanura pampeana en la interpretación de su génesis y distribución. IDIA Supl. N ° 33: 659-673.
- Sobral, J.M., 1942a. Geología de la comarca del territorio de La Pampa situada al occidente del Chadileuvú. Boletín de Informaciones Petroleras, 212:33- 81. Buenos Aires.
- Soil Survey Staff 1992. Soil Taxonomy. Soil Survey Manual Handbook 18. USDA, Washington DC. 107 pp.
- Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- Soil Survey Staff. 2010 Claves para la taxonomía de Suelos. USDA, 11va Edición, 365 paginas. <http://www.iec.cat/mapasols/DocuInteres/PDF/Llibre34.pdf>
- Szelagowski, M., Zárate, M. Y Blasi, A. 2004. Aspectos sedimentológicos de arenas eólicas del Pleistoceno tardío-Holoceno de la provincia de La Pampa. Rev. Asoc. Argent. Sedimentol. Vol.11 N° 2 La Plata.
- Tallarico, L. A., A. Ferreiro Y F. Stillo. 1960. Efecto del uso sobre el estado de agregación de algunos suelos pampeanos. Rev. Inv. Agr. XIV (4).
- Terraza, J.C., Cruz, C.E. Y Sbrocco, J.A., 1981. Geología de los Valles de Utracán, Quehué y Chapalcó. Actas 8º Congreso Geológico Argentino, 3: 183-192. San Luis.
- Uliana, M.A., 1979. Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, provincias de Neuquén y Río Negro. Tesis doctoral inédita. Universidad Nacional de La Plata. La Plata.
- Vallone, R.C: Olmedo, G.F.; Maffei, J.A.; Morábito, J.A.; Mastrantonio, I.; Lipinski, V y Filippini, M.F. 2007. Mapa de Aptitud de suelos con fines de Riego y de riesgo de contaminación edáfica de los Oasis Irrigados de la Provincia de Mendoza. FCA-DGI-OEI, 65 p. más Anexos Mapas y Fichas de Perfiles Modales.
- Van Wambeke, A. Y C. O. Scoppa. 1976. Los regímenes hídricos y térmicos de los suelos argentinos calculados sobre la base de los registros climáticos. IDIA Supl. N° 33: 388-401.

- Varela, R., 2014: Fuente: reproducido de Geología de Argentina, por Varela, R. 2020, ANIDA. Atlas Nacional Interactivo de Argentina, <https://anida.ign.gob.ar>
- Vidal, A. L. 1965. Valle Argentino, su aprovechamiento integral. Cons. Fed. Inversiones. Buenos Aires
- Zárate, M. A., 2002. Los ambientes del Tardiglacial y Holoceno en Mendoza. En Gil, A. y Neme, G. (Eds), Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del sur de Mendoza 9-42. Mendoza.

## 10. AI      ). FICHAS DE CAMPO

Calicata	<b>1</b>	Finca	Bodega del Desierto
Provincia	La Pampa	Latitud	-37.87710
Departamento	Puelén	Longitud	-67.69854
Localidad	25 de Mayo	Altitud	329 msnm

Material originario	<i>Aluvial</i>
Relieve	<i>Subnormal</i>
Posición	<i>Media loma baja</i>
Pendiente	<i>1 (1%-3%)</i>
Escurrimiento	<i>3 (medio)</i>
Erosión	<i>H1 (ligera)</i>
Drenaje	<i>2 (imperfectamente drenado)</i>
Peligro de anegamiento	<i>Clase 4 (áreas excepcionalmente inundables)</i>
Limitante de profundidad	-
Permeabilidad	<i>4 (moderada)</i>
Pedregosidad	<i>Grado 3 (cantidad importante de piedras)</i>
Uso de la tierra	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	30	10 YR 5/2	10 YR 3/4	Areno-francoso	1	17	82	135.0
2	30	65	10 YR 5/2	10 YR 3/3	Franco limoso	2	56	42	45.2
3	65	200	10 YR 6/2	10 YR 3/3	Arenoso	1	7	92	140.0

Capa	CEes (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)

1	4.05	7.98	3.4	2.0	0.75	9,8	406	0,57	8	144
2	6.50	7.60	8.2	3.5	2.0					
3	7.38	8.90	60.9	1.4	0.34					

Calicata	<b>1bis</b>	Finca	Bodega del Desierto
Provincia	La Pampa	Latitud	-37.88613
Departamento	Puelén	Longitud	-67.70205
Localidad	25 de Mayo	Altitud	329 msnm

Material originario	<i>Aluvial</i>
Relieve	<i>Subnormal</i>
Posición	<i>Media loma baja</i>
Pendiente	<i>1 (1%-3%)</i>
Escurrimiento	<i>3 (medio)</i>
Erosión	<i>H1 (ligera)</i>
Drenaje	<i>2 (imperfectamente drenado)</i>
Peligro de anegamiento	<i>Clase 4 (áreas excepcionalmente inundables)</i>
Profundidad de la freática	-
Permeabilidad	<i>4 (moderada)</i>
Pedregosidad	<i>Grado 3 (cantidad importante de piedras)</i>
Uso de la tierra	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	60	10 YR 6/2	10 YR 3/4	Areno-francoso	1	19	80	90.6
2	60	140	10 YR 6/1	10 YR 3/3	Arenoso	1	6	93	198.3
3	140	200	10 YR 6/1	10 YR 4/2	Arenoso	1	7	92	84.0

Capa	CEes (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)

1	5.27	7.72	5.4	1.9	0.41	10,9	210	0,27	7	104
2	2.76	7.76	4.2	1.0	0.31					
3	6.14	7.60	4.8	2.3	0.35					

<b>Calicata</b>	<b>2</b>	<b>Finca</b>	Chacra Experimental
<b>Provincia</b>	La Pampa	<b>Latitud</b>	-38.15565
<b>Departamento</b>	Puelén	<b>Longitud</b>	-67.14101
<b>Localidad</b>	Casa de Piedra	<b>Altitud</b>	300 msnm

<b>Material originario</b>	<i>Aluvial</i>
<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0 (0%-1%)</i>
<b>Escorrimiento</b>	<i>3 (medio)</i>
<b>Erosión</b>	<i>H1 (ligera)</i>
<b>Drenaje</b>	<i>4 (bien drenado)</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 (áreas no inundables)</i>
<b>Profundidad de la freática</b>	<i>190 cm (roca)</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>4 (moderada)</i>
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 3 (cantidad importante de piedras)</i>
<b>Uso de la tierra</b>	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	50	7,5 YR 6/2	10 YR 4/4	Franco arenoso	8	23	69	48.0
2	50	90	7,5 YR 7/2	10 YR 5/3	Areno-francoso	2	11	87	77.4
3	90	140	7,5 YR 8/2	7,5 YR 5/3	Franco arenoso	4	17	79	97.3
4	140	170	7,5 YR 8/2	7,5 YR 5/2	Areno-francoso	3	17	80	116.6
5	170	190	10 YR 8/3	10 YR 5/4	Franco arenoso	6	22	72	65.3

Capa	CEes (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)
1	6.50	7.83	8.3	6.9	1.1	17,4	672	0,61	5	152
2	6.81	7.85	7.9	17.1	1.6					
3	4.23	7.90	3.8	4.9	23.8					
4	5.42	7.96	5.5	8.5	19.0					
5	4.29	7.88	2.7	0.0	28.5					

<b>Calicata</b>	<b>2bis</b>	<b>Finca</b>	Chacra Experimental
<b>Provincia</b>	La Pampa	<b>Latitud</b>	-38.15492
<b>Departamento</b>	Puelén	<b>Longitud</b>	-67.13991
<b>Localidad</b>	Casa de Piedra	<b>Altitud</b>	300 msnm

<b>Material originario</b>	<i>Aluvial</i>
<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0 (0%-1%)</i>
<b>Escorrimiento</b>	<i>3 (medio)</i>
<b>Erosión</b>	<i>H1 (ligera)</i>
<b>Drenaje</b>	<i>4 (bien drenado)</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 (áreas no inundables)</i>
<b>Profundidad de la freática</b>	<i>200 cm (piedra)</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>5 (moderadamente rápida)</i>
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 3 (cantidad importante de piedras)</i>
<b>Uso de la tierra</b>	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	150	10 YR 6/2	10 YR 3/3	Areno-francoso	2	14	84	137.7
2	150	180	10 YR 8/1	10 YR 4/4	Areno-francoso	4	9	87	75.3
3	180	200	10 YR 8/2	10 YR 6/3	Franco arenoso	8	38	54	33.1

Capa	CEes (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)

1	2.42	8.71	15.6	2.6	0.26	9,8	140	0,27	11	219
2	3.05	8.08	8.9	11.5	0.68					
3	4.20	8.28	17.7	24.0	0.24					

<b>Calicata</b>	<b>3</b>	<b>Finca</b>	Fincas de Duval
<b>Provincia</b>	La Pampa	<b>Latitud</b>	-38.74150
<b>Departamento</b>	Curacó	<b>Longitud</b>	-66.43282
<b>Localidad</b>	Gobernador Duval	<b>Altitud</b>	206 msnm

<b>Material originario</b>	<i>Aluvial</i>
<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0 (0%-1%)</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>3 (medio)</i>
<b>Erosión</b>	<i>H1 (ligera)</i>
<b>Drenaje</b>	<i>5 (algo excesivamente drenado)</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 (áreas no inundables)</i>
<b>Profundidad de la freática</b>	-
<b>Permeabilidad</b>	<i>4 (moderada)</i>
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 0 (sin piedras o escasas)</i>
<b>Uso de la tierra</b>	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	40	10 YR 6/1	10 YR 3/2	Franco arenoso	1	38	61	42.0
2	40	75	10 YR 6/3	10 YR 3/2	Franco limoso	2	56	42	45.2
3	75	100	10 YR 7/2	10 YR 3/2	Franco arenoso	2	32	66	100.4
4	100	120	10 YR 7/3	10 YR 3/3	Franco limoso	6	72	22	11.1
5	120	170	10 YR 5/2	10 YR 3/2	Areno-francoso	4	7	89	119.5
6	170	175	10 YR 6/2	10 YR 5/3	Franco limoso	4	66	30	20.4

7	175	200	10 YR 6/1	10 YR 4/1	Areno-francoso		1	17	82	103.8
Capa	CEes (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)
1	2.89	7.91	3.3	4.6	0.20	12,0	168	0,30	10	207
2	2.44	8.12	4.1	7.0	0.46					
3	1.80	7.96	2.9	3.9	0.04					
4	4.39	7.84	3.4	5.1	0.27					
5	1.28	7.97	3.0	1.7	0.33					
6	-	-	-	7.7	-					
7	1.38	7.98	2.0	0.3	0.02					

<b>Calicata</b>	<b>4</b>	<b>Finca</b>	Viña Costren
<b>Provincia</b>	La Pampa	<b>Latitud</b>	-35.70903
<b>Departamento</b>	Trenel	<b>Longitud</b>	-64.14174
<b>Localidad</b>	Trenel	<b>Altitud</b>	179 msnm

<b>Material originario</b>	<i>Loésico</i>
<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0 (0%-1%)</i>
<b>Escorrimiento</b>	<i>3 (medio)</i>
<b>Erosión</b>	<i>0 (sin erosión)</i>
<b>Drenaje</b>	<i>3 (moderadamente bien drenado)</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 4 (áreas excepcionalmente inundables)</i>
<b>Profundidad de la freática</b>	<i>100 cm (tosca)</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>4 (moderada)</i>
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 0 (sin piedras o escasas)</i>
<b>Uso de la tierra</b>	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	20	10 YR 5/2	10 YR 3/2	Franco arenoso	4	36	60	71.5
2	20	100	10 YR 5/2	10 YR 3/2	Franco arenoso	4	22	74	86.8

Capa	CEes (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)

1	2.66	6.57	1.7	0.0	0.00	13,0	476	1,88	23	212
2	2.16	6.35	1.8	0.0	0.01					

<b>Calicata</b>	<b>5</b>	<b>Finca</b>	El Rastro
<b>Provincia</b>	La Pampa	<b>Latitud</b>	-35.59474
<b>Departamento</b>	Rancul	<b>Longitud</b>	-64.61584
<b>Localidad</b>	Caleufú	<b>Altitud</b>	209 msnm

<b>Material originario</b>	<i>Loésico</i>
<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0 (0%-1%)</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>3 (medio)</i>
<b>Erosión</b>	<i>0 (sin erosión)</i>
<b>Drenaje</b>	<i>4 (bien drenado)</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 (áreas no inundables)</i>
<b>Profundidad de la freática</b>	<i>130 cm (tosca)</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>4 (moderada)</i>
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 0 (sin piedras o escasas)</i>
<b>Uso de la tierra</b>	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	30	10 YR 5/2	10 YR 3/1	Franco	9	40	51	41.9
2	30	80	10 YR 5/3	10 YR 3/2	Franco	8	42	50	29.2
3	80	100	10 YR 6/3	10 YR 3/3	Franco arenoso	6	46	48	33.2
4	100	130	10 YR 6/3	10 YR 3/4	Franco arenoso	6	44	50	35.5

Capa	CEes (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)
1	1.16	6.82	3.46	0.0	0.03	28,3	476	2,35	29	133
2	1.48	6.48	0.69	0.0	0.00					
3	4.09	7.2	0.38	0.2	0.38					
4	5.97	7.46	0.35	1.2	0.66					

<b>Calicata</b>	<b>6</b>	<b>Finca</b>	Pichi Huinca
<b>Provincia</b>	La Pampa	<b>Latitud</b>	-35.64589
<b>Departamento</b>	Rancul	<b>Longitud</b>	-64.76653
<b>Localidad</b>	Pichi Huinca	<b>Altitud</b>	244 msnm

<b>Material originario</b>	<i>Loésico</i>
<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0 (0%-1%)</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>3 (medio)</i>
<b>Erosión</b>	<i>0 (sin erosión)</i>
<b>Drenaje</b>	<i>3 (moderadamente bien drenado)</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 4 (áreas excepcionalmente inundables)</i>
<b>Profundidad de la freática</b>	<i>80 cm (tosca)</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>4 (moderada)</i>
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 0 (sin piedras o escasas)</i>
<b>Uso de la tierra</b>	<i>A (agricultura)</i>



Capa	Límite superior	Límite inferior	Color		Clasificación textural	Escala americana			kD (mm/h)
			Seco	Húmedo		Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	
1	0	10	10 YR 5/2	10 YR 3/2	Areno-francoso	1	16	83	93.6
2	10	25	10 YR 6/2	10 YR 3/1	Franco arenoso	3	26	71	92.8
3	25	80	10 YR 6/3	10 YR 3/2	Areno-francoso	2	22	76	133.0

Capa	CEs (dS/m)	pH	RAS	Calcáreo Total	Yeso Total (g%g)	CIC (cmolc/kg)	N Total (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje (mm/m)
1	0.84	7.40	0.8	0.0	0.07	15,2	686	2,69	23	163
2	2.48	6.88	0.3	0.0	0.01	13,0	392	1,01	15	
3	2.79	7.73	0.2	1.1	0.86					

# CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE VITIVINÍCOLA

PROVINCIA DE LA PAMPA

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



**AUTORES**

SONIA FIORETTI

**COLABORADORES**

CELINA DI CENZI

JOAQUÍN NAVARRO

CECILIA EYNARD

MIGUEL MARTIARENA

**AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: LIC. IGNACIO LAMOTHE**

**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**

## RESUMEN

Este informe trata la caracterización del paisaje de las zonas vitivinícolas de la provincia de La Pampa. La información presentada es el resultado de la metodología empleada y validada, adaptada de Landscape Character Assessment (LCA) y elaborada por la Countryside Commission y el Scottish Natural Heritage.

El estudio consistió en la recopilación e interpretación de datos por imágenes, exploración del universo de la vitivinicultura y registro por referentes y otros actores.

Las imágenes capturadas se obtuvieron de profesionales de la fotografía y por empresas privadas que colaboraron desde sus propios bancos de imágenes. Las mismas fueron convenientemente seleccionadas, detallándose en cada epígrafe aquellos componentes del paisaje que hacen a la singularidad del sitio.

La exploración del universo de la vitivinicultura fue realizada a partir de información de carácter descriptiva, clasificada bajo criterios estructurales del paisaje y socio-culturales que representan diversas miradas, plasmadas y compartidas en las redes que resultara de interés para el objetivo del estudio.

Finalmente, la recopilación se sintetiza bajo el nombre de componente emotivo/perceptual, y es el fruto de entrevistas no estructuradas, registro situado y análisis de redes semánticas. En ese marco fueron analizadas las representaciones que se activan al referirse a un tema, en este caso el paisaje de la región en que se sitúan estos actores y cuál es el esquema conceptual de la persona en particular referido a este tema. Mediante las citadas entrevistas y registros situados se analizan componentes intangibles y percepciones de cada sitio.

A continuación, se detalla la información compilada y sistematizada, su análisis, interpretación y valoración que permite estimar el carácter paisajístico de cada unidad de paisaje. Con la metodología empleada y que se encuentra detallada en la “Guía Metodológica para el estudio de Paisaje” incluida en el informe “Documento Introductorio”, para caracterizar el paisaje de las regiones vitivinícolas se identifican las particularidades de cada sitio, lo que hace a su esencia, como elemento referencial del presente informe.

El paisaje vitivinícola de La Pampa está integrado por microrregiones en las diferentes localidades. Se inserta en pleno desierto patagónico, con caldenes,

médanos y llanuras. Discurre a lo largo del Río Colorado. Si bien existen antecedentes más antiguos, la vitivinicultura es incipiente, impulsada por un trabajo conjunto entre productores y entidades públicas. Los establecimientos vitivinícolas están dispersos en los diferentes departamentos de la provincia, con grandes distancias que los separan. La represa Casa de Piedra es reconocida como patrimonio.

El Alto Valle del río Colorado está enmarcado por altas bardas del citado río y una extensa planicie de campo nativo arbustivo y achaparrado donde el caldén es protagonista. En esa amplitud de lo nativo yergue una viticultura incipiente, con dos grandes emprendimientos y algunos pequeños productores. Presencia de cortina forestal en la periferia, álamo principalmente, reforzada por tela que protege al cultivo de los vientos. Callejones internos se delimitan con aguaribay, en consonancia con la aridez de la región que favorece la sanidad del viñedo y facilita un manejo orgánico e integral del cultivo. Viñedos en espaldero, algunos tecnificados y otros artesanales con riego tradicional por surcos. Bodegas de arquitectura simple con colores en armonía con el entorno.

## ÍNDICE GENERAL

1.	PROVINCIA DE LA PAMPA .....	10
2.	ALTO VALLE DEL RIO COLORADO.....	10
2.1	Descriptores estructurales “el lugar es” .....	11
2.1.1	Infraestructura marrón	12
2.1.2	Infraestructura azul	14
2.1.3	Infraestructura gris	15
2.1.4	Infraestructura verde	17
2.2	Descriptores históricos culturales “el lugar habla” .....	20
2.3	Relaciones funcionales de sus componentes.....	22
2.4	Relaciones formales y estéticas.....	24
3.	SÍNTESIS DESCRIPTIVA DEL CARÁCTER DIFERENCIAL DEL ALTO VALLE DEL RÍO COLORADO .....	27
4.	REFERENCIAS .....	30
5.	FICHAS .....	33

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Localización del Alto Valle del Río Colorado. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje.....	10
Imagen 2.	Paisaje rural. Actividades agrícolas que se reflejan en el territorio y dejan su sello en el paisaje. Paisaje circular de forrajeras. Paisaje viñatero rectangular. La infraestructura gris de lo urbano con las rutas de acceso e intercomunicación. Campo nativo que cobija y contiene. Fuente: Google Earth. ....	12
Imagen 3.	Valle enmarcado por altas bardas del río Colorado y extensa planicie del campo nativo que cobija o contiene los parches de viñedos. Vegetación nativa arbustiva y achaparrada. Localidad 25 de Mayo. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	13
Imagen 4.	Diseño del cultivo como elemento identitario. Formas geométricas, paños uniformes rectangulares con sus lados de menor longitud acompañados por triángulos con álamos, a modo de cortinas interrumpidas que brindan un ritmo. Campo nativo en su entorno. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	14

Imagen 5. El Río Colorado, principal eje de estructuración de la región, conduce sus aguas a embalses proveedores de energía eléctrica y a reservorios de agua que permiten el riego presurizado por goteo. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	15
Imagen 6. Rutas pavimentadas, calles y accesos de tierra, borde de algunos emprendimientos. Forma particular de los paños de cultivo adaptándose a la infraestructura gris del territorio. Proyecto de ruta enoturística del vino (Ponce Solano, 2022). Fotografía: Gustavo Sabez. ....	16
Imagen 7. Viñedos y bodegas de la provincia de La Pampa. Fuente: Araceli Ponce Solano. ....	17
Imagen 8. Emprendimientos privados y otros con fuerte presencia del Estado. Algunos de gran escala y otros pequeños productores, se identifican con un manejo basado en la agroecología. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	18
Imagen 9. La vegetación nativa se expresa en las ecorregiones del Espinal y Monte de llanuras y mesetas. Situada al suroeste de la llanura pampeana, este territorio posee valles transversales rodeados de caldenes, médanos y llanuras. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	19
Imagen 10. En las cortinas forestales se destacan álamos ( <i>Populus sp.</i> ) y cipreses ( <i>Cupressus sp.</i> ), en callejones internos la presencia del aguaribay ( <i>Schinus molle</i> ) adquiere protagonismo. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	20
Imagen 11. Las prácticas productivas se enmarcan en la agroecología, cuidado del recurso hídrico en riego por goteo, cobertura verde con segados, consociaciones de cultivos, manejo integral del viñedo. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	23
Imagen 12. En los emprendimientos los espalderos caracterizan al paisaje viñatero de la provincia. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	24
Imagen 13. Los establecimientos vitivinícolas están dispersos en los diferentes departamentos de la provincia, grandes distancias los separan. Pequeños poblados en el paisaje rural productivo. Círculos con cultivos forrajeros y rectángulos con cultivos de vid inmersos en el campo nativo. Amplitud visual en la planicie. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	25
Imagen 12. El paisaje viñatero se refleja en su forma regular de formas geométricas rectangulares alargadas, con pocas cortinas forestales que amplían las visuales de la planicie al infinito. Líneas perfectas de viñedo con su estructura de sostén. Plantaciones llamativas de álamos en los esquineros de los paños de cultivo, formando triángulos a un ritmo que se repite. El campo nativo de aspecto moteado respeta un patrón en relación a las limitantes naturales del sitio. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	25
Imagen 13. Textura, línea, color y amplitud visual. Percepción plurisensorial del paisaje viñatero. Líneas acentuadas por el contraste del follaje del viñedo con la cobertura vegetal del interfilar, planicie infinita, sin límites ni interrupciones, textura fina del monocultivo. En emprendimientos de menor escala se destaca la consociación de cultivos de ajo, viñedos, olivos y bosque nativo que brindan diferentes estratos y texturas en el marco de la Agroecología. Fotografía: Gustavo Sabez. ....	26

## PROVINCIA DE LA PAMPA



**Imagen 1. Localización del Alto Valle del Río Colorado. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje.**

## ALTO VALLE DEL RIO COLORADO

En la resolución del año 1999 hasta el año 2012, no se incluyó a la provincia de La Pampa como región vitivinícola. Hasta ese momento sólo se mencionaba como parte de la cultura vitícola del Alto Valle del Río Colorado, declarándose como “valles que incluyen localidades de diferentes provincias y que constituyen una misma área vitícola” (INV, 1999: 6). La incorporación de la provincia se da en torno al nuevo contexto que atraviesa la actividad, con la resolución del año 2012, mediante la cual se inauguran nuevos emprendimientos fuera de la región cuyana, que dan lugar al desarrollo de la vitivinicultura en áreas no tradicionales. Al momento figuran registradas en el INV las áreas vitícolas de Casa de Piedra; 25 de mayo (Departamento de Puelén) y Gobernador Duval (Cura- C6) (Ponce Solano, 2022).

La provincia cuenta actualmente con (seis) bodegas, sumando a las zonas anteriores Santa Rosa (Departamento Capital), General Acha (Utrac6n) y Abramo (Hucal), inscriptas bajo clasificaci6n de producci6n artesanal (hasta 12.000 litros de producci6n anual) e industrial (m6s de 12.000 litros) y el vi6edo provincial ubicado en la Chacra Experimental de Casa de Piedra. La Direcci6n de Desarrollo de la Oferta Turística de la Provincia de La Pampa, detalla que se encuentran dentro de las áreas de vid sin registrar en el INV los vi6edos de Tel6n, Pichi Huinca, Caleufú y Winifreda (al norte de la provincia), como propuestas p6blico-privadas (Ponce Solano, 2022).

## 2.1 Descriptores estructurales “el lugar es”

“La regi6n del r6o Colorado se organiza como un eje territorial este – oeste, desde la cordillera de los Andes hasta la desembocadura en el mar argentino. La regi6n comprende áreas de las provincias de Neuqu6n, R6o Negro, Mendoza, La Pampa y Buenos Aires y presenta una superficie de 47.458 km<sup>2</sup>” (Ministerio de Planificaci6n Federal, Inversi6n P6blica y Servicios, 2014).

Regi6n austral y de vientos predominantes. Situada al suroeste de la llanura pampeana, este territorio posee valles transversales en los que se presentan paisajes rodeados de caldenes, m6danos y llanuras.

A partir de 1950 se registran 10 ha de cultivo de vi6edos, ascienden a 29 ha en la d6cada del 70 ´, con un gran auge a partir del 2000 con 151,9 ha y en la d6cada 2010-

2019, se suman 118,9 ha más. En la actualidad tres localidades suman 312,7 ha (INV, 2022).



**Imagen 2. Paisaje rural. Actividades agrícolas que se reflejan en el territorio y dejan su sello en el paisaje. Paisaje circular de forrajeras. Paisaje viñatero rectangular. La infraestructura gris de lo urbano con las rutas de acceso e intercomunicación. Campo nativo que cobija y contiene. Fuente: Google Earth.**

### 2.1.1 Infraestructura marrón

Topografía o forma del terreno: extensa llanura pampeana, se eleva hacia el Oeste ganando una altura promedio de 600 msnm, con picos de los cerros de 1100 msnm aproximadamente.

“Se observan por un lado afloramientos de rocas y por el otro, materiales de coberturas correspondientes a depósitos aluviales actuales, antiguos disectados y terrazas del Río Colorado, de relieve llano, donde se han implantado pasturas y cultivo de cebolla, con equipos de riego mecanizados y a presión.

En general la litología está representada por rocas débiles y sedimentos friables que varían desde limoarcillas, calizas, arenas finas a gruesas hasta gravas, conglomerados de vulcanitas y abundante contenido en yeso, siendo el registro sedimentario de depósitos fluviales actuales y antiguos cauces del Río Colorado, niveles de terrazas asociados, lagos y lagunas, así como depósitos glacifluviales y de pedimentación. En este último caso, todos los cierres se localizan sobre la planicie

de inundación actual del valle del Río Colorado, cuyo hábito adquiere características meandriformes debido a la horizontalidad del área, observándose que entre el cierre El Milagro y la localidad de Gobernador Duval disecta una antigua planicie de inundación, donde es importante la presencia de paleocanales, mientras tiende a encajonarse entre las bardas que se hallan en ambas márgenes del tramo comprendido entre los cierres de La Japonesa y Moravia” (Rodríguez et al., 2011).



**Imagen 3. Valle enmarcado por altas bardas del río Colorado y extensa planicie del campo nativo que cobija o contiene los parches de viñedos. Vegetación nativa arbustiva y achaparrada. Localidad 25 de Mayo. Fotografía: Gustavo Sabez.**



**Imagen 4. Diseño del cultivo como elemento identitario. Formas geométricas, paños uniformes rectangulares con sus lados de menor longitud acompañados por triángulos con álamos, a modo de cortinas interrumpidas que brindan un ritmo. Campo nativo en su entorno. Fotografía: Gustavo Sabez.**

Suelo: en pleno desierto patagónico, en el Alto Valle del Río Colorado, se describen suelos áridos, aluvionales, ricos en minerales y pedregosos (ver detalle en informe de Edafología y Geomorfología, CFI-COVIAR, 2023).

### 2.1.2 Infraestructura azul

Cursos de agua: “El Río Colorado, principal eje de estructuración de la región, nace en la cordillera de los Andes de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, y atraviesa valles de la provincia de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, hasta desembocar en el océano Atlántico” (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2014).

Según el Plan Estratégico Territorial (PET) del Río Colorado, cuenta con la posibilidad de riego por aguas del río Colorado, diferenciándose en su actividad productiva del resto de la provincia, ya que gracias a los sistemas de riego utilizados y canalización del agua del río la actividad productiva no se limita solo a ganadería bovina y caprina, sino que da lugar a diferentes tipos de producción agrícola, entre ellas la vitivinicultura (PET del Río Colorado, 2014).

Solano, 2022, detalla al río Chadileuvú que descarga sus aguas en las Lagunas Dulce y Urre-Lauquen. Al superar la Laguna Urre-Lauquen, el río Chadileuvú recibe el nombre de Curacó (agua de la piedra) que atraviesa la Laguna La Amarga y el Bañado del Curacó confluyendo con el río Colorado (SRH, 2020).

Se destaca la Presa Casa de Piedra, destinada a la generación de energía hidroeléctrica, es aprovechada además para la producción agrícola, el desarrollo ganadero y la explotación petrolera, de importancia relevante en su cuenca Alta y Media. Se suman también actividades náuticas y de pesca. Finalmente, los acuíferos alojados en ambiente medanoso son los principales recursos hídricos con que cuenta la provincia de La Pampa para el abastecimiento de agua destinada al uso urbano y rural. El acuífero denominado Valle Argentino (Solano, 2022).



**Imagen 5. El Río Colorado, principal eje de estructuración de la región, conduce sus aguas a embalses proveedores de energía eléctrica y a reservorios de agua que permiten el riego presurizado por goteo. Fotografía: Gustavo Sabez.**

### 2.1.3 Infraestructura gris

Infraestructura vial: conectan el recorrido en torno al río la Ruta Provincial 34 y la Ruta Nacional 151.

La provincia de La Pampa no presenta aún su ruta del vino. Ponce Solano (2022) propone diseñar una ruta enoturística en la provincia de La Pampa que permita integrar las bodegas localizadas en el territorio provincial y el fortalecimiento del turismo del vino, reconocer y caracterizar a los productores vitivinícolas de la provincia de La Pampa y conocer los actores que participan, directa o indirectamente, en la actividad vitivinícola de la provincia y sus percepciones respecto a la misma, además de conocer el perfil del enoturista e identificar producciones gastronómicas regionales que puedan reforzar el circuito.



**Imagen 6. Rutas pavimentadas, calles y accesos de tierra, borde de algunos emprendimientos. Forma particular de los paños de cultivo adaptándose a la infraestructura gris del territorio. Proyecto de ruta enoturística del vino (Ponce Solano, 2022). Fotografía: Gustavo Sabez.**

Configuración edilicia: bodegas de líneas simples y colores terrosos en armonía con el entorno.

Edificaciones destacadas: infraestructuras como la Presa Casa de Piedra que regula el río Colorado, ubicada en su cuenca media.

#### 2.1.4 Infraestructura verde

Superficie cultivada: tres localidades suman 312,7 ha (INV, 2022). La actividad vitivinícola en el territorio pampeano cuenta actualmente con seis bodegas situadas en diferentes departamentos como Utracán, Capital, Puelén, Curacó y Hucal. Asimismo, se incluyen áreas de vides en diversas zonas de la provincia, como el viñedo provincial de Casa de Piedra, viñedo de bodega Estilo 152 en General Acha, varias hectáreas de vid en la ciudad de 25 de Mayo y hacia el sur en la localidad de Gobernador Duval. También es necesario citar los viñedos de las localidades de Pichi Huinca, Winifreda, Telén y Caleufú.

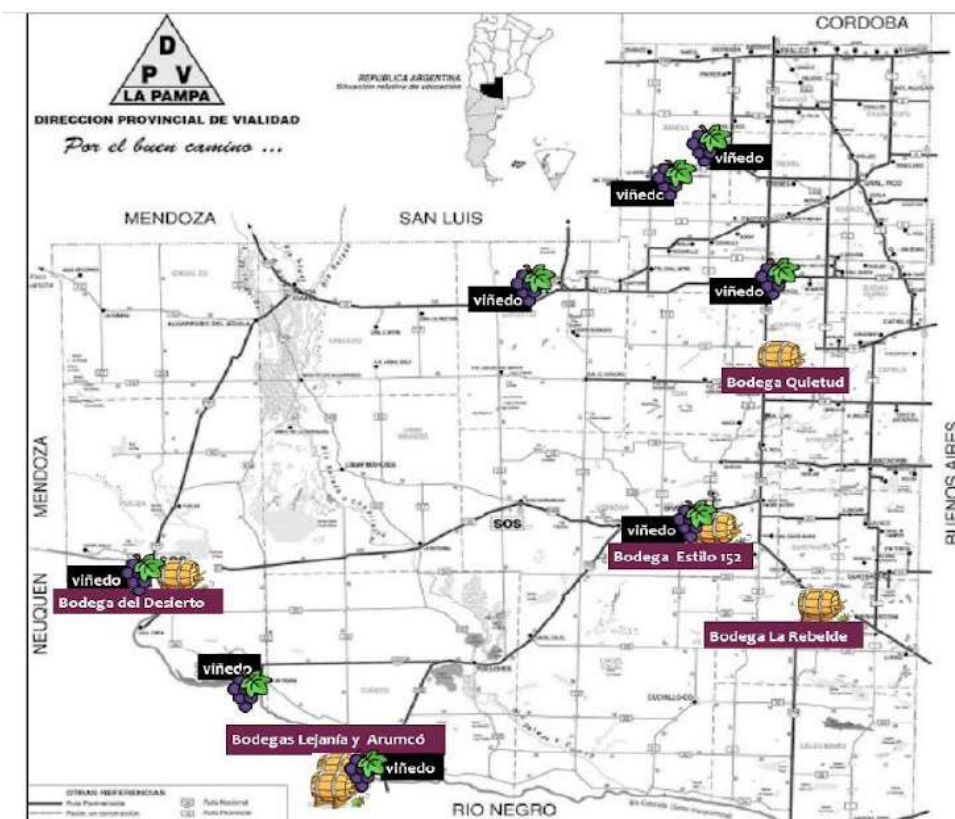


Imagen 7. Viñedos y bodegas de la provincia de La Pampa. Fuente: Araceli Ponce Solano.



**Imagen 8. Emprendimientos privados y otros con fuerte presencia del Estado. Algunos de gran escala y otros pequeños productores, se identifican con un manejo basado en la agroecología. Fotografía: Gustavo Sabez.**

Vegetación nativa: en el territorio pampeano de la cuenca del Río Colorado, se encuentra vegetación perteneciente a las ecorregiones del Monte de llanuras y Mesetas y el Espinal. El bosque de caldén se desarrolla mejor en áreas deprimidas mientras que el arbustal ocupa las pendientes. El árbol predominante es el caldén, acompañado por el algarrobo y chañar. Los arbustos que se pueden encontrar son el piquillín, el llaollín y la tramontana, entre otras. Entre las gramíneas dominantes se observan la flechilla negra, flechilla blanca, paja, pasto puna. Las últimas tres especies aparecen cuando ha habido un sobrepastoreo.



**Imagen 9. La vegetación nativa se expresa en las ecorregiones del Espinal y Monte de llanuras y mesetas. Situada al suroeste de la llanura pampeana, este territorio posee valles transversales rodeados de caldenes, médanos y llanuras. Fotografía: Gustavo Sabez.**

Arbolado: en las cortinas forestales se destacan los álamos y cipreses. En callejones internos la presencia del aguaribay adquiere protagonismo.



**Imagen 10. En las cortinas forestales se destacan álamos (*Populus sp.*) y cipreses (*Cupressus sp.*), en callejones internos la presencia del aguaribay (*Schinus molle*) adquiere protagonismo. Fotografía: Gustavo Sabez.**

## 2.2 Descriptores históricos culturales “el lugar habla”

Zona Vitivinícola muy nueva con desarrollo a partir del 2000, en la cual se ha conformado la Cámara Vitivinícola, la cual está integrada por productores viñateros y bodegueros pampeanos, con el objetivo de lograr una coordinación suficiente entre los actores implicados. La cámara está distribuida en diferentes sitios de la provincia, la sede oficial se ubica en la localidad de General Acha (bodega Estilo 152), mientras que la presidencia se encuentra en la ciudad de Santa Rosa (bodega Quietud). La entidad nuclea asociados del sector privado: Arumcó de Gobernador Duval, Estilo 152, Quietud, La Rebelde de Abramo y del sector público: Municipalidad de Winifreda, Municipalidad de Telén, Municipalidad de Gobernador Duval, Comisión de Fomento de Pichi Huinca y el Ente Provincial del Río Colorado (Ponce Solano, 2022).

“El nacimiento de Bodega del Desierto en el 2001 marcó a su vez los primeros pasos de una zona vitivinícola argentina prácticamente inexplorada hasta ese momento: la del Alto Valle del Río Colorado, en la provincia de La Pampa. En esa región, que ocupa el extremo septentrional de la Patagonia, había sólo ocho hectáreas de vid plantadas hasta el año 2000” (Wines of Argentina, 2021).

“Colonia 25 de Mayo, Casa de Piedra y Gobernador Duval son, hoy, los tres micropolos en los que hay viñedos comerciales en plena producción” (Braga, 2022).

“Fincas de Duval, un emprendimiento a 100 kilómetros del desarrollo productivo Casa de Piedra, comenzó en 2005 y creció a la par de la localidad de Gobernador Duval, generando puestos de trabajo y oportunidades para los habitantes de la zona. Gobernador Duval fue, históricamente, la puerta de entrada al Alto Valle del Río Negro y a todo el sur del país porque una de las vías de entrada para la gente que bajaba hacia el sur por el centro del país era lo que se conocía como La Japonesa (la ruta nacional 152, actualmente 232).

Hacia fines del 2000, al estar la ruta totalmente destrozada, se cambió su traza y prácticamente quedó sin tránsito. Por la poca actividad que había en el pueblo, todo se fue cerrando y lo que era en ese momento la Comisión de Fomento entró en crisis porque no había más trabajo. Con el apoyo del gobierno de la Provincia, se decide poner en producción las tierras lindantes al tejido urbano, unas 75 hectáreas, con cultivos de frutales, viñedos, pasturas, algo de horticultura y, de esa manera, se da inicio a lo que es la Chacra Experimental con la idea de generar trabajo para la gente del pueblo, de obtener producción para consumo local y de vender lo que sobra. De esta manera, se comienza con una planta de procesamiento para todos los productos frutihortícolas: se hacen conservas, dulce, tratando de darle un agregado de valor. Al principio, Ricardo Juan (hoy dueño de Bodega Quietud) dio una mano a la gente de Duval e hicieron algunas elaboraciones de manera conjunta. Luego se construye la bodega Lejanía en la chacra, y se empieza con la propia uva, el propio vino” (Destéfano, 2023).

La Villa Turística Casa de Piedra es una localidad y comuna localizada en el extremo sudoeste de la provincia de La Pampa, situada a la vera del embalse de Casa de Piedra, en torno al cual se desarrolló. Pertenece al departamento Puelén, es la última localidad en fundarse en la provincia, cuya creación forma parte del Proyecto de Aprovechamiento Múltiple del río Colorado que combina actividades turísticas y producción agrícola bajo riego (Solano, 2022). En la villa se encuentra el viñedo, que en la actualidad posee siete hectáreas en condiciones productivas, con 4.000 plantas por hectárea. La mencionada producción se desarrolla en el marco del Programa Provincial de Aprovechamiento del Río Colorado, en la Chacra Experimental del Ente Provincial del Río Colorado.

Fuerte presencia del estado en emprendimientos, capacitación y fomento de establecimientos agroturísticos. Estado inicial de asociativismo de algunos productores.

El Plan estratégico territorial del río Colorado menciona cuatro micro regiones, señala que la microregión de Mendoza y Bs As con más historia logra mayor integración o consolidación. En 25 de Mayo, por su parte, ha tenido históricamente una dinámica basada en la actividad agropecuaria bajo riego, fundamentalmente de

colonización social, y gran inversión de capital público en infraestructura de riego y desarrollo urbano. Fue planificada de acuerdo con el ritmo de este tipo de producción, que fue el que marcó el ritmo de la ciudad. En los últimos años, con la llegada de la actividad petrolera, se intensificó un crecimiento espontáneo que tiende a desbordarse, lo cual genera nuevos problemas sociales, urbanísticos y ambientales. En este nuevo contexto de emergencia del petróleo, las tradicionales actividades agropecuarias se encuentran en pleno proceso de reestructuración, y aparecen grandes dificultades para definir un modelo sostenible en términos de productosescalas y de tecnologías de uso del agua. Casa de Piedra, creada en el año 2006 en forma enteramente planificada, cumple un rol clave, pues tiene un perfil productivo turístico y de agronegocios de especial interés para la provincia, que se conjuga con un ordenamiento urbano y ambiental novedoso pero muy vulnerable frente a nuevos ciclos productivos no gestionados en forma local. Esta combinación podría ser estratégica hacia el futuro.

## 2.3 Relaciones funcionales de sus componentes

Riego: presurizado por goteo en algunos emprendimientos y en otros de pequeña escala por acequias y surcos.

Prácticas productivas: las prácticas productivas se enmarcan en la agroecología, cuidado del recurso hídrico en riego por goteo, cobertura verde con segados. Consociaciones de cultivos, manejo integral y artesanal del viñedo en paños de cultivo de pequeña escala.



**Imagen 11. Las prácticas productivas se enmarcan en la agroecología, cuidado del recurso hídrico en riego por goteo, cobertura verde con segados, consociaciones de cultivos, manejo integral del viñedo. Fotografía: Gustavo Sabez.**

Sistemas de conducción del viñedo: el sistema más representativo de la zona es el espaldero, en grandes y en pequeñas superficies, emprendimientos de 140 ha, otros de 40 ha y de 2,5 ha.



**Imagen 12. En los emprendimientos los espalderos caracterizan al paisaje viñatero de la provincia. Fotografía: Gustavo Sabez.**

## 2.4 Relaciones formales y estéticas

Organización del territorio: los establecimientos vitivinícolas, están dispersos en los diferentes departamentos de la provincia, grandes distancias los separan. Pequeños poblados en el paisaje rural productivo. Círculos con cultivos forrajeros y rectángulos con cultivos de vid inmersos en el campo nativo. Amplitud visual en la planicie.

El paisaje viñatero se refleja en sus formas regulares geométricas, rectangulares alargadas, con pocas cortinas forestales que amplían las visuales de la planicie al infinito. Se destacan las plantaciones de álamos en los esquineros de los paños de cultivo, formando triángulos a un ritmo repetitivo.

Formas: las formas de los diferentes cultivos son un sello en el paisaje, diferenciando lo circular y forrajero sin líneas, de lo hortícola, frutal o vitícola caracterizados por sus líneas y formas rectangulares. Forestales en alineaciones o agrupados en macizos en formas triangulares, transición de lo nativo con lo cultivado. El campo nativo de aspecto moteado respeta un patrón en relación a las limitantes naturales del sitio.



**Imagen 13. Los establecimientos vitivinícolas están dispersos en los diferentes departamentos de la provincia, grandes distancias los separan. Pequeños poblados en el paisaje rural productivo. Círculos con cultivos forrajeros y rectángulos con cultivos de vid inmersos en el campo nativo. Amplitud visual en la planicie. Fotografía: Gustavo Sabez.**



**Imagen 12. El paisaje viñatero se refleja en su forma regular de formas geométricas rectangulares alargadas, con pocas cortinas forestales que amplían las visuales de la planicie al infinito. Líneas perfectas de viñedo con su estructura de sostén. Plantaciones llamativas de álamos en los esquineros de los paños de cultivo, formando triángulos a un ritmo que se repite. El campo nativo de aspecto moteado respeta un patrón en relación a las limitantes naturales del sitio. Fotografía: Gustavo Sabez.**

Textura: la textura también describe la diferente vegetación que compone el paisaje, su color y disposición del follaje pincela en forma diferencial y su percepción cambia.

Líneas: líneas que direccionan visuales, líneas que se interrumpen por callejones, pero ante la inmensidad de la planicie se observan continuas hacia el infinito.

Color: de las construcciones en armonía con el entorno, en cultivos consociados se refleja el color de cada cultivo. Otoño marcado principalmente por el follaje del viñedo y por algunas cortinas de álamos dispersas en el territorio.

Vistas: visual amplísima a 360° en una planicie infinita.



**Imagen 13. Textura, línea, color y amplitud visual. Percepción plurisensorial del paisaje viñatero. Líneas acentuadas por el contraste del follaje del viñedo con la cobertura vegetal del interfilar, planicie infinita, sin límites ni interrupciones, textura fina del monocultivo. En emprendimientos de menor escala se destaca la consociación de cultivos de ajo, viñedos, olivos y bosque nativo que brindan diferentes estratos y texturas en el marco de la Agroecología. Fotografía: Gustavo Sabez.**

## SÍNTESIS DESCRIPTIVA DEL CARÁCTER DIFERENCIAL DEL ALTO VALLE DEL RÍO COLORADO

	<p><b>LA PAMPA</b></p> <p>“suelos desérticos de vientos permanentes hacen a la sanidad de la vid”</p> <p>“viñedos jóvenes”</p>
	<p><b>ALTO VALLE DEL RÍO COLORADO</b></p> <p>“Valle que integra tres provincias con microrregiones”</p>
Altitud msnm	330
Sup. con viñedos	312,7 ha
Tipo de paisaje	Paisaje rural productivo disperso en toda la provincia, dos grandes productores de 140 ha y 40 ha, el resto distribuidos en pequeños de 2,5 ha y medianos.
Rutas y ciudades Límites	Río Colorado como referente. Localidades del valle Catriel, 25 de Mayo, Casa de Piedra, Gdor Duval, Pichi Mahuida, Río Colorado, la Adela. El Departamento de Puelén hizo punta en el territorio con un emprendimiento vitícola.

Relieve- geomorfología unidades de paisaje	Serranías a la distancia. Planicie infinita. Suelo desértico, árido, aluvional, arenosos profundos con contenido variable rocoso.
Visuales	Líneas infinitas de los viñedos inmersos en el campo nativo.
Flora nativa	Caldenes principalmente, zampa y gramíneas entre otras de la ecorregión del monte y estepa.
Arbolado de calles y callejones internos	Aguaribay protagonista de callejones, no visto en otras chacras o fincas del país. Álamo pero en menor medida que el resto de la región Patagónica.
Singularidad	Vides sanas, se describe por su clima, facilita el manejo orgánico e integral del cultivo.
Escalas de viñedos gde-med-chico	Dos grandes emprendimientos y algunos pequeños productores.
Arquitectura bodega-casas	Vinos artesanales en casa y entre amigos (Dpto de Ultracán). Bodegas de arquitectura simple y colores en armonía con el entorno.

<p>Aprovecha -miento enoturístico experiencial- otras actividades</p>	<p>Villa agroturística Casa de Piedra: en el año 2006 en forma enteramente planificada, cumple un rol clave, ya que tiene un perfil productivo turístico y de agronegocios de especial interés para la provincia, que se conjuga con un ordenamiento urbano y ambiental novedoso. Otras actividades: petróleo y minería, Fruticultura y Ganadería.</p>
<p>El lugar habla</p>	<p>Se expande la vitivinicultura a otras zonas de la provincia. Viñedos compartidos público-privado.</p>
<p>Lugar significativo Reconocimiento como patrimonio</p>	<p>Represa Casa de Piedra</p>
<p>Social</p>	<p>Fuerte presencia del estado en emprendimientos, capacitación y fomento de establecimientos agroturísticos. Ente Provincial Casa de Piedra con inversión de privados. Estado inicial de asociativismo de algunos productores. Plan Estratégico Territorial del Río Colorado.</p>

## REFERENCIAS

Agustín, & Verónica. (2020, Agosto 13). Bodega del Desierto, vinos de La Pampa. Vinos y Pasiones. del Desierto. (n.d.). Nosotros. Bodega del Desierto. <https://store.bodegadeldesierto.com.ar/bodega/>

Bertani, L. A., & Ferrari, L. E. (2017). ATLAS DEL VALLE MEDIO: mapa geomorfológico y de calidad de las tierras.

Braga, M. (2022, Septiembre 13). Vinos de La Pampa: esto es lo que viene. Mariano Braga. <https://marianobraga.com/blog/vinos-de-la-pampa-esto-es-lo-que-viene/>

Bustos, E., & Quaizel, G. (2020, Septiembre 28). La Pampa trabaja para obtener su 'Ruta del vino'. Noticias AgroPecuarias. <https://www.noticiasagropecuarias.com/2020/09/28/la-pampa-trabaja-para-obtener-su-ruta-del-vino/>

Destéfano, D. (2023, Septiembre 29). Fincas de Duval y el nuevo desarrollo de una localidad pampeana. Revista Más Industrias. <https://masindustrias.com.ar/fincas-de-duval-y-el-nuevo-desarrollo-de-una-localidad-pampeana/>

Dirección General de Recursos Naturales. (n.d.). Especies de la Flora Pampeana - Recursos Naturales. Dirección General de Recursos Naturales. <https://drn.lapampa.gob.ar/especies-de-la-flora-pampeana.html>

El Diario de La Pampa. (2023, Enero 22). Extraen vino pampeano de una cava subacuática en el río Colorado. El Diario de La Pampa. <https://www.eldiariodelapampa.com.ar/la-pampa/11561/extraen-vino-pampeano-de-una-cava-subacuatica-en-el-rio-colorado>

Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2015). La Nueva Vitivinicultura La Nueva Vitivinicultura De la Región Patagónica Argentina De la Región Patagónica Argentina.

INSTITUTO NACIONAL DE VITIVINICULTURA. (2018, Junio). INFORME VITIVINÍCOLA DE LA REGIÓN SUR DE LA ARGENTINA (Provincias: Río Negro, Neuquén, La Pampa y Chubut). [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/region\\_sur\\_18\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/region_sur_18_0.pdf)

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2014). PLAN ESTRATÉGICO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DEL RÍO COLORADO.

Ponce Solano, A. (2022). La actividad vitivinícola en la provincia de La Pampa y su puesta en valor turístico recreativo, a través de una ruta enoturística. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y TURISMO TESINA DE LICENCIATURA EN TURISMO.

<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6278/Tesis%20Ponce%20Solano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodriguez, A. (2020). Análisis climático de Valle Medio y Río Colorado : caracterización agrometeorológica y cartografía de suelos / Andrea Rodriguez y Ángel Rafael Muñoz. – Buenos Aires : Ediciones INTA, Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle, 2020. 74 p. : il. ISBN. Repositorio digital INTA.

Rodriguez, C. M., Celli, A. E., & Reynal, H. R. (2011, Mayo). Elaboración del mapa de usos del suelo para los cierres previstos sobre el río Colorado provincia de La Pampa y Río Negro - República Argentina. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, (26), 79-90.

<https://www.editoriasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/239/194>

Vallone, Rosana. Caracterización Geológica, Geomorfológica, Edafológica de las regiones Vitivinícolas. Informe CFI-COVIAR-FCA. 2022, Argentina.

Viajar por Argentina. (n.d.). Relieve e Hidrografía de La Pampa - Viajar por Argentina. Viajar por Argentina. <https://viajarg.com/provincias/la-pampa/relieve-e-hidrografia/>

Wines of Argentina. (2021, Octubre 26). Bodega Del Desierto 2021, Hacedora De Los Vinos Pioneros De La Pampa. Wines of Argentina Blog.  
<https://blog.winesofargentina.com/es/meet-the-wineries-es/bodega-del-desierto/><https://vinosypasiones.com/2020/08/13/bodega-del-desierto-vinos-de-la-pampa//las-huellas-de-la-vitivinicultura-en-entre-rios/>

# FICHAS

# ALTO VALLE DEL RÍO COLORADO

25 de Mayo - Casa de Piedra

## DESCRIPTORES ESTRUCTURALES - ESCÉNICOS

La región del Río Colorado se organiza como un eje territorial este – oeste, desde la cordillera de los Andes hasta la desembocadura en el mar argentino. Se presenta sobre la extensa llanura pampeana, se eleva hacia el Oeste ganando una altura promedio de 600 msnm, con picos de los cerros de 1100 msnm aproximadamente. El Río Colorado es el principal curso de agua que discurre en el territorio. Los acuíferos alojados en ambientes medanosos conforman un valioso recurso hídrico. Vegetación perteneciente a las ecorregiones del Monte de llanuras y Mesetas y el Espinal. Conectan el recorrido en torno al río la Ruta Provincial N°34 y la Ruta Nacional N°151.

Paisaje rural productivo disperso en toda la provincia, con establecimientos vitivinícolas separados por grandes distancias. Visuales amplísimas a una planicie infinita. Bodegas de líneas simples y colores terrosos en armonía con el entorno.

## DESCRIPTORES HISTÓRICO - CULTURALES

Se trata de una zona vitivinícola con gran auge a partir del año 2000, pero con antecedentes en 1950 con 10 ha cultivadas. Se destaca la conformación de la Cámara Vitivinícola, integrada por productores viñateros y bodegueros pampeanos.

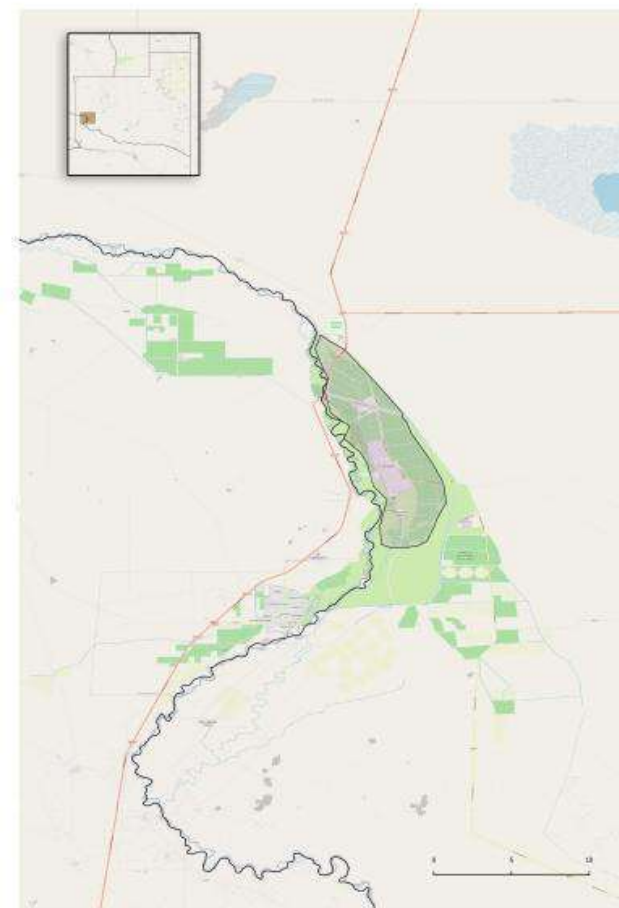
Se destaca la Presa Casa de Piedra, destinada a la generación de energía hidroeléctrica, y aprovechada para la producción agrícola, el desarrollo ganadero, la explotación petrolera, actividades náuticas y de pesca. A partir de dicho embalse, se origina la Villa Turística Casa de Piedra con viñedos, que se enmarcan en el Programa Provincial de Aprovechamiento del Río Colorado.

Dos grandes emprendimientos y algunos pequeños productores. Riego presurizado por goteo en algunos emprendimientos y en otros de pequeña escala por acequias y surcos. Prácticas productivas basadas en la agroecología y el cuidado del recurso hídrico. Viñedos conducidos en espaldero.

Sitios destacados: Presa Casa de Piedra - Chacra Experimental del Ente Provincial del Río Colorado.

## COMPONENTE PERCEPTUAL - SINGULARIDAD

Región austral y de vientos predominantes. Situada al suroeste de la llanura pampeana, este territorio posee valles transversales en los que se presentan paisajes rodeados de caldenes, médanos y llanuras. En la amplitud del relieve nativo, se yergue una viticultura incipiente, de reciente surgir, impulsada por el trabajo conjunto de productores y entidades públicas.



Rutas pavimentadas, calles y accesos de tierra, borde de algunos emprendimientos. Forma particular de los paños de cultivo adaptándose a la infraestructura gris del territorio. Proyecto de ruta enoturística del vino.



Los establecimientos vitivinícolas están dispersos en los diferentes departamentos de la provincia, grandes distancias los separan. Pequeños poblados en el paisaje rural productivo. Círculos con cultivos forrajeros y rectángulos con cultivos de vid inmersos en el campo nativo. Amplitud visual en la planicie.



Diseño del cultivo como elemento identitario. Formas geométricas, paños uniformes rectangulares con sus lados de menor longitud acompañados por triángulos con álamos, a modo de cortinas interrumpidas que brindan un ritmo. Campo nativo en su entorno.



En las cortinas forestales se destacan álamos (*Populus sp.*) y cipreses (*Cupressus sp.*), en callejones internos la presencia del aguaribay (*Schinus molle*) adquiere protagonismo.

Emprendimientos privados y otros con fuerte presencia del Estado. Algunos de gran escala y otros pequeños productores, se identifican con un manejo basado en la agroecología.



Valle enmarcado por altas bardas del río Colorado y extensa planicie del campo nativo que cobija o contiene los parches de viñedos. Vegetación nativa arbustiva y achaparrada.



Textura, línea, color y amplitud visual. Percepción plurisensorial del paisaje viñatero. Líneas acentuadas por el contraste del follaje del viñedo con la cobertura vegetal del interfilas, planicie infinita, sin límites, textura fina del monocultivo.



La vegetación nativa se expresa en las ecorregiones del Espinal y Monte de Ilanuras y mesetas. Situada al suroeste de la llanura pampeana, este territorio posee valles transversales rodeados de caldenes, médanos y llanuras.



Las prácticas productivas se enmarcan en la agroecología, cuidado del recurso hídrico en riego por goteo, cobertura verde con segados, consociaciones de cultivos, manejo integral del viñedo.



El  
en s  
C  
alan  
f  
in

En los emprendimientos los espalderos caracterizan al paisaje viñatero de la provincia. Forman un plano que se agrega a las capas en la lectura del territorio



El Río Colorado, principal eje de estructuración de la región, conduce sus aguas a embalses proveedores de energía eléctrica y a reservorios de agua que permiten el riego presurizado por goteo.

