

CARACTERIZACIÓN EDAFO CLIMÁTICA

de las regiones vitivinícolas de la Argentina

PROVINCIA DE JUJUY

Informe Final
FEBRERO 2024



CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES



Coviar

CORPORACIÓN VITIVINÍCOLA
ARGENTINA

AUTORIDADES

SECRETARIO GENERAL DEL CFI: IGNACIO LAMOTHE
GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE JUJUY: CARLOS SADIR
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

Celina Di Cenzi

Cristian Chavarini

Luciano Santoni

AGRADECEMOS LA COLABORACIÓN EN PROVINCIA:

Verónica Sato

Exequiel Bellone

Laura Flores

Francisco Corvalán

Ignacio Mesa Arzalluz

Joaquín Navarro

Adriana Caretta

Carlos Flores

Regina Aguilera

Vanesa Hidalgo

Cristian Albors

Julieta Dalmasso

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 Jujuy se estudiaron La Quebrada de Humahuaca y Valles Templados.

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 zonas vitivinícolas relevadas se definieron en acuerdo con los organismos intervinientes, las zonas alcanzadas por el trabajo fueron La Quebrada de Humahuaca y Valles Templados que abarcan 56 ha según INV, pero en terreno se relevaron y cartografiaron casi 80 ha.

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 JUJUY

La caracterización geológica de la Quebrada Purmamarca indica que el área está constituida por rocas del precámbrico superior-cámbrico inferior de Formación Puncoviscana, afloramientos de Subgrupos como el Pirgua (Cretácico superior) con suelos rojizos ricos en óxido férrico. En la margen izquierda del río Grande, también se observaron sedimentos de Formación Purmamarca y fluviales indiferenciados del Cuaternario, correspondientes a depósitos en conos aluviales y otros tantos niveles de terrazas fluviales de las Quebradas.

Entre Churcales y Uquía se observaron procesos pasados y actuales de flujos densos tipo mud Flow, bloques de cuarcitas cámbricas removidos para uso vitícola. Como material madre de Formación Puncoviscana, se encuentran cuarcitas del Grupo Mesón y lutitas del Grupo Santa Victoria.

En las terrazas cultivadas en la margen derecha del río Yacoraite, las rocas más antiguas aflorantes, son del Grupo Mesón, y sedimentos de Formaciones Maimara, Uquía y de abanicos aluviales antiguos. En la margen derecha del río Huacalera las rocas más antiguas aflorantes, son de edad precámbrica- cámbrica inferior y cámbricas del Grupo Mesón. Los sedimentos fluviales del cuaternario se encuentran en los extremos distales de los abanicos, próximos a las terrazas fluviales.

En Huichaira rocas metamórficas de Formación Puncoviscana. El Grupo Salta representado por subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara. Los sedimentos neógenos del Mio-Plioceno de las Formaciones Maimara y Uquía, con coloraciones marrones, se destacan por el contraste con los sedimentos y rocas, amarillentas, verdosas y rojizas, que caracterizan al Grupo Salta. Al Cuaternario corresponden sedimentos pleistocénicos de Formación Purmamarca.

En Maimará, las rocas más antiguas aflorantes están representadas por subgrupos Pirgua y Balbuena y sedimentos neógenos del Mio-Plioceno de Formación Uquía y cuaternarios de Formación Purmamarca. Las terrazas están formadas por sedimentos fluviales del Cuaternario indiferenciado.

En el caso de los Valles Templados se halló que el basamento rocoso está representado por rocas de edad Precámbrico superior – Cámbrico de la Formación Puncoviscana, sobre los que se disponen rocas del paleozoico inferior, cámbrico del Grupo Mesón y Santa Victoria de edad ordovícica. Los sedimentos Paleógenos corresponden a la Formación Casa Grande, los Neógenos a los Subgrupos Metan y Jujuy. El cuaternario está representado por depósitos aluviales antiguos de pie de monte y cuaternarios aluviales modernos.

En relación con el estudio de suelos, se halló que en el caso de la Quebrada son escasamente desarrollados. En general, se observan terrazas bajas de influencia fluvial y depósitos coluvio-aluviales y vías de escurrimiento, predominando suelos del Orden Entisoles, con alto porcentaje de suelo desnudo, abundantes fragmentos líticos gruesos y amplias zonas de acumulaciones de arena. Los suelos muy cercanos al alveolo del Río Grande con agua infiltrada cercana a superficie suelen ser Haplustoles fluvénticos. Gran variabilidad de texturas, pedregosidad y profundidad efectiva a lo largo de la quebrada según cercanías a los grupos de material madre, a su posición en taludes y terrazas y en función de la potencia de los aluviones que acarrearón los sedimentos en tiempos pretéritos.

Los suelos en general son de pH ligera a moderadamente alcalino a neutro, no salinos y no sódicos. Poseen contenidos medio a bajos de calcáreo total y yeso total en concentraciones medias. El viñedo en la altura en Humahuaca evidencia mayor evolución pedogenética, mayor acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial, como también altos contenidos de N Total. La capacidad de almacenaje de agua de estos suelos es buena. Los suelos en Purmamarca, son de textura mayormente franco-arenosos, calcáreo-yesosos, no salinos ni sódicos. En capas limitadas dentro del perfil, y a profundidades variables, se presenta coloración rojiza, que coincide con la composición de las arcillas del Subgrupo Pirgua, ricas en óxido férrico. Tienen bajo contenido de materia orgánica y medio de nitrógeno total. Hacia el oeste, los suelos son más profundos hasta el subsuelo pedregoso, de textura más limosa hasta el metro de profundidad, de coloración rojiza.

En el caso de los Valles Templados, los suelos son más evolucionados y fértiles. Rodeando al valle se encuentran Inceptisoles, mientras que en zonas pedemontanas de conos aluviales, suelos más desarrollados como Alfisoles y Molisoles. Asociado a vías de escurrimiento fluvial se encuentran suelos énticos. La

variabilidad textural es importante espacialmente y en profundidad, yendo desde arenosos en Monterrico a franco limosos en San Antonio. En general son suelos no salinos y no sódicos, con reserva de yeso con pH alcalino a moderadamente ácido. Contenidos medios de materia orgánica y altos en nitrógeno. Buena capacidad de almacenaje de agua. Los contenidos de calcáreo y yeso total, son bajos en general.

En cuanto al clima, se distinguen como dos regiones muy diferentes. La región de Quebradas, se presenta con un clima de altura, con elevada frecuencia de heladas y precipitaciones. Los índices bioclimáticos clásicos ubican al sector con mayor altitud (Humahuaca), al límite de las posibilidades para cultivar vid. La región de Valles Templados, con características térmicas más elevadas y menores precipitaciones, tiene sus noches templadas y la posibilidad de cultivar variedades de ciclo intermedio y largo.

Por último, el paisaje rural productivo de quebradas y valles se expresa como de recintos aislados por su imponente entorno montañoso, variedad de microambientes. Son marcados los estratos de altura en los paños de viñedo jóvenes repartidos en la hendidura de la Cordillera Oriental con rumbo norte-sur que se caracteriza por visuales enmarcadas por la montaña de colores. Los viñedos son de pequeña extensión con bordes irregulares se amoldan a los accidentes geográficos y los cursos de agua emergente en un pueblo tradicionalmente horticultor y floricultor. Los valles templados están moldeados y acotados por su orografía, paisajes verdes y frondosos, pequeñas parcelas uniformes con visuales amplias. Se observó recuperación de viñedos con historia, pueblo tabacalero y fruticultor. La cultura andina está ligada al territorio, música, pintores y poetas tienen mucha relación con la Quebrada, arraigo popular, religiosidad y Pachamama. Se destaca el vino artesanal, los vinos de altura y los emprendimientos familiares.

ESTRUCTURA DE LOS INFORMES QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE JUJUY

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 | 5 |
| RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO “CARACTERIZACIÓN DE LAS REGIONES VITIVINÍCOLAS DE ARGENTINA” | 6 |
| INTRODUCCIÓN A ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO | 7 |
| PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ESTUDIO PARA LA PROVINCIA DE JUJUY. | 10 |
| ESTRUCTURA DE LOS INFORMES QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE JUJUY | 13 |
| GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA VITIVINÍCOLA | 19 |
| I. Introducción | 20 |
| 1. Ubicación espacial de la región a analizar | 20 |
| 2. Bases de datos | 20 |
| 2.1. Estaciones Meteorológicas (EM) | 21 |
| 2.2. Bases de datos modelizadas (CRUTEM4) | 23 |
| 2.3. Utilización de métodos indirectos para la obtención información de horas de frío | 24 |
| 2.4. Validación de información meteorológica hallada. | 25 |
| 3. Cálculos de parámetros climáticos | 27 |
| 4. Cálculo de Índices Bioclimáticos para el cultivo de vid | 28 |
| 4.1. Información final consolidada | 32 |
| 5. Tratamiento estadístico | 33 |
| 6. Conclusiones y recomendaciones | 34 |
| II. Bibliografía..... | 35 |
| III. ANEXO 1 Ejemplos de tablas finales | 39 |
| IV. ANEXO 2 Resolución OIV-VITI 423-2012 | 41 |
| V. ANEXO 3 Guía metodológica para la confección de mapas en el estudio de caracterización climática | 68 |
| GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA DE REGIONES VITIVINÍCOLAS | 90 |

| | | |
|------|---|-----|
| I. | INTRODUCCIÓN..... | 91 |
| II. | ASPECTOS GENERALES | 91 |
| 1. | Antecedentes: | 91 |
| 2. | Ubicación del contexto geográfico: | 91 |
| 3. | Características físico-naturales generales: | 92 |
| 4. | Características hidrológicas e hidroegeológicas: | 92 |
| | METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO | 92 |
| 1. | Relevamiento de información geológica | 92 |
| 2. | Estudios geomorfológicos y análisis del paisaje | 93 |
| 3. | Estudios crono-estratigráficos | 93 |
| 4. | Relevamiento y revisión en terreno | 93 |
| 6. | Estudios estratigráficos (facies) | 93 |
| 7. | Obtención y análisis de índices morfométricos | 94 |
| 8. | Elaboración de mapas geológicos y geomorfológicos | 95 |
| III. | METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO EDAFOLÓGICO..... | 95 |
| 1. | Antecedentes | 95 |
| 2. | Selección de sitios de estudio | 95 |
| 3. | Realización de calicatas y minipits | 96 |
| 4. | Descripción morfológica de los perfiles de suelo y del paisaje y características externas. | 96 |
| 5. | Análisis físico-químico en Laboratorio | 96 |
| 6. | Clasificación taxonómica y Utilitaria | 97 |
| 7. | Elaboración de fichas descriptivas de los perfiles modales | 97 |
| 8. | Mapeo Digital de Suelos | 98 |
| 9. | Elaboración de mapas temáticos | 98 |
| IV. | Consideraciones finales: | 98 |
| V. | BIBLIOGRAFÍA..... | 100 |
| | GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE VITIVINÍCOLA CON CRITERIO PAISAJÍSTICO..... | 102 |
| VI. | Introducción..... | 103 |
| 1. | Etapa 1: recopilación de datos | 103 |
| 1.1. | Datos por imágenes | 103 |
| 1.2. | Exploración del universo de la vitivinicultura | 104 |

| | |
|--|-----|
| 1.3. Registro por referentes y otros actores | 104 |
| 2. Etapa 2: análisis del material relevado | 105 |
| 3. Etapa 3: interpretación y valoración | 105 |
| 4. Etapa 4: presentación del producto final | 106 |
| VII. Anexo 1: Guía para la captura de imágenes | 107 |
| 1. Etapa 1. Caracterización por imágenes | 107 |
| 2. Etapa 2: exploración del universo de la vitivinicultura | 111 |
| Etapa 3: análisis del material relevado..... | 111 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA..... | 1 |
| INTEGRACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN DE BASES DE DATOS, INFORMACIÓN Y MAPAS EN REPOSITORIO | 2 |
| Introducción..... | 3 |
| 1. Diseño metodológico para la integración y homogeneización de datos espaciales | 4 |
| 2. Estandarización, normalización y publicación de información territorial | 5 |
| 3. Catálogo de Objetos Espaciales | 12 |
| 4. Configuración y puesta en funcionamiento del portal cartográfico web | 14 |

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. | 22 |
| Figura 2: Grilla CRUTEM4 con medio grado de resolución. Captura de imagen extraída de Google Earth | 24 |
| Figura 3: Ejemplo de aplicación de la Método Simplificado para la estimación agroclimática de “Horas de Frio” anuales, Bustos (1998). | 25 |
| Figura 4: Climograma para el Oasis Río Mendoza, Provincia de Mendoza | 34 |
| Figura 5: Agrupamiento de zonas vitícolas en función de IFN en el análisis de componentes principales..... | 34 |
| Tabla 5: Promedios mensuales (a) y anuales (b) de parámetros climáticos de las diversas estaciones meteorológicas analizadas..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Tabla 6: Valores promedio de los diferentes índices bioclimáticos para la vid para cada estación meteorológica analizada. | 39 |
| Figura 6: Tabla de Metadatos. Elaboración propia..... | 7 |
| Figura 7: Organización de imágenes ráster. Elaboración propia..... | 8 |
| Figura 8: Organización de capas vectoriales. Elaboración propia..... | 8 |
| Figura 9: Ejemplo de capa vectorial trabajada | 10 |
| Figura 10: Ejemplo de imagen ráster trabajada (elaboración propia)..... | 11 |
| Figura 11: Niveles de detalles en publicación de imágenes ráster (elaboración propia) | 12 |
| Figura 12: Ejemplo de carga de Datos Espaciales para el Oasis Río Mendoza (elaboración propia) | 13 |
| Figura 12: Catálogo de Objetos Espaciales (elaboración propia)..... | 14 |
| Figura 13: Tabla de metadatos en portal cartográfico web (elaboración propia)... | 15 |
| Figura 14: Capas del mapa base (elaboración propia)..... | 15 |
| Figura 15: Aplicativo cartográfico web ejemplo (elaboración propia) | 18 |
| Figura 16: Instructivo de uso (elaboración propia) | 19 |
| Figura 17: Repositorio para la descarga de mapas (elaboración propia) | 20 |
| Figura 18: Accesos a repositorio de cada provincia en ventana intermedia (elaboración propia) | 20 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944). | 29 |
| Tabla 2: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo con sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983). | 30 |
| Tabla 3: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004). | 31 |
| Tabla 4: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13). | 32 |
| Tabla 7: Fichado modelo sugerido para cada locación (Elaboración propia). | 111 |
| Tabla 8: Variables publicadas por provincia y estudio..... | 5 |
| Tabla 9: Funciones pre configuradas del visualizador (elaboración propia)..... | 17 |

Tabla 10: Widgets creados para visualizadores cartográficos (elaboración propia)
..... 17

**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.

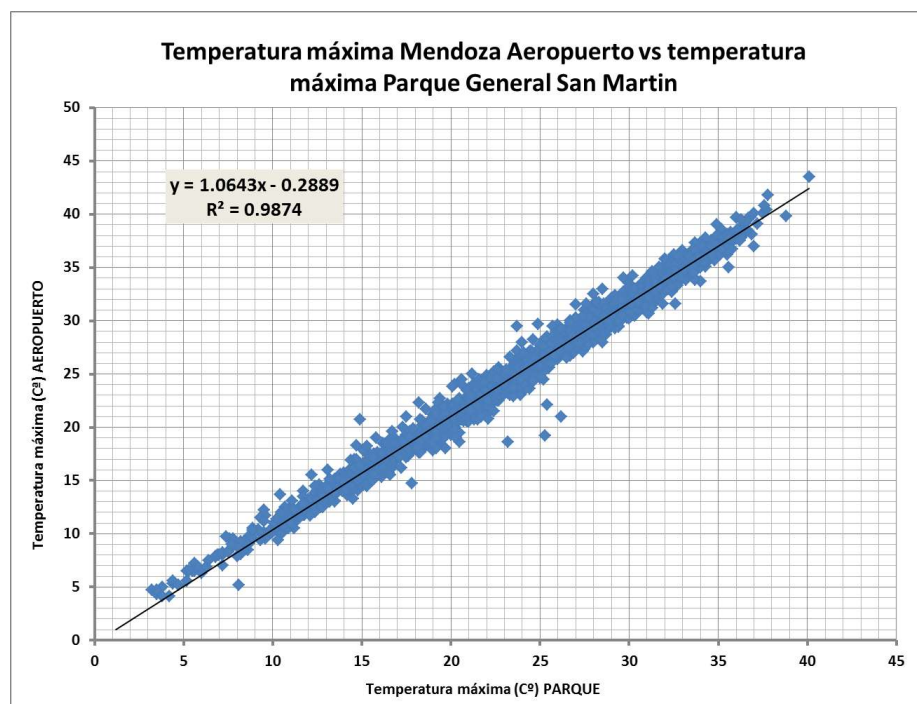


Figura 1: Ejemplo de cotejo de bases de datos con estación de referencia del SMN, con buena correlación. Elaboración propia en base a información del SMN.

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 diurno 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 Frío” 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 Frío” 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:

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

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:

$$TB13 = \sum_{\text{Día } T_{013}}^{\text{Día } T_{m13}} (T_{md} - 13^{\circ}\text{C})$$

donde T_{md} 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).

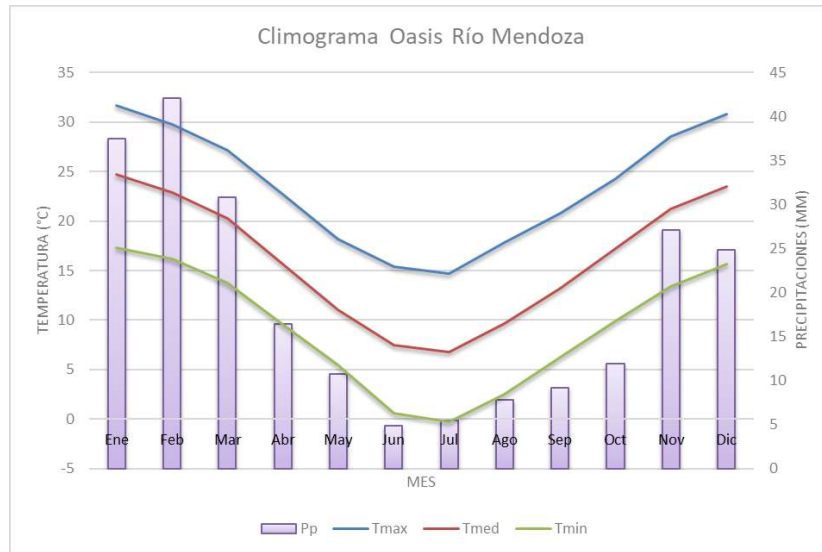


Figura 4: Climograma para el Oasis Río Mendoza, Provincia de Mendoza

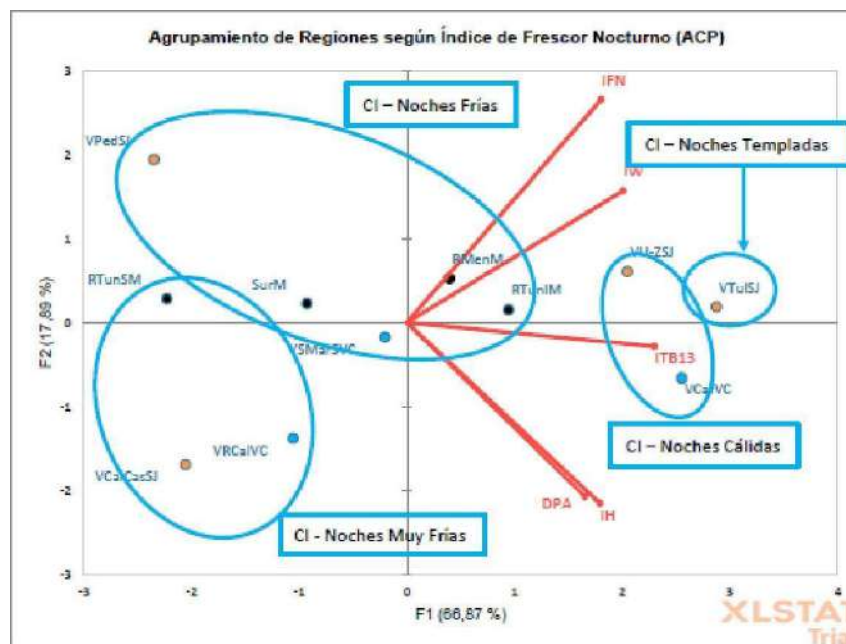


Figura 5: Agrupamiento de zonas vitícolas en función de IFN en el análisis de componentes principales

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

LINEAS 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

Etapas: 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 cm² 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:

| Objetivo de la zonificación o criterio de análisis | Datos climáticos e índices bioclimáticos adaptados a los objetivos de la zonificación | Tiempo requerido |
|---|--|-------------------------|
| <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 ₀ , AMP., MIN, ITE, AvGST | Mes, día, hora |
| <i>Gestión del agua</i> | BH, PT (periodo vegetativo), ET ₀ | 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</i> | V | Día, hora |

| | | |
|--------|--|--|
| viento | | |
|--------|--|--|

SIGLAS UTILIZADAS: AvGST: temperatura media durante el período vegetativo; BH: balance hídrico; DH: duración de la humectación; ET₀: 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 Aauri, 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^a y 1986b). 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]); $T_{\text{min.}}$: temperatura mínima [°C]; $T_{\text{máx.}}$: 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).

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

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.

$$HI = k \times \sum HDD$$

(4)

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

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 diaria 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 intercepción 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 norte | Abril | Mayo | Junio a septiembre |
| 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 ¹⁴C-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>).

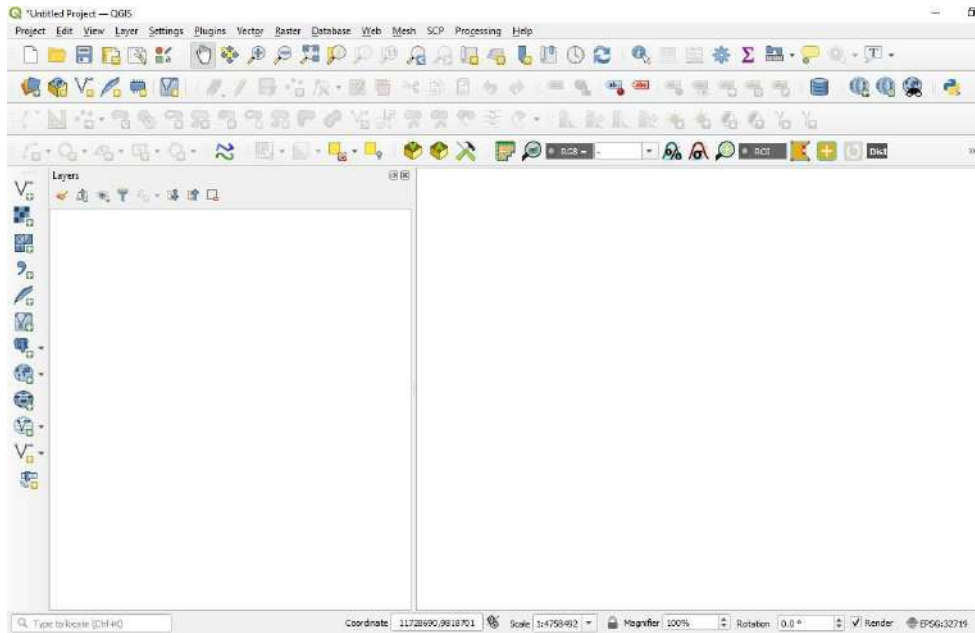
Para la georeferenciación se crea un archivo extensión.csv (Ej. ESTACIONES METEOROLÓGICAS.csv), que contiene diferentes columnas, tales como: “NOMBRE DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA”, y las coordenadas X e Y, (en este caso WGS 84/UTM Zona 19S, EPSG: 32719 y EPSG: 4326). En algunos casos, se tuvo que convertir 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.

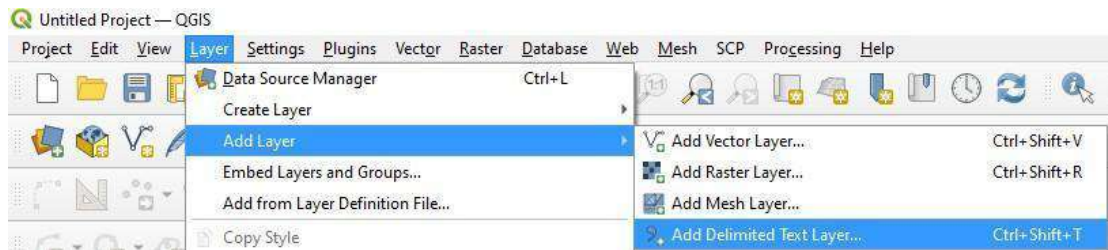
Ejemplo de cómo se verá el archivo de las estaciones meteorológicas

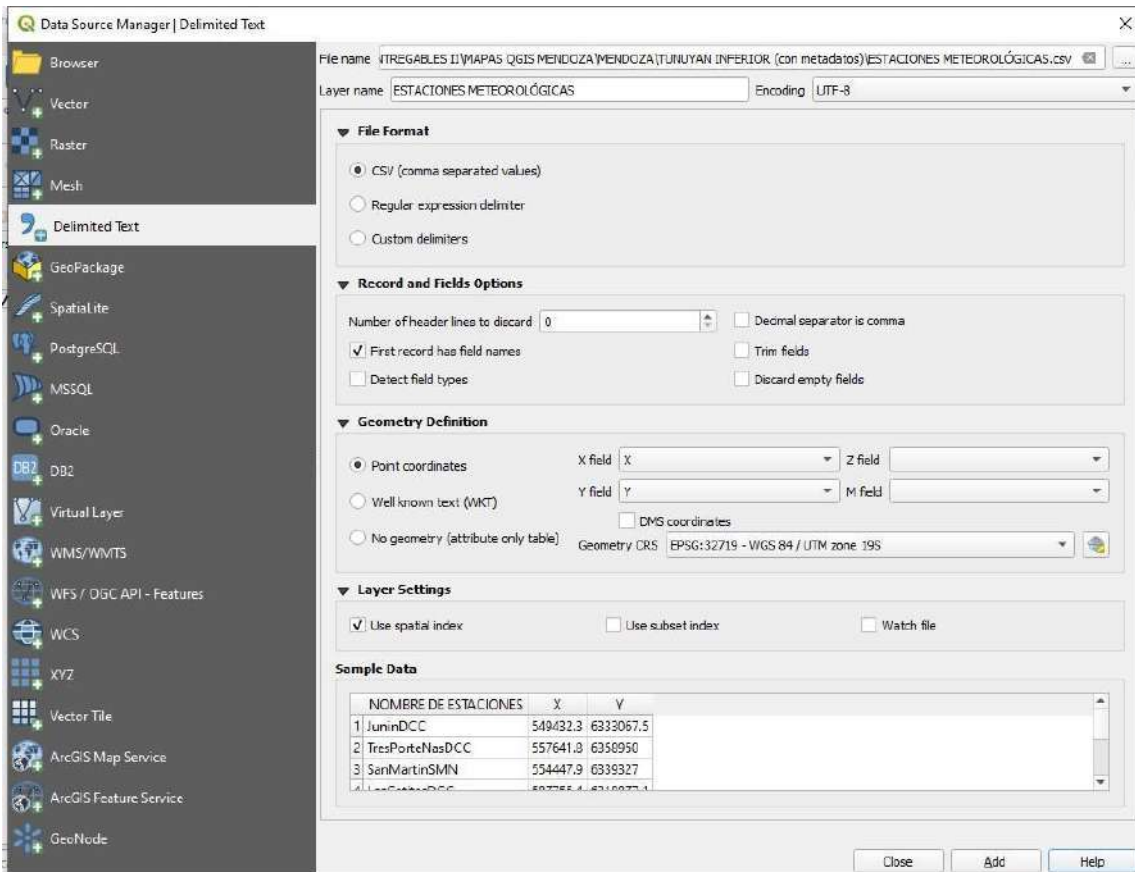
| NOMBRE DE ESTACIONES | X | Y |
|-----------------------------|----------|-----------|
| JuninDCC | 549432.3 | 6333067.5 |
| TresPorteNasDCC | 557641.8 | 6358950 |
| SanMartinSMN | 554447.9 | 6339327 |
| LasCatitasDCC | 587755.4 | 6318877.1 |
| LosCampamentosDCC | 551639.3 | 6319729 |
| MontecaserosDCC | 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.



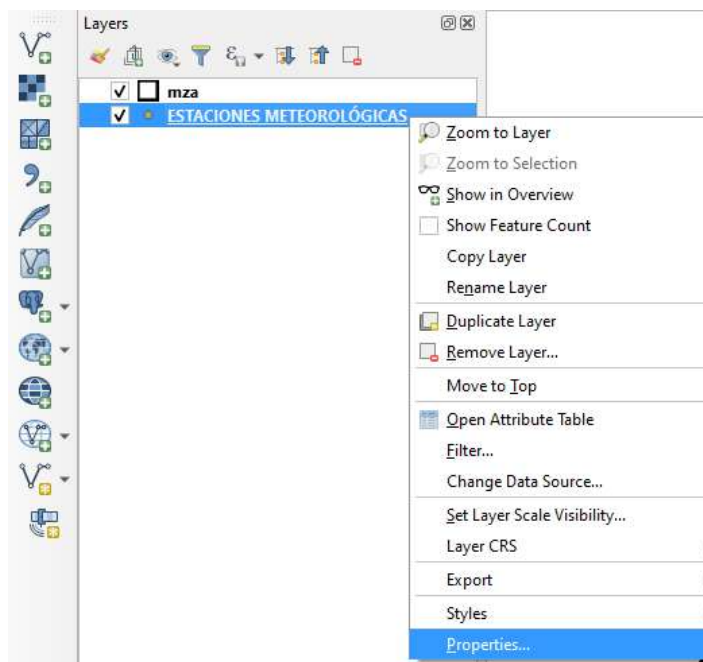
4. Luego se carga el archivo .csv generado de las estaciones meteorológicas y se convierte en un archivo de puntos.



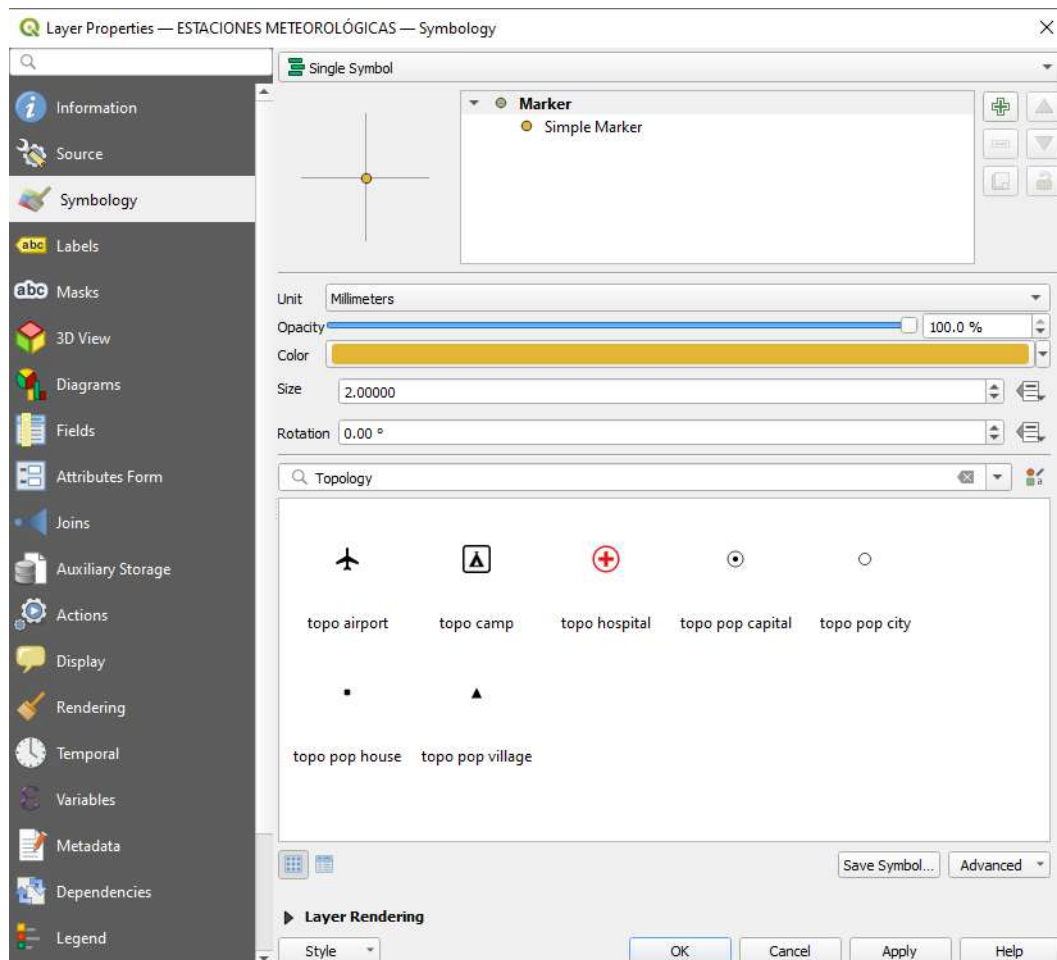


Tal como lo muestra la imagen, se tildan los casilleros de: formato del archivo CSV. Se indica que la primera fila del archivo contiene el nombre de las columnas y en el apartado de “Definición Geométrica” se indican las coordenadas X e Y. Además se define el SRC. Al hacer *click* en “agregar” se visualizan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

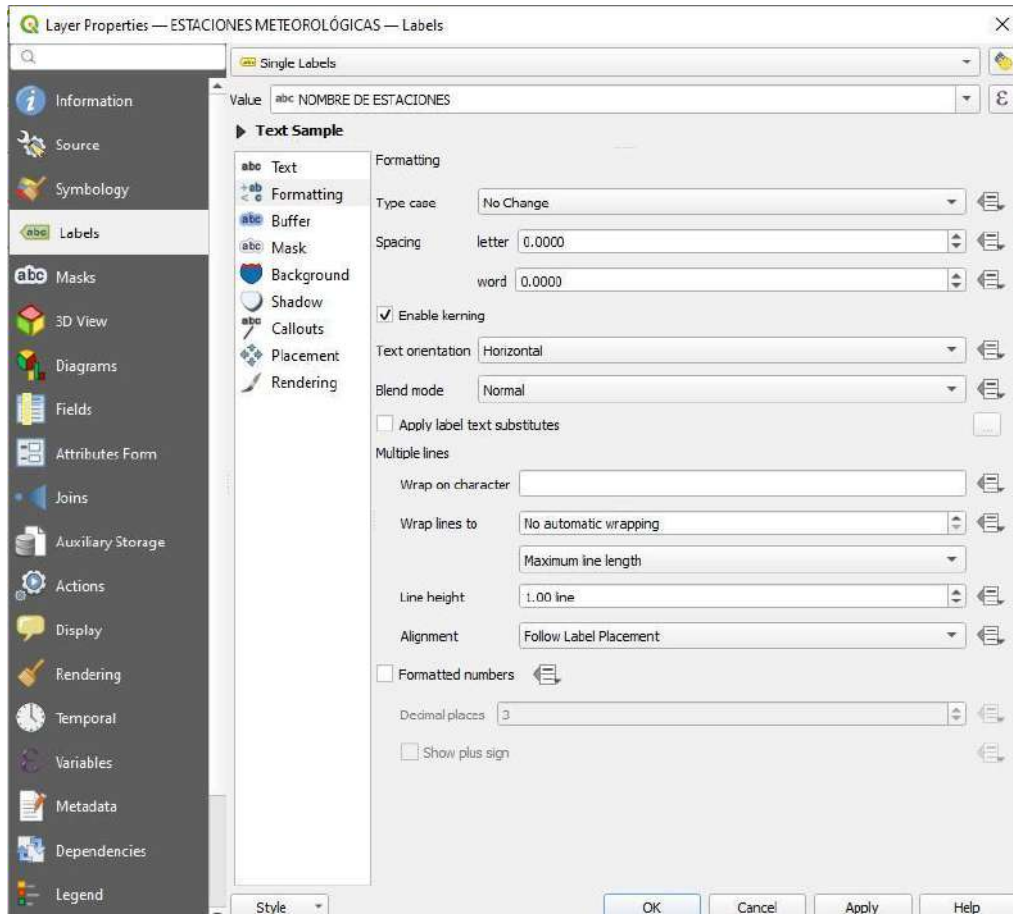
pueden cambiar las propiedades de los puntos (color, tamaño, nombre de la



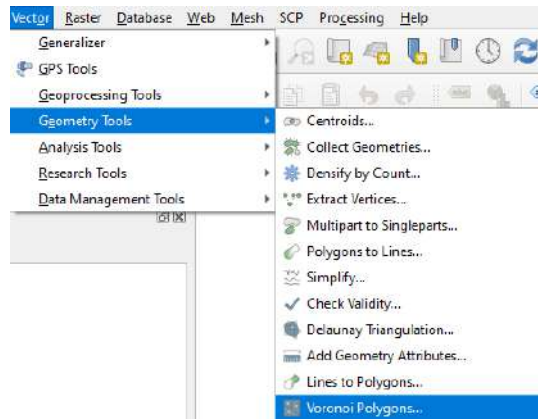
estaciones, etc.) haciendo *click* derecho sobre la capa creada en la lista de capas.



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.

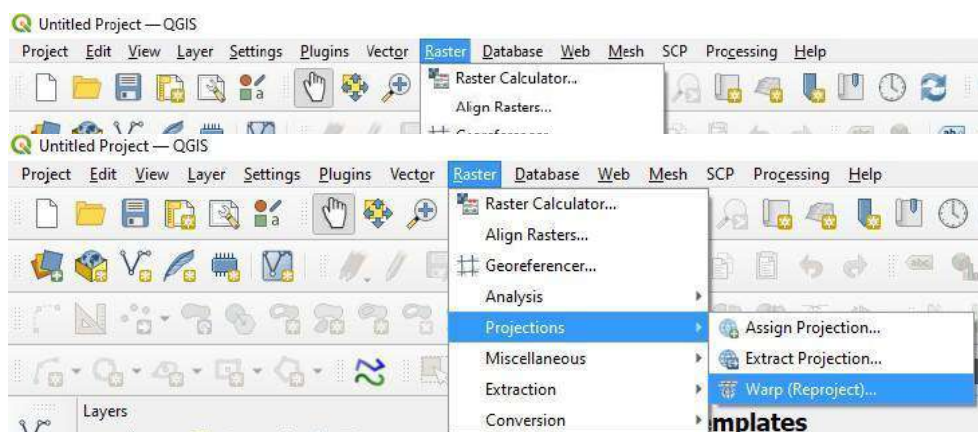


PRE PROCESAMIENTO QGIS

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>).

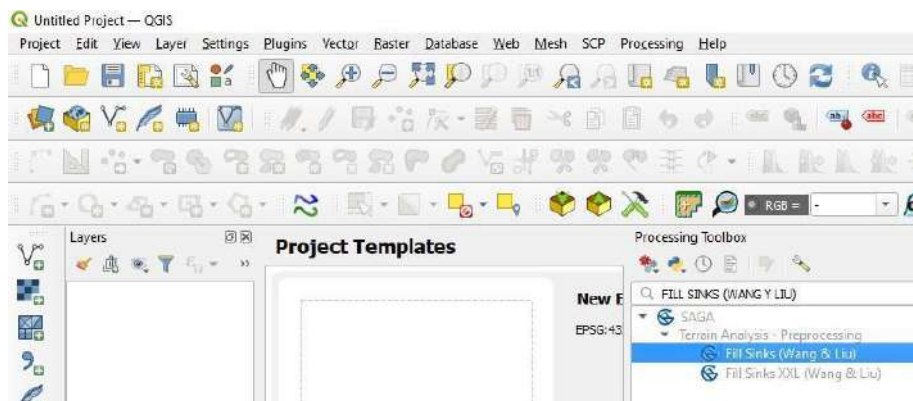
7. Antes de utilizar el MDE descargado, se realiza un pre procesamiento en QGIS.

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.

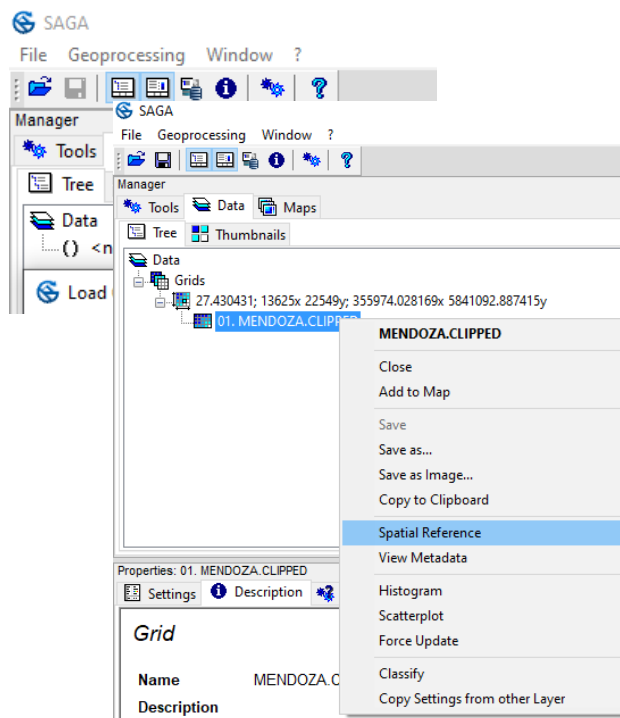


9. En el programa SAGA versión 7.8.2, se realiza la interpolación por oasis de cada parámetro por separado, para no generar errores debido a la distancia entre la fuente de datos, es decir estaciones meteorológicas(<https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html>)

PROCESAMIENTO EN SAGA

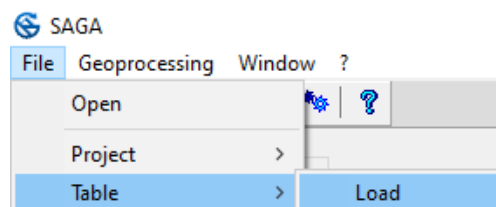
10. Se carga el DEM procesado en QGIS, como archivo GRID, con extensión

.tif).

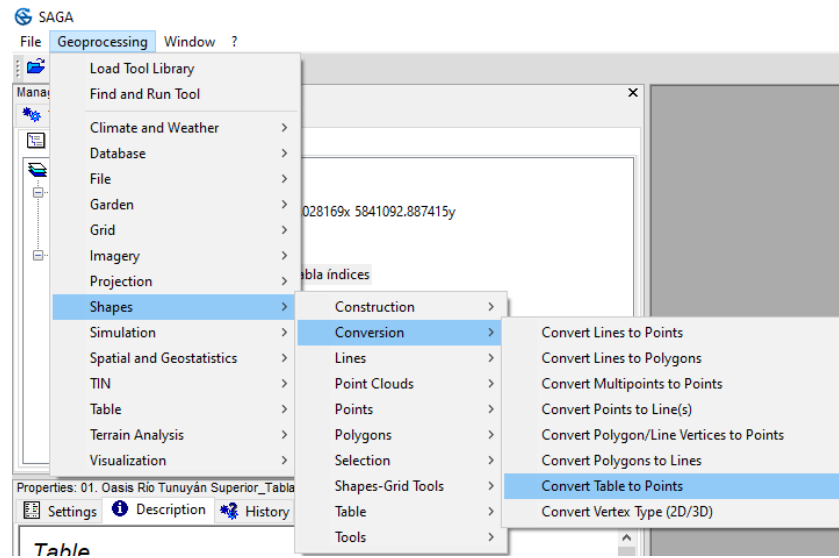


Se define el sistema de coordenadas utilizado WGS 84/UTM zona 19S (EPSG: 32719 o EPSG: 4326) para todos los proyectos.

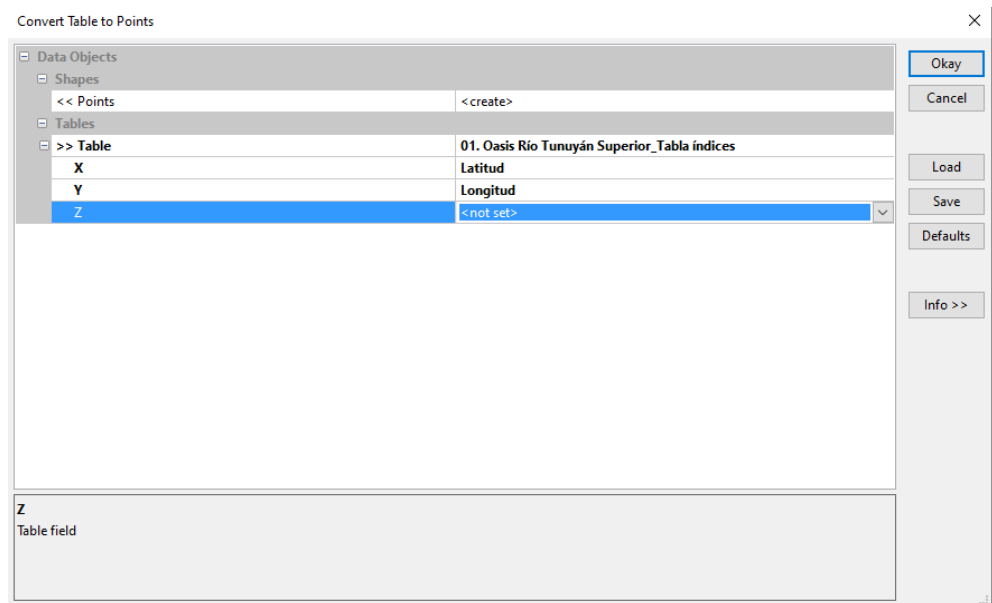
11. Se carga la tabla que posee la información de las estaciones meteorológicas (la ubicación de cada una y la información de los parámetros a interpolar). La extensión debe ser .csv, y la separación de los decimales es por punto “.” Y no por coma “,”.



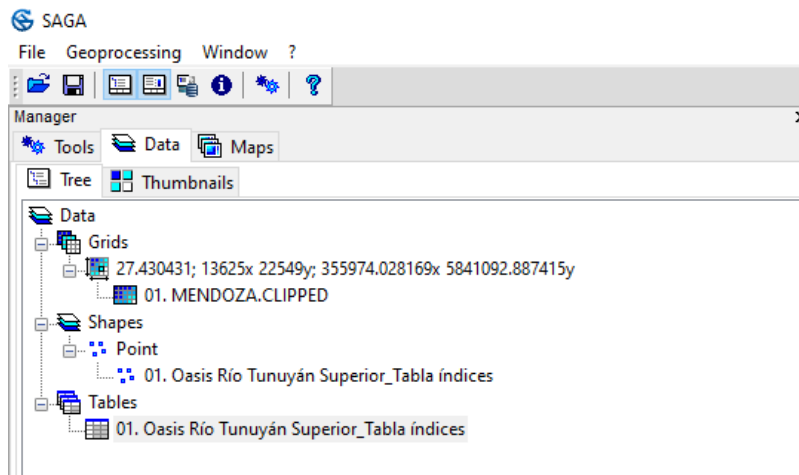
12. Luego se convierten los datos de la tabla en puntos ubicados en el mapa.



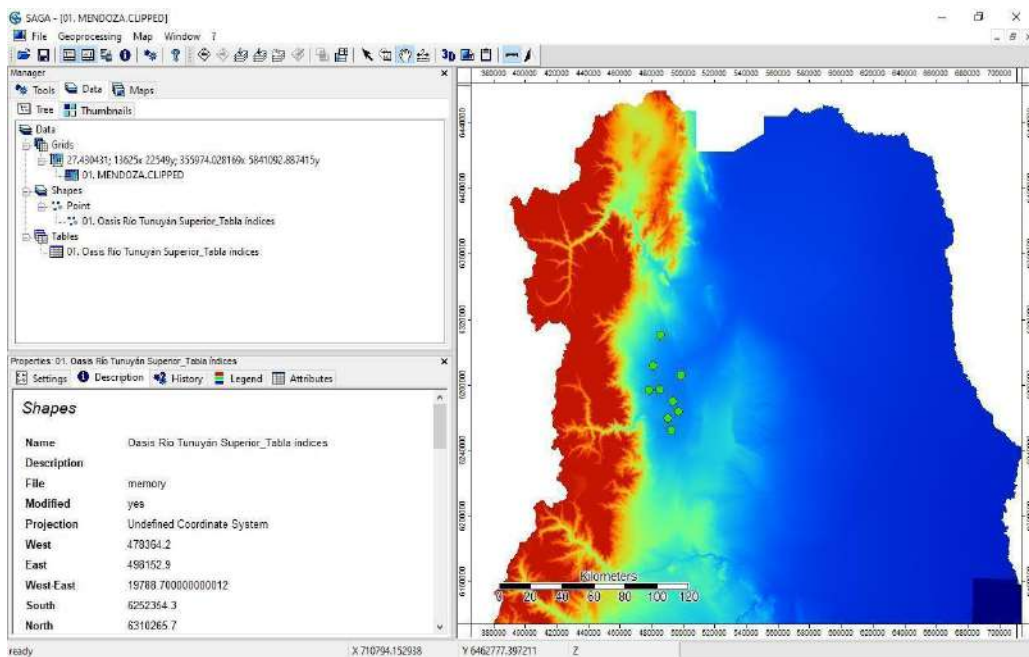
13. A continuación se define la tabla a convertir, las columnas correspondientes a los valores “X” e “Y”, y el atributo o parametro a interpolar “Z” El resto de los casilleros quedan sin modificar.

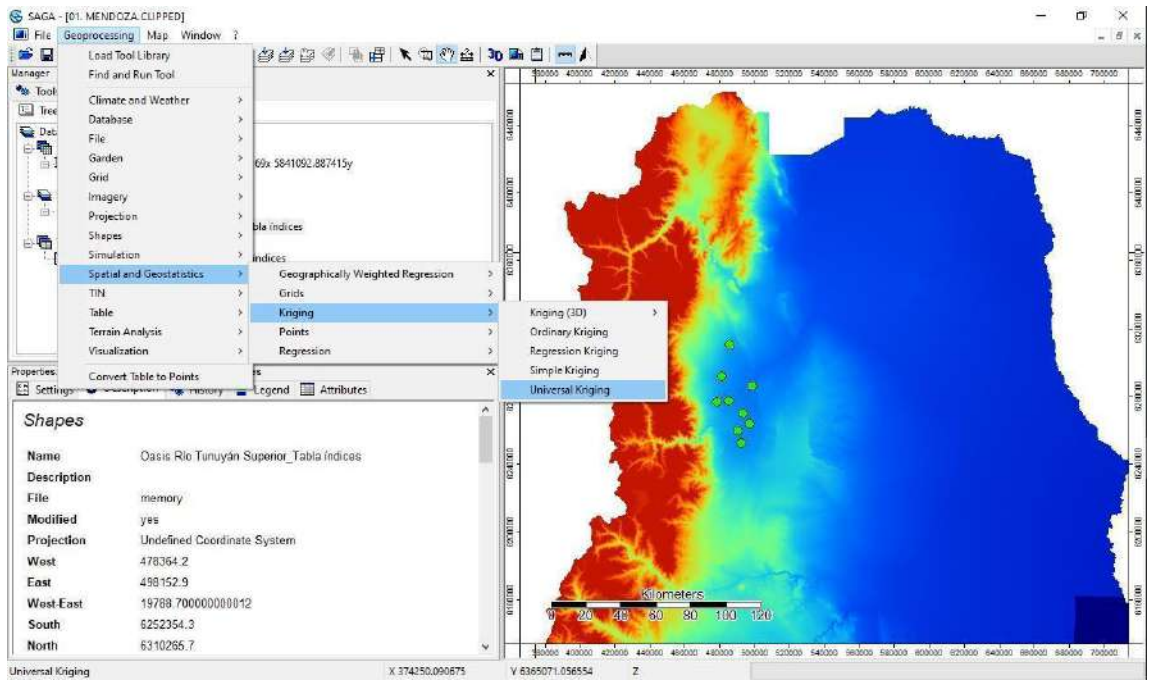


14. Todos los archivos mencionados quedan visibles en el *Data Tree*.



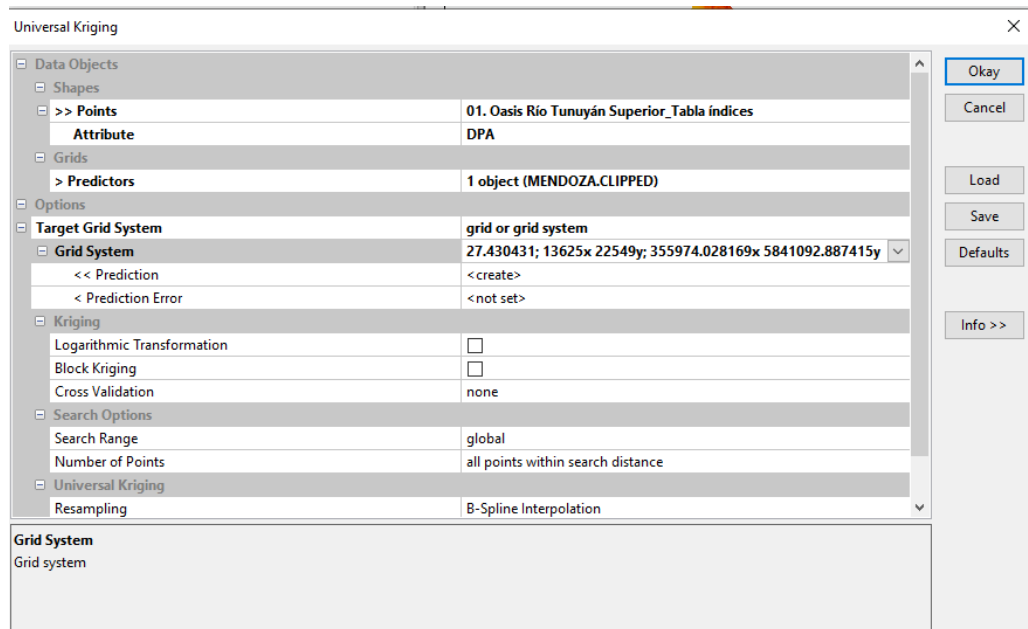
15. Para comprobar que los se ubiquen dentro del DEM, se pueden visualizar haciendo *click* en el .tif y luego en él .shp de puntos.

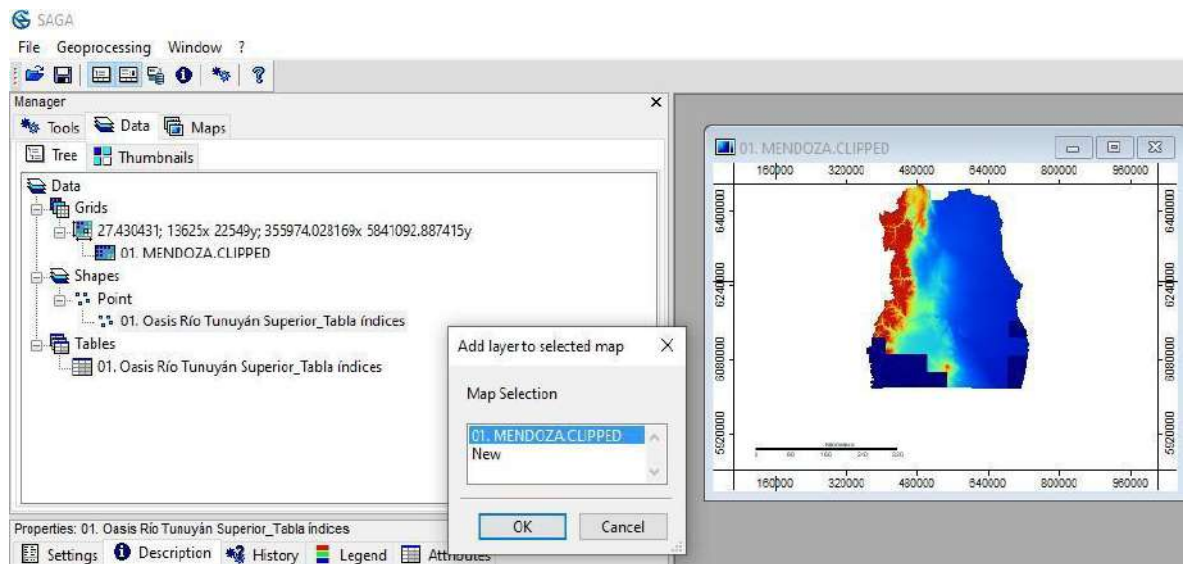




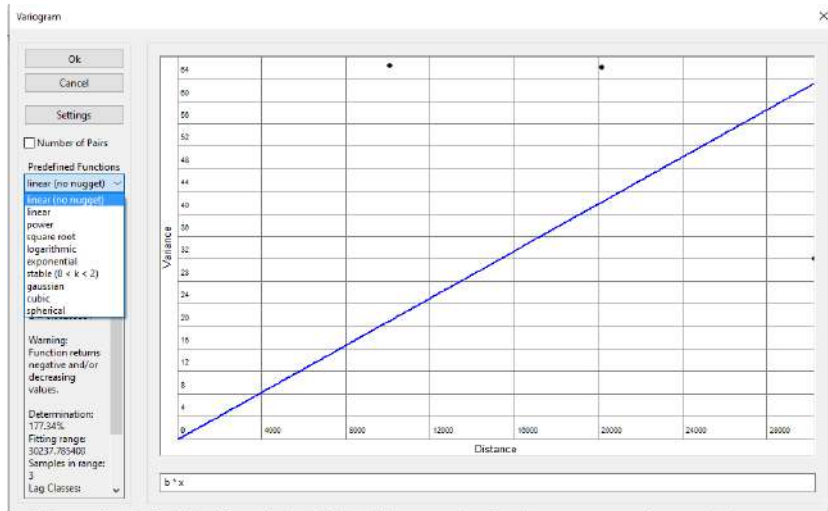
16. Se utiliza el modelo *Universal Kriging* para los parámetros que involucran a la temperatura o la utilizan para su cálculo. Se utiliza como co- variable el DEM procesado, ya que se considera que la altura del terreno es una variable importante a tener en cuenta en estos casos.

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.



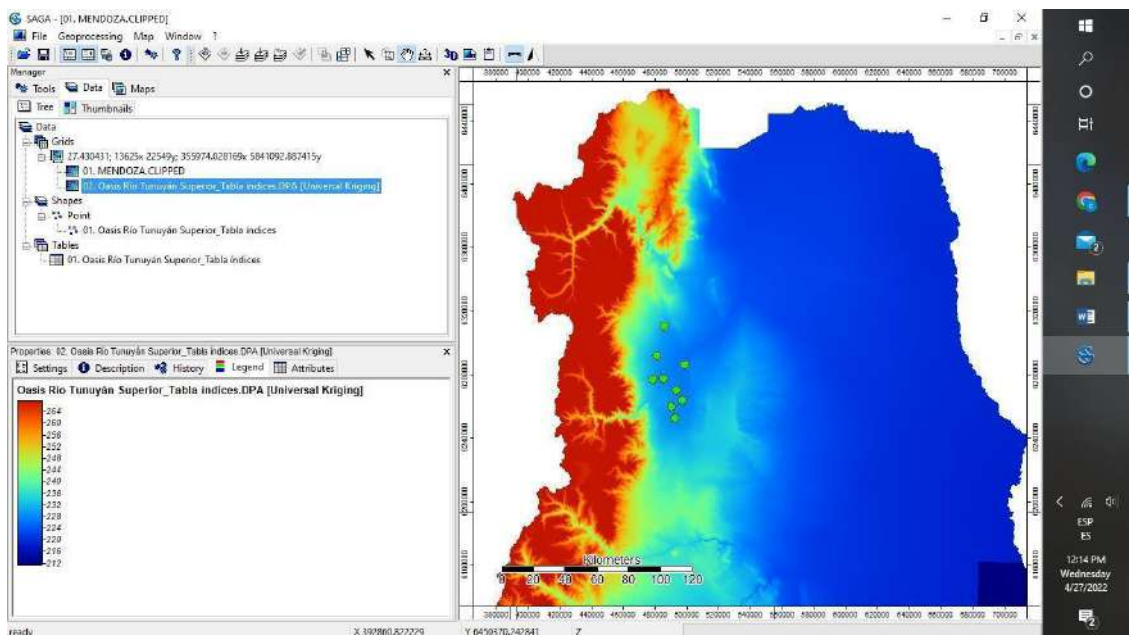


18. A continuación se muestra el “Variaograma”, en donde se debe definir la función que se usa en la interpolación. Se debe tener la precaución y evitar generar una interpolación errónea.

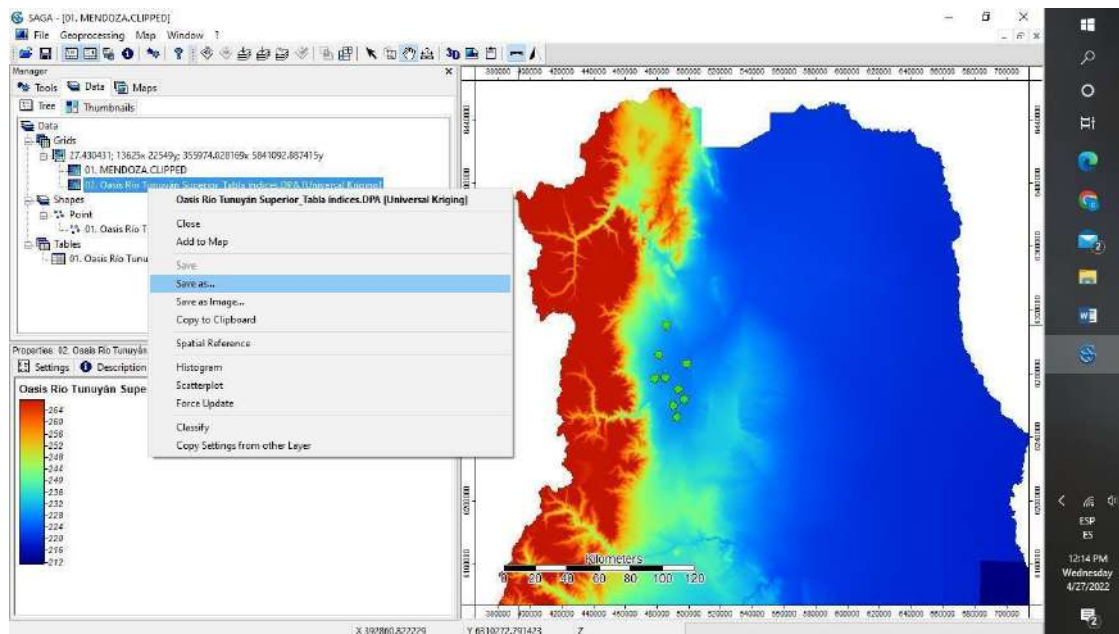
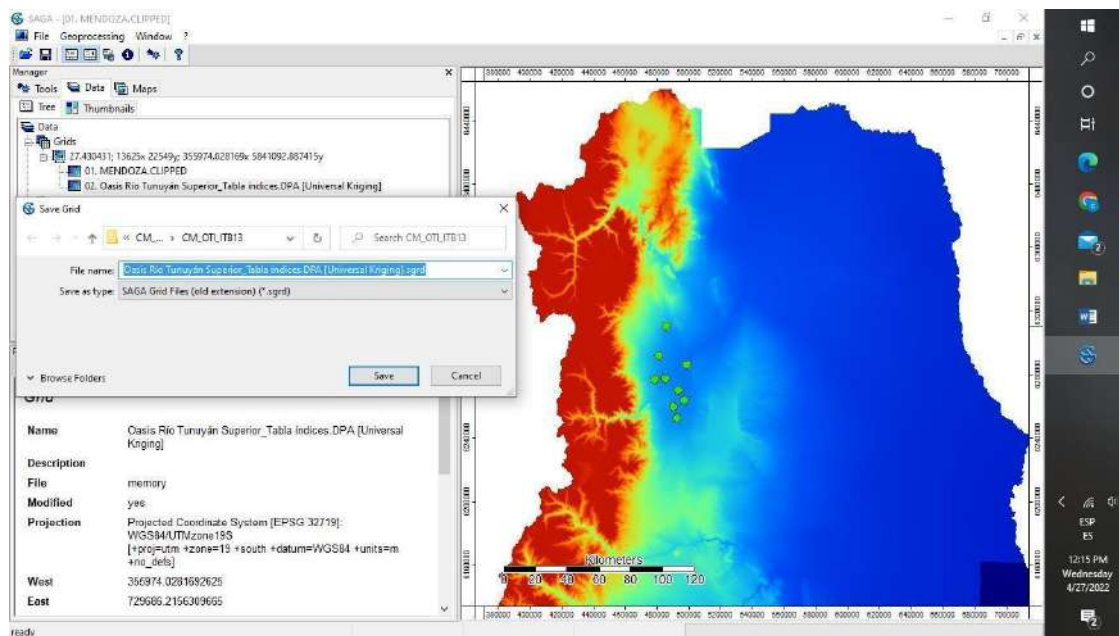


Este proceso puede demorar unos momentos, depende de la capacidad de procesamiento de la computadora.

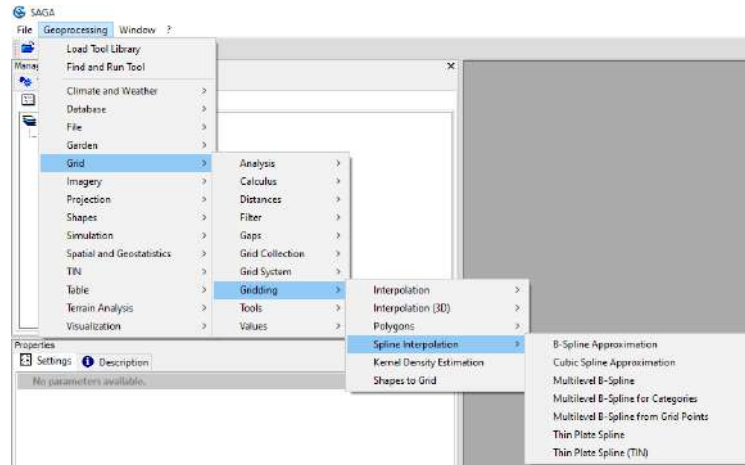
19. Se obtiene el raster de la interpolación y es posible consultar sus características, como por ejemplo la escala de la misma.



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.

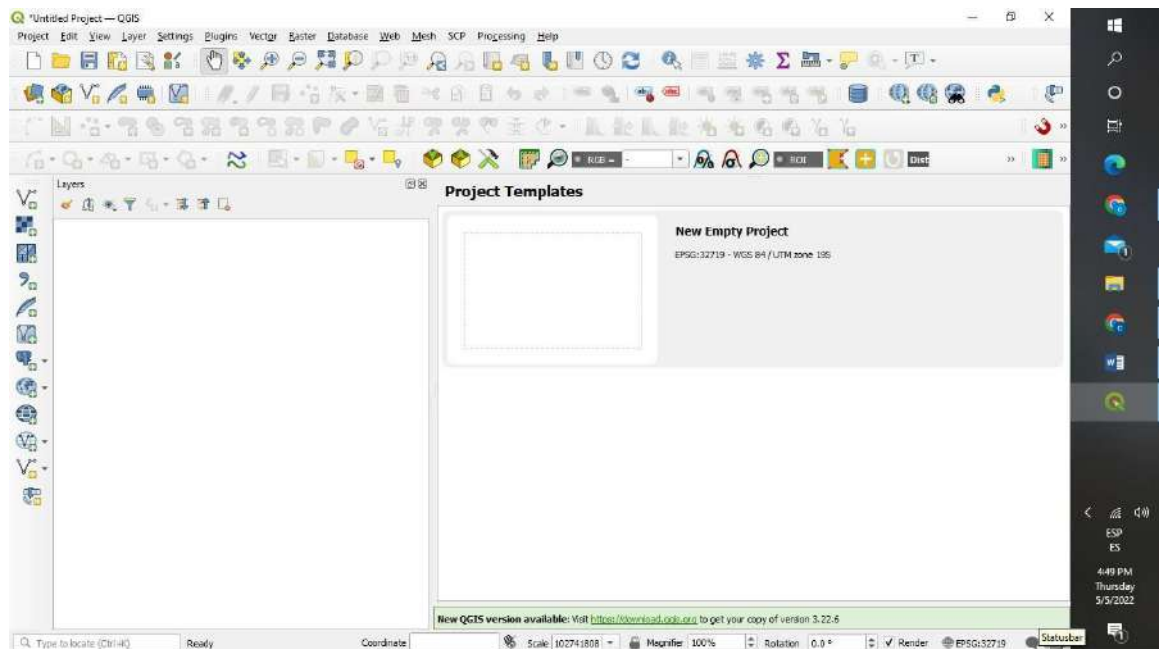


21. En el caso de ser conveniente, se utilizan los siguientes modelos de interpolación: *Spline* y *Multilevel B Spline* para los parámetros que no involucran las temperaturas, ya que en el cálculo no se utilizan Co-variable.

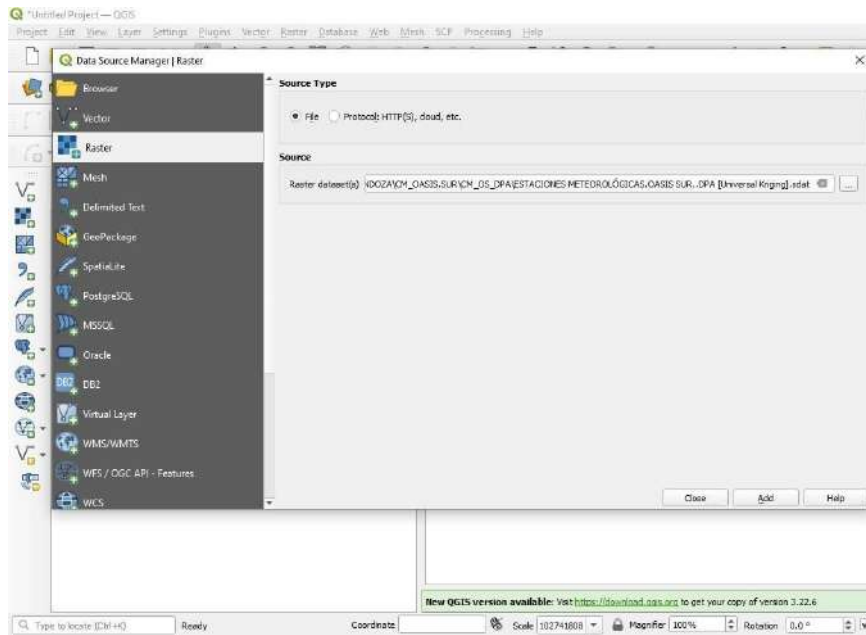


ARMADO DE PROYECTOS EN QGIS

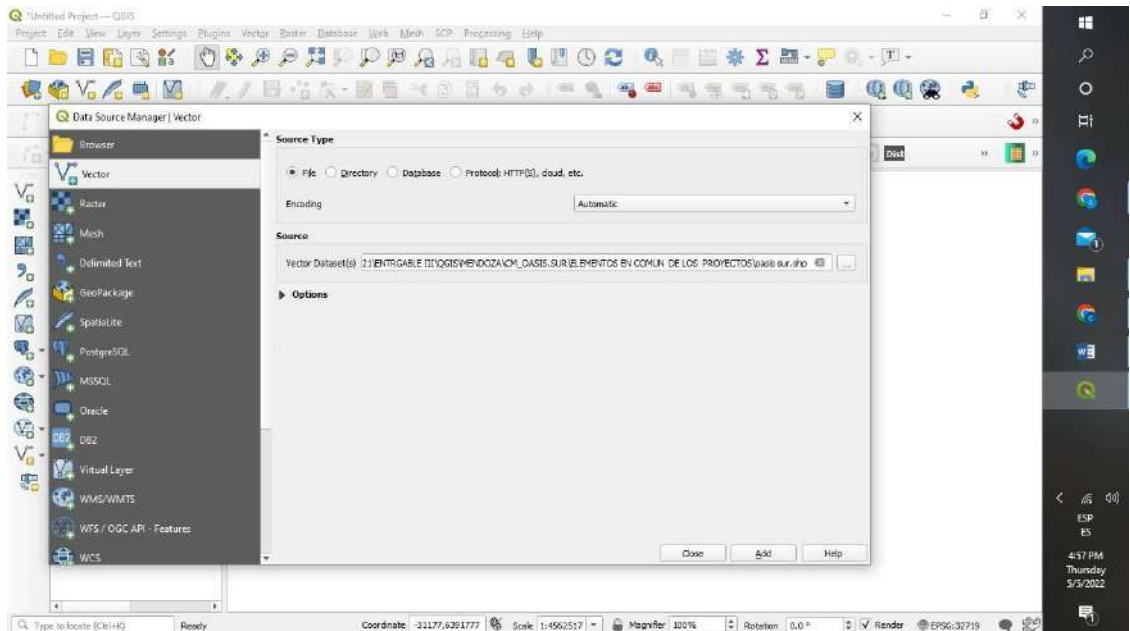
22. Se define el SRC del proyecto.



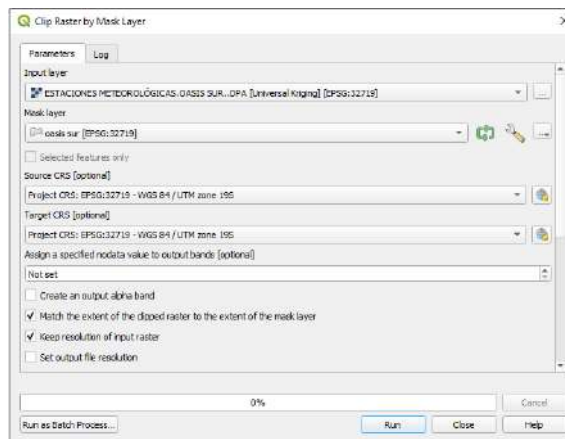
23. Se realiza la carga de los archivos *raster* (generados en SAGA) en el programa QGIS (Versión 3.16.10) con la extensión. *sdat*.



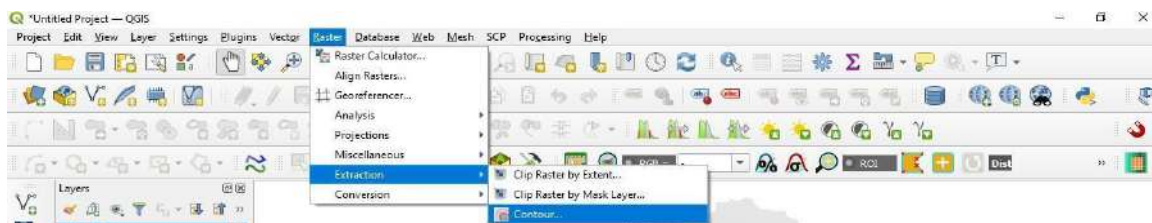
24. Se carga el área de estudio con extensión .shp

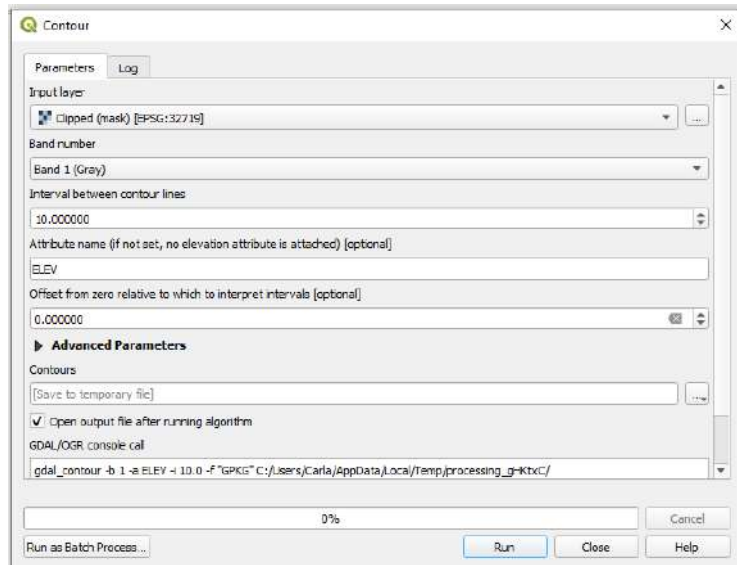


25. El *raster* generado se recorta por la extensión de cada una de las áreas de estudio. Este paso sirve para procesar sólo la zona de estudio y que dicho procesamiento sea más ágil.



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.

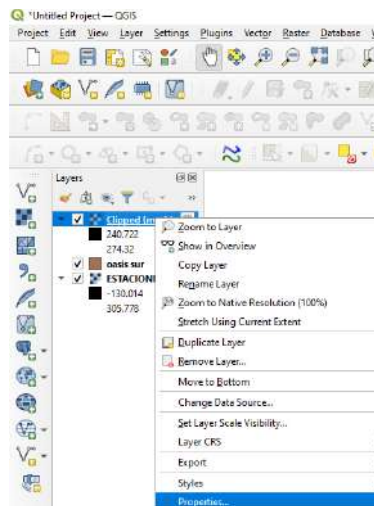


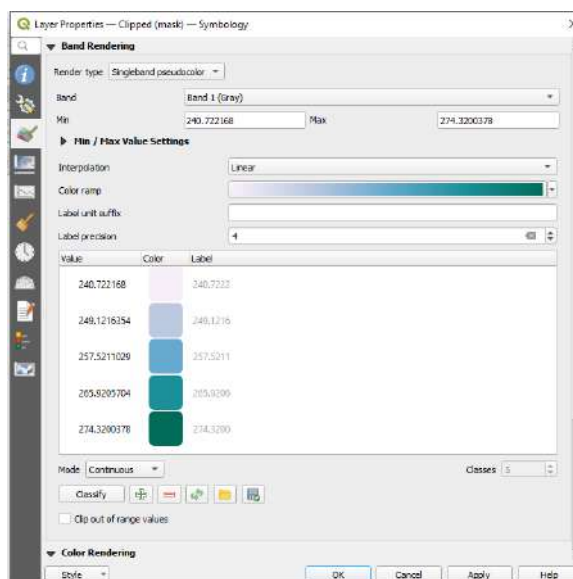
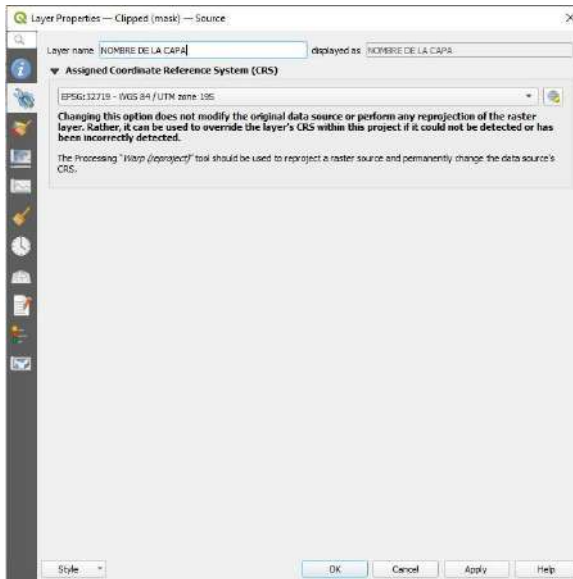


26. Las isolíneas se guardan con una extensión Shp. (TENER EN CUENTA QUE SE GENERAN ARCHIVOS TEMPORALES Y ESTOS DEBEN SER GUARDADOS, PARA QUE UNA VEZ EDITADOS ESTOS CAMBIOS NO SE PIERDAN).



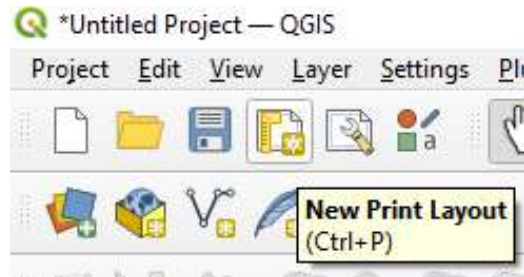
27. Se realiza la clasificación colorimétrica de los *raster* (teniendo en cuenta valores máximos, mínimos obtenidos en las Isolíneas y bandas de colores representativas para cada parámetro), cambio del nombre que se visualiza y SRC.



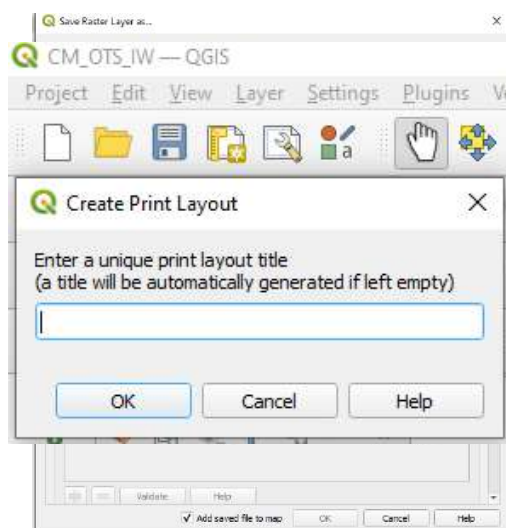


28. Los raster se guardan con una extensión GeoTiff.

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.

Identidades 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).

| | |
|--|---|
| 1.DESCRPTORES HISTÓRICOS CULTURALES | Recursos culturales históricos |
| 2.DESCRPTORES ESTRUCTURALES | 1.INFRAESTRUCTURA MARRÓN: suelo, orografía |

| | |
|--|--|
| | 2. INFRAESTRUCTURA AZUL: agua |
| | 3. INFRAESTRUCTURA GRIS: elementos antrópicos, bodegas, casas, construcciones, red de infraestructura |
| | 4. INFRAESTRUCTURA VERDE: Vegetación nativa, frutales, viñedos, arbolado. |
| 3.RELACIONES FUNCIONALES DE SUS COMPONENTES | Patrones de composición |
| 4.RELACIONES FORMALES Y ESTÉTICAS | Caracterización del paisaje en función de los colores, diversidad, forma, proporciones, escala, textura, materialidad de los elementos que lo conforman. |

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 con 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 Jujuy y publicaron las siguientes variables de suelos y clima:

Tabla 8: Variables publicadas por provincia y estudio

| Provincia de Jujuy | |
|--|---|
| Variables edafológicas | Variables climáticas |
| 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 Salinidad 50-100 cm pH 0-50 cm pH 50-100 cm | Índice de Huglin Integral térmica con base 13°C Índice de Winkler |
|--|---|

Elaboración propia.

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 |
| | | | Fecha de creación | 21/06/22 |
| | | | Fecha de publicación | |
| | | Fecha de revisión | | |
| | | CONTACTO | Nombre del individuo | CARLA AGUSTINA PAPPALARDO |
| | Nombre de la organización | | END | |
| | Nombre del cargo del individuo | | CONSULTOR DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EXTENDIDOS "PEC" | |
| | Rol del individuo | | Creador | |
| | Correo electrónico | | carlapappalardo@gmail.com | |
| | | Teléfono de contacto | 54 261 3624190 | |
| | DETALLE | DESCRIPCION | 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 CUAL ES EL VALOR DE LA TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril) EN CADA PUNTO DE EL OASIS TUNUYAN SUPERIOR |
| | | | Créditos | Ing. Agr. Julieta Dalmasso, Ing. Agr. Martin Cavagnaro |
| | | ESTADO DEL RECURSO | Estado | Completado |
| | | REPRESENTACION | Tipo de representación espacial | Cuadrícula |
| PALABRAS CLAVES | TEMA | Categoría del tema | CIENCIA ATMOSFERICA, GEO CIENTIFICO | |
| | ETIQUETAS | Etiquetas del recurso | RASTER TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA | |
| MANTENIMIENTO | MANTENIMIENTO DEL RECURSO | Frecuencia de actualización | Según necesidad | |
| RESTRICCIONES | RESTRICCIONES DEL RECURSO | General | | |
| | | Legal | | |
| | | Seguridad | | |
| REFERENCIA | REFERENCIA ESPACIAL | REFERENCIA ESPACIAL UTILIZADA | 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.

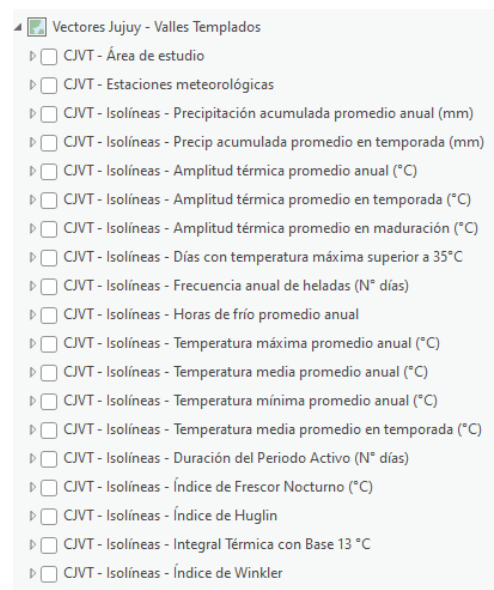


Figura 8: Organización de capas vectoriales. Elaboración propia

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

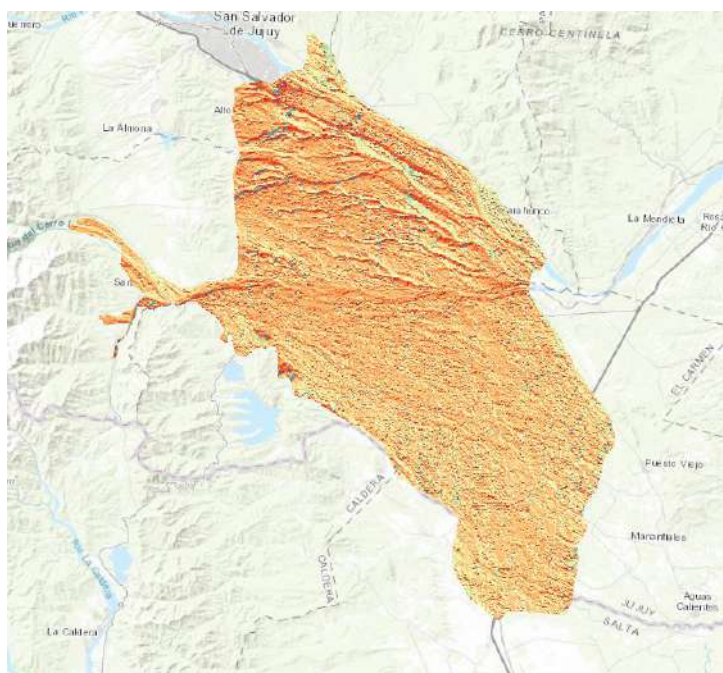


Figura 10: Ejemplo de imagen ráster trabajada (elaboración propia)

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 Jujuy – Quebrada de Humahuaca y Valles Templados

- **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, a red label "Seleccionar Provincia" is followed by a dropdown menu showing "Mendoza". Below this, another red label "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**.

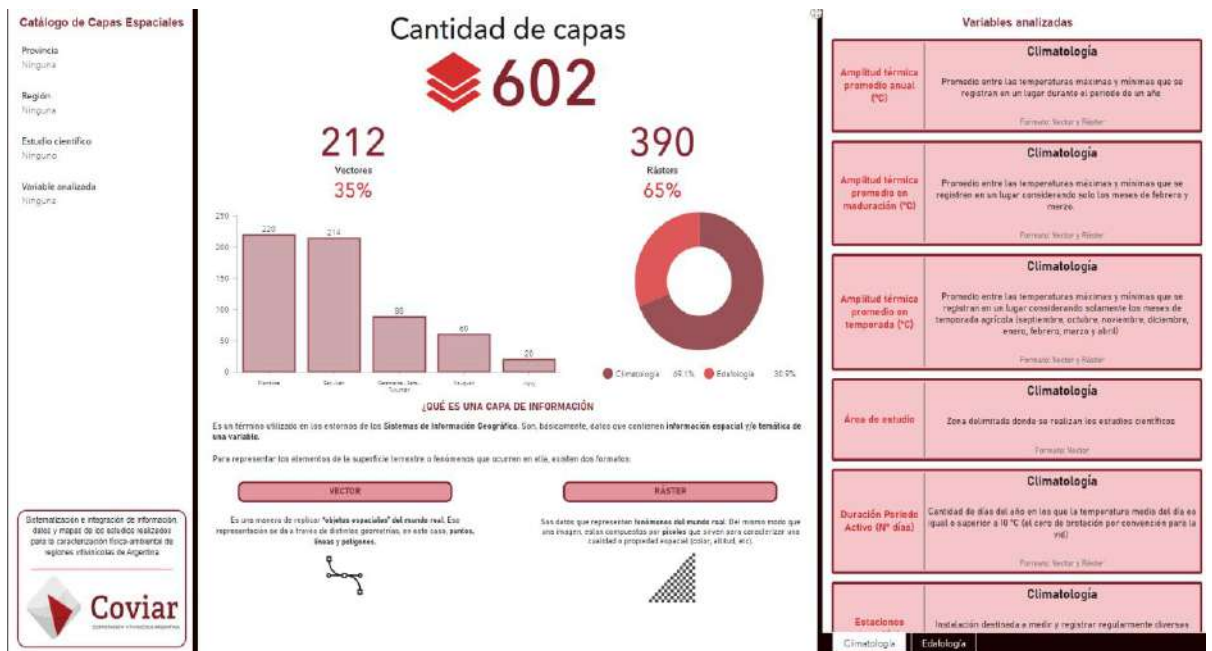


Figura 12: Catálogo de Objetos Espaciales (elaboración propia)

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.

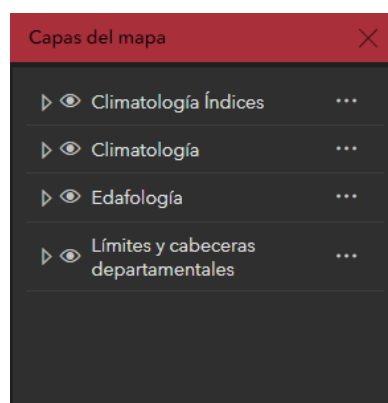


Figura 14: Capas del mapa base (elaboración propia)

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.








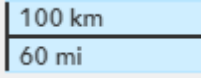
Para este caso, el usuario puede seleccionar que provincia es de su interés y allí podrá acceder a la información territorial correspondiente.

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)

| | |
|--|---|
| Buscador de dirección o lugares |  |
| Galería de mapas base |  |
| Regla de medición |  |
| Agrandar pantalla |  |
| Buscar mi ubicación |  |
| Acercar o alejar el mapa |  |
| Vista de mapa predeterminada |  |
| Escala cartográfica |  |

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

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

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Lista de capas |  | Detalle de la información geográfica para cada oasis de estudio. |
| Leyenda |  | Explicación gráfica y nominal del significado de los símbolos en el mapa |
| Perfil de elevación |  | 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 Jujuy como ejemplo:

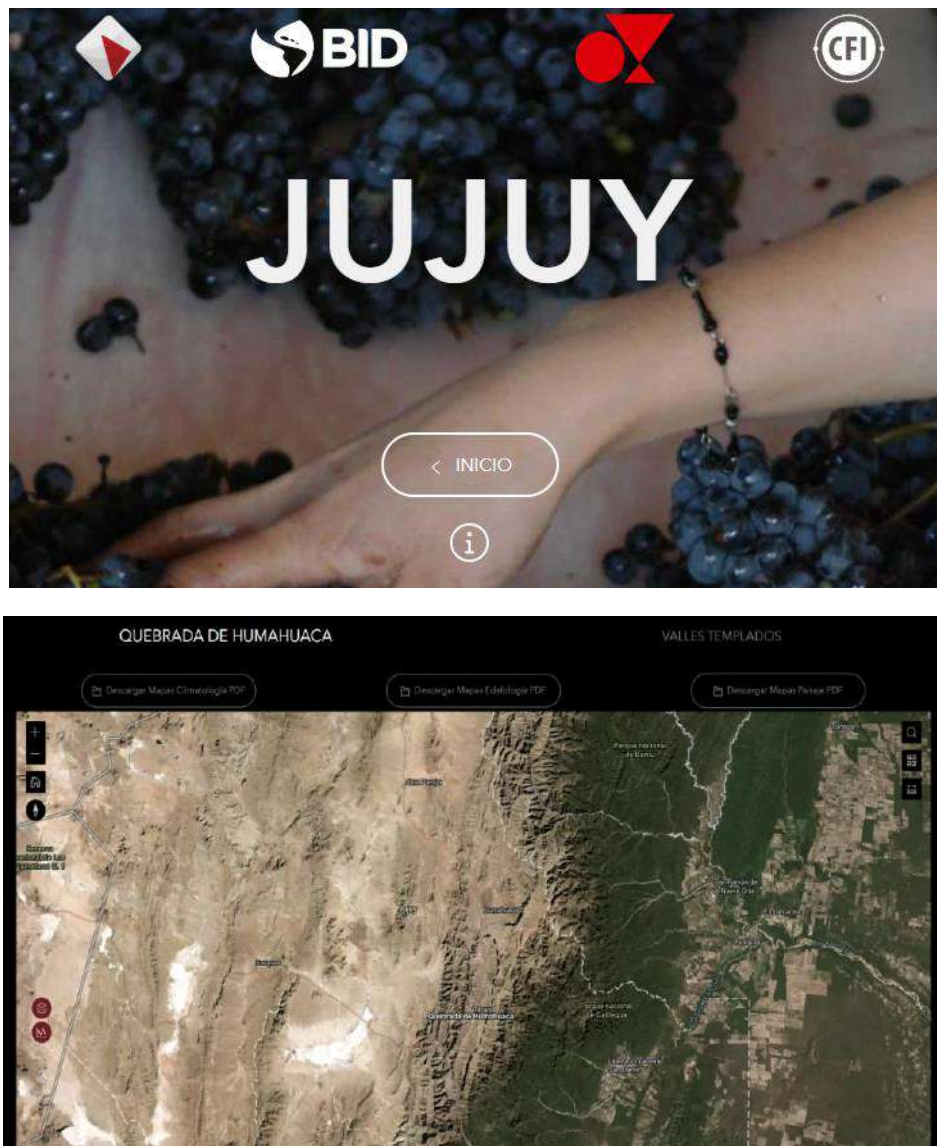


Figura 15: Aplicativo cartográfico web ejemplo (elaboración propia)

Como se observa, en una misma ventana es posible acceder a la información territorial de la provincia de Jujuy 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:

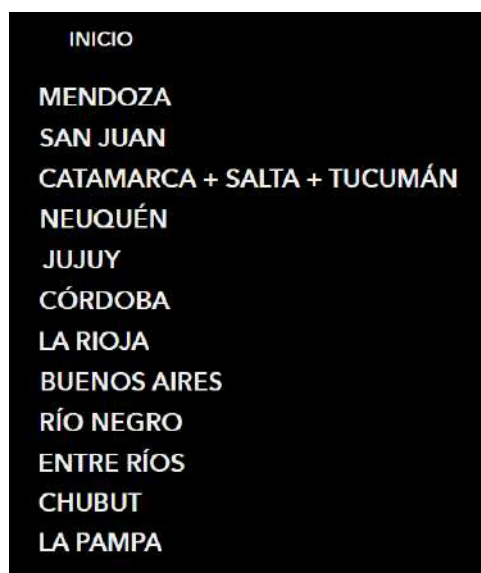


Figura 18: Accesos a repositorio de cada provincia en ventana intermedia (elaboración propia)

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

PROVINCIA DE JUJUY

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
CRISTIAN ALBORS
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 Jujuy. 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.

Fueron identificadas dos regiones muy diferentes:

-la región de Quebradas, clima de altura, con elevada frecuencia de heladas y precipitaciones. Los índices bioclimáticos clásicos ubican al sector con mayor altitud (Humahuaca), al límite de las posibilidades para cultivar vid.

-la región de Valles Templados, con características térmicas más elevadas y menores precipitaciones, tiene sus noches templadas y la posibilidad de cultivar variedades de ciclo intermedio y largo.

ÍNDICE DEL INFORME

| | |
|---|-----|
| METODOLOGÍA..... | 32 |
| 1. BASES DE DATOS METEOROLÓGICOS | 33 |
| 2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS..... | 36 |
| 3. CÁLCULO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES AGROCLIMÁTICAS | 37 |
| 4. CÁLCULO DE ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE LA VID | 38 |
| DESARROLLO..... | 45 |
| 5. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO..... | 46 |
| 6. TAREAS REALIZADAS..... | 46 |
| PRODUCTOS OBTENIDOS | 48 |
| 7. ANÁLISIS CLIMÁTICO..... | 49 |
| 8. REGIÓN DE QUEBRADAS..... | 49 |
| 8.1 Caracterización anual | 49 |
| 9. VALLES TEMPLADOS..... | 51 |
| 9.1 Caracterización anual | 52 |
| 9.1.2 Precipitaciones..... | 53 |
| 10. TABLAS DE INFORMACIÓN | 58 |
| 11. MAPAS | 58 |
| 12. AGRADECIMIENTOS | 60 |
| 13. BIBLIOGRAFÍA..... | 61 |
| ANEXO I..... | 63 |
| ANEXO II..... | 78 |
| ANEXO III..... | 81 |
| ANEXO VI | 100 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para la zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 34 |
| Figura 2: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para la zona de Valles, Provincia de Jujuy. | 35 |
| Figura 3: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para la zona de Quebradas, Provincia de Jujuy. | 50 |

| | |
|--|----|
| Figura 4: Climograma para la región de Quebradas, Provincia de Jujuy. | 51 |
| Figura 5: Climograma para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy. | 53 |
| Figura 6: Índice de Winkler (IW) para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy. | 56 |
| Figura 7: Índice de Huglin (IH) para la región de los Valles templados, Provincia de Jujuy. | 56 |
| Figura 8: Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy. | 57 |
| Figura 9: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy. | 58 |
| Figura 10: Temperatura máxima media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 82 |
| Figura 11: Temperatura media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 83 |
| Figura 12: Temperatura mínima media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 84 |
| Figura 13: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 84 |
| Figura 14: Precipitación acumulada anual media (mm) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 85 |
| Figura 15: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 86 |
| Figura 16: Horas de frío acumuladas (N° horas) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 86 |
| Figura 17: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 87 |
| Figura 18: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 88 |
| Figura 19: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 89 |
| Figura 20: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 89 |
| Figura 21: Amplitud térmica media diaria (C°) de la los meses de maduración (febrero y marzo) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy. | 90 |
| Figura 22: Temperatura máxima media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy. | 91 |

| | |
|--|-----|
| Figura 23: Temperatura media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 92 |
| Figura 24: Temperatura mínima media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy..... | 93 |
| Figura 25: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy..... | 93 |
| Figura 26: Precipitación acumulada anual media (mm) Zona de Valles, Provincia de Jujuy..... | 94 |
| Figura 27: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Zona de Valles, Provincia de Jujuy..... | 95 |
| Figura 28: Horas de frío acumuladas (N° horas) Zona de Valles, Provincia de Jujuy..... | 95 |
| Figura 29: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 96 |
| Figura 30: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) | 97 |
| Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 97 |
| Figura 31: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Valles, Provincia de Jujuy..... | 98 |
| Figura 32: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Valles, Provincia de Jujuy..... | 99 |
| Figura 33: Amplitud térmica media diaria (C°) de los meses de maduración (febrero y marzo) Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 99 |
| Figura 34: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy | 101 |
| Figura 35: IH – Índice de Huglin. Clasificación. Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy..... | 102 |
| Figura 36: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy..... | 103 |
| Figura 37: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy | 103 |
| Figura 38: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C. Clasificación. Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy | 104 |
| Figura 39: DPA - Duración del período activo (N° de días) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy..... | 104 |
| Figura 40: IW – Índice de Winkler. Clasificación. Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy..... | 105 |

| | |
|--|-----|
| Figura 41: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 106 |
| Figura 42: IFN – Índice de Frescor Nocturno. Clasificación. Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 107 |
| Figura 43: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados)..... | 107 |
| Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 107 |
| Figura 44: DPA - Duración del período activo (N° de días) Zona de Valles, Provincia de Jujuy | 1 |

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.. | 35 |
| Tabla 2: Píxeles con información meteorológica de los datos modelados, señalando su denominación para este trabajo, su ubicación y altitud..... | 36 |
| Tabla 3: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944). | 40 |
| Tabla 4: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983)..... | 42 |
| Tabla 5: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004). | 43 |
| Tabla 6: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13)..... | 44 |
| Tabla 7: Superficie cultivada con vid en la provincia de Jujuy..... | 46 |
| Tabla 8: Clasificación de la región de Valles templados en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13)..... | 54 |
| Tabla 9: Índice de Winkler (IW) e Índice de Huglin (IH) para la región de Valles templados (promedio, rango y desviación estándar) | 54 |
| Tabla 10: Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral Térmica con Base 13 °C (ITB13) para el Oasis Río Tunuyán Inferior (promedio, rango y desviación estándar) | 55 |
| Tabla 11: Temperaturas máximas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 64 |
| Tabla 12: Temperaturas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentin | 66 |

| | |
|--|----|
| Tabla 13: Temperaturas mínimas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 68 |
| Tabla 14: Amplitudes térmicas diarias medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina..... | 70 |
| Tabla 15: Humedad relativa media (en %) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 72 |
| Tabla 16: Precipitación acumulada (en mm) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 74 |
| Tabla 17: Horas de frío acumuladas (en horas), frecuencia anual de heladas meteorológicas, de días con temperaturas superiores a 35 °C (en días) y de olas de calor (en eventos) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina..... | 76 |
| Tabla 18: Temperaturas medias (en °C), 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 Jujuy y alrededores, Argentina | 79 |
| Tabla 19: Amplitudes térmicas diarias promedio (en °C) en los meses de maduración de la uva (febrero y marzo) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 80 |
| la 1: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944). | 40 |
| Tabla 2: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983)..... | 42 |
| Tabla 3: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004). | 43 |
| Tabla 4: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13)..... | 44 |
| Tabla 5: Superficie cultivada con vid en la provincia de Jujuy..... | 46 |
| Tabla 6: Clasificación de la región de Valles templados en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13)..... | 54 |
| Tabla 7: Índice de Winkler (IW) e Índice de Huglin (IH) para la región de Valles templados (promedio, rango y desviación estándar) | 54 |
| Tabla 8: Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral Térmica con Base 13 °C (ITB13) para el Oasis Río Tunuyán Inferior (promedio, rango y desviación estándar) | 55 |
| Tabla 9: Temperaturas máximas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 64 |
| Tabla 10: Temperaturas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 66 |

| | |
|---|----|
| Tabla 11: Temperaturas mínimas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 68 |
| Tabla 12: Amplitudes térmicas diarias medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina..... | 70 |
| Tabla 13: Humedad relativa media (en %) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 72 |
| Tabla 14: Precipitación acumulada (en mm) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 74 |
| Tabla 15: Horas de frío acumuladas (en horas), frecuencia anual de heladas meteorológicas, de días con temperaturas superiores a 35 °C (en días) y de olas de calor (en eventos) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 76 |
| Tabla 16: Temperaturas medias (en °C), 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 Jujuy y alrededores, Argentina | 79 |
| Tabla 17: Amplitudes térmicas diarias promedio (en °C) en los meses de maduración de la uva (febrero y marzo) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina | 80 |

METODOLOGÍA

BASES DE DATOS METEOROLÓGICOS

Se ha podido conseguir información de diversas estaciones meteorológicas de la red del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), así como de otras fuentes provinciales y de gestión privada, tal como se muestra en las figuras a continuación.

Las estaciones que el SMN tiene en la Provincia de Jujuy son 3 (tres): La Quiaca Observatorio, Jujuy AERO y Jujuy UN, de las cuales se descartó la primera de ellas dada la distancia a las áreas de trabajo.

La información que dispone el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Jujuy, a través de su Observatorio Climático, se compone de datos modelados en grillas que cubren las regiones de la Quebrada y los Valles.

Otra fuente de información es la estación meteorológica ubicada en Hornillos (Zona de Quebrada), en las instalaciones del Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar Región NOA (IPAF NOA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

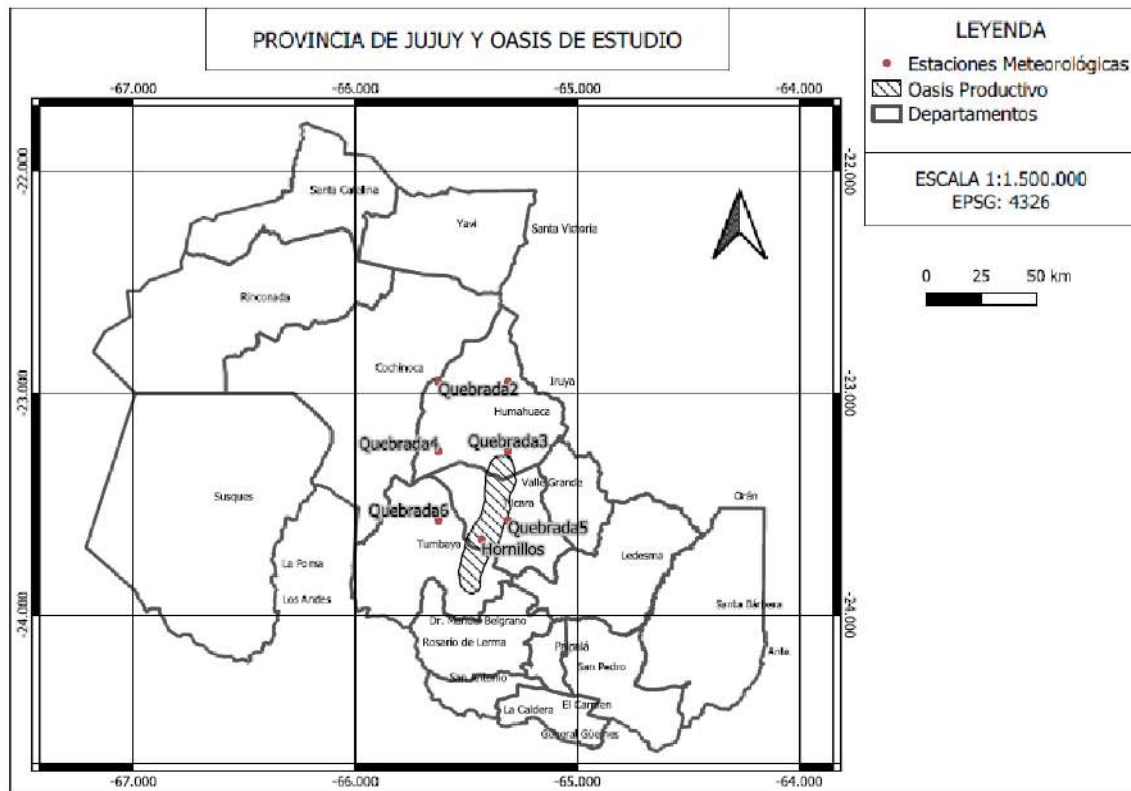


Figura 1: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para la zona de Quebrada, Provincia de Jujuy.

Asimismo, este Observatorio dispone de información de una empresa agrícola ubicada al sur de la provincia de Jujuy, en la zona de Valles. Para poder completar la información geomática se utilizó también la estación Salta AERO del SMN.

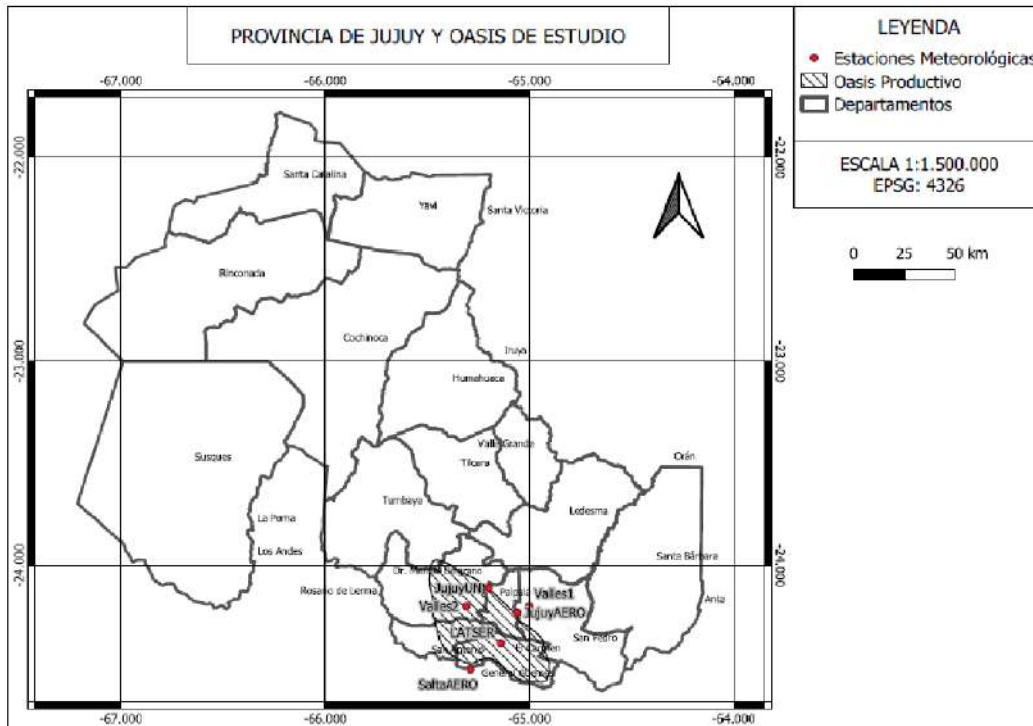


Figura 2: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para la zona de Valles, Provincia de Jujuy.

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 |
|-------------------------|-------------|--------------|----------------|--------------------------------|
| Hornillos (IPAF) | -23,66 | -65,43 | 3043 | 2015 - 2020 |
| LATSER (privado) | -24,38 | -65,14 | 980 | 1996 - 2020 |
| Jujuy AERO (SMN) | -24,23 | -65,06 | 907 | 1980 - 2020 |
| Jujuy UN (SMN) | -24,11 | -65,20 | 1302 | 1980 - 2020 |
| Salta AERO (SMN) | -24,51 | -65,29 | 1221 | 1980 - 2020 |

Tabla 2: Píxeles con información meteorológica de los datos modelados, señalando su denominación para este trabajo, su ubicación y altitud

| Denominación del píxel | Latitud (°) | Longitud (°) | Altitud (msnm) |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| Quebrada1 | -22,95 | -65,31 | 3542 |
| Quebrada2 | -22,95 | -65,63 | 3760 |
| Quebrada3 | -23,26 | -65,31 | 3067 |
| Quebrada4 | -23,26 | -65,63 | 3915 |
| Quebrada5 | -23,57 | -65,31 | 3964 |
| Quebrada6 | -23,57 | -65,63 | 4007 |
| Valles1 | -24,20 | -65,00 | 1129 |
| Valles2 | -24,20 | -65,31 | 1289 |

Fuente: INTA / IPAF (NOA y Patagonia) / IDEVI (<http://siga.inta.gob.ar/#/>)

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 tests:

- ✓ 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 Jujuy:

- ✓ 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 (Nº 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 (Nº 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 (Nº 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 (Nº 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 Nº 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:

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

donde Tmd es la temperatura media diaria.

La clasificación de Regiones según este índice es la siguiente:

Tabla 3: 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 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_{maxd} es la temperatura máxima diaria, T_{md} es la temperatura media diaria y k es la constante heliotérmica de Huglin.

La Clasificación de regiones según este índice se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4: 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.

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

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

Tabla 5: 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 6: 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 Jujuy 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 7: Superficie cultivada con vid en la provincia de Jujuy

| Provincias | Regiones | Superficie (has cultivadas con vides/INV) |
|------------|---|---|
| Jujuy | Quebrada de Humahuaca, Valles Templados | 21 |

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 Jujuy representa la viticultura más boreal de la Argentina, con una vitivinicultura de poca extensión en superficie y signada por climas de altura. Es una de las provincias con mayor diversidad climática de Argentina, ya que posee diversos ecosistemas (yungas, quebrada, altiplano y valles). Al oeste su relieve influye en la disposición de su clima árido de alta montaña con bajas temperaturas y marcadas amplitudes térmicas diarias, pocas precipitaciones o neviscas. En su región central el clima es de tipo subtropical serrano, con precipitaciones de tipo orográficas, típicas de las zonas montañosas. Al sureste el clima es subtropical con estación seca.

REGIÓN DE QUEBRADAS

Esta región vitivinícola se ubica en una franja pequeña que recorre los departamentos Humahuaca, Tilcara y Tumbaya. Es la subregión con mayor altitud del país con viñedos, con altitudes varían de norte a sur entre 3.290 y 2.280 msnm.

8.1 Caracterización anual

8.1.1 Temperatura

La temperatura media anual de este oasis es de 7,9 °C, siendo mayor en el sur de la región. Las temperaturas mínimas medias y máximas medias tienen la misma tendencia, aumentando de norte a sur.

El promedio anual de amplitud térmica diaria es de 13,2 °C.

Respecto a las horas de frío, el promedio acumulado anual para el oasis es de 3.364,6 horas, siendo la zona norte en el departamento Humahuaca el sitio con mayor acumulación en el año y quien más cantidad acumula en los meses previos al comienzo de la temporada agrícola.

De acuerdo con las altas temperaturas y eventos extremos, en este oasis hay una frecuencia anual promedio de 2,3 días con temperaturas superiores a los 35°C y una frecuencia de eventos de ola de calor de 3,3 eventos anuales.

La frecuencia promedio de días con heladas meteorológicas es de 141,1 días, con frecuencias menores en la zona de Hornillos, al sur de la región.

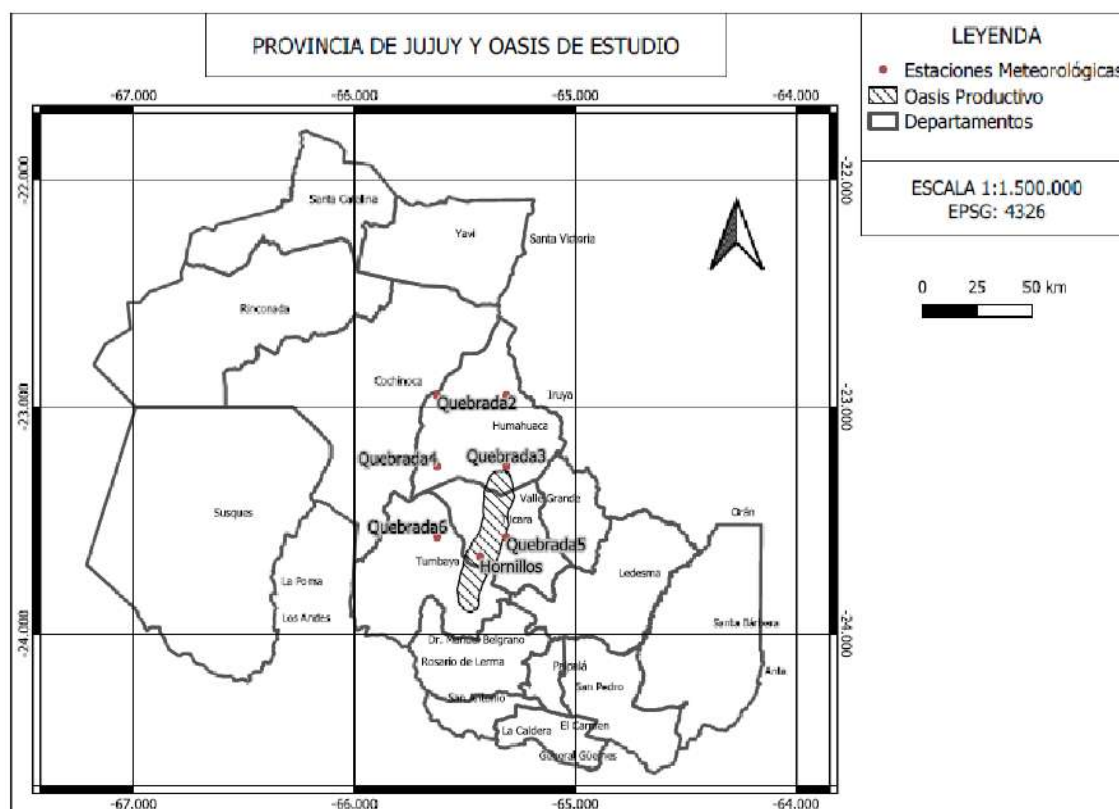


Figura 3: Superficie con vid, estaciones meteorológicas y puntos de información modelada para la zona de Quebradas, Provincia de Jujuy.

8.1.2 Precipitaciones

Las precipitaciones acumuladas anuales para esta región tienen un promedio de 1178,2 mm, siendo elevadas principalmente en el norte del mismo y disminuyendo hacia el sur del mismo. El mayor volumen de precipitaciones se registra históricamente en el mes de enero con 301,4 mm (Figura 4), con lo cual la probabilidad de enfermedades criptogámicas está en función de los tratamientos preventivos

y/curativos que se puedan aplicar en esta etapa previa a la maduración de los frutos.

8.1.3 Caracterización de la temporada agrícola

La temporada agrícola en la región de Quebradas transcurre con temperaturas máximas medias de 17,2 °C, temperaturas medias de 10,3 °C y temperaturas mínimas medias de 3,8 °C, con un acumulado de precipitaciones de 1.167,2 mm. La amplitud térmica diaria promedio en este período es de 12,4 °C, mientras que en los meses de maduración la misma disminuye bastante, situándose en un promedio de 9,8 °C.

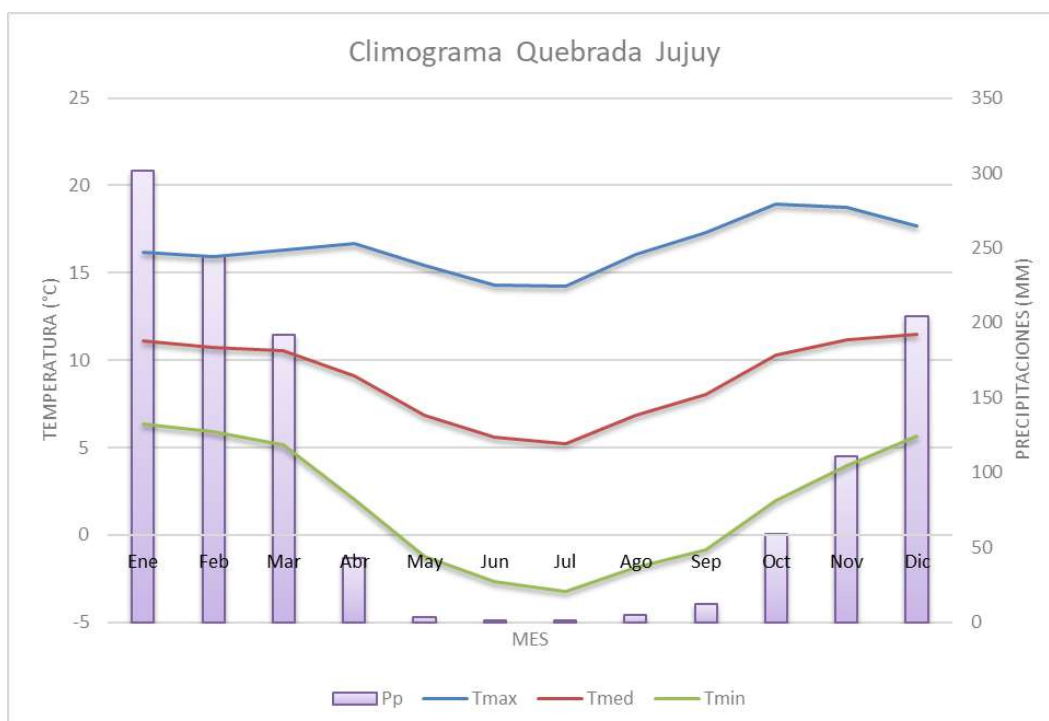


Figura 4: Climograma para la región de Quebradas, Provincia de Jujuy.

VALLES TEMPLADOS

En este oasis, las altitudes sobre el nivel del mar son inferiores a la región de quebradas, y van desde los 1900 a los 650 msnm descendiendo de noroeste a sureste de la región. Comprende áreas cultivadas en los departamentos Sr. Manuel Belgrano, San Antonio, Palpalá, San Pedro y El Carmen.

9.1 Caracterización anual

9.1.1 Temperatura

Los valores medios de temperatura muestran en la región una alta variabilidad en términos de registros promedio históricos, siguiendo la pendiente que disminuye hacia el sureste hacia el departamento El Carmen y el límite con la provincia de Salta. La temperatura media anual es de 24,1 °C. Los valores más bajos de temperaturas mínimas medias se concentran nuevamente hacia el noroeste de la región en el departamento Dr. Manuel Belgrano (6,4 °C) aumentando sus valores hacia el sureste y ocurriendo lo mismo con las temperaturas máximas medias.

Más allá que las temperaturas medias mensuales y anuales muestran una gran desviación de los valores medios, puede notarse que el promedio anual de amplitud térmica diaria es de 13,1 °C, el cual muestra poca variabilidad a lo largo de toda la región.

Las horas de frío suman un promedio acumulado anual para el oasis de 801,9 horas, mostrando los menores valores en El Carmen y acumulando mayores valores hacia San Salvador de Jujuy (Dr. Manuel Belgrano).

En cuanto a la caracterización de eventos extremos de temperatura, en este oasis se puede notar una frecuencia anual promedio de 13,8 días con temperaturas superiores a los 35°C y una frecuencia de eventos de ola de calor de 3,5 eventos anuales.

La frecuencia promedio de días con heladas meteorológicas es de 20,9 días, con frecuencias menores hacia los departamentos periurbanos del sur de la región y máximos hacia el noroeste de la misma.

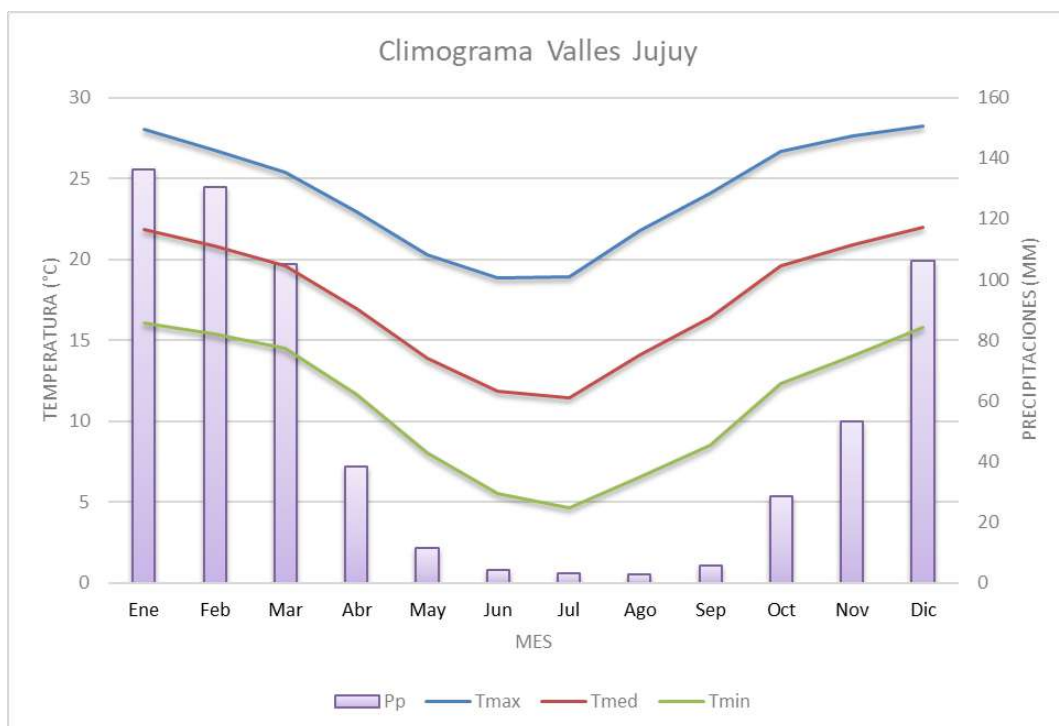


Figura 5: Climograma para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy.

9.1.2 Precipitaciones

Las precipitaciones acumuladas anuales para este oasis son de 626,0 mm, siendo menores en el sureste (llegando a 566,4 mm en zonas cercanas a la provincia de Salta) y aumentando los registros hacia el noroeste.

El mayor volumen de precipitaciones se registra históricamente en el mes de enero con 136,4 mm, seguido por el mes de febrero con precipitación acumulada promedio de 130,4 mm (Figura 5).

9.1.3 Caracterización de la temporada agrícola

Los datos relevantes de una temporada agrícola promedio en la región de Valles templados muestran valores de temperaturas máximas medias de 26,2 °C, temperaturas medias de 19,8 °C y temperaturas mínimas medias de 13,6 °C, con un acumulado de precipitaciones de 604,2 mm (el 96% de la precipitación acumulada

anual).

La amplitud térmica diaria promedio en este período es de 12,7 °C, algo inferior al promedio anual, mientras que en los meses de maduración la misma disminuye a 11,2 °C.

9.1.4 Índices bioclimáticos

Se muestra en la siguiente tabla (Tabla 8) la clasificación de este oasis cultivado, de acuerdo con los diferentes índices bioclimáticos:

Tabla 8: Clasificación de la región de Valles templados en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13)

| IW | IH | IFN | ITB13 |
|----------------|-------------------|---------------------|------------------|
| V - Muy Cálida | HI+3 - Muy Cálido | CI-1 - Noches Frías | Apto Var Ciclo L |

La cuantificación de días con temperaturas medias superiores a 10°C (el T°0 de brotación considerado), muestra una dispersión moderada con una con una desviación estándar de (DS) 32 días y un promedio que está en los 310,9 días.

En cuanto al Índice de Winkler, la región de Valles Templados se encuadra en Región IV – Cálida (Tablas 8 y 9), con una variación que recorre la misma desde Región I – Muy Fría (extremo noroeste de la región hasta San Salvador de Jujuy) hasta el extremo sureste (desde el noroeste de Monterrico y Perico hacia el límite con la provincia de Salta) con valores correspondientes a una Región V – Muy Cálida (Figura 6).

Tabla 9: Índice de Winkler (IW) e Índice de Huglin (IH) para la región de Valles templados (promedio, rango y desviación estándar)

| IW (°GDA) | | | IH (°GDA) | | |
|-----------|-------|----|-----------|-------|----|
| Promedio | Rango | DS | Promedio | Rango | DS |
| | | | | | |

| | | | | | |
|----------|-------------------|------------|----------|-------------------|------------|
| 2.126,75 | 1.146,0 – 2.587,4 | 579,9 5 | 2.799,27 | 1.842,3 – 3.301,4 | 573,4 1 |
|----------|-------------------|------------|----------|-------------------|------------|

Analizando el índice de Hugin, ocurre prácticamente lo mismo que en el Índice de Winkler, al ser un oasis que se desarrolla en sentido sureste-noroeste y ser este índice afectado más que nada por la latitud (y por supuesto por la longitud del día) encuadrándose en promedio en la clasificación HI+2 – Cálido (Tablas 8 y 9), siguiendo el mismo patrón desde el noroeste hasta el sureste toman valores desde HI-3 – Muy Frío hasta HI+3 – Muy Cálido (Figura 7).

En cuanto al Índice de Frescor Nocturno, el promedio (Tablas 8 y 10) este oasis se clasifica como de Noches Frías (CI-1), pero tal cual ocurre con los índices anteriores el índice toma valores y clasificaciones en el mismo sentido desde CI-2 Noches muy Frías a CI+2 de Noches Cálidas (Figura 8).

Tabla 10: Índice de Frescor Nocturno (IFN) e Integral Térmica con Base 13 °C (ITB13) para los Valles templados (promedio, rango y desviación estándar)

| IFN (°C) | | | ITB13 (°GDA) | | |
|----------|------------|------|--------------|-----------------|--------|
| Promedio | Rango | DS | Promedio | Rango | DS |
| 14,24 | 9,0 - 17,0 | 3,38 | 1.613,78 | 586,4 – 2.243,2 | 586,44 |

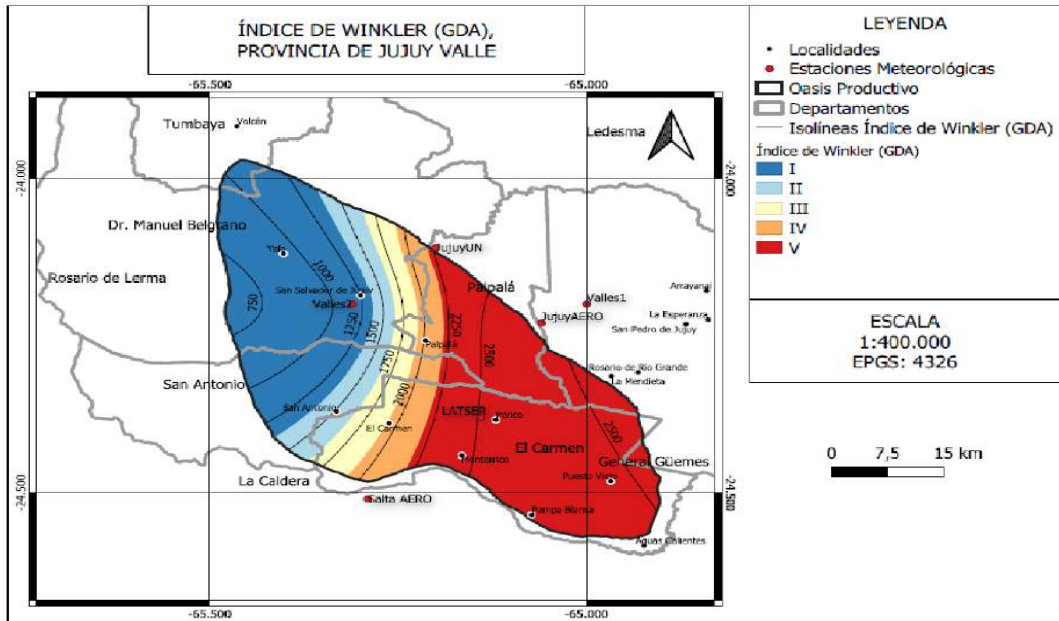


Figura 6: Índice de Winkler (IW) para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy.

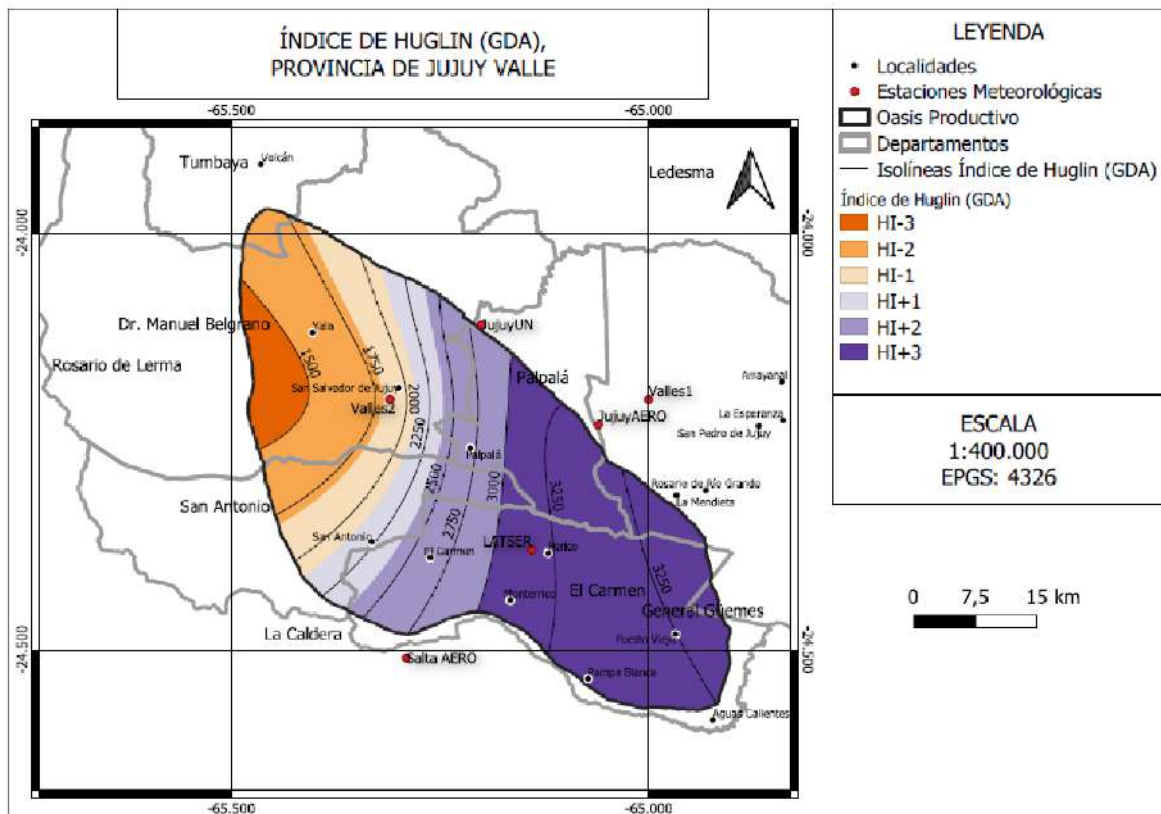


Figura 7: Índice de Huglin (IH) para la región de los Valles templados, Provincia de Jujuy.

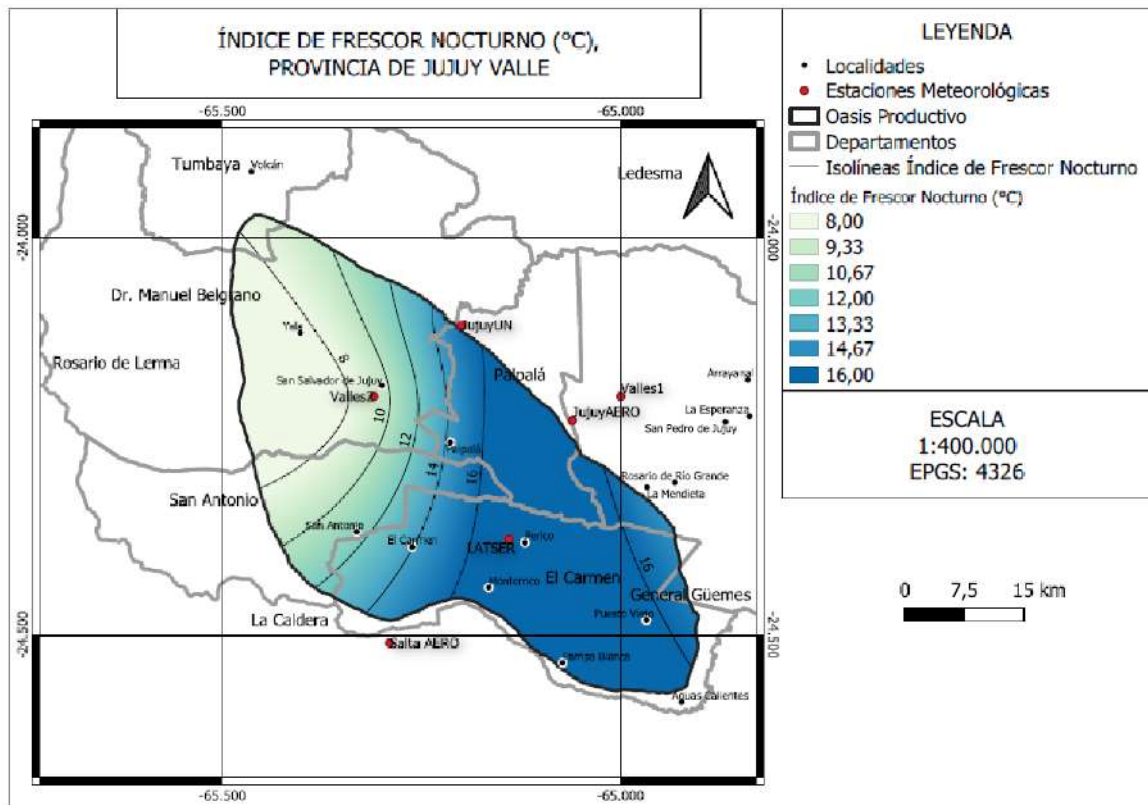


Figura 8: Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy.

El cálculo del índice ITB13T arroja un promedio para la región de 1.613,78 GDA. Tal como ocurre con la región de Quebradas, en este caso la integral térmica ITB13 ubica a un sector comprendido por San Salvador de Jujuy y Yala en una clasificación de zona marginal o al límite de las posibilidades del cultivo. Hacia el resto del oasis en dirección este y sureste, las localidades Palpalá, El Carmen y San Antonio se clasifican como aptas para el cultivo de variedades de ciclo corto a intermedio y hacia el sureste de la región la aptitud cambia hacia el desarrollo de variedades de ciclo largo. (Tablas 8 y 10, Figura 9).

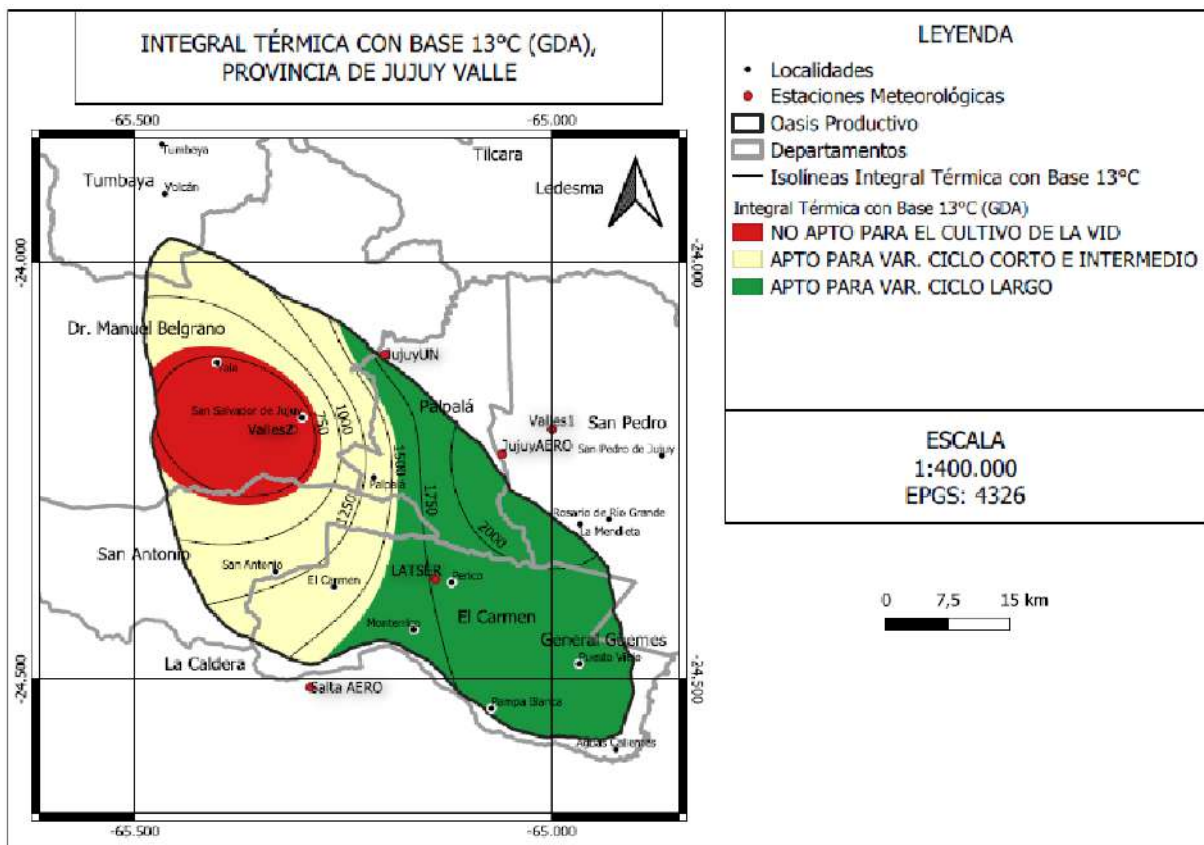


Figura 9: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C para la región de Valles templados, Provincia de Jujuy.

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 Jujuy.

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

de estudio.

Se realiza la clasificación colorimétrica de los ráster (teniendo en cuenta valores máximos, mínimos y bandas de colores representativas para cada parámetro). Los ráster 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, así como a referentes de Gobierno de la provincia de Jujuy y de la Universidad Nacional de Jujuy.

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-N° 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 11: Temperaturas máximas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy 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>Quebrada1</i> | - 22,95 | - 65,31 | 3542 | 13,7 1 | 13,4 8 | 13,9 8 | 14,7 4 | 14,0 9 | 12,9 1 | 12,6 9 | 14,5 4 | 15,8 1 | 17,0 7 | 16,7 0 | 15,3 7 | 14,5 9 |
| <i>Quebrada2</i> | - 22,95 | - 65,63 | 3760 | 14,3 2 | 14,6 4 | 15,4 2 | 15,9 5 | 14,1 8 | 12,4 8 | 12,3 3 | 14,5 7 | 16,3 0 | 18,4 0 | 18,2 2 | 16,4 9 | 15,2 7 |
| <i>Quebrada3</i> | - 23,26 | - 65,31 | 3067 | 13,2 2 | 12,8 6 | 13,4 0 | 14,0 7 | 13,3 5 | 12,2 8 | 12,0 3 | 13,9 3 | 15,1 0 | 16,4 2 | 16,0 5 | 14,7 8 | 13,9 6 |
| <i>Quebrada4</i> | - 23,26 | - 65,63 | 3915 | 13,9 3 | 14,0 7 | 15,0 4 | 15,5 5 | 13,7 3 | 11,9 9 | 11,7 8 | 14,0 8 | 15,7 0 | 17,8 4 | 17,7 5 | 16,0 5 | 14,7 9 |
| <i>Quebrada5</i> | - 23,57 | - 65,31 | 3964 | 16,3 5 | 15,7 3 | 16,0 1 | 16,1 1 | 15,0 4 | 14,0 0 | 13,6 8 | 15,6 4 | 16,8 0 | 18,3 5 | 18,3 3 | 17,5 8 | 16,1 4 |
| <i>Quebrada6</i> | - 23,57 | - 65,63 | 4007 | 15,1 7 | 15,0 4 | 15,8 4 | 16,2 1 | 14,3 4 | 12,7 7 | 12,4 4 | 14,6 5 | 16,2 0 | 18,2 3 | 18,2 3 | 16,9 5 | 15,5 1 |
| <i>Hornillos</i> | - 23,66 | - 65,43 | 3043 | 26,7 1 | 25,5 4 | 24,3 9 | 24,2 3 | 23,0 9 | 23,8 5 | 24,7 1 | 25,1 3 | 25,1 9 | 26,2 5 | 25,6 8 | 26,5 0 | 25,1 0 |
| <i>Valles1</i> | - 24,20 | - 65,00 | 1129 | 29,4 7 | 28,1 3 | 26,7 4 | 23,8 9 | 21,4 0 | 19,7 1 | 19,6 4 | 22,3 7 | 24,0 2 | 27,0 3 | 28,4 4 | 29,6 9 | 25,0 4 |
| <i>Valles2</i> | - 24,20 | - 65,31 | 1289 | 23,1 4 | 22,1 2 | 21,7 7 | 20,2 5 | 18,3 9 | 17,1 1 | 16,8 4 | 19,1 3 | 20,4 6 | 22,8 6 | 23,6 5 | 23,9 5 | 20,8 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| <i>Jujuy AERO</i> | - | - | 30,3 | 28,8 | 27,0 | 24,2 | 21,3 | 19,9 | 20,0 | 23,6 | 26,3 | 29,0 | 30,0 | 30,3 | 25,9 | |
| | 24,23 | 65,06 | 907 | 2 | 2 | 9 | 7 | 0 | 0 | 6 | 5 | 2 | 6 | 3 | 7 | 3 |
| <i>Jujuy UN</i> | - | - | 27,2 | 26,1 | 24,7 | 22,3 | 19,6 | 18,5 | 18,5 | 21,7 | 23,9 | 26,4 | 27,0 | 27,6 | 23,6 | |
| | 24,11 | 65,20 | 1302 | 6 | 9 | 6 | 5 | 1 | 5 | 7 | 6 | 7 | 7 | 3 | 1 | 8 |
| <i>LATSER</i> | - | - | 29,9 | 28,5 | 26,6 | 24,0 | 20,8 | 19,0 | 19,5 | 22,1 | 25,6 | 27,9 | 28,8 | 29,5 | 25,2 | |
| | 24,38 | 65,14 | 980 | 0 | 6 | 5 | 5 | 0 | 8 | 8 | 0 | 3 | 4 | 8 | 2 | 2 |
| <i>Salta AERO</i> | - | - | 27,5 | 26,5 | 25,1 | 22,8 | 20,5 | 20,0 | 20,6 | 22,9 | 24,4 | 26,8 | 27,5 | 28,1 | 24,4 | |
| | 24,51 | 65,29 | 1221 | 7 | 4 | 3 | 2 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 7 | 4 | 7 | 3 |

Tabla 12: Temperaturas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina

| Estación | Latitud | Longitud | Altitud | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-----------|------------|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Quebrada1 | - 22,95 | -65,31 | 3542 | 9,59 | 9,33 | 9,34 | 8,18 | 6,26 | 4,87 | 4,46 | 6,03 | 7,16 | 9,27 | 10,1 1 | 10,1 7 | 7,90 |
| Quebrada2 | - 22,95 | -65,63 | 3760 | 9,36 | 9,38 | 9,47 | 7,93 | 5,17 | 3,52 | 3,22 | 4,96 | 6,44 | 9,01 | 10,1 0 | 10,0 7 | 7,39 |
| Quebrada3 | - 23,26 | -65,31 | 3067 | 9,19 | 8,80 | 8,75 | 7,57 | 5,76 | 4,54 | 4,10 | 5,73 | 6,79 | 8,80 | 9,54 | 9,70 | 7,44 |
| Quebrada4 | - 23,26 | -65,63 | 3915 | 8,99 | 8,84 | 8,92 | 7,36 | 4,64 | 2,97 | 2,65 | 4,50 | 5,88 | 8,38 | 9,50 | 9,59 | 6,85 |
| Quebrada5 | - 23,57 | -65,31 | 3964 | 11,6 6 | 11,1 1 | 10,9 3 | 9,53 | 7,57 | 6,41 | 5,83 | 7,55 | 8,67 | 10,8 4 | 11,6 7 | 12,1 1 | 9,49 |
| Quebrada6 | - 23,57 | -65,63 | 4007 | 10,0 3 | 9,69 | 9,63 | 8,11 | 5,63 | 4,16 | 3,68 | 5,47 | 6,81 | 9,10 | 10,1 5 | 10,4 6 | 7,74 |
| Hornillos | - 23,66 | -65,43 | 3043 | 18,8 6 | 17,8 2 | 16,6 9 | 15,0 1 | 12,7 4 | 12,7 5 | 12,6 2 | 13,6 9 | 14,3 3 | 16,4 7 | 17,1 3 | 18,3 8 | 15,5 4 |
| Valles1 | - 24,20 | -65,00 | 1129 | 22,6 1 | 21,4 3 | 20,1 7 | 17,0 9 | 14,1 7 | 12,4 1 | 12,1 5 | 14,7 1 | 16,2 3 | 19,5 6 | 21,1 6 | 22,7 6 | 17,8 7 |
| Valles2 | - 24,20 | -65,31 | 1289 | 17,1 3 | 16,2 1 | 15,6 3 | 13,3 7 | 10,9 9 | | | 10,9 2 | 11,7 6 | 14,6 7 | 16,1 9 | 17,4 7 | 13,5 8 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Jujuy AERO | - | | | 23,8 | 22,6 | 21,2 | 18,5 | 15,1 | 12,4 | 11,8 | 15,1 | 18,3 | 21,9 | 23,1 | 23,9 | 19,0 |
| | 24,23 | -65,06 | 907 | 4 | 5 | 9 | 1 | 0 | 9 | 8 | 6 | 7 | 2 | 3 | 9 | 3 |
| Jujuy UN | - | | | 22,1 | 20,9 | 19,8 | 17,2 | 13,8 | 11,9 | 11,4 | 14,3 | 17,2 | 20,5 | 21,5 | 22,4 | 17,8 |
| | 24,11 | -65,20 | 1302 | 8 | 6 | 3 | 4 | 9 | 0 | 1 | 9 | 9 | 4 | 0 | 2 | 0 |
| LATSER | - | | | 23,5 | 22,7 | 21,1 | 18,5 | 15,1 | 12,8 | 12,6 | 15,3 | 18,2 | 21,3 | 22,4 | 23,2 | 18,9 |
| | 24,38 | -65,14 | 980 | 1 | 6 | 6 | 6 | 8 | 3 | 9 | 7 | 7 | 4 | 4 | 6 | 5 |
| Salta AERO | - | | | 21,4 | 20,5 | 19,4 | 16,7 | 13,2 | 10,6 | 10,2 | 12,7 | 15,4 | 19,2 | 20,5 | 21,5 | 16,8 |
| | 24,51 | -65,29 | 1221 | 7 | 2 | 0 | 7 | 9 | 2 | 6 | 6 | 5 | 1 | 8 | 6 | 2 |

Tabla 13: Temperaturas mínimas medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy 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>Quebrada1</i> | - 22,95 | -65,31 | 3542 | 5,47 | 5,18 | 4,69 | 1,63 | -1,57 | -3,17 | -3,78 | -2,48 | -1,49 | 1,46 | 3,53 | 4,98 | 1,20 |
| <i>Quebrada2</i> | - 22,95 | -65,63 | 3760 | 4,41 | 4,13 | 3,52 | -0,09 | -3,84 | -5,45 | -5,89 | -4,65 | -3,42 | -0,37 | 1,99 | 3,65 | -0,50 |
| <i>Quebrada3</i> | - 23,26 | -65,31 | 3067 | 5,15 | 4,74 | 4,10 | 1,06 | -1,84 | -3,21 | -3,84 | -2,48 | -1,53 | 1,18 | 3,04 | 4,61 | 0,92 |
| <i>Quebrada4</i> | - 23,26 | -65,63 | 3915 | 4,04 | 3,60 | 2,80 | -0,83 | -4,46 | -6,05 | -6,48 | -5,09 | -3,94 | -1,08 | 1,24 | 3,12 | -1,09 |
| <i>Quebrada5</i> | - 23,57 | -65,31 | 3964 | 6,97 | 6,49 | 5,85 | 2,96 | 0,10 | -1,19 | -2,03 | -0,54 | 0,53 | 3,34 | 5,01 | 6,65 | 2,84 |
| <i>Quebrada6</i> | - 23,57 | -65,63 | 4007 | 4,89 | 4,34 | 3,43 | 0,01 | -3,09 | -4,44 | -5,08 | -3,71 | -2,58 | -0,02 | 2,07 | 3,97 | -0,02 |
| <i>Hornillos</i> | - 23,66 | -65,43 | 3043 | 13,4 6 | 12,7 6 | 11,6 5 | 9,24 | 6,17 | 5,06 | 4,45 | 5,93 | 6,56 | 9,40 | 10,7 8 | 12,5 5 | 9,00 |
| <i>Valles1</i> | - 24,20 | -65,00 | 1129 | 15,7 5 | 14,7 4 | 13,6 1 | 10,3 0 | 6,95 | 5,11 | 4,67 | 7,06 | 8,43 | 12,0 9 | 13,8 8 | 15,8 2 | 10,7 0 |
| <i>Valles2</i> | - 24,20 | -65,31 | 1289 | 11,1 2 | 10,3 0 | 9,49 | 6,49 | 3,60 | 2,04 | 1,31 | 2,71 | 3,06 | 6,47 | 8,73 | 10,9 9 | 6,36 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------|--------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Jujuy AERO</i> | - 24,23 | -65,06 | 907 | 18,4 7 | 17,8 8 | 17,0 0 | 14,1 8 | 10,3 7 | 7,22 | 5,92 | 8,24 | 10,9 6 | 15,0 6 | 16,7 8 | 18,1 0 | 13,3 5 |
| <i>Jujuy UN</i> | - 24,11 | -65,20 | 1302 | 16,7 3 | 16,2 0 | 15,4 8 | 12,6 9 | 9,04 | 5,81 | 4,52 | 6,51 | 8,96 | 12,9 6 | 14,6 3 | 16,1 8 | 11,6 1 |
| <i>LATSER</i> | - 24,38 | -65,14 | 980 | 18,4 0 | 17,9 8 | 17,0 3 | 14,4 6 | 10,4 3 | 7,59 | 6,93 | 8,26 | 11,2 6 | 15,0 4 | 16,2 7 | 17,8 2 | 13,4 6 |
| <i>Salta AERO</i> | - 24,51 | -65,29 | 1221 | 16,6 2 | 15,9 7 | 15,2 3 | 12,2 1 | 7,99 | 4,23 | 3,01 | 4,87 | 7,48 | 11,9 6 | 14,1 7 | 15,9 3 | 10,8 1 |

Tabla 14: Amplitudes térmicas diarias medias (en °C) de localidades de la provincia de Jujuy 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>Quebrada1</i> | - 22,95 | -65,31 | 3542 | 8,24 | 8,31 | 9,30 | 13,1 0 | 15,6 5 | 16,0 8 | 16,4 7 | 17,0 2 | 17,2 9 | 15,6 1 | 13,1 8 | 10,3 9 | 13,3 9 |
| <i>Quebrada2</i> | - 22,95 | -65,63 | 3760 | 9,91 | 10,5 1 | 11,9 0 | 16,0 4 | 18,0 2 | 17,9 2 | 18,2 3 | 19,2 2 | 19,7 2 | 18,7 8 | 16,2 4 | 12,8 4 | 15,7 8 |
| <i>Quebrada3</i> | - 23,26 | -65,31 | 3067 | 8,08 | 8,12 | 9,29 | 13,0 1 | 15,2 0 | 15,4 9 | 15,8 7 | 16,4 0 | 16,6 3 | 15,2 4 | 13,0 1 | 10,1 7 | 13,0 4 |
| <i>Quebrada4</i> | - 23,26 | -65,63 | 3915 | 4,94 | 5,24 | 6,12 | 8,19 | 9,10 | 9,02 | 9,13 | 9,59 | 9,82 | 9,46 | 8,25 | 6,47 | 7,94 |
| <i>Quebrada5</i> | - 23,57 | -65,31 | 3964 | 9,38 | 9,24 | 6 | 10,1 5 | 13,1 3 | 14,9 9 | 15,1 1 | 15,7 8 | 16,1 7 | 16,2 1 | 15,0 3 | 13,3 4 | 10,9 9 |
| <i>Quebrada6</i> | - 23,57 | -65,63 | 4007 | 10,2 8 | 10,7 1 | 12,4 1 | 16,2 0 | 17,4 3 | 17,2 2 | 17,5 2 | 18,3 6 | 18,7 8 | 18,2 5 | 16,1 6 | 12,9 7 | 15,5 3 |
| <i>Hornillos</i> | - 23,66 | -65,43 | 3043 | 13,0 7 | 12,7 0 | 13,1 6 | 14,8 1 | 15,2 2 | 16,3 8 | 17,4 8 | 15,9 4 | 16,5 2 | 15,9 3 | 14,8 3 | 13,9 6 | 15,0 0 |
| <i>Valles1</i> | - 24,20 | -65,00 | 1129 | 13,7 1 | 13,3 9 | 13,1 3 | 13,5 9 | 14,4 5 | 14,5 9 | 14,9 7 | 15,3 0 | 15,5 9 | 14,9 5 | 14,5 6 | 13,8 7 | 14,3 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | - | | | 12,0 | 11,8 | 12,2 | 13,7 | 14,7 | 15,0 | 15,5 | 16,4 | 17,4 | 16,3 | 14,9 | 12,9 | 14,4 |
| <i>Valles2</i> | 24,20 | -65,31 | 1289 | 1 | 2 | 8 | 5 | 9 | 7 | 2 | 1 | 0 | 9 | 2 | 5 | 4 |
| | - | | | 11,8 | 10,9 | 10,1 | 10,0 | 10,9 | 12,6 | 14,1 | 15,4 | 15,3 | 14,0 | 13,2 | 12,6 | 12,6 |
| <i>Jujuy AERO</i> | 24,23 | -65,06 | 907 | 4 | 4 | 0 | 8 | 4 | 9 | 5 | 1 | 8 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| | - | | | 10,4 | | | | 10,5 | 12,8 | 14,2 | 15,1 | 14,9 | 13,5 | 12,2 | 11,4 | 12,0 |
| <i>Jujuy UN</i> | 24,11 | -65,20 | 1302 | 8 | 9,95 | 9,23 | 9,74 | 9 | 2 | 0 | 9 | 9 | 0 | 5 | 6 | 3 |
| | - | | | 11,4 | 10,6 | | | | 11,1 | 12,8 | 14,2 | 14,3 | 13,1 | 12,7 | 12,1 | 11,7 |
| <i>LATSER</i> | 24,38 | -65,14 | 980 | 4 | 7 | 9,51 | 9,31 | 9,87 | 9 | 9 | 7 | 2 | 2 | 0 | 4 | 8 |
| | - | | | 10,9 | 10,5 | | 10,6 | 12,4 | 15,7 | 17,5 | 18,0 | 16,8 | 14,9 | 13,3 | 12,2 | 13,5 |
| <i>Salta AERO</i> | 24,51 | -65,29 | 1221 | 5 | 7 | 9,91 | 2 | 5 | 6 | 9 | 5 | 9 | 1 | 7 | 4 | 9 |

Tabla 15: Humedad relativa media (en %) de localidades de la provincia de Jujuy 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>Quebrada1</i> | - 22,95 | -65,31 | 3542 | 79,5 6 | 81,7 7 | 78,1 1 | 57,8 3 | 35,4 2 | 28,3 6 | 28,8 1 | 31,1 8 | 37,0 0 | 48,3 2 | 58,7 7 | 69,7 0 | 52,9 0 |
| <i>Quebrada2</i> | - 22,95 | -65,63 | 3760 | 72,5 8 | 72,7 2 | 66,3 5 | 44,9 8 | 29,0 7 | 25,6 6 | 25,7 9 | 26,3 9 | 29,1 2 | 36,1 1 | 45,7 2 | 59,6 7 | 44,5 1 |
| <i>Quebrada3</i> | - 23,26 | -65,31 | 3067 | 81,2 0 | 83,7 8 | 79,4 1 | 58,4 6 | 36,4 1 | 28,5 3 | 29,0 1 | 31,0 1 | 36,3 0 | 48,1 0 | 59,8 2 | 71,5 0 | 53,6 3 |
| <i>Quebrada4</i> | - 23,26 | -65,63 | 3915 | 73,7 6 | 74,5 6 | 67,1 3 | 44,1 1 | 28,5 4 | 25,6 4 | 25,8 1 | 25,2 5 | 27,7 0 | 34,1 8 | 44,3 6 | 59,5 9 | 44,2 2 |
| <i>Quebrada5</i> | - 23,57 | -65,31 | 3964 | 75,3 6 | 78,8 0 | 75,1 1 | 56,4 4 | 38,7 3 | 31,5 0 | 31,7 9 | 32,5 8 | 36,1 0 | 46,2 8 | 56,8 4 | 66,6 3 | 52,1 8 |
| <i>Quebrada6</i> | - 23,57 | -65,63 | 4007 | 71,6 4 | 72,8 9 | 65,5 6 | 43,1 1 | 29,2 3 | 25,5 4 | 26,1 6 | 25,8 1 | 26,9 6 | 33,5 7 | 43,9 2 | 58,2 0 | 43,5 5 |
| <i>Hornillos</i> | - 23,66 | -65,43 | 3043 | 67,5 4 | 71,9 5 | 73,5 8 | 67,2 1 | 50,8 6 | 35,5 1 | 34,3 0 | 37,6 1 | 45,2 1 | 52,1 0 | 62,3 3 | 65,2 7 | 54,2 1 |
| <i>Valles1</i> | - 24,20 | -65,00 | 1129 | 56,3 2 | 61,7 8 | 65,9 4 | 65,1 1 | 60,3 2 | 56,0 2 | 51,9 1 | 46,2 9 | 45,4 8 | 50,2 9 | 53,7 1 | 54,1 9 | 55,6 1 |
| <i>Valles2</i> | - 24,20 | -65,31 | 1289 | 64,6 7 | 69,2 6 | 68,4 4 | 58,0 0 | 47,9 9 | 42,4 6 | 41,0 4 | 39,7 9 | 42,5 2 | 49,0 2 | 55,1 4 | 59,6 2 | 53,1 6 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | - | | | 73,1 | 77,6 | 81,5 | 81,8 | 79,8 | 76,2 | 67,4 | 56,4 | 50,5 | 56,3 | 61,3 | 67,7 | 69,1 |
| <i>Jujuy AERO</i> | 24,23 | -65,06 | 907 | 3 | 2 | 7 | 0 | 1 | 5 | 3 | 0 | 7 | 4 | 2 | 9 | 7 |
| | - | | | 76,6 | 79,7 | 82,1 | 81,7 | 80,0 | 76,2 | 71,0 | 62,4 | 58,6 | 62,9 | 67,6 | 72,2 | 72,6 |
| <i>Jujuy UN</i> | 24,11 | -65,20 | 1302 | 2 | 4 | 7 | 9 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 | 8 | 8 | 6 | 5 |
| | - | | | 78,8 | 81,2 | 83,2 | 83,1 | 80,9 | 78,9 | 69,6 | 61,2 | 57,0 | 62,6 | 68,1 | 74,7 | 73,3 |
| <i>LATSER</i> | 24,38 | -65,14 | 980 | 6 | 0 | 6 | 0 | 4 | 7 | 7 | 7 | 7 | 1 | 9 | 9 | 3 |
| | - | | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| <i>Salta AERO</i> | 24,51 | -65,29 | 1221 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

Tabla 16: Precipitación acumulada (en mm) de localidades de la provincia de Jujuy 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> |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| | - | | | 450,9 | 376,6 | 313,1 | 69,1 | | | | | 19,1 | | 181,5 | 317,5 | 1842,2 |
| <i>Quebrada1</i> | 22,95 | -65,31 | 3542 | 0 | 6 | 6 | 5 | 5,81 | 1,63 | 1,64 | 6,23 | 6 | 98,80 | 2 | 7 | 3 |
| | - | | | 223,0 | 183,6 | 118,7 | 25,8 | | | | | | | | | 142,1 |
| <i>Quebrada2</i> | 22,95 | -65,63 | 3760 | 8 | 2 | 8 | 2 | 2,40 | 1,35 | 0,94 | 3,04 | 9,10 | 37,44 | 71,19 | 8 | 818,94 |
| | - | | | 569,0 | 480,2 | 409,2 | 97,3 | | | | 10,5 | 26,4 | 130,5 | 239,2 | 412,7 | 2389,2 |
| <i>Quebrada3</i> | 23,26 | -65,31 | 3067 | 8 | 8 | 7 | 6 | 8,84 | 2,57 | 2,27 | 4 | 5 | 6 | 4 | 6 | 3 |
| | - | | | 242,1 | 185,3 | 129,4 | 28,5 | | | | | | | | | 152,8 |
| <i>Quebrada4</i> | 23,26 | -65,63 | 3915 | 9 | 5 | 1 | 6 | 2,65 | 1,48 | 0,93 | 4,19 | 9,87 | 36,82 | 75,62 | 9 | 869,94 |
| | - | | | 347,6 | 294,0 | 244,5 | 57,0 | | | | | 13,8 | | 139,1 | 244,4 | 1434,4 |
| <i>Quebrada5</i> | 23,57 | -65,31 | 3964 | 6 | 9 | 0 | 4 | 5,25 | 1,59 | 1,19 | 5,73 | 7 | 79,84 | 9 | 6 | 1 |
| | - | | | 250,8 | 175,7 | 116,5 | 21,3 | | | | | | | | | 145,7 |
| <i>Quebrada6</i> | 23,57 | -65,63 | 4007 | 2 | 8 | 3 | 4 | 1,45 | 0,92 | 0,49 | 3,43 | 6,17 | 29,20 | 65,48 | 2 | 817,32 |
| | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hornillos</i> | 23,66 | -65,43 | 3043 | 25,81 | 14,25 | 9,47 | 3,41 | 0,00 | 0,19 | 0,00 | 0,25 | 1,72 | 1,41 | 5,16 | 13,59 | 75,25 |
| | - | | | | | | 18,7 | | | | | | | | | |
| <i>Valles1</i> | 24,20 | -65,00 | 1129 | 96,38 | 85,61 | 42,95 | 7 | 6,38 | 2,67 | 2,87 | 2,91 | 5,90 | 21,35 | 34,28 | 65,40 | 385,47 |
| | - | | | 126,2 | | | 16,8 | | | | | | | | | |
| <i>Valles2</i> | 24,20 | -65,31 | 1289 | 8 | 98,37 | 63,17 | 6 | 2,85 | 0,65 | 0,66 | 1,62 | 3,72 | 24,07 | 38,41 | 76,43 | 453,08 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|--------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|---|--------|--|
| | - | | | 150,2 | 154,8 | 133,1 | 50,7 | 13,4 | | | | | | | | 123,7 | |
| <i>Jujuy AERO</i> | 24,23 | -65,06 | 907 | 3 | 0 | 5 | 3 | 5 | 4,14 | 2,66 | 1,96 | 4,98 | 29,36 | 55,15 | 8 | 724,41 | |
| | - | | | 190,8 | 191,0 | 164,3 | 60,3 | 20,8 | | | | | | | | 154,7 | |
| <i>Jujuy UN</i> | 24,11 | -65,20 | 1302 | 1 | 5 | 2 | 6 | 3 | 9,35 | 6,87 | 5,90 | 9,13 | 40,30 | 95,76 | 2 | 949,40 | |
| | - | | | 118,3 | 122,1 | 122,6 | 45,1 | 14,0 | | | | | | | | 111,0 | |
| <i>LATSER</i> | 24,38 | -65,14 | 980 | 4 | 3 | 1 | 0 | 6 | 5,23 | 2,49 | 1,43 | 4,66 | 27,33 | 43,47 | 3 | 617,86 | |
| | - | | | 194,9 | 155,5 | 109,4 | 41,9 | | | | | | | | | 141,1 | |
| <i>Salta AERO</i> | 24,51 | -65,29 | 1221 | 4 | 2 | 3 | 5 | 7,60 | 2,10 | 2,87 | 3,00 | 5,38 | 23,35 | 62,03 | 4 | 749,31 | |

Tabla 17: Horas de frío acumuladas (en horas), frecuencia anual de heladas meteorológicas, de días con temperaturas superiores a 35 °C (en días) y de olas de calor (en eventos) de localidades de la provincia de Jujuy 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>35°C</i> | <i>Frec. Olas de Calor</i> |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| <i>Quebrada1</i> | - 22,95 | -65,31 | 3542 | 3.138,83 | 141,74 | 0,00 | 3,57 |
| <i>Quebrada2</i> | - 22,95 | -65,63 | 3760 | 3.694,52 | 199,43 | 0,00 | 4,06 |
| <i>Quebrada3</i> | - 23,26 | -65,31 | 3067 | 3.253,42 | 146,43 | 0,00 | 2,54 |
| <i>Quebrada4</i> | - 23,26 | -65,63 | 3915 | 3.901,97 | 214,23 | 0,00 | 3,66 |
| <i>Quebrada5</i> | - 23,57 | -65,31 | 3964 | 2.646,57 | 86,40 | 0,00 | 3,51 |
| <i>Quebrada6</i> | - 23,57 | -65,63 | 4007 | 3.552,13 | 188,09 | 0,00 | 3,51 |
| <i>Hornillos</i> | - 23,66 | -65,43 | 3043 | 1.197,29 | 11,29 | 2,33 | 2,20 |
| <i>Valles1</i> | - 24,20 | -65,00 | 1129 | 866,60 | 16,89 | 20,29 | 3,73 |

| | | | | | | | |
|-------------------|------------|--------|------|----------|-------|-------|------|
| <i>Valles2</i> | - 24,20 | -65,31 | 1289 | 1.715,65 | 55,11 | 0,09 | 3,31 |
| <i>Jujuy AERO</i> | - 24,23 | -65,06 | 907 | 396,49 | 3,90 | 17,65 | 3,53 |
| <i>Jujuy UN</i> | - 24,11 | -65,20 | 1302 | 652,59 | 7,68 | 3,32 | 3,43 |
| <i>LATSER</i> | - 24,38 | -65,14 | 980 | 378,13 | --- | --- | --- |
| <i>Salta AERO</i> | - 24,51 | -65,29 | 1221 | --- | 18,49 | 4,27 | 2,78 |

ANEXO II

Información climática de la temporada agrícola

Tabla 18: Temperaturas medias (en °C), 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 Jujuy y alrededores, Argentina

| <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>Quebrada1</i> | -22,95 | -65,31 | 3542 | 9,14 | 11,93 | 1826,92 |
| <i>Quebrada2</i> | -22,95 | -65,63 | 3760 | 8,97 | 14,49 | 811,21 |
| <i>Quebrada3</i> | -23,26 | -65,31 | 3067 | 8,64 | 11,69 | 2365,01 |
| <i>Quebrada4</i> | -23,26 | -65,63 | 3915 | 8,43 | 7,31 | 860,71 |
| <i>Quebrada5</i> | -23,57 | -65,31 | 3964 | 10,82 | 12,19 | 1420,65 |
| <i>Quebrada6</i> | -23,57 | -65,63 | 4007 | 9,25 | 14,47 | 811,03 |
| <i>Hornillos</i> | -23,66 | -65,43 | 3043 | 16,84 | 14,37 | 74,81 |
| <i>Valles1</i> | -24,20 | -65,00 | 1129 | 20,13 | 14,10 | 370,65 |
| <i>Valles2</i> | -24,20 | -65,31 | 1289 | 15,30 | 13,94 | 447,30 |
| <i>Jujuy AERO</i> | -24,23 | -65,06 | 907 | 21,71 | 12,28 | 702,20 |
| <i>Jujuy UN</i> | -24,11 | -65,20 | 1302 | 20,25 | 11,45 | 906,45 |
| <i>LATSER</i> | -24,38 | -65,14 | 980 | 21,41 | 11,65 | 594,65 |
| <i>Salta AERO</i> | -24,51 | -65,29 | 1221 | 19,37 | 12,43 | 733,74 |

Tabla 19: Amplitudes térmicas diarias promedio (en °C) en los meses de maduración de la uva (febrero y marzo) de localidades de la provincia de Jujuy y alrededores, Argentina

| <i>Estación</i> | <i>Latitud</i> | <i>Longitud</i> | <i>Altitud</i> | <i>Ampl. Térmica</i> |
|-------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------------|
| <i>Quebrada1</i> | -22,95 | -65,31 | 3542 | 14,36 |
| <i>Quebrada2</i> | -22,95 | -65,63 | 3760 | 15,69 |
| <i>Quebrada3</i> | -23,26 | -65,31 | 3067 | 13,73 |
| <i>Quebrada4</i> | -23,26 | -65,63 | 3915 | 15,29 |
| <i>Quebrada5</i> | -23,57 | -65,31 | 3964 | 16,06 |
| <i>Quebrada6</i> | -23,57 | -65,63 | 4007 | 16,02 |
| <i>Hornillos</i> | -23,66 | -65,43 | 3043 | 24,31 |
| <i>Valles1</i> | -24,20 | -65,00 | 1129 | 13,26 |
| <i>Valles2</i> | -24,20 | -65,31 | 1289 | 12,05 |
| <i>Jujuy AERO</i> | -24,23 | -65,06 | 907 | 10,52 |
| <i>Jujuy UN</i> | -24,11 | -65,20 | 1302 | 9,59 |
| <i>LATSER</i> | -24,38 | -65,14 | 980 | 10,09 |
| <i>Salta AERO</i> | -24,51 | -65,29 | 1221 | 10,24 |

ANEXO III

Mapas climáticos

Zona vitivinícola de Jujuy

ZONA QUEBRADA, PROVINCIA DE JUJUY.

INFORMACIÓN CLIMÁTICA ANUAL

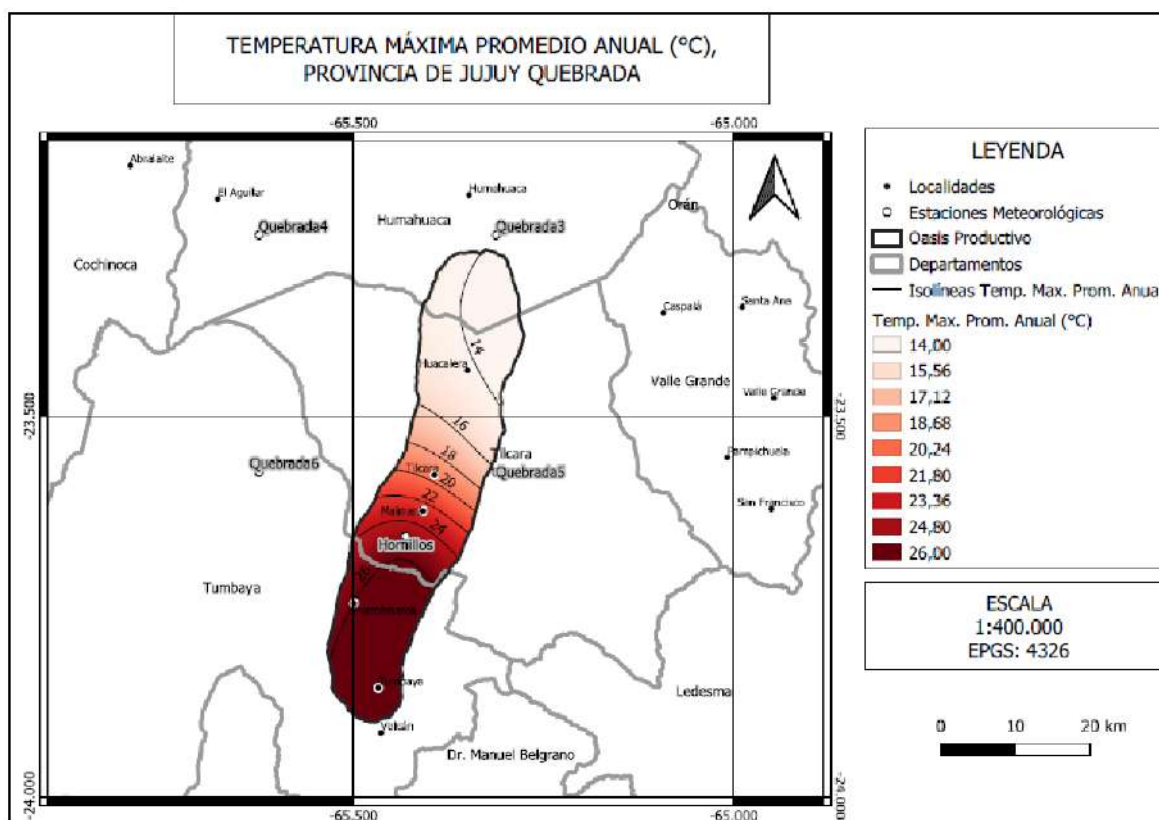


Figura 10: Temperatura máxima media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

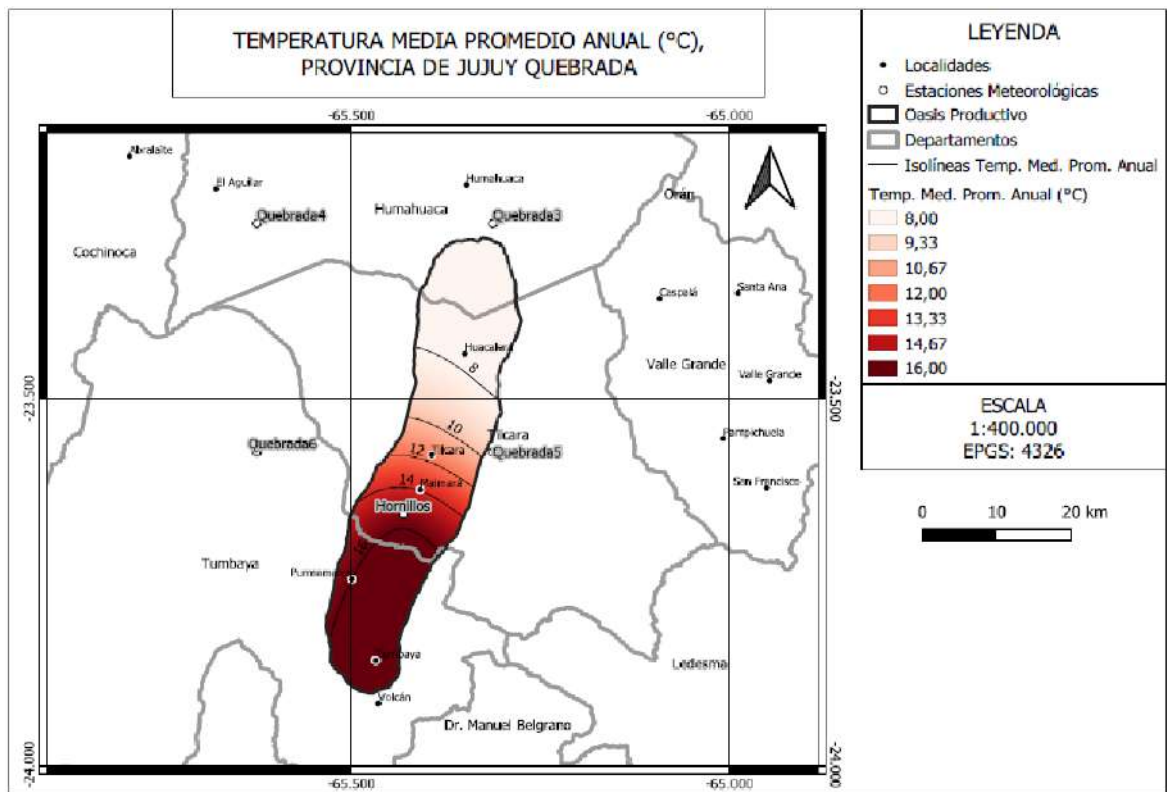


Figura 11: Temperatura media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

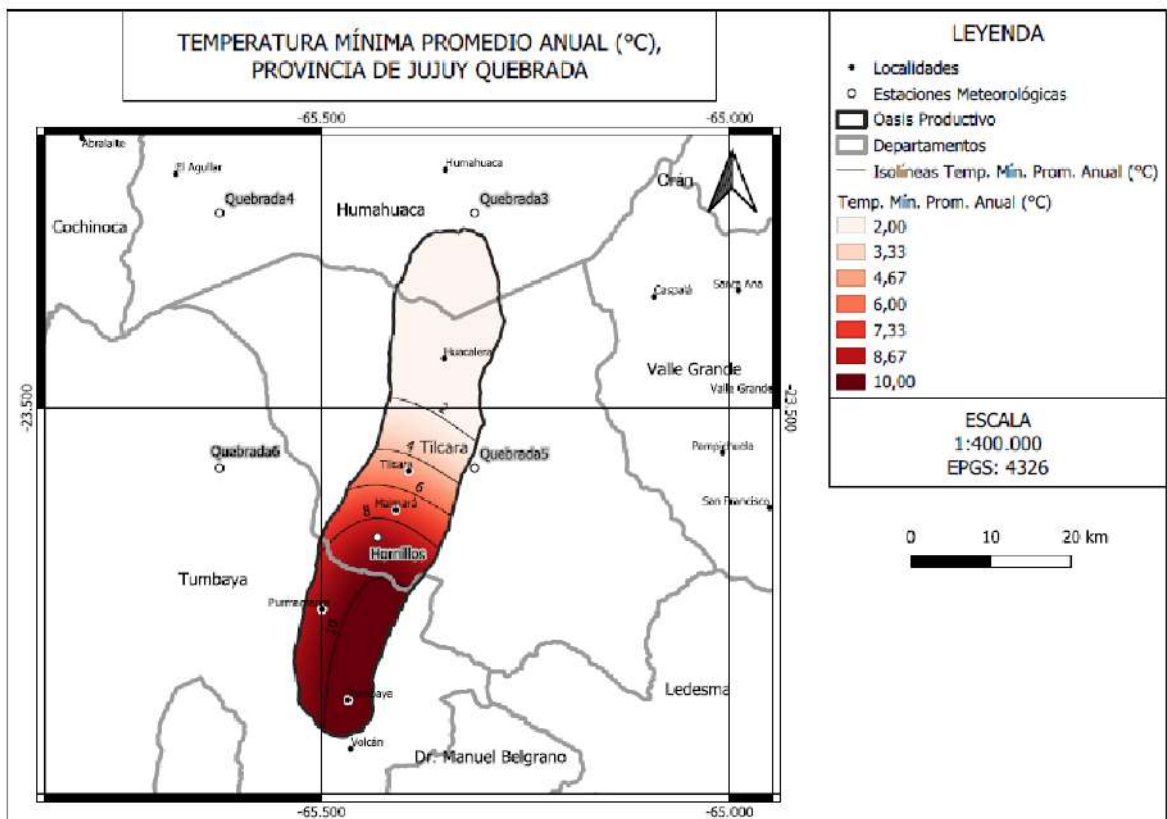


Figura 12: Temperatura mínima media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

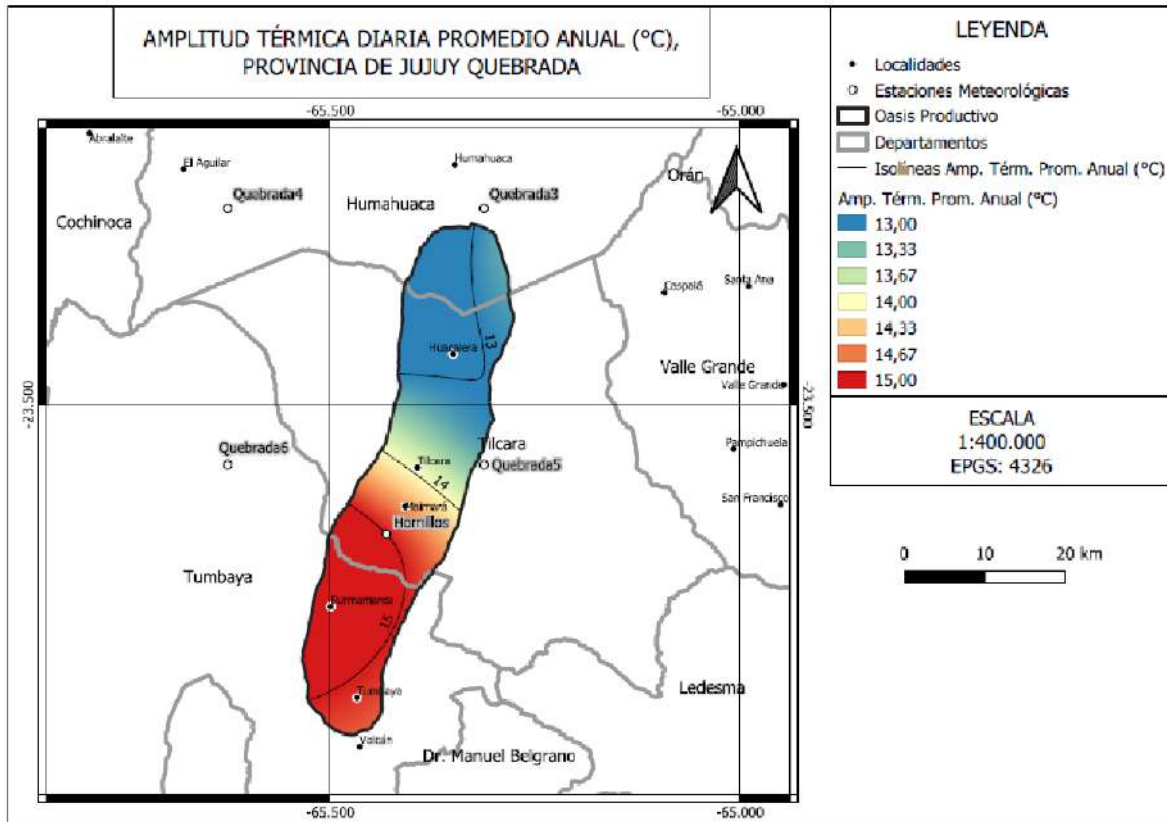


Figura 13: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

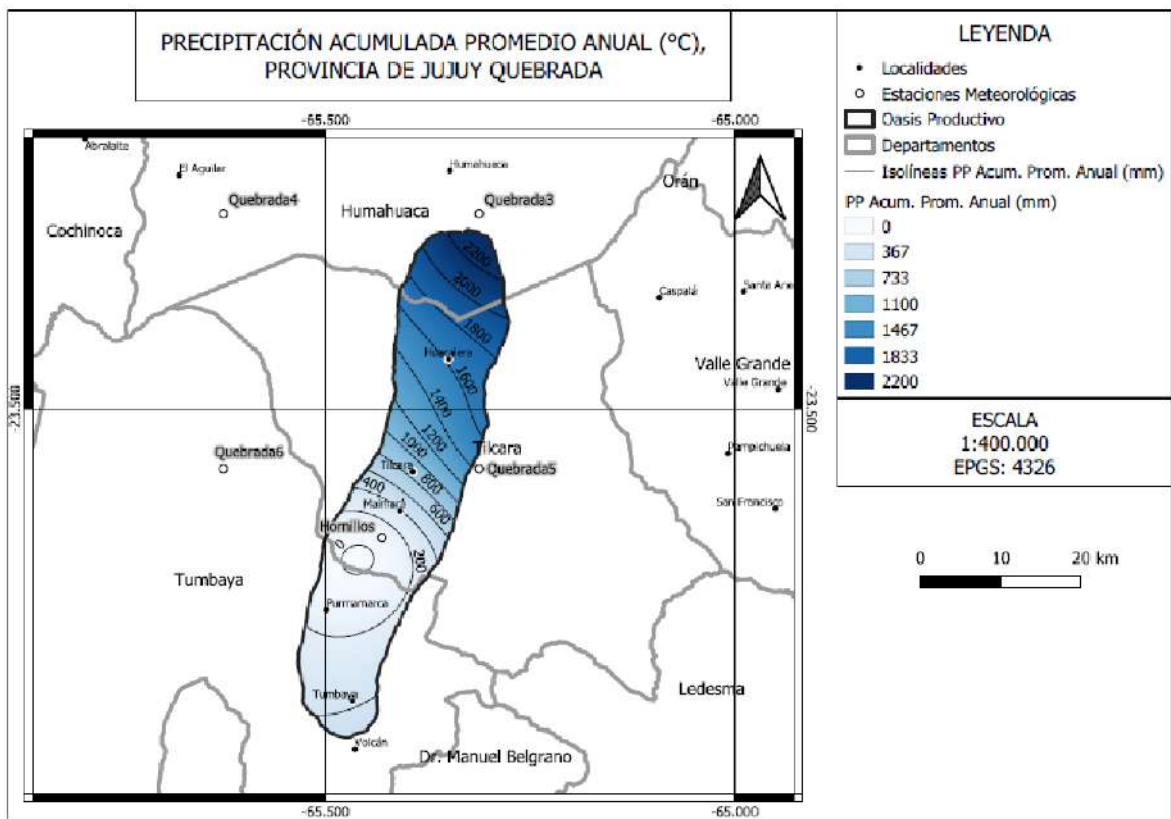


Figura 14: Precipitación acumulada anual media (mm) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

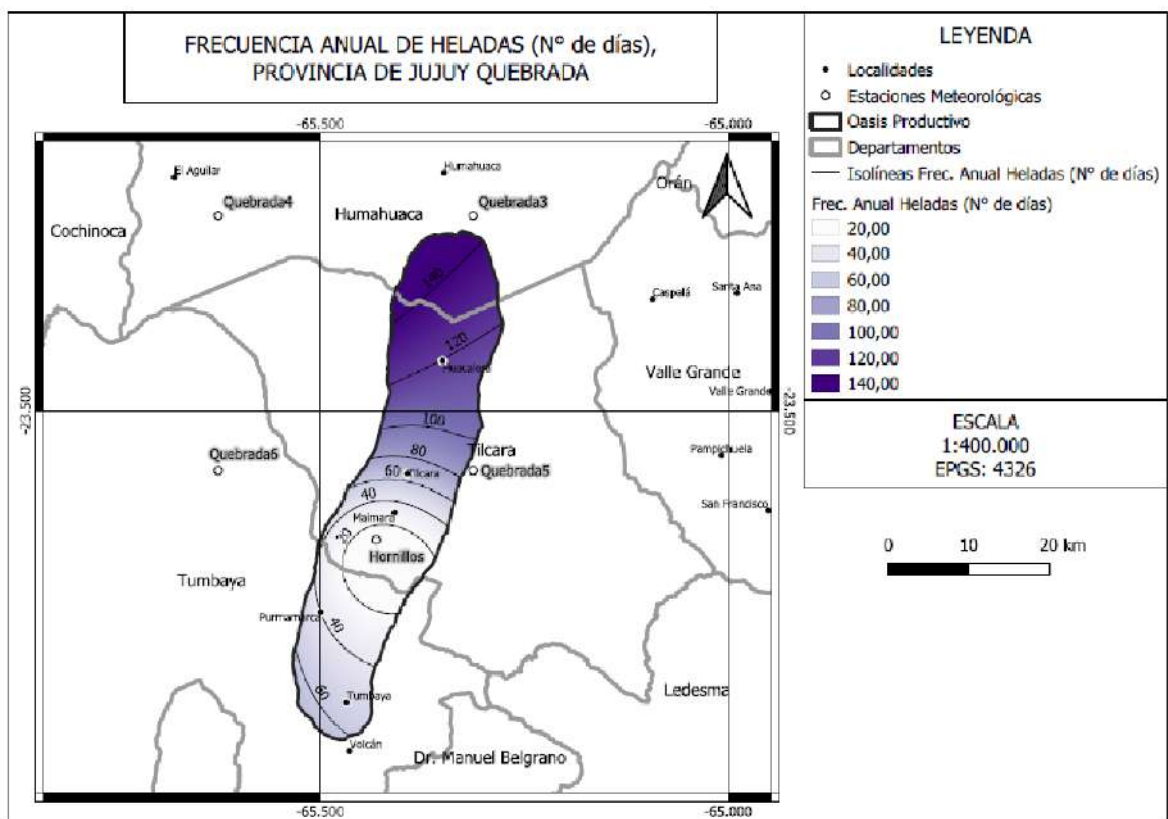


Figura 15: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

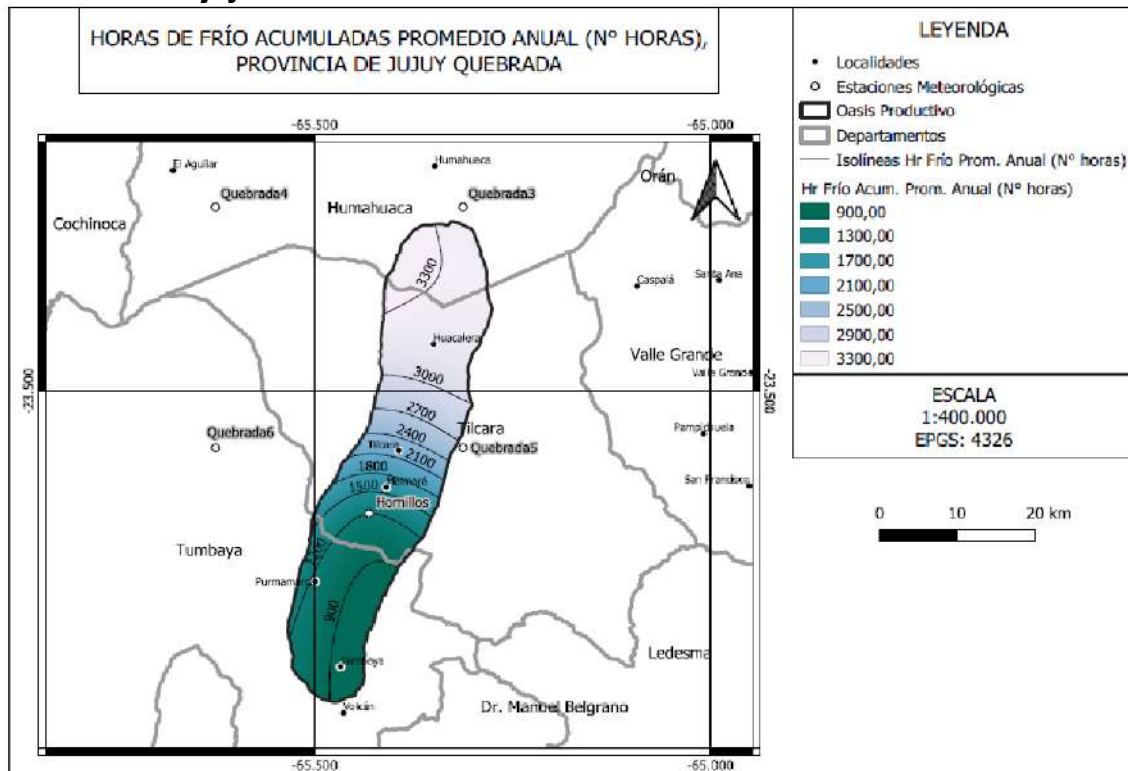


Figura 16: Horas de frío acumuladas (N° horas) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

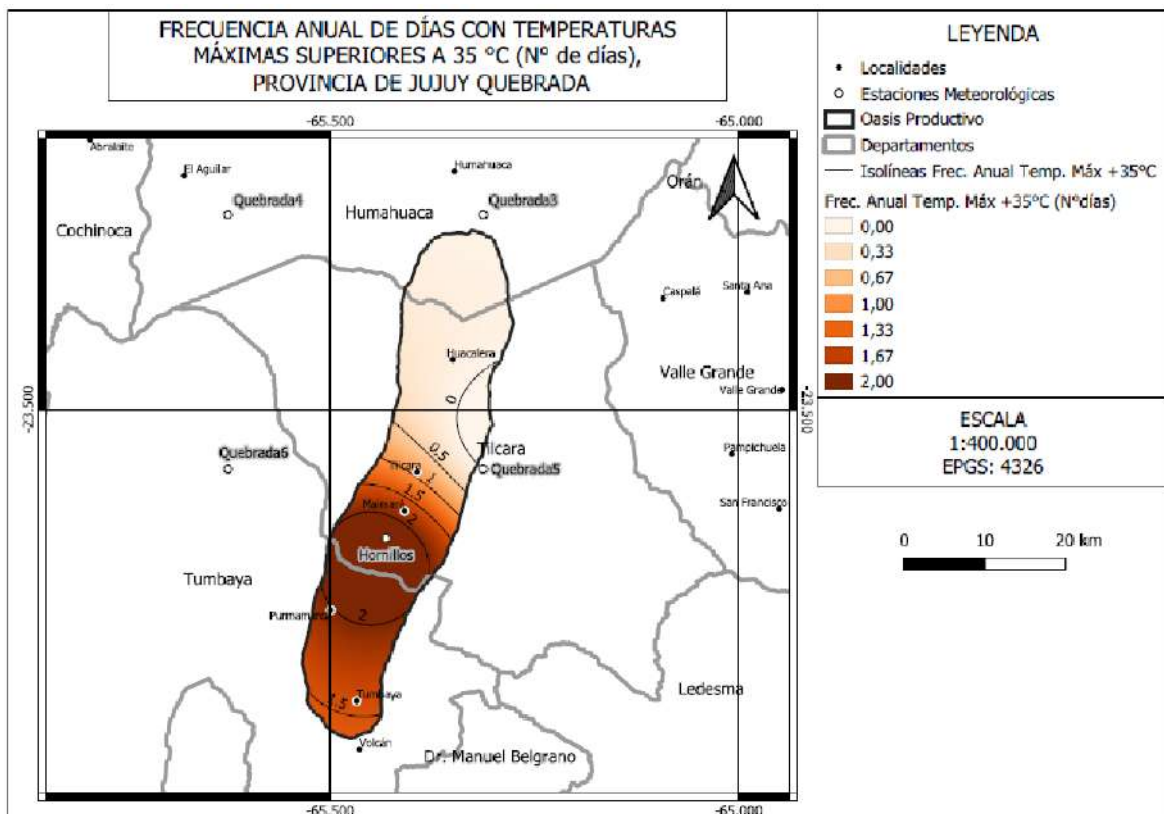


Figura 17: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

ZONA QUEBRADA, PROVINCIA DE JUJUY. INFORMACIÓN CLIMÁTICA DE LA TEMPORADA AGRÍCOLA Y MADURACIÓN

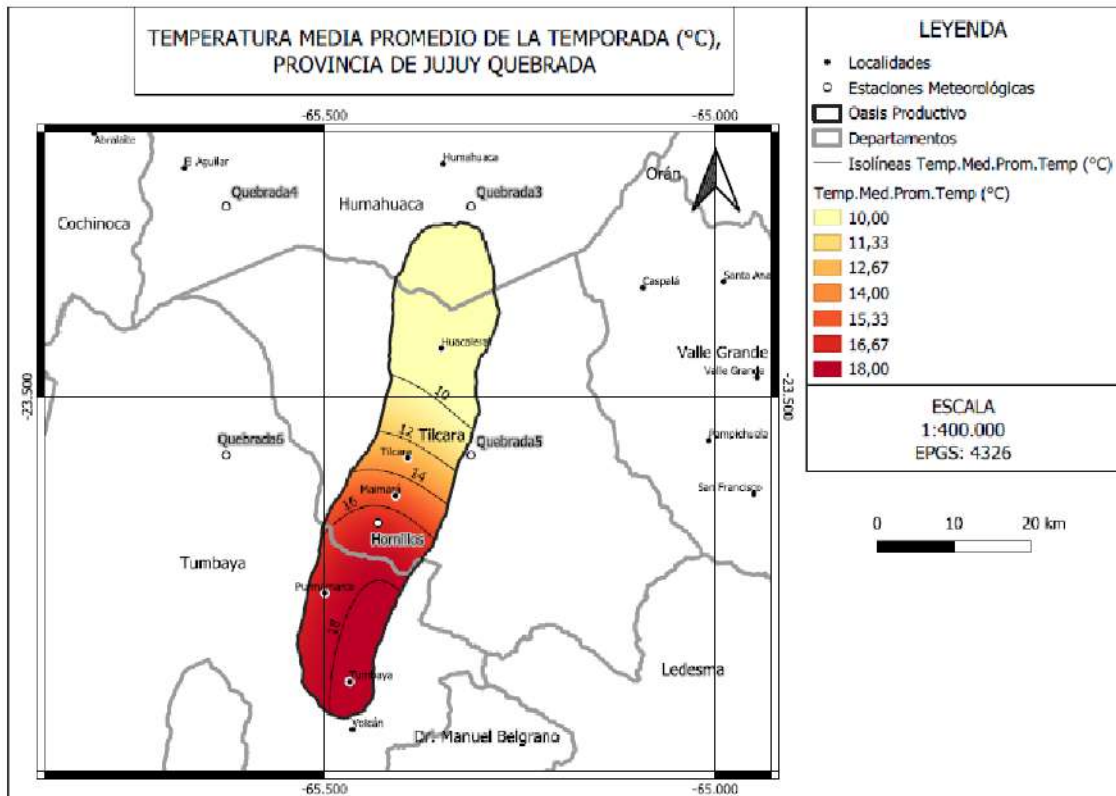


Figura 18: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

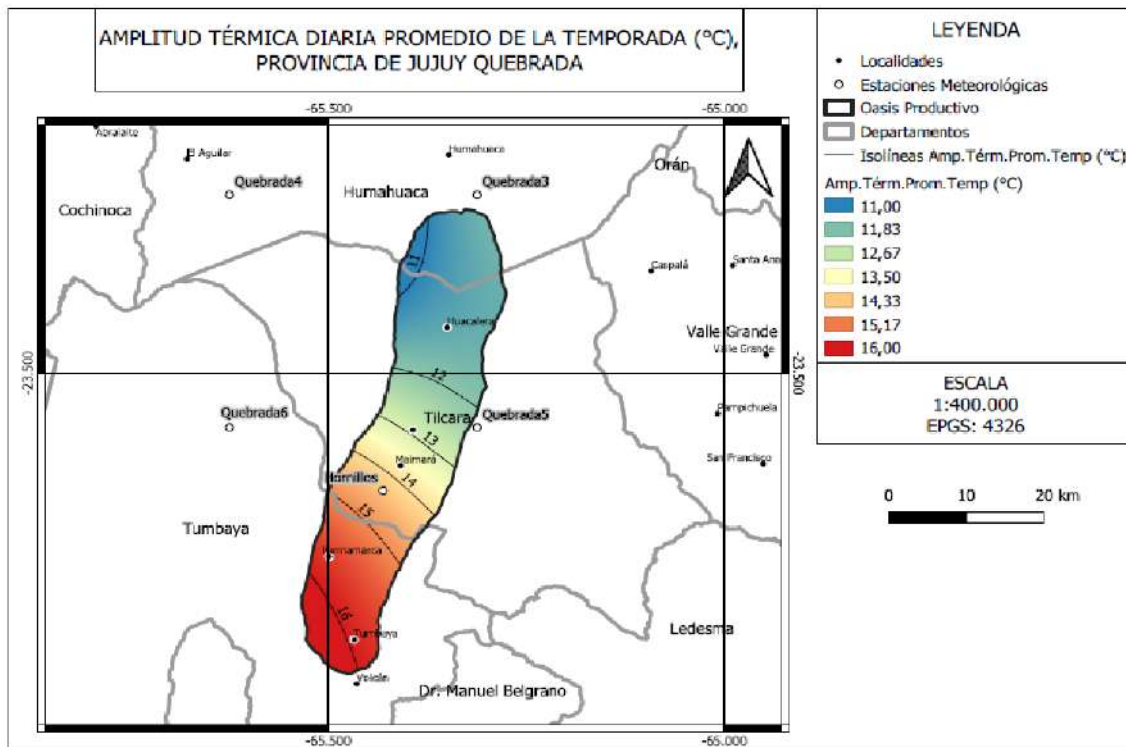


Figura 19: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

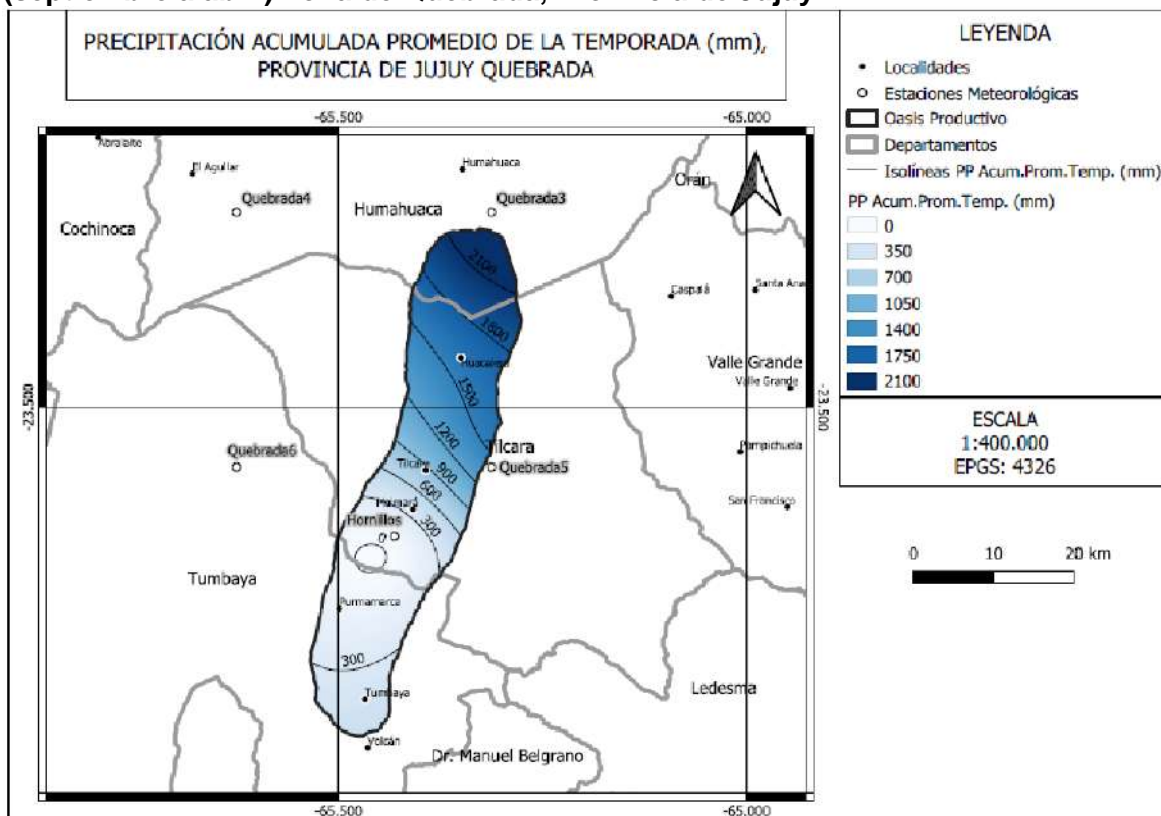


Figura 20: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

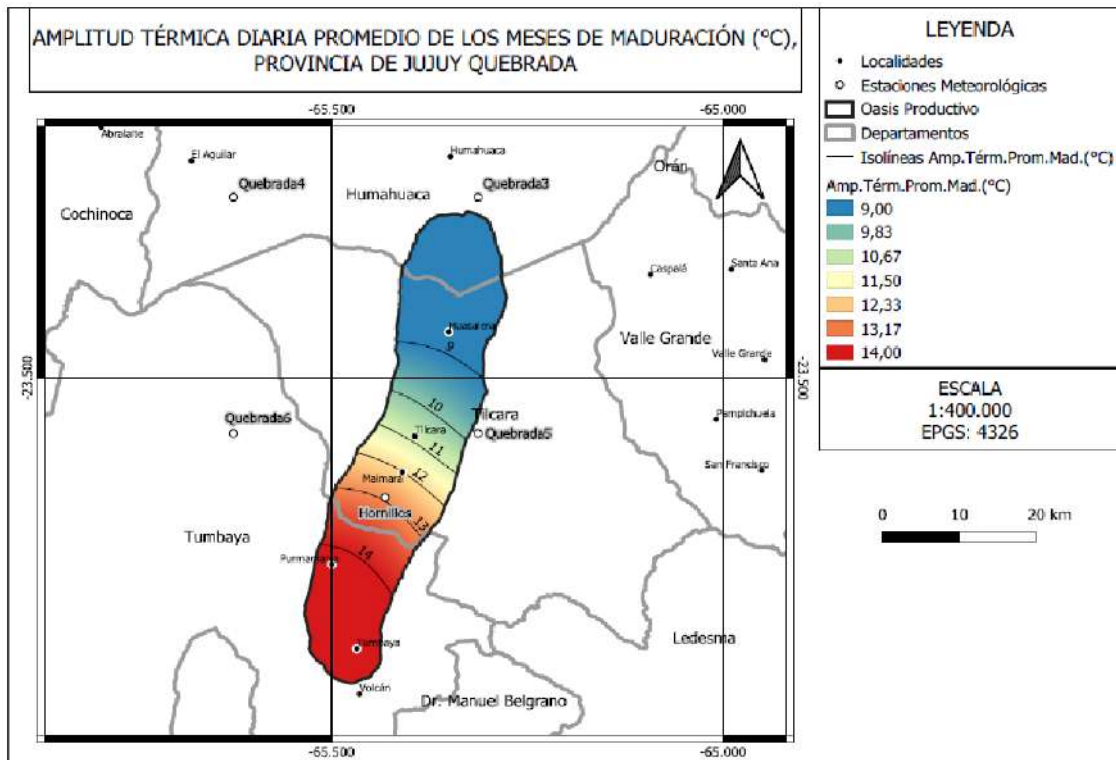


Figura 21: Amplitud térmica media diaria (C°) de la los meses de maduración (febrero y marzo) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

ZONA VALLES, PROVINCIA DE JUJUY
 INFORMACIÓN CLIMÁTICA ANUAL

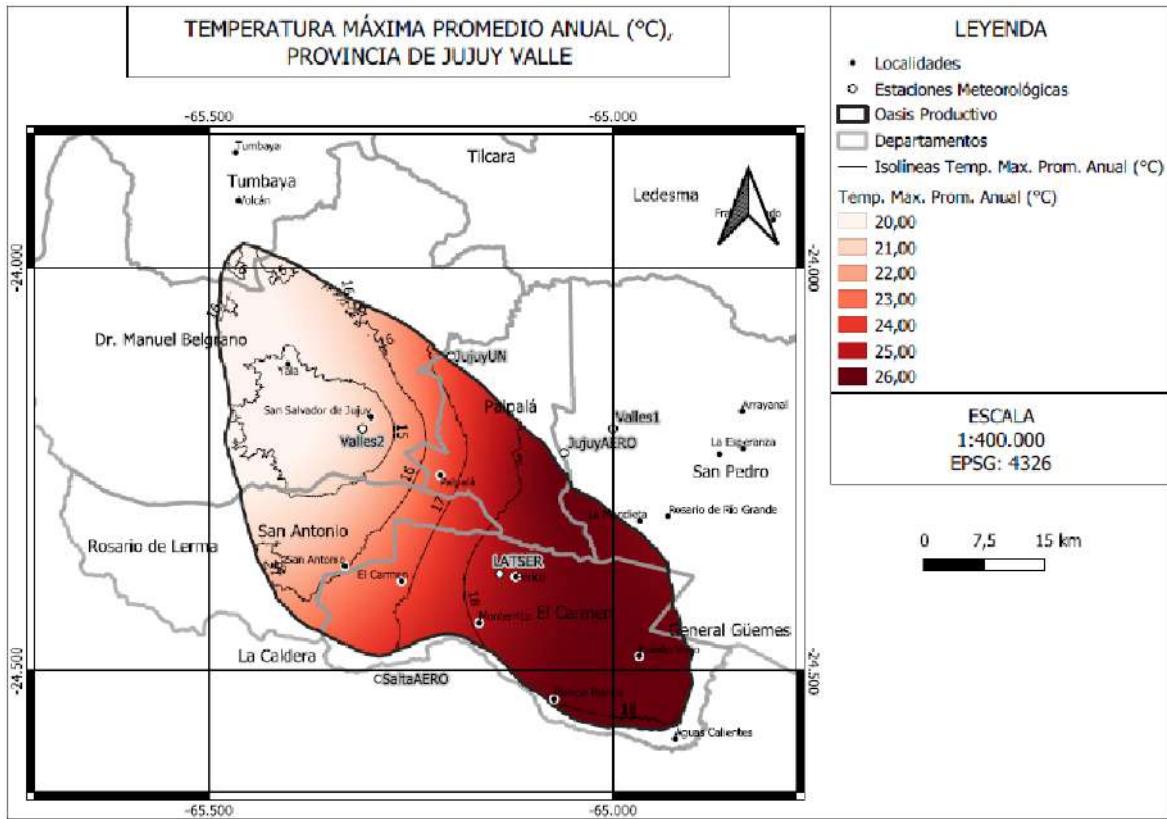


Figura 22: Temperatura máxima media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

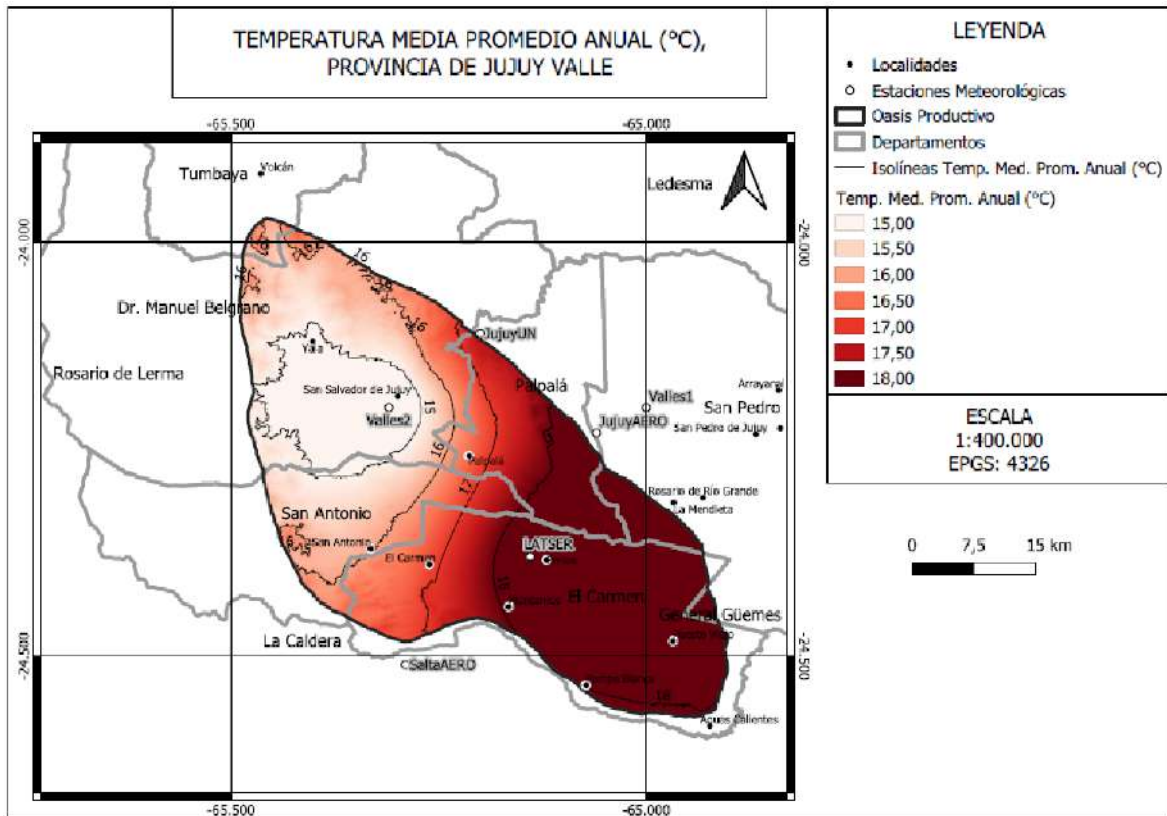


Figura 23: Temperatura media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

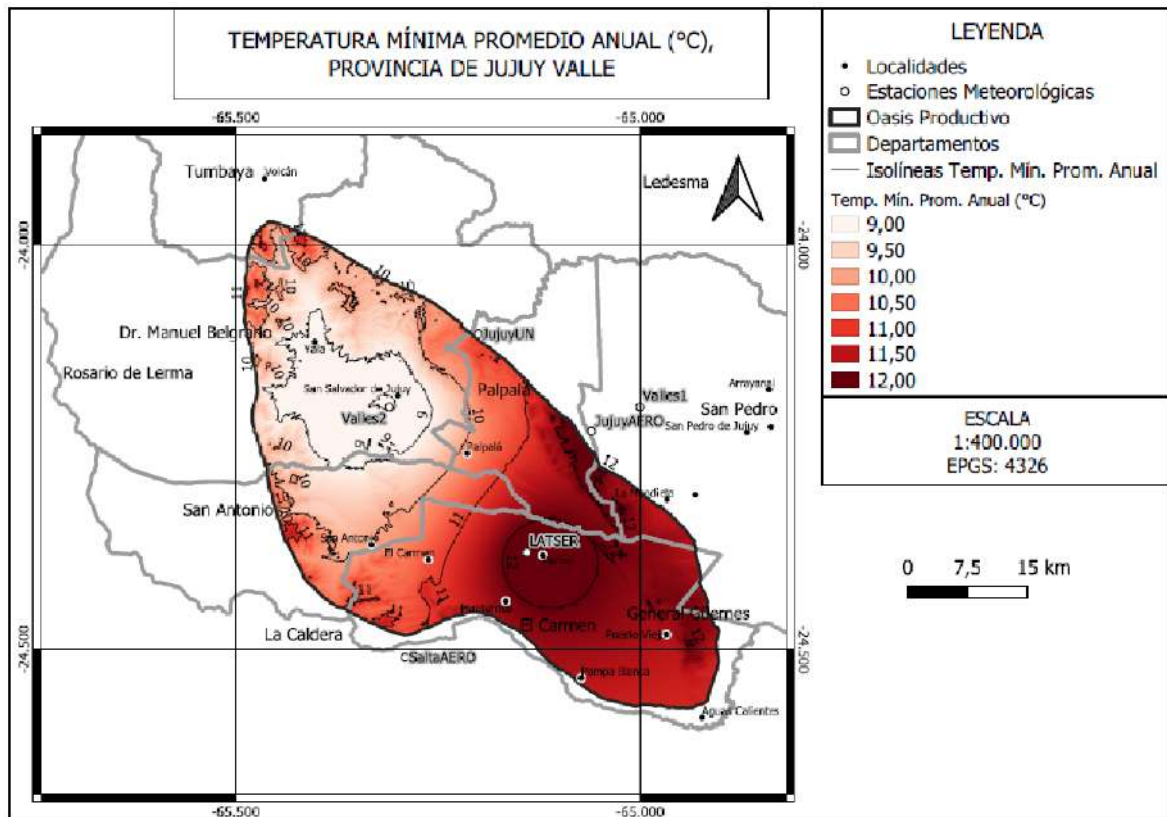


Figura 24: Temperatura mínima media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

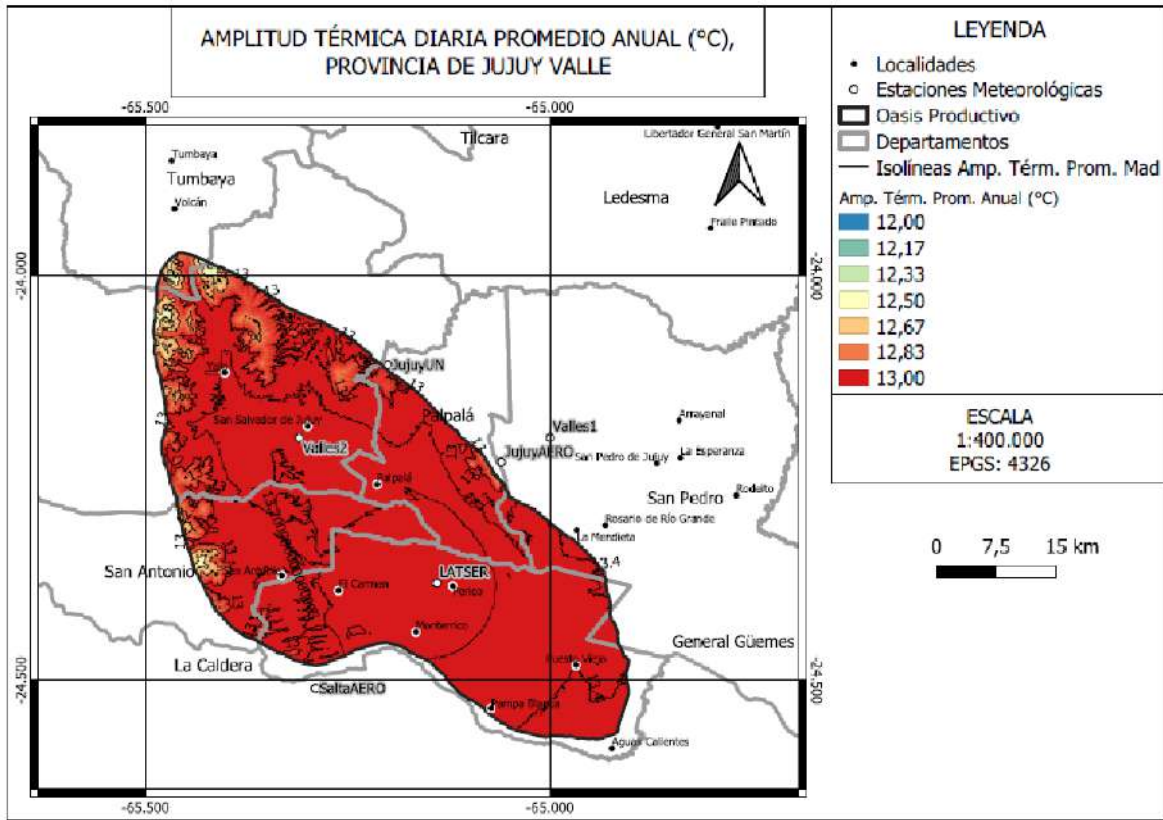


Figura 25: Amplitud térmica diaria media anual (°C) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

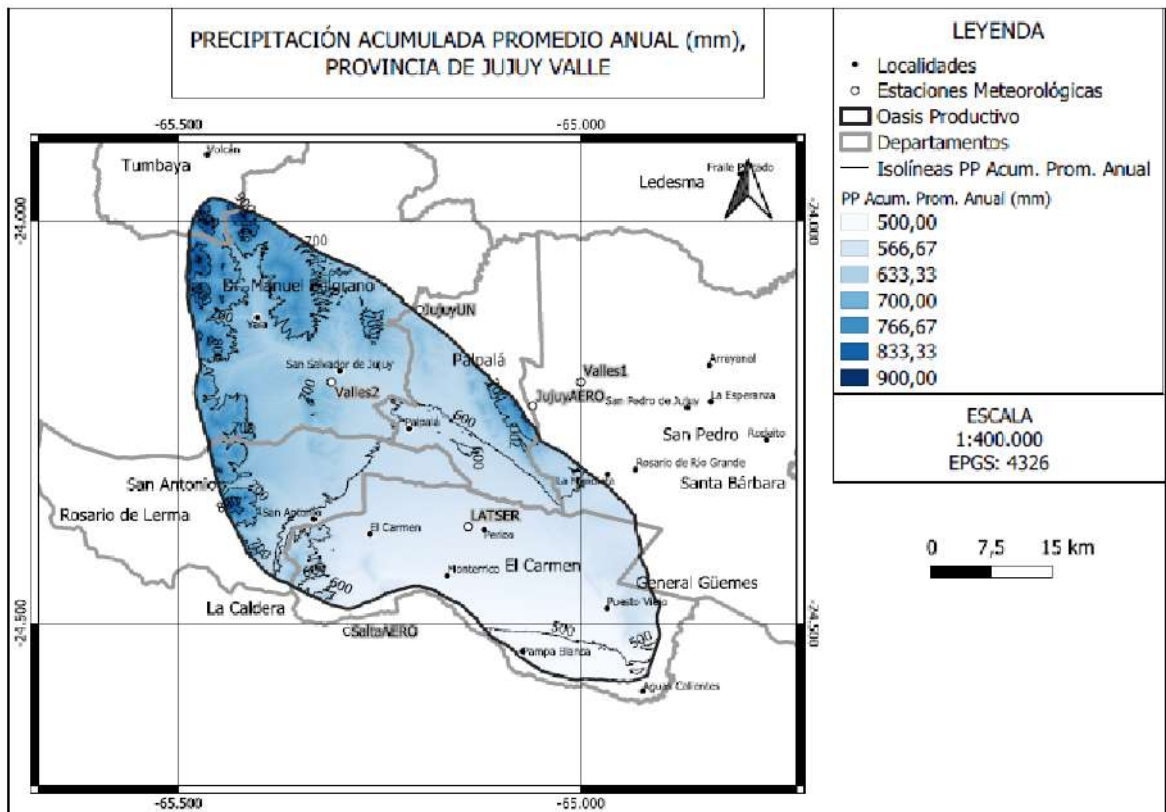


Figura 26: Precipitación acumulada anual media (mm) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

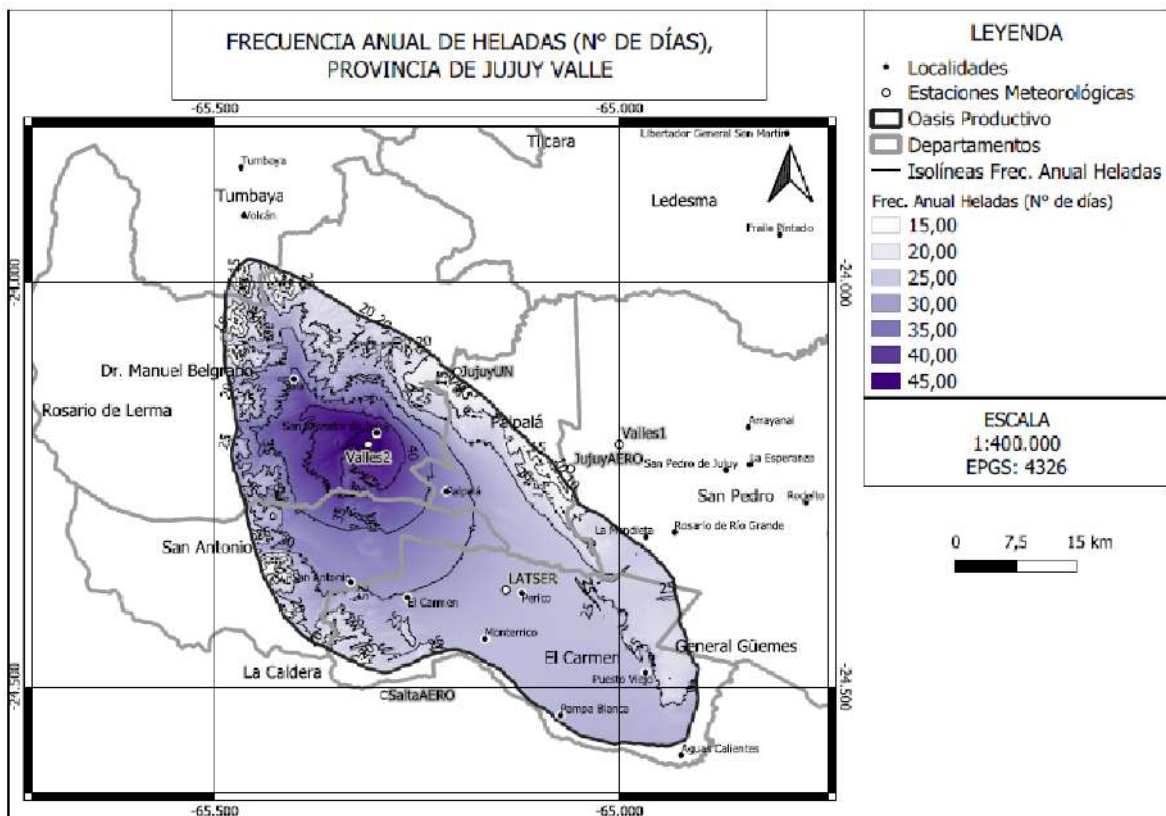


Figura 27: Frecuencia anual de heladas (N° de días) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

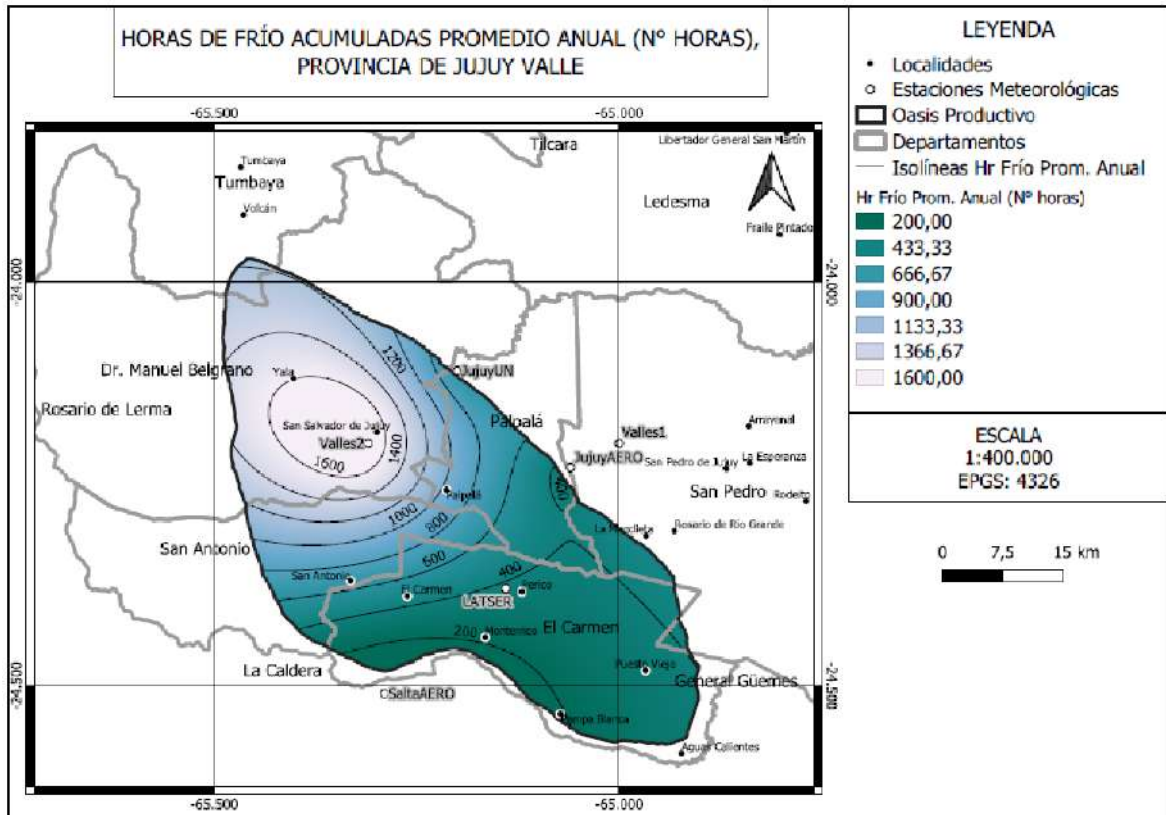


Figura 28: Horas de frío acumuladas (N° horas) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

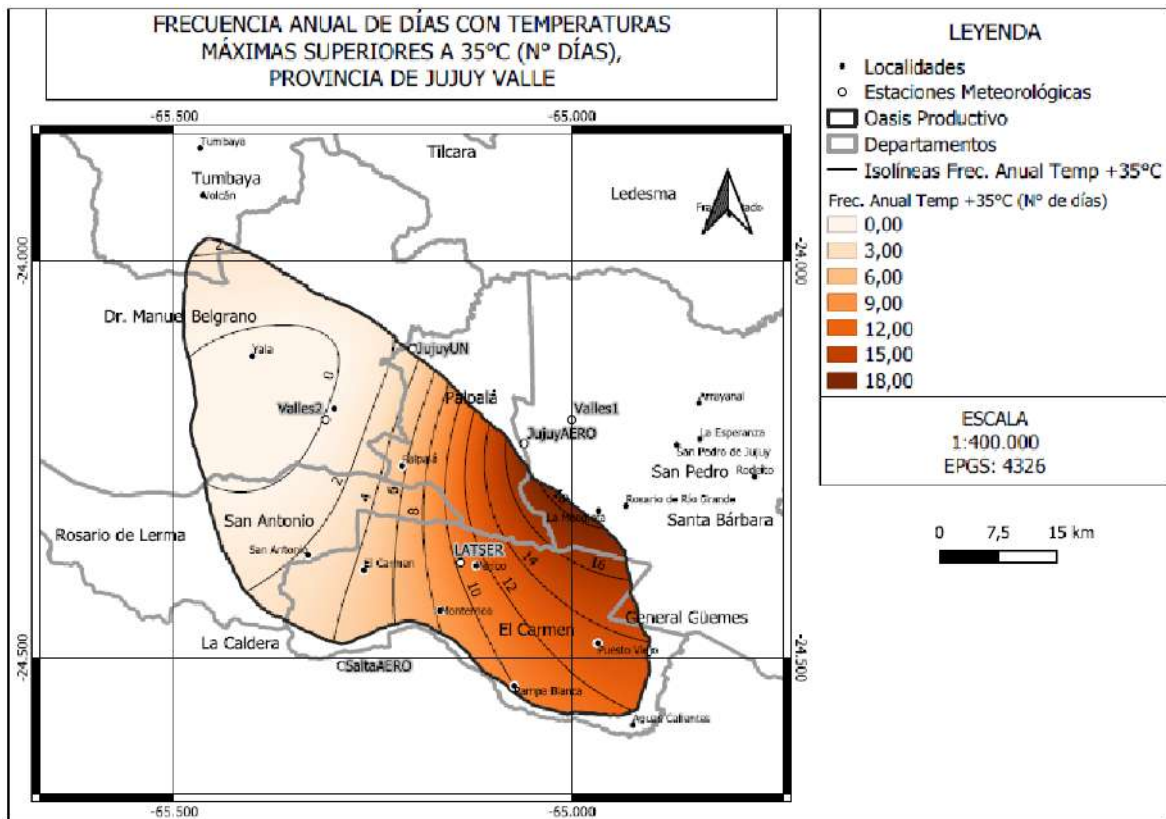
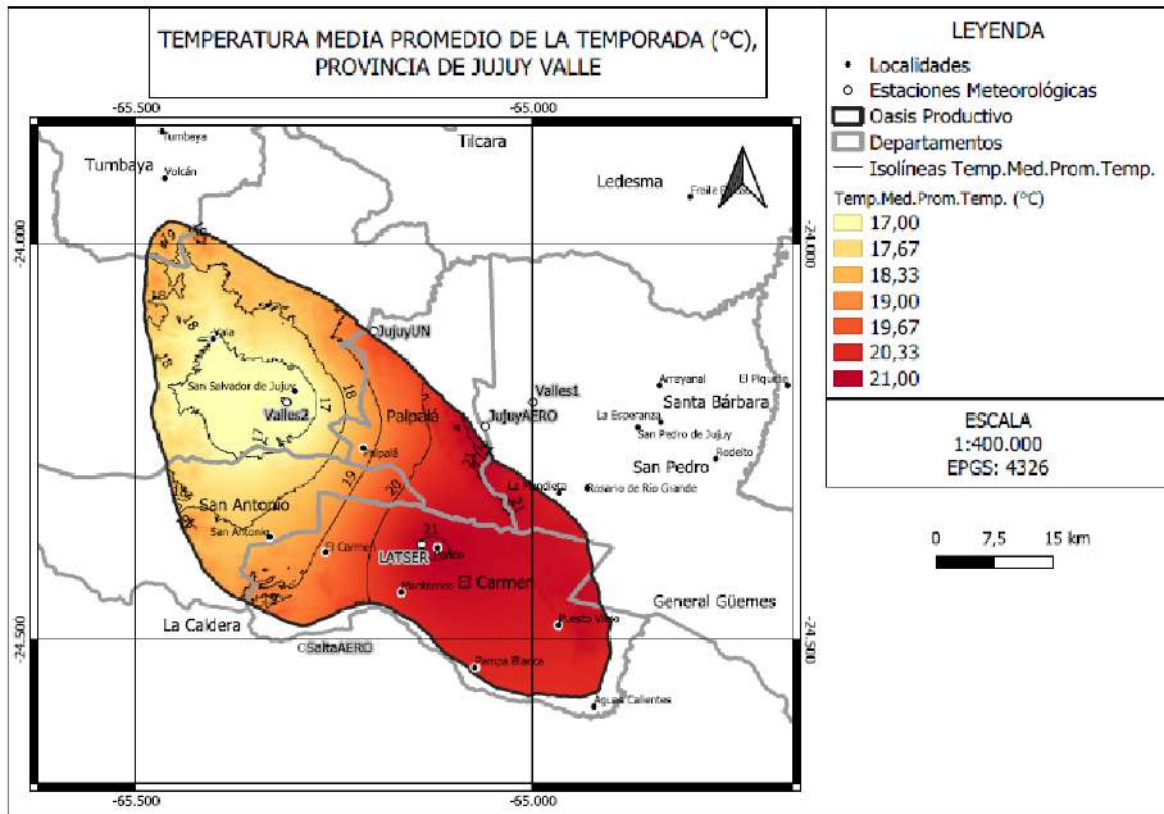


Figura 29: Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35°C (N° de días) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

ZONA VALLES, PROVINCIA DE JUJUY. INFORMACIÓN CLIMÁTICA DE LA TEMPORADA AGRÍCOLA Y MADURACIÓN



**Figura 30: Temperatura media promedio (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril)
Zona de Valles, Provincia de Jujuy**

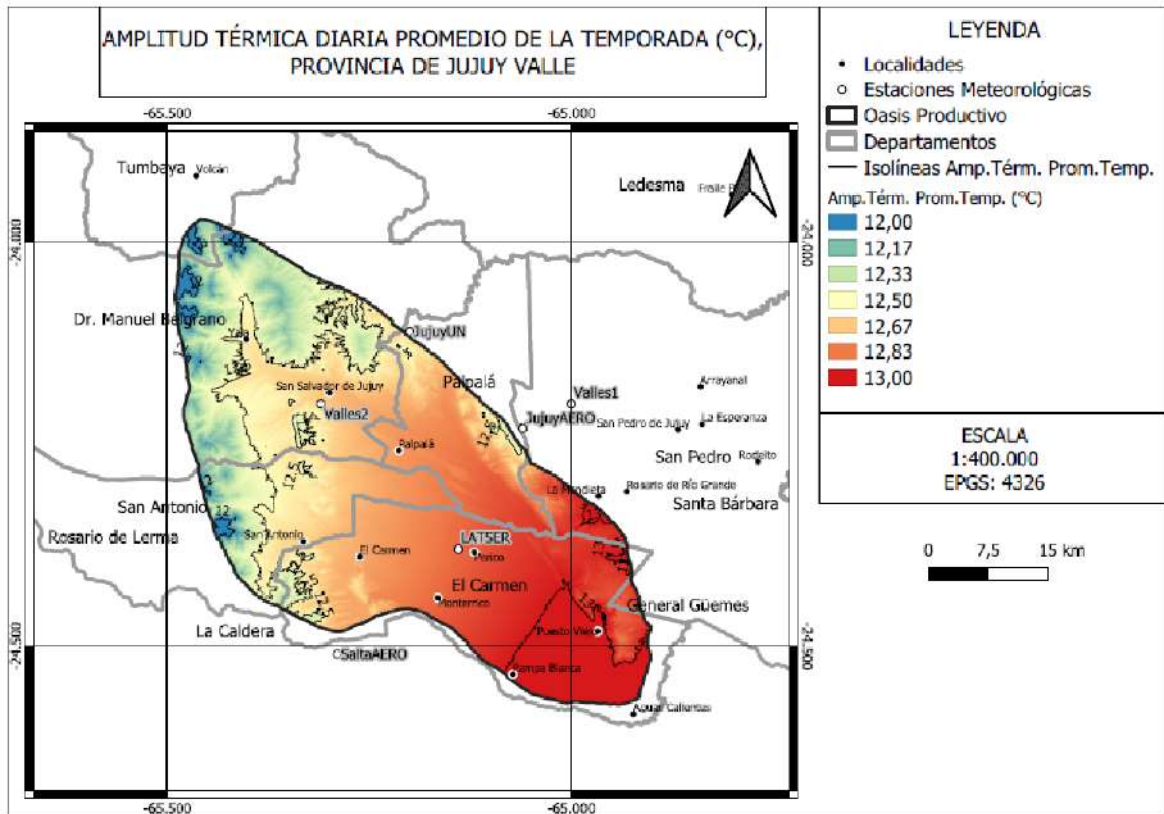


Figura 31: Amplitud térmica media diaria (C°) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Valles, Provincia de Jujuy.

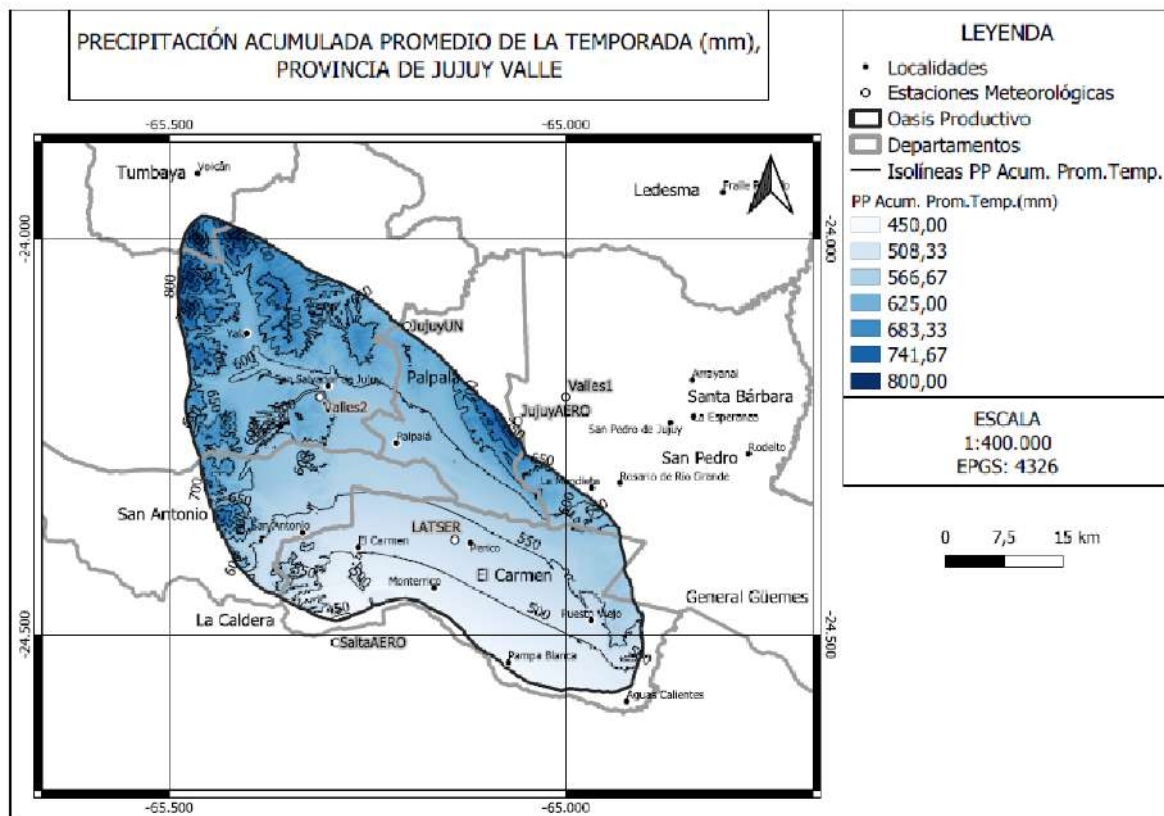


Figura 32: Precipitación acumulada media (mm) de la temporada agrícola (septiembre a abril) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

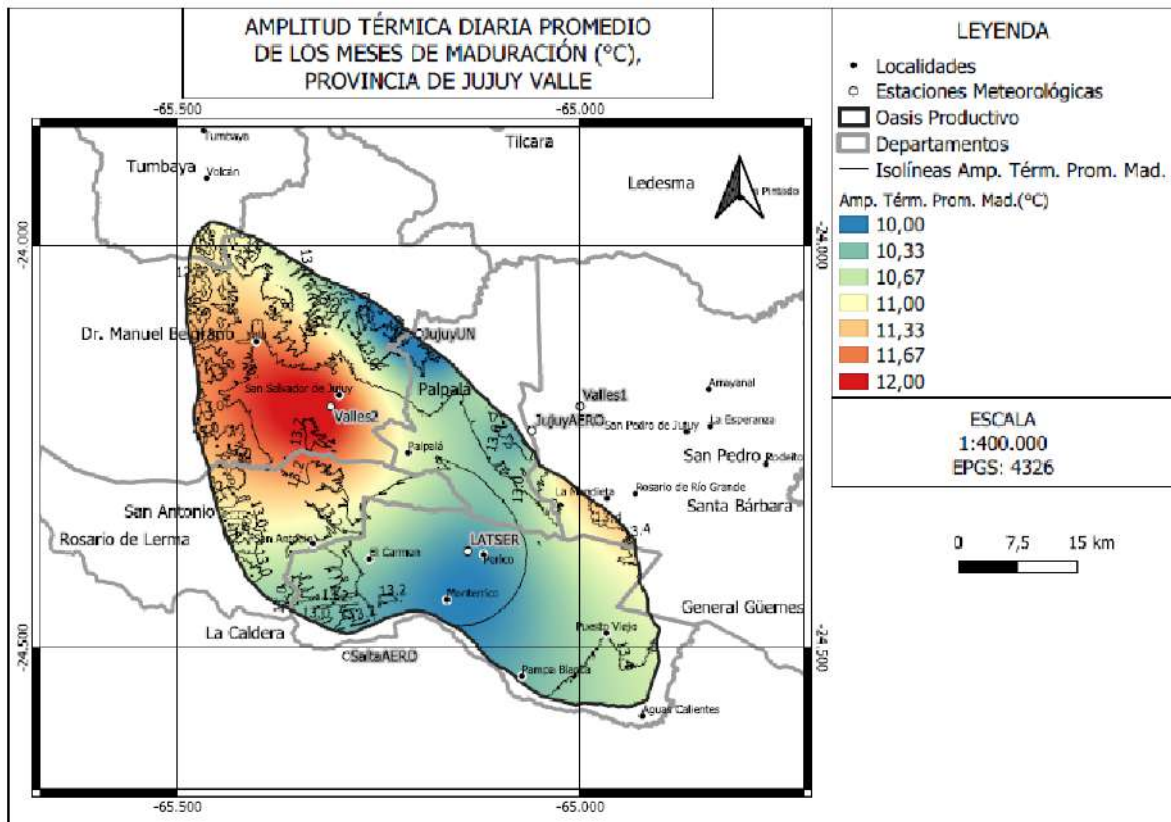


Figura 33: Amplitud térmica media diaria (C°) de los meses de maduración (febrero y marzo) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

ANEXO VI

Mapas de índices bioclimáticos

Zonas vitivinícolas de Jujuy

ZONA QUEBRADA, PROVINCIA DE JUJUY.

INDICES BIOCLIMÁTICOS

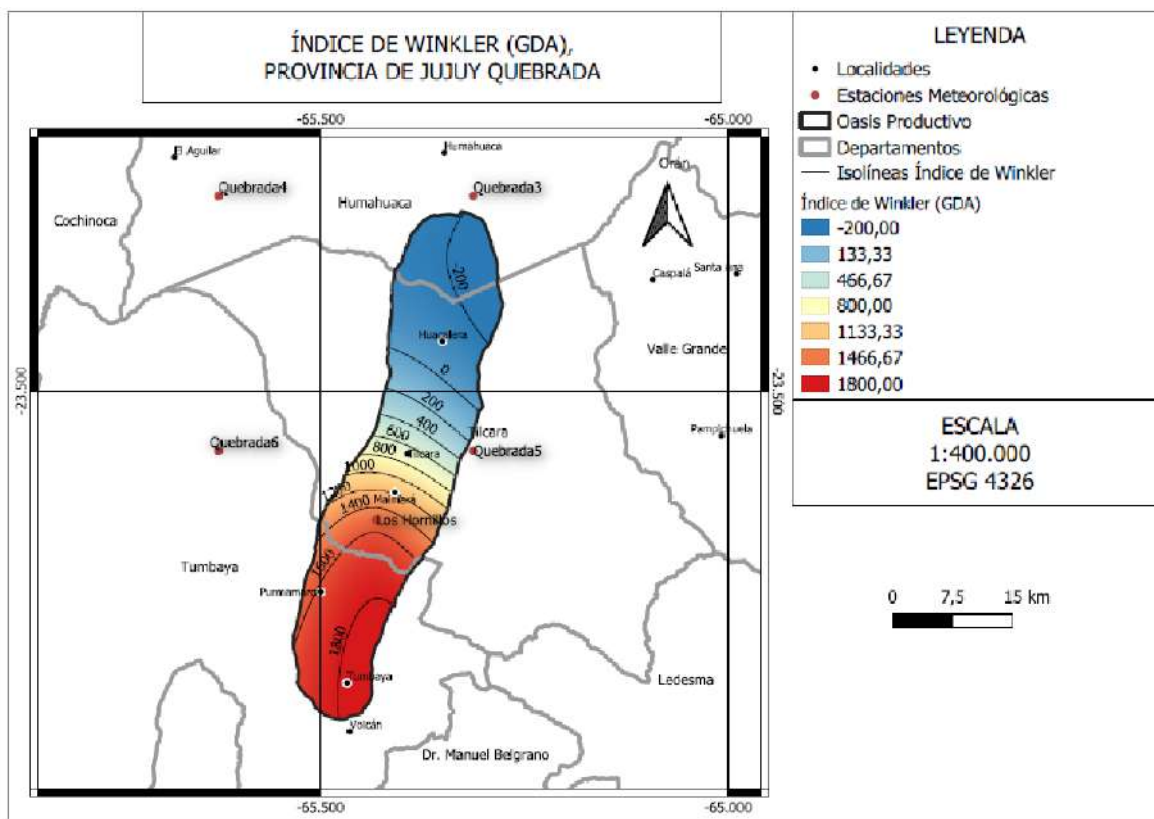


Figura 34: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

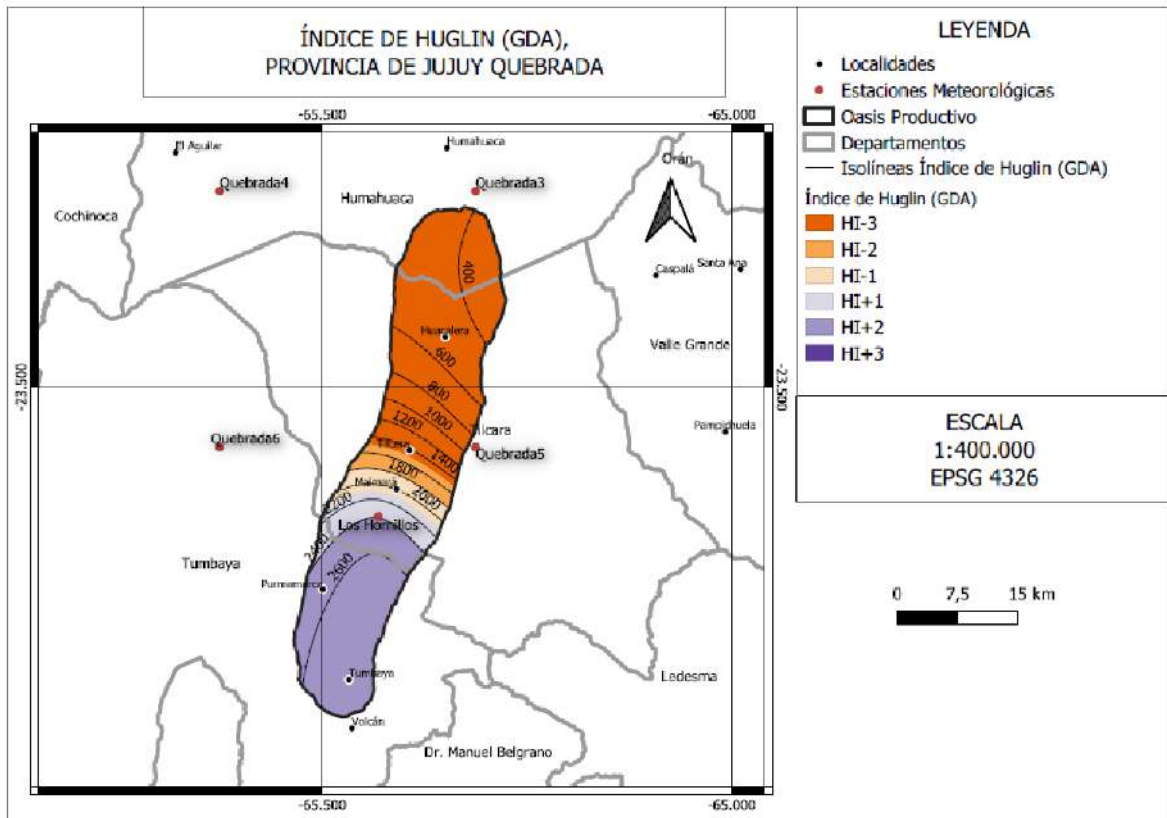


Figura 35: IH – Índice de Huglin. Clasificación. Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

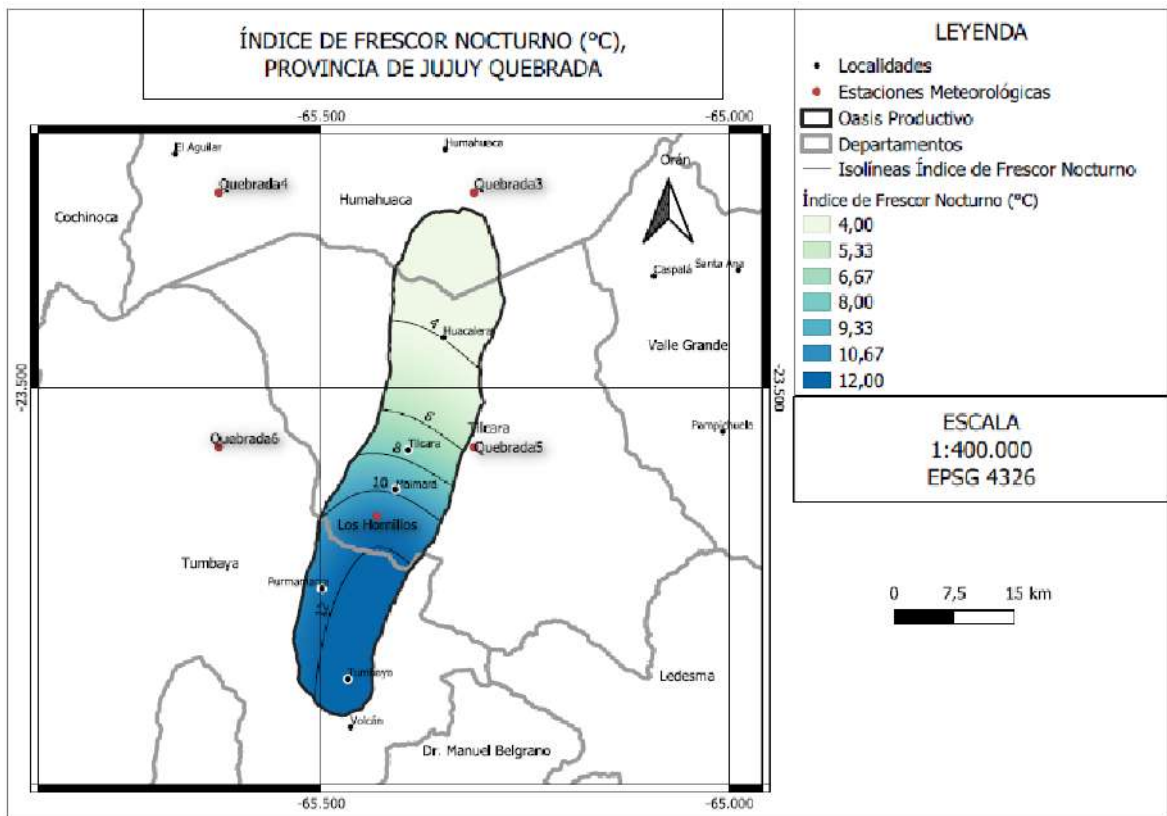


Figura 36: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

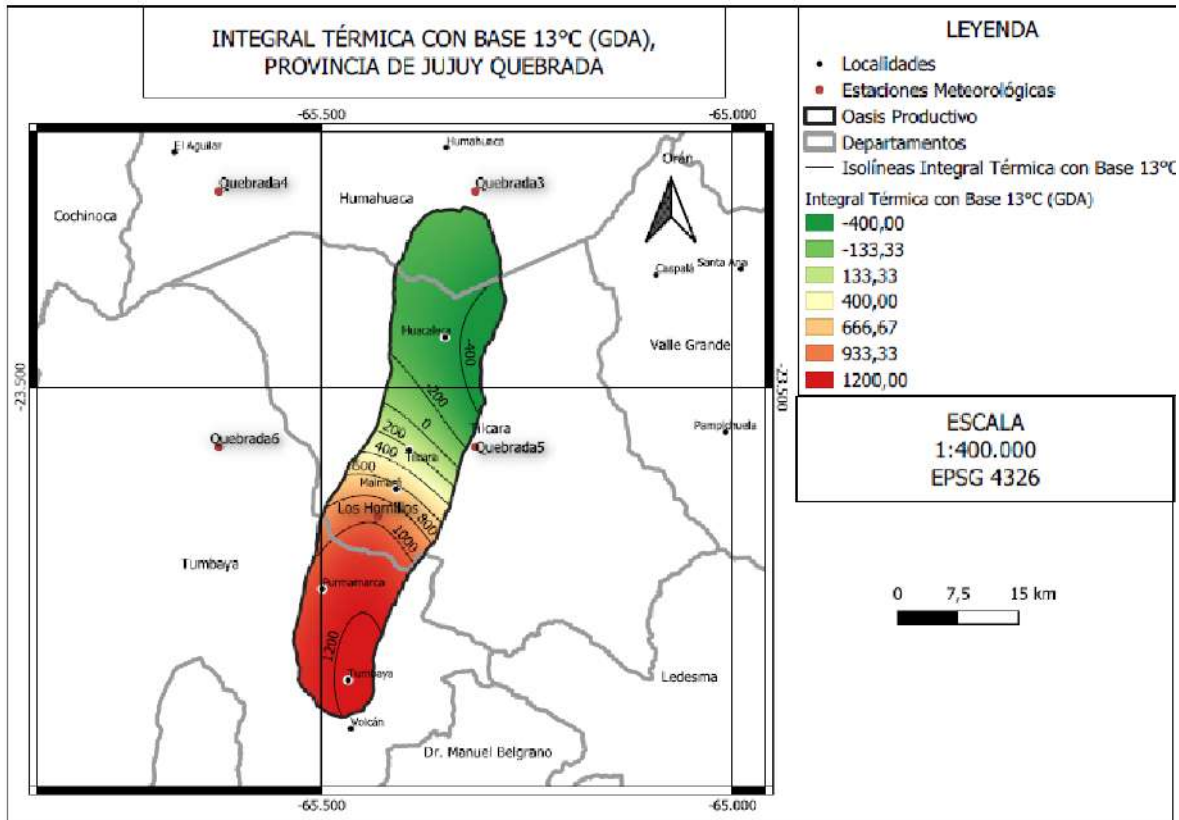


Figura 37: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy.

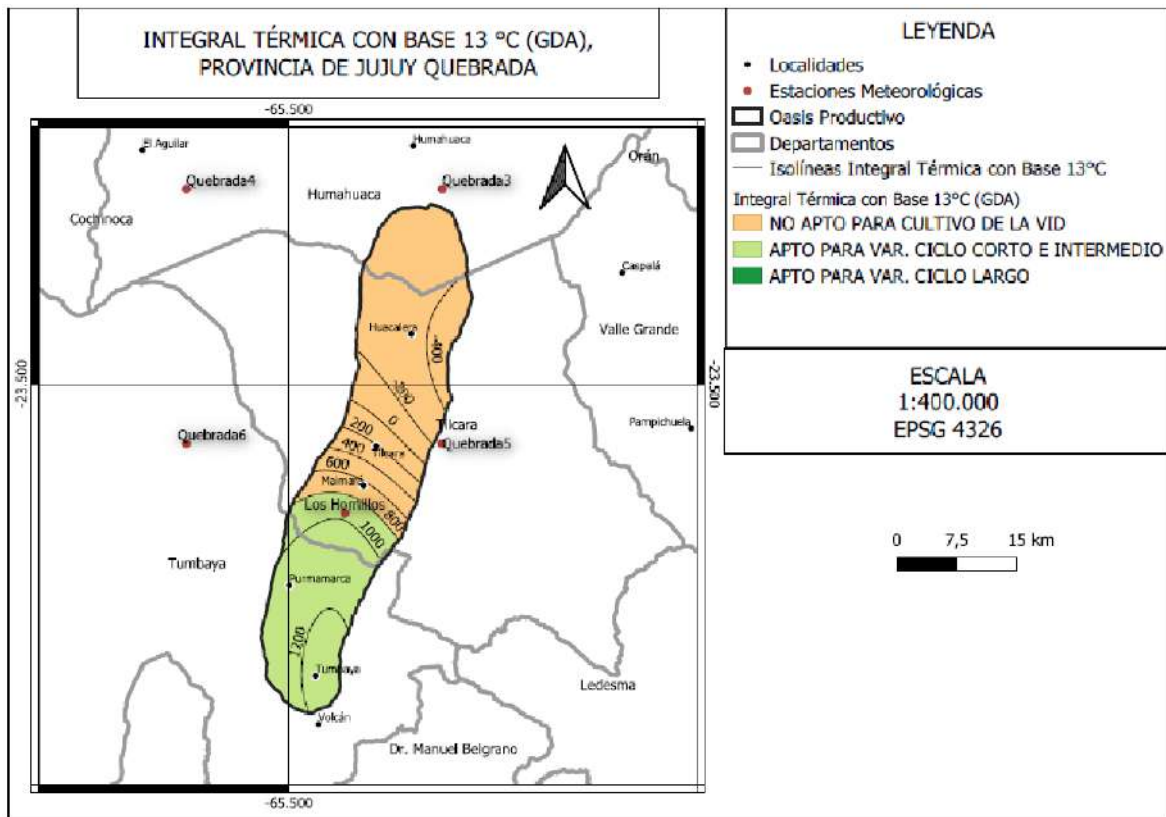


Figura 38: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C. Clasificación. Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

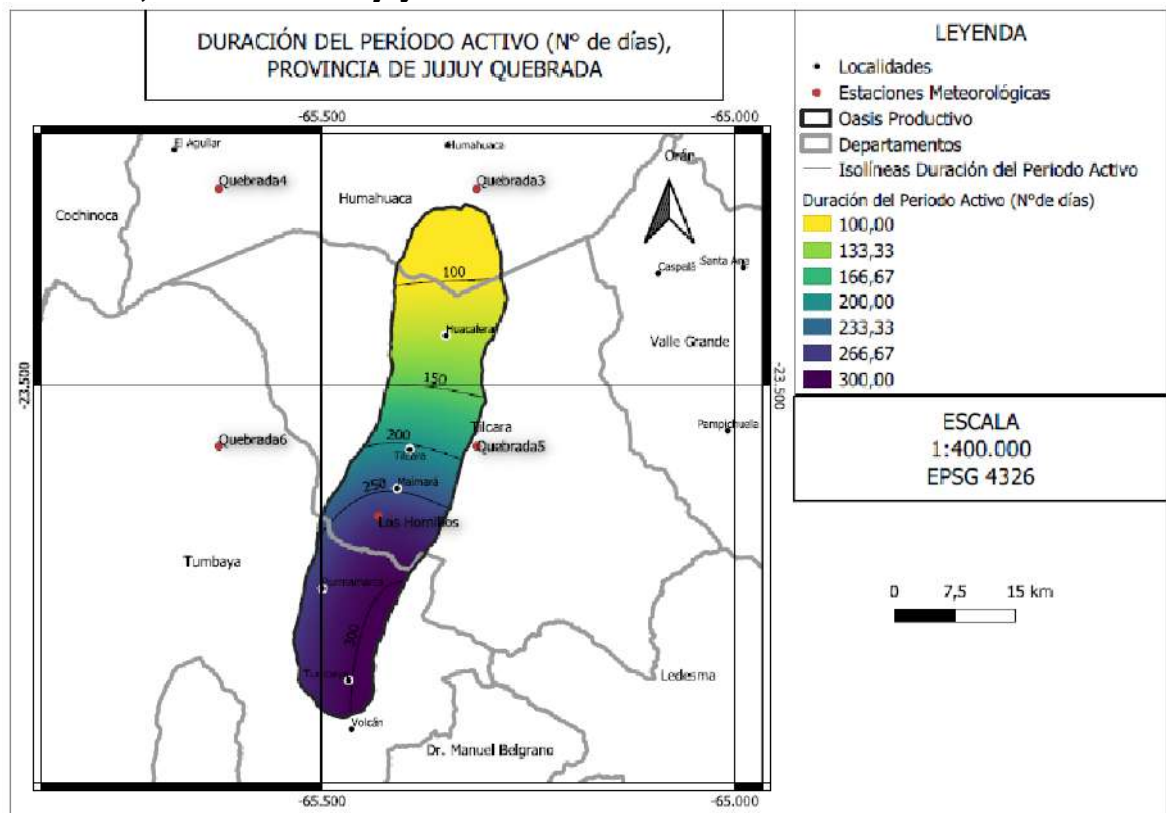


Figura 39: DPA - Duración del período activo (N° de días) Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

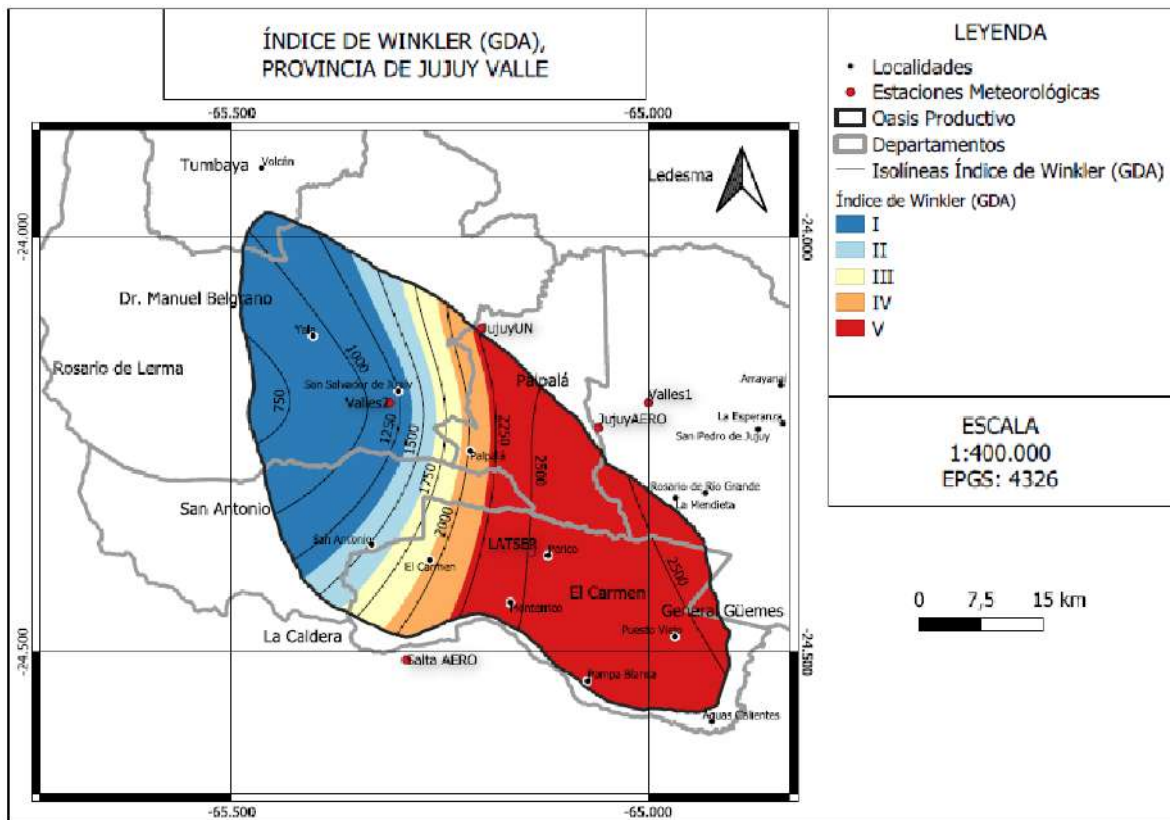


Figura 40: IW – Índice de Winkler. Clasificación. Zona de Quebrada, Provincia de Jujuy

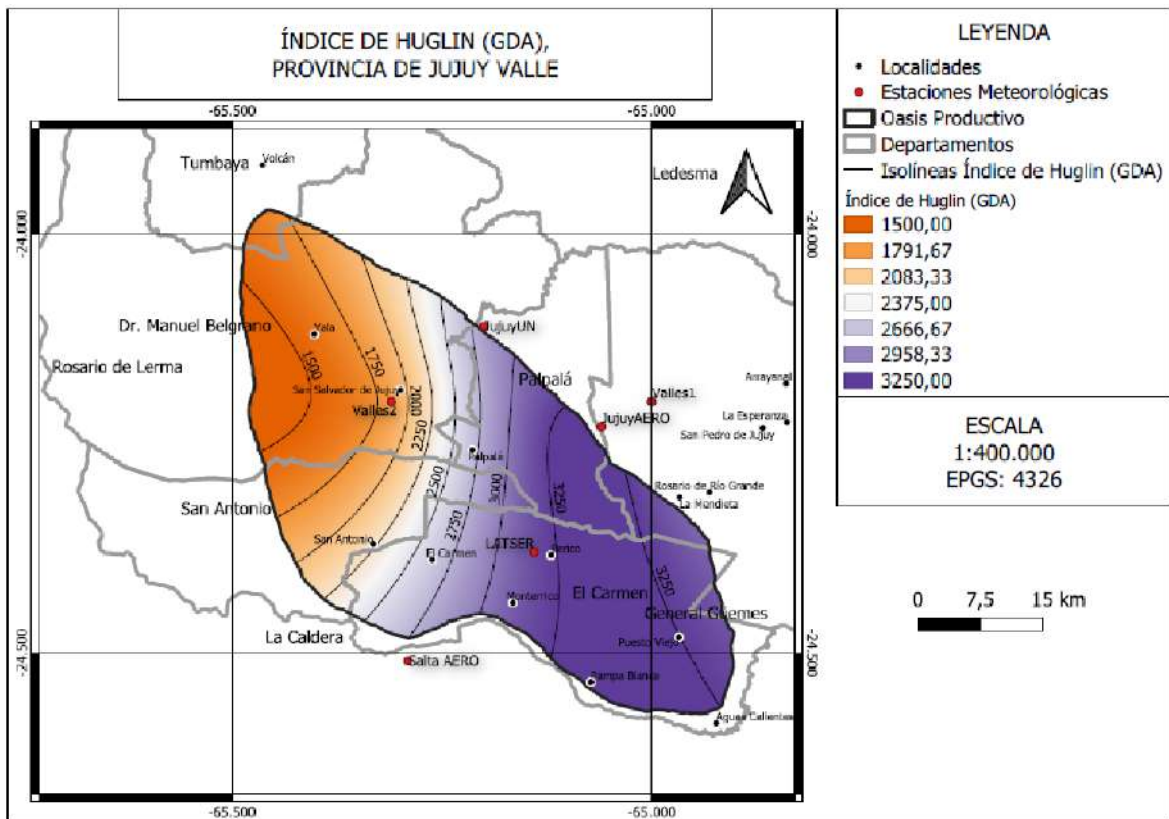


Figura 41: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Zona de Valles, Provincia de Jujuy

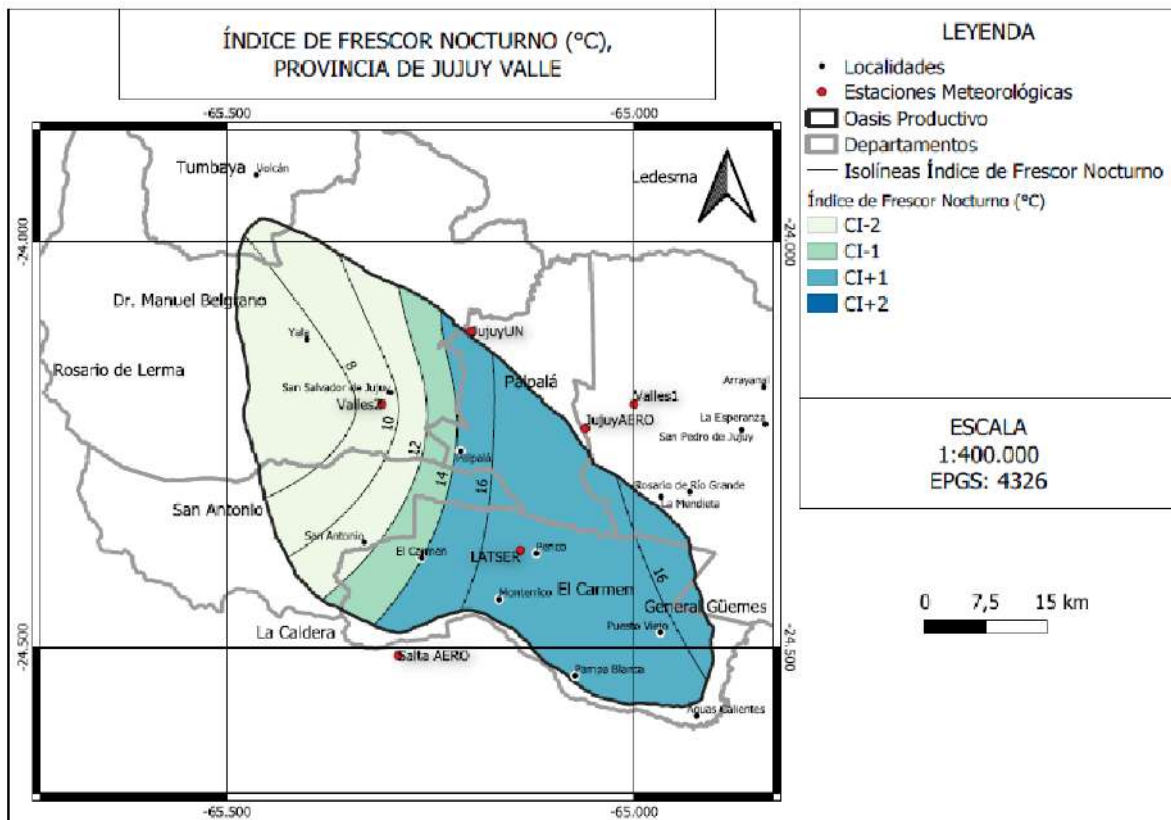


Figura 42: IFN – Índice de Frescor Nocturno. Clasificación. Zona de Valles, Provincia de Jujuy

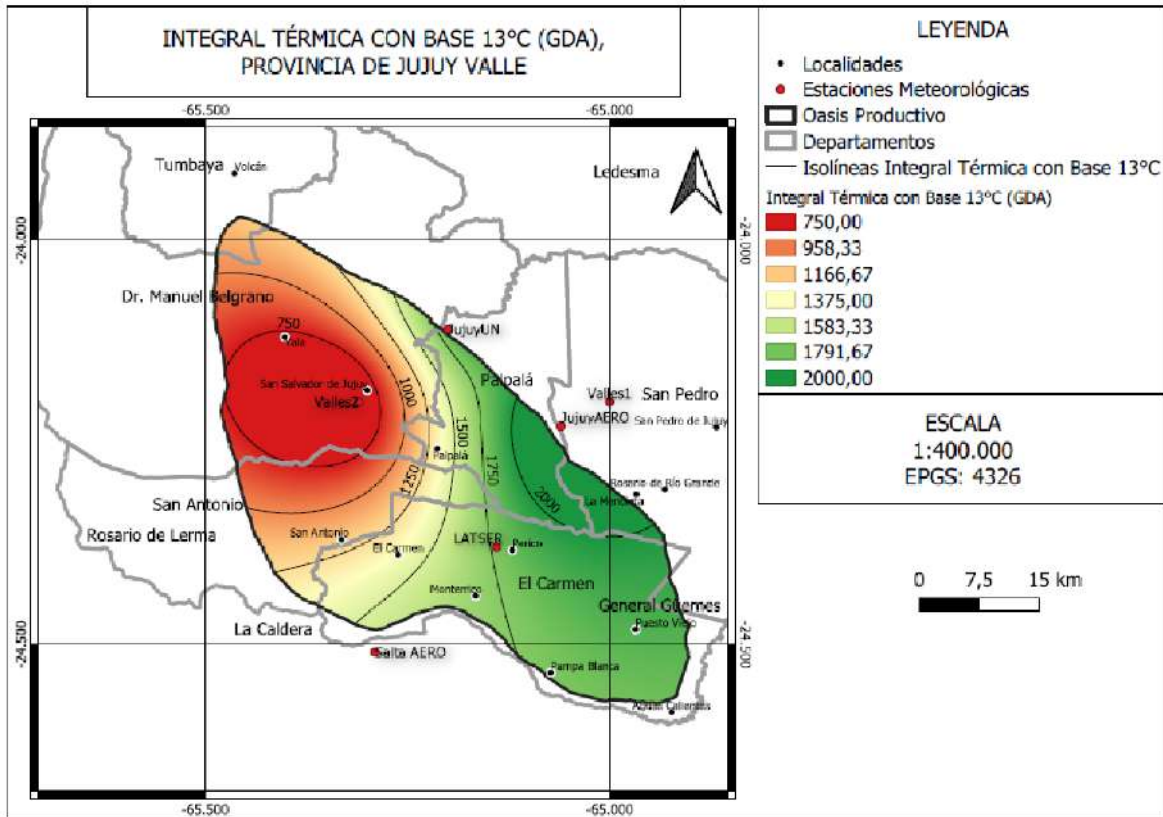


Figura 43: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Zona de Valles, Provincia de Jujuy

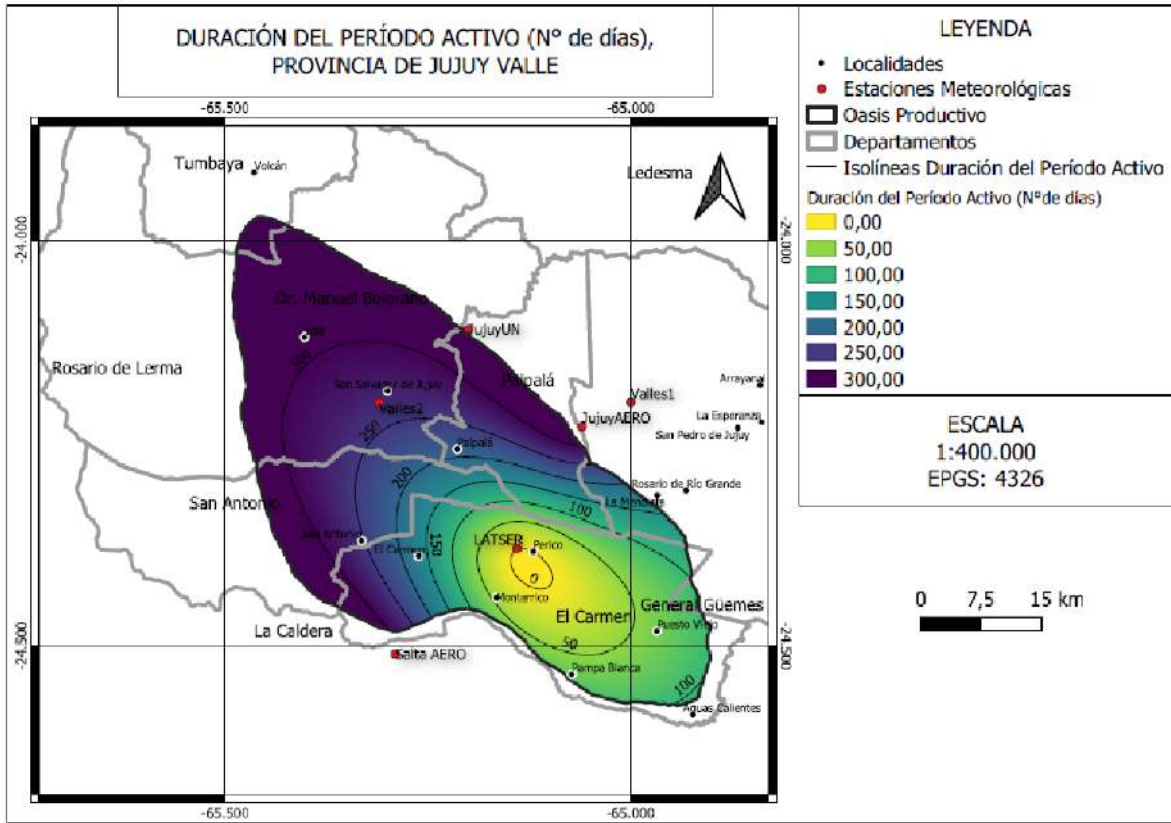


Figura 44: DPA - Duración del período activo (N° de días) Zona de Valles, Provincia de Jujuy

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA

de zonas vitícolas de la Argentina

PROVINCIA DE JUJUY

Informe Final
FEBRERO 2024



CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES



Coviar
CORPORACIÓN VITIVINICOLA
ARGENTINA

AUTORES:
ROSANA VALLONE
MARÍA DEL CARMEN VISICH
M. LAURA FLORES CÁCERES

COLABORADORES:
FRANCISCO CORVALÁN
IGNACIO MESA ARZALLUZ

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 Jujuy”, ubicadas en La Quebrada de Humahuaca y Valles Templados. 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 56 ha según INV 2022, pero en terreno fueron más por nuevos emprendimientos y se relevaron y cartografiaron casi 80 ha de acuerdo a información de la Secretaría de Vitivinicultura de la provincia.

Los objetivos de la consultoría fueron: 1) Estudiar los suelos, geología y geomorfología de las regiones vitivinícolas Quebrada de Humahuaca y Valles Templados de la provincia de Jujuy 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 morfométricos; 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 16 sitios de estudio, hasta llegar a 2 m o a hasta alguna limitante de suelo y 44 muestras de suelo que fueron sometidas a análisis físico químico. 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} . Empleando técnicas de mapeo digital de suelo se elaboraron mapas temáticos de variables edáficas de interés, integrando los datos de todos los perfiles disponibles los cuales se procesaron mediante modelado

vertical de suelos para obtener la variación vertical de las variables integrada hasta la profundidad de observación. Se generaron dos horizontes sintéticos: 0-50 cm y 50-100 a partir de los cuales se aplicaron modelos de inteligencia artificial para predecir propiedades edáficas utilizando covariables ambientales vinculadas con los factores formadores de suelos.

Del procesamiento y análisis de los resultados obtenidos, se definieron 11 Unidades Edáficas (UE) para la caracterización de las zonas vitícolas bajo estudio: UE Purmamarca, UE Tilcara, UE Huichaira, UE Huacalera, UE Humahuaca, UE El Milagro, UE Monterrico, UE Perico, UE San Antonio, UE El Ceibal y UE El Algarrobal. Se realizó la clasificación utilitaria de suelos con fines de riego según el USBR. El documento anexa además la reseña de características físico-naturales, hidrología y aspectos hidrogeológicos de las zonas estudiadas y 16 fichas técnicas que sintetizan la información de paisaje y características externas, perfil de suelo y análisis de laboratorio por sitio relevado.

A continuación se sintetizan los principales hallazgos de la Geología y Geomorfología de Jujuy:

La geología de Purmamarca, está constituida por rocas del precámbrico superior-cámbrico inferior de la Formación Puncoviscana, afloramientos de Subgrupos como el Pirgua (Cretácico superior) con suelos rojizos ricos en óxido férrico. En la margen izquierda del río Grande, hay además sedimentos de la Formación Purmamarca y fluviales indiferenciados del Cuaternario, correspondientes a depósitos en conos aluviales y otros tantos niveles de terrazas fluviales de las Quebradas, en donde se ubican principalmente los viñedos. Entre Churcales y Uquía, en un relieve plano o extremo distal de conos aluviales se observa evidencias de procesos pasados y actuales de flujos densos del tipo *mud Flow*, bloques de cuarcitas cámbricas removidos para uso vitícola. El material madre es de la Formación Puncoviscana, cuarcitas del Grupo Mesón y lutitas del Grupo Santa Victoria. La Formación Mealla está integrada por un conjunto de margas arenosas, arcilitas calcáreas y areniscas arcillosas con una coloración general rojiza y verdosa. Los sedimentos de la Formación Uquía se destacan por la coloración blanco amarillento. En las terrazas cultivadas en la margen derecha del río Yacoraité, las rocas más antiguas aflorantes, son del Grupo Mesón, y sedimentos de las Formaciones Maimara, Uquía y de abanicos aluviales antiguos. En la margen derecha del río Huacalera las rocas más antiguas aflorantes, son de edad precámbrica- cámbrica inferior y cámbricas del Grupo Mesón. Los sedimentos fluviales del cuaternario se encuentran en los extremos distales de los abanicos, próximos a las terrazas fluviales. En Huichaira, parte media de un

abanico aluvial formado en margen derecha del arroyo tributario homónimo, hay rocas metamórficas de la Formación Puncoviscana. El Grupo Salta está representado por los subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara. Los sedimentos neógenos del Mio-Plioceno de las Formaciones Maimara y Uquía, con coloraciones marrones, se destacan por el contraste con los sedimentos y rocas, amarillentas, verdosas y rojizas, que caracterizan al Grupo Salta. Al Cuaternario corresponden los sedimentos pleistocénicos de Formación Purmamarca, caracterizada y reconocida por las potentes secuencias de sedimentos gravosos y bloques de pizarras y tillitas procedentes en su mayor parte de la F. Puncoviscana. En la localidad de Maimará, las rocas más antiguas aflorantes en los alrededores de los viñedos están representadas por los subgrupos Pirgua y Balbuena y sedimentos neógenos del Mio-Plioceno de la Formación Uquía y cuaternarios de la Formación Purmamarca. Las terrazas están formadas por sedimentos fluviales del Cuaternario indiferenciado. Algunos viñedos en la margen derecha del río Grande están rodeados de una serie de areniscas y conglomerados con matriz arcillosa e intercalaciones de tobas de color blanco de la Formación Maimara. Los niveles más arenosos de la base suelen tener paleosuelos mal desarrollados.

El basamento rocoso de los Valles Templados está representado por rocas de edad Precámbrico superior – Cámbrico de la Formación Puncoviscana, sobre las que se disponen rocas del paleozoico inferior, cámbrico del Grupo Mesón y Santa Victoria de edad ordovícica. Los sedimentos Paleógenos corresponden a la Formación Casa Grande, los Neógenos a los Subgrupos Metán y Jujuy. El cuaternario está representado por depósitos aluviales antiguos de pie de monte y cuaternarios aluviales modernos. En el Departamento El Carmen, las rocas que constituyen los relieves positivos corresponden a la Formación Puncoviscana y al Grupo Santa Victoria, precámbrico superior-cámbrico inferior y Ordovícico, respectivamente. En la parte media de un cono aluvial formado a partir de los materiales depositados por un cauce procedente de los relieves que limitan por el Este, al departamento EL Carmen, se evidencian procesos sucesivos de remoción en masa con material pedregoso en todo el perfil de suelo. En el Departamento San Antonio, los viñedos se ubican en el extremo apical de un extenso cono aluvial, formado a partir de los materiales depositados por el cauce del río San Antonio y corrientes de flujos rápidos. Las dimensiones de los materiales, tales como bloques y gravas gruesas son propias de geoformas en las que actúa conjuntamente la dinámica fluvial y los procesos gravitacionales, en estos casos flujos rápidos. En el Departamento General Manuel Belgrano los viñedos están ubicados geomorfológicamente sobre depósitos de piedemonte y de llanuras aluviales modernas, donde los sedimentos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas. Otros viñedos se encuentran sobre depósitos aluviales antiguos formados a partir de los tributarios que por la margen derecha escurren en dirección al río Grande. Están compuestos por gravas y arenas mal seleccionadas con intercalaciones lenticulares de arcillas y limos.

Los “Valles de Altura” se encuentran ubicados en la provincia geológica de Cordillera Oriental, la que representa la prolongación meridional de la Cordillera Oriental y Central de Bolivia. En la provincia de Jujuy presenta unos 80 km de ancho y un rumbo general NNO. Su estructura geológica se caracteriza por la existencia de bloques longitudinales elevados por fallas de alto ángulo que involucran al basamento. Responde a una tectónica de láminas cabalgantes con profundas superficies de despegue que dan lugar a un acortamiento de dirección E-O. El basamento está representado por rocas de edad Precámbrico superior – Cámbrico (601 + 65 M.a. y 586 + 70 M.a.) de la Formación Puncoviscana, sobre los que se disponen discordantemente rocas del paleozoico inferior Grupos Mesón y Santa Victoria de edad cámbrica y ordovícica, respectivamente. En discordancia se depositaron rocas mesozoicas, Grupo Salta. Corresponden con un ciclo sedimentario que abarca desde el Cretácico al Paleógeno, integrado por los subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara. Las sedimentitas de este Grupo, se alinean a lo largo de estrechos corredores de dirección submeridiana, enmarcados por fallas de esa misma dirección. Los sedimentos modernos, pliocenos y cuaternarios, deformados en algunos casos, por corrimientos y fallas de actividad reciente, presentan espesores variables en el sector central de la Quebrada por el que escurre el cauce del río Grande, en general se disponen mediante discordancia sobre afloramientos de rocas precámbricas o del paleozoico inferior. Las distintas rocas se presentan en bandas elevadas y alargadas con rumbo norte-sur excepto los materiales cenozoicos y cuaternarios que se restringen a las topografías más bajas coincidiendo con los cursos fluviales, que forman las subcuencas o tributarios más importantes.

En el documento se amplían en cada sitio los aspectos geomorfológicos sobresalientes.

En cuanto a los principales hallazgos en edafología, se observa que los suelos de la Quebrada son escasamente desarrollados. Se corresponden en general con terrazas bajas de influencia fluvial y depósitos coluvio-aluviales y vías de escurrimiento, con suelos muy jóvenes de escaso o nulo desarrollo pedogenético, predominando suelos del Orden Entisoles, con alto porcentaje de suelo desnudo, con abundantes fragmentos líticos gruesos, y amplias zonas de acumulaciones de arena. Los suelos muy cercanos al alveolo del Río Grande con agua infiltrada cercana a superficie, suelen ser Haplustoles fluvénticos. Se evidencia una gran variabilidad de texturas, pedregosidad y profundidad efectiva a lo largo de la quebrada según cercanías a los grupos de material madre, a su posición en taludes y terrazas y en función de la potencia de los aluviones que acarrearón los sedimentos en tiempos pretéritos. En Huacalera se presentan los perfiles de

texturas más gruesas y en Huichaira los más finos. Los suelos de Purmamarca poseen más limo y arcillas, así como los suelos de los viñedos ubicados en la parte media del abanico aluvial formado en la margen izquierda del arroyo Huichaira, de perfil limo arcilloso y de coloración rojiza por la riqueza en óxido férrico y su ubicación al pie de un cerro del Grupo Salta, siendo uno de los de textura más fina observado en la Quebrada y contrastante con el viñedo que está del otro lado del arroyo Huichaira de textura franco-arenosa. El perfil cde suelo del viñedo en altura en Humahuaca, tiene una buena proporción de tierra fina. En Tilcara se presentan perfiles más gravosos y en Huacalera y Purmamarca abundan los bloques entre 6 y 20 cm a profundidades variables. Los suelos en general son de pH ligera a moderadamente alcalino a neutro en Humahuaca. Son no salinos y no sódicos. Poseen contenidos medio a bajos de calcáreo total, más alto en Maimará, y yeso total en concentraciones medias, mayores en Huichaira y Purmamarca. EL viñedo en la altura en Humahuaca evidencia mayor evolución pedogenética, mayor acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial, como también altos contenidos de N Total. En el otro extremo, en Huacalera y Maimará de texturas más arenosas presentan baja fertilidad. La capacidad de almacenaje de agua de estos suelos es buena en Purmamarca, Huichaira y en el perfil en Humahuaca. En Huacalera y Maimará es más limitada por la alta pedregosidad y texturas arenosas. Los suelos en Purmamarca, son de textura mayormente franco-arenosos, calcáreo-yesosos, no salinos ni sódicos. En capas limitadas dentro del perfil, y a profundidades variables, se presenta coloración rojiza, que coincide con la composición de las arcillas del Subgrupo Pirgua, ricas en óxido férrico. Tienen bajo contenido de materia orgánica y medio de nitrógeno total. Hacia el oeste, los suelos son más profundos hasta el subsuelo pedregoso, de textura más limosa hasta el metro de profundidad, de coloración rojiza. Se reconocieron cuatro Unidades Edáficas en la Quebrada: UE Purmamarca (entre los 2100 y 2500 m.s.n.m.), UE Tilcara-Huichaira (entre los 2500 y 2600 m.s.n.m.), UE Huacalera (entre los 2600 y 2720 m.s.n.m) y UE Humahuaca (entre 3200 a 3500 m.s.n.m.).

Los suelos de los Valles Templados son más evolucionados y más fértiles que los de la Quebrada. En los sectores que rodean al valle se encuentran Inceptisoles, mientras que en las zonas pedemontanas de conos aluviales, suelos más desarrollados como Alfisoles y Molisoles. En esta misma zona, asociado a las vías de escurrimiento fluvial se encuentran suelos énticos. La variabilidad textural es importante en los suelos vitícolas de los Valles, especialmente y en profundidad, yendo desde arenosos en Monterrico a franco limosos en San Antonio. En general son suelos no salinos y no sódicos y con reserva de yeso. El pH que predomina es alcalino a moderadamente ácido. Toda el área estudiada presenta contenidos medios de materia orgánica y altos en nitrógeno. En cercanías de Puesto Viejo, los contenidos de materia orgánica son muy bajos. La capacidad de almacenaje de agua hasta el metro de profundidad es buena, lo que sumado a la alta pluviometría

de esta zona de los Valles, exige una exacta programación de riegos, para evitar vigor exacerbado y equilibrar el desarrollo vegetativo y reproductivo de las vides, excepto esos viñedos con perfiles pedregosos con aportes de clastos y bloques transportados por el río Perico en Monterrico. Los contenidos de calcáreo y yeso total, son bajos en general en los valles. El pH de los suelos es alcalino, más fuertemente alcalino en profundidad. La salinidad es baja en casi todo el área y ligeramente salina al norte en la capa superficial, en los márgenes del río Grande y zona de confluencia con el río Alisos que presenta texturas más finas, menor capacidad de drenaje y en consecuencia menor lixiviado de sales.

ÍNDICE DEL INFORME

| | | |
|---------|--|----|
| 1. | FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO | 19 |
| 2. | UBICACIÓN - CONTEXTO GEOGRÁFICO | 20 |
| 2.1. | Características físico-naturales generales de la ecorregión norandina | 20 |
| 2.2. | Características físico-naturales de la Quebrada de Humahuaca | 23 |
| 2.3. | Características físico-naturales de los Valles Templados | 27 |
| 2.4. | Características hidrológicas | 28 |
| 2.4.1. | Recurso superficial | 32 |
| 2.4.2. | Recurso subterráneo | 32 |
| 2.5. | Aspectos hidrogeológicos | 32 |
| 3. | MARCO GEOLÓGICO REGIONAL | 33 |
| 3.1. | Marco geológico regional “Valles de Altura” | 33 |
| 3.2. | Geología general de los departamentos General Belgrano, San Antonio y El Carmen- “Valles Templados” | 47 |
| 4. | GEOMORFOMETRÍA | 52 |
| 4.1. | Modelo Digital de Elevación (DEM) | 53 |
| 4.2. | Índices morfométricos | 54 |
| 5. ... | INTEGRACIÓN DE LA GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PEDOLOGÍA EN ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN O ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA | 56 |
| 6. | SUELOS DE JUJUY | 57 |
| 6.1. | Origen y características | 57 |
| 6.2. | Relevamientos de suelos en la provincia de Jujuy | 60 |

| | | | |
|-----------|--|---------------------------------------|-----|
| 6.3. | | Coberturas | |
| de suelos | | | 62 |
| 7. | METODOLOGÍA DE ESTUDIO PROYECTO CFI – COVIAR..... | | 65 |
| 7.1. | | Estudios geológicos y geomorfológicos | 65 |
| 7.2. | | Estudio edafológico | 66 |
| 8. | RESULTADOS DEL ESTUDIO | | 67 |
| 8.1. | | Estudio geológico y geomorfológico | 68 |
| 8.2. | | | |
| | | Geomorfometría | 86 |
| 8.2.1. | Pendiente | | 86 |
| 8.2.2. | Aspecto..... | | 87 |
| 8.2.3. | Índice de Curvatura | | 88 |
| 8.2.4. | Índice de Convergencia | | 89 |
| 8.2.5. | Longitud de la pendiente (L-S Factor) | | 90 |
| 8.2.6. | Índice de humedad topográfica | | 91 |
| 8.2.7. | Distancia vertical a la red de drenaje | | 92 |
| 8.2.8. | Índice multiresolución del fondo de valle | | 93 |
| 8.2.9. | Índice de acumulación de flujo superficial..... | | 93 |
| 8.2.10. | Pendiente | | 94 |
| 8.2.11. | Aspecto..... | | 95 |
| 8.2.12. | Índice de Curvatura | | 96 |
| 8.2.13. | Índice de Convergencia | | 97 |
| 8.2.14. | Longitud de la pendiente (L-S Factor) | | 98 |
| 8.2.15. | Índice de humedad topográfica | | 99 |
| 8.2.16. | Distancia vertical a la red de drenaje | | 100 |
| 8.2.17. | Índice multiresolución del fondo de valle | | 101 |
| 8.2.18. | Índice de acumulación de flujo superficial..... | | 102 |
| 8.3. | | Estudio de suelos | 103 |
| 8.3.1. | Estudio de suelos de la quebrada | | 103 |
| 8.3.1.a. | Descripción general de los Suelos de la Quebrada | | 103 |

| | |
|---|-----|
| 8.3.1.b. Resultados del presente estudio | 106 |
| 8.3.2. Estudio de suelos de los Valles Templados | 122 |
| 8.3.2.a. Descripción general de los Suelos de los Valles | 122 |
| 8.3.2.b. Resultados del presente estudio..... | 133 |
| 8.3.3. Unidades edáficas y perfiles Quebrada de Humahuaca | 144 |
| 8.3.3.a. UE Purmamarca:..... | 145 |
| 8.3.3.b. UE Tilcara-Huichaira: | 150 |
| 8.3.3.c. UE Huacalera | 153 |
| 8.3.3.d. UE Humahuaca | 155 |
| 8.3.4. Unidades edáficas y perfiles modales en Valles Templados | 156 |
| 8.3.4.a. UE El Milagro | 157 |
| 8.3.4.c. UE El Perico..... | 161 |
| 8.3.4.d. UE San Antonio..... | 163 |
| 8.3.4.e. UE El Ceibal..... | 167 |
| 8.3.4.f. UE El Algarrobal..... | 169 |
| 8.3.5. Clasificación utilitaria de suelos con fines de riego..... | 171 |
| 8.3.6. Comparación sintética suelos de las zonas vitícolas en Jujuy | 173 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | 175 |
| 10. ANEXO: FICHAS DE CAMPO..... | 178 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|-----|
| Cuadro 1. Subregiones de la región del NOA (Bianchi y Bravo, 2008) | 20 |
| Cuadro 2. Registros hidrométricos Rio Grande en Estación Huajra. | 32 |
| Cuadro 3. Proporción de tierra fina y esqueleto grueso en los perfiles de suelo en la Quebrada de Humahuaca | 109 |
| Cuadro 4. Calificación de la conductividad hidráulica saturada | 114 |
| Cuadro 5. Claves para evaluar la pedregosidad superficial en el terreno | 116 |
| Cuadro 6. Clasificación taxonómica a nivel de Subgrupo (Nadir & Chafatinos, 1990) | 127 |
| Cuadro 7. Unidades cartográficas del relevamiento semidetallado de suelos CFI (1980) en Valles Templados | 132 |
| Cuadro 9. Proporción tierra fina vs esqueleto grueso en los suelos de las subzonas vitícolas en Valles Templados | 135 |
| Cuadro 9. Claves para evaluar la idoneidad de los suelos para soportar riego según el USBR | 171 |
| Cuadro 10. Símbolos utilizados en la evaluación de suelos según aptitud para el riego USBR | 171 |
| Cuadro 11. Superficie según clase de aptitud para el riego en zonas vitícolas de Jujuy (en ha y porcentaje) | 172 |

| | |
|--|-----|
| Cuadro 12. Porcentaje de área según clase de aptitud para el riego en zonas vitícolas de Jujuy. | 172 |
| Cuadro 14. Comparación cualitativa de las principales características físico químicas suelos vitícolas | 174 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Regiones geográficas de la Provincia de Jujuy | 22 |
| Figura 2. Departamentos vitícolas evaluados en la provincia de Jujuy | 23 |
| Figura 3. Subregión de la Quebrada de Humahuaca en la Provincia de Jujuy | 24 |
| Figura 4. Temperaturas y precipitaciones medias anuales de la Región de la Quebrada (Convenio UTF – PROSAP) | 25 |
| Figura 5. Provincias geológicas de la Argentina (Fuente: SEGEMAR – ITGE, 1998). | 26 |
| Figura 6. Mapa geológico y estructural de la Quebrada de Humahuaca. SEGEMAR – ITGE (1998) | 27 |
| Figura 7. Mapa de Isohietas en la región Valles Templados | 28 |
| Figura 8. Cuencas hidrográficas del NOA (a) y de la provincia de Jujuy (b). Ref: 1. Quebrada de Humahuaca; 2. Valles Templados. | 30 |
| Figura 9. Cauce principal río Grande, Tumbaya. | 31 |
| Figura 10: Cauce principal río Grande, Purmamarca. | 31 |
| Figura 11. Abanicos aluviales en Purmamarca Maimará. | 33 |
| Figura 12. Terrazas cultivadas, | |
| Figura 13. Provincias geológicas de la provincia de Jujuy y sus principales rasgos orográficos. Límites obtenidos de Turner (1970), Rolleri (1976), Mingramm y Russo (1972), Turner y Mon (1979) y Ramos (2000). (Tomado de Ramos y Coira, 2008). | 34 |
| Figura 14. Perfil estructural de Purmamarca. SEGEMAR- ITGE (1998). | 34 |
| Figura 15. Ondulas en rocas de la Formación Puncoviscana, tomada en afloramientos al norte de Purmamarca | 36 |
| Figura 16. Relieves precámbricos. Viñas de Uquía. | 37 |
| Figura 17. Pegmatitas. Viñas de Uquía. | 37 |
| Figura 18. La línea en rojo marca la discordancia entre la Formación Puncoviscana (A) y el Grupo Mesón (B), Localidad de Purmamarca. | 38 |
| Figura 19. Areniscas de la Formación Lizoite en Viñas de Uquía: a) Areniscas tectonizadas. B) areniscas con estratificación en artesa. | 39 |
| Figura 20. Lutitas con geometría ondulada en Viñas de Uquía. | 40 |
| Figura 21. Afloramientos del Grupo Salta. Purmamarca. Bodega Don Milagro, Purmamarca. | 40 |
| Figura 22. Afloramientos de la Formación Yacoraita, C° Pollera, Quebrada de Humahuaca. | 42 |
| Figura 23. Afloramientos de la Formación Maimara, Purmamarca. | 43 |
| Figura 24. Afloramientos de la Formación Uquía, Bodega Moya, Uquía. | 44 |
| Figura 25. Abanicos aluviales antiguos, al fondo afloramientos del Grupo Salta, Tilcara. | 45 |
| Figura 26. Abanicos aluviales antiguos, al fondo afloramientos del Grupo Salta, Tilcara. | 45 |
| Figura 27. Formación Purmamarca, margen derecha del río Purmamarca. | 46 |
| Figura 28. Terrazas del arroyo Huasamayo, Cuaternario indiferenciado. | 46 |
| Figura 29. “Valles Templados”, extracto de la Hoja Geológica Salta 2566-II- Cuadro estratigráfico con las unidades aflorantes en los “Valles Templados”. | 48 |
| Figura 30. A) Mapa de sombreado del Noroeste Argentino con isohietas (equidistancia 100 mm; extraídas de Bianchi 2005) mostrando el límite de Cordillera Oriental (Ramos 2000). B) Perfil topográfico y de precipitaciones a los 23°LS. Las precipitaciones disminuyen al aumentar la altura. | 49 |
| Figura 31. Mapa Geológico de la Provincia de Jujuy | 52 |

| | |
|--|----|
| Figura 32. Mapa Geomorfológico de la Provincia de Jujuy | 52 |
| Figura 33. DEM de las zonas bajo estudio en la provincia de Jujuy: Quebrada de Humahuaca (izquierda) y Valles Templados (derecha) | 54 |
| Figura 34. Clasificación Taxonómica de suelos de la Provincia de Jujuy (a partir de Nadir & Chafatinos 1990) | 60 |
| Figura 35. Clasificación Taxonómica de suelos de la Provincia de Jujuy (Nadir, 2008) | 61 |
| Figura 36. Órdenes de suelo en la subzona Valles Templados (a) y Quebrada de Humahuaca (b) (Fuente: SIG Convenio INTA-Universidad Nacional de Salta, 2009) | 62 |
| Figura 37. Cobertura y usos del suelo del NOA, según LCCS Nivel III. Inventario de superficie (Km ²) (Fuente: Morales Proclava et al, 2017) | 63 |
| Figura 38. Mapa de áreas estudiadas en el Levantamiento Expositivo de Suelos (TCP/ARG/168 FAO) (interpretación personal) | 65 |
| Figura 39. Ubicación sitios de estudio sobre DEM en Quebrada de Humahuaca (Izquierda) y Valle Templados (derecha). En Valles templados se presenta subdivisión en áreas según altitud a) subzona alta; b) subzona media; c) subzona baja | 67 |
| Figura 40. Afloramientos del Grupo Salta, Subgrupo Pirgua próximo a la Bodega “Don Milagro”, al fondo rocas de la Formación Yacoraite, Purmamarca. | 68 |
| Figura 41. Afloramientos de la Formación Purmamarca en discordancia con areniscas del Grupo Mesón, margen izquierda del río Purmamarca. | 68 |
| Figura 42. Afloramientos de arcillas rojas del subgrupo Pirgua en la calicata y el adobes, Bodega “Don Milagro”, Purmamarca. | 69 |
| Figura 43. Relieves de rocas cámbricas que representan los límites orientales del área de procedencia de los sedimentos que constituyen los conos aluviales, sobre los que se cultivan los viñedos de la Bodega “Amanecer Andino”, Purmamarca. | 70 |
| Figura 44. Conos aluviales en el sector donde se encuentran los viñedos de la Bodega “Amanecer Andino”. En A se muestran los bloques transportados por los flujos densos y en B los bloques en el perfil de una calicata. | 70 |
| Figura 45. Entorno geológico-geomorfológico de la Bodega “Viña Purmamarca”. Margen izquierda del río Grande. | 71 |
| Figura 46. Bodega “Viña Purmamarca”. Los sedimentos fluviales indiferenciados forman las bajadas que caracterizan a este sector de la Quebrada. | 71 |
| Figura 47. Bodega “Moya” en el extremo distal de conos aluviales. Afloramientos de la Formación Uquía y al fondo rocas del Grupo Mesón. | 72 |
| Figura 48. Bloques precámbricos y cámbricos, Formación Puncoviscana y Grupo Mesón. Bodega “Moya”, Uquía | 72 |
| Figura 49. Formación Mealla. Uquía. | 73 |
| Figura 50. Formación Uquía, se destacan en el afloramiento los bancos tobáceos. Bodega “Moya”, Uquía. | 73 |
| Figura 51. Imagen satelital con la localización de la Bodega “Yacoraite”, Quebrada de Humahuaca, Jujuy. | 74 |
| Figura 52. Bodega “Yacoraite”. Marco geológico, Quebrada de Humahuaca, Jujuy | 74 |
| Figura 53. Bodega “Yacoraite”. Quebrada de Humahuaca, Jujuy. | 75 |
| Figura 54. Imagen satelital con la localización de la Bodega “Huacalera”, Quebrada de Humahuaca, Jujuy. | 75 |
| Figura 55. Bodega “Huacalera”, al este afloramientos de la Formación Purmamarca. | 76 |
| Figura 56. Bodega “Huichaira”, al fondo afloramientos del grupo Salta y sedimentos Mio-Pliocenos. | 77 |
| Figura 57. Sedimentos Neógenos en discordancia con materiales cuaternarios- Bodega “Huichaira. | 77 |
| Figura 58. Conos de deyección y cárcavas en Bodega “Huichaira”. | 77 |
| Figura 59. Bodega “Dupont”. Marco geológico | 78 |
| Figura 60. Bodega “Dupont”. Bloques que evidencian la dinámica de procesos de remoción en masa. | 79 |

| | |
|---|-----|
| Figura 61. Bodega “Yanay”. Al fondo afloramientos de la Formación Maimara, los colores claros corresponden a paleosuelos mal desarrollados. | 80 |
| Figura 62. Abanicos antiguos cultivados en Bodega “Yanay”. Sobre la superficie se observan detritos procedentes de diferentes eventos de flujos rápidos. | 80 |
| Figura 63. Imagen satelital de la localidad El Carmen con la ubicación de las Bodegas correspondientes a las calicatas 10,11 y 12. | 81 |
| Figura 64. Bodega “Giacoppo”. La granulometría coincide con la descripción estratigráfica de la zona. | 82 |
| Figura 65. Bodega “Molina”. | 82 |
| Figura 66. Bodega “Yáñez”. | 83 |
| Figura 67. Bloques y cantos rodados en una calicata en Bodega “Yáñez”. | 83 |
| Figura 68. Bodega “San Antonio”. | 84 |
| Figura 69. Terrazas del río San Antonio. | 84 |
| Figura 70. Imagen satelital del departamento General Manuel Belgrano o San Salvador de Jujuy, con la ubicación de las Bodegas correspondientes a las calicatas 14 y 15. | 85 |
| Figura 71. Bodega “El Ceibal”. | 85 |
| Figura 72. Bodega “El Ceibal”, en la calicata se observan los sedimentos que caracterizan a los piedemontes. | 86 |
| Figura 73. Bodega “Algarrobal”. | 86 |
| Figura 74. Mapa de Pendientes “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca | 87 |
| Figura 75. Mapa de Aspecto “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca. | 88 |
| Figura 76. Mapa de Índice de Curvatura “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca. | 89 |
| Figura 77. Mapa de Índice de Convergencia “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca. | 90 |
| Figura 78. Mapa de Longitud de la Pendiente “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca | 91 |
| Figura 79. Mapa de Índice de Humedad Topográfica “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca | 92 |
| Figura 80. Mapa de Distancia Vertical a la red de drenaje “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca. | 92 |
| Figura 81. Mapa de Índice multiresolución del fondo de valle “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca | 93 |
| Figura 82. Índice de acumulación de flujo superficial. | 94 |
| Figura 83. Mapa de Pendientes “Valles Templados” | 95 |
| Figura 84. Mapa de Aspecto “Valles Templados”. | 96 |
| Figura 85. Mapa de Índice de Curvatura “Valles Templados”. | 97 |
| Figura 86. Mapa de Índice de Convergencia “Valles Templados”. | 98 |
| Figura 87. Mapa de Longitud de la Pendiente “Valles Templados” | 99 |
| Figura 88. Mapa de Índice de Humedad Topográfica “Valles Templados” | 100 |
| Figura 89. Mapa de Distancia Vertical a la red de drenaje “Valles Templados” | 101 |
| Figura 90. Mapa de Índice multiresolución del fondo de valle “Valles Templados” | 102 |
| Figura 91. Índice de acumulación de flujo superficial | 103 |
| Figura 92. Asociaciones de Suelo en la Quebrada de Humahuaca según Nadir & Chafatinos (1990). Afl+Ti: Afloramientos + Tilcara; Rg: Río Grande | 104 |
| Figura 93. Triángulo de Textura Americana de los suelos vitícolas de la Quebrada y Valles Templados en Jujuy | 107 |
| Figura 94. Distribución relativa de las fracciones granulométricas de las arenas y arcilla + limo suelos de la Quebrada de Humahuaca (líneas verticales sobre las barras indican el error estándar de las medias) | 107 |
| Figura 95. Distribución relativa de las fracciones granulométricas de las arenas y arcilla + limo en suelos de subzonas de la de la Quebrada de Humahuaca | 108 |
| Figura 96. Diferencias de suelo a ambos márgenes del Arroyo Huichaira en Tilcara (C7 y C16) | 108 |

| | |
|---|-----|
| Figura 97. Distribución relativa de clases de esqueleto grueso en los distintos sitios evaluados en la Quebrada de Humahuaca | 110 |
| Figura 98. Características físico-químicas promedios de los sitios de la Quebrada de Humahuaca | 111 |
| Figura 99. Fertilidad de los suelos de la Quebrada de Humahuaca | 112 |
| Figura 100. Capacidad de almacenaje de agua de los suelos de la Quebrada de Humahuaca | 113 |
| Figura 101. Conductividad hidráulica saturada de los suelos de la Quebrada de Humahuaca | 113 |
| Figura 102. Signos de erosión hídrica, cárcavas al oeste de C7 en Huichaira | 115 |
| Figura 103. (a) Grado de pedregosidad superficial en los sitios evaluados en la Quebrada | 116 |
| Figura 104. Distintos grados de pedregosidad superficial en los suelos de la Quebrada: (a) y (b) sitios 2 y 3 en Tumbaya: (c), (d) y (e) sitios 5,7 y 9 en Tilcara. | 117 |
| Figura 105. Peligro de anegamiento (izq) y Permeabilidad (der) de los suelos de la Quebrada de Humahuaca | 118 |
| Figura 106. Erosión hídrica (izq) y Escurrimiento superficial (der) de los suelos de la Quebrada de Humahuaca | 118 |
| Figura 107. Capacidad de drenaje (izq) y Profundidad efectiva de enraizamiento (der) de los suelos de la Quebrada | 119 |
| Figura 108. Categorías según el pH en pasta a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada | 119 |
| Figura 109. Yeso total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada | 120 |
| Figura 110. Calcáreo total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada | 120 |
| Figura 111. Relación de Adsorción de sodio a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada | 121 |
| Figura 112. Salinidad a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada | 121 |
| Figura 113. Capacidad de intercambio catiónico (izq), materia orgánica (centro) y Nitrógeno Total (der) en la capa de 0-50 cm de los suelos de la Quebrada | 122 |
| Figura 114. Subzonas altitudinales de los Valles Templados en Jujuy | 123 |
| Figura 115. Áreas relevadas en el estudio CFI (1980) en los Valles Templados de Jujuy | 124 |
| Figura 116. Terrazas aluviales disectadas por los valles de numerosos ríos y arroyos | 125 |
| Figura 117. Órdenes según Soil Taxonomy de los suelos Valles Templados en Jujuy (Nadir & Chafatinos, 1990) | 126 |
| Figura 118. Subórdenes y Asociaciones de Suelos de los Valles Templados en Jujuy (Nadir & Chafatinos, 1990) | 127 |
| Figura 119. Triángulo de textura elemental americana de los suelos vitícolas en Valles Templados | 134 |
| Figura 120. Fraccionamiento granulométrico promedio de los suelos de los Valles Templados en zonas vitícolas de Jujuy | 134 |
| Figura 121. Características físico químicas de los suelos vitícolas en Valles Templados | 137 |
| Figura 122. Fertilidad de los suelos de los valles vitícolas en Valles templados | 138 |
| Figura 123. Conductividad hidráulica saturada (K Darcy) (izq) y Capacidad de almacenaje (der) de los suelos de los valles vitícolas en Valles templados | 138 |
| Figura 124. Riesgo de anegamiento (izq) y permeabilidad (der) evaluadas a campo en los suelos vitícolas de los valles templados | 139 |
| Figura 125. Erosión y Escurrimiento evaluados a campo en los suelos vitícolas de los valles templados | 139 |
| Figura 126. Profundidad efectiva y capacidad de almacenaje de agua en los suelos vitícolas de los valles templados | 140 |

| | |
|---|-----|
| Figura 127. Calcáreo total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm en los suelos vitícolas de los valles templados | 140 |
| Figura 128. Yeso total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados | 141 |
| Figura 129. Drenaje interno de los suelos vitícolas en los Valles templados | 141 |
| Figura 130. Alcalinidad medida a través del pH en pasta dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados | 142 |
| Figura 131. Salinidad a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados | 143 |
| Figura 132. Relación de Adsorción de sodio (RAS) a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados | 144 |
| Figura 133. CIC (izq), Materia orgánica (centro) y N total (der) en la capa de 0-50 cm en los suelos vitícolas de los valles templados | 144 |
| Figura 134. Unidades Edáficas definidas para la Quebrada de Humahuaca | 145 |
| Figura 135. Eflorescencia salina al pie del interfilas en perfil de Huichaira | 151 |
| Figura 136. Unidades Edáficas definidas para Los Valles Templados | 157 |
| Figura 137. Perfil pedregoso representativo de la parte SE de la UE Monterrico | 160 |
| Figura 138. Pedregosidad superficial (izq) y esqueleto grueso de distintos tamaños dentro del perfil indicando procesos de remoción en masa en tiempos sucesivos en la UE El Perico | 163 |
| Figura 139. Precipitación acumulada promedio anual en los Valles Templados (Cavagnaro, M., 2022, com. pers) | 164 |
| Figura 140. Vista satelital del bosque natural alrededor de la UE vitícola | 165 |
| Figura 141. Corte de un perfil de suelo bajo el monte natural y desde la vera del río Los Sauces (izq). Pastoreo de ganado actual (der) | 165 |
| Figura 142. Distribución del esqueleto grueso en el perfil de suelo de la UE San Antonio | 166 |
| Figura 143. Calicatas en un sector cultivado (izq) y con cobertura interfilas e inculco (der) en la UE El Ceibal | 168 |
| Figura 144. Clasificación utilitaria de suelos con fines de riego según USBR para la Quebrada (izq) y Valles Templados (der) en las zonas vitícolas de Jujuy | 173 |

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA DE LAS ZONAS VITÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE JUJUY

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 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, 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 principales subregiones vitivinícolas de la provincia de Jujuy: Valles de altura, o Quebrada de Humahuaca, y Valles Templados en los departamentos San Antonio, El Carmen y Libertador General Manuel Belgrano.

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.

2. UBICACIÓN - CONTEXTO GEOGRÁFICO

2.1. Características físico-naturales generales de la ecorregión norandina

La provincia de Jujuy se sitúa en el extremo noroeste de la República Argentina y conforma la Ecorregión del Noroeste Argentino (NOA) junto con las provincias geográficas de Salta, Tucumán, Santiago del Estero, Catamarca y La Rioja. Limita al sur y este con la provincia de Salta, al norte con la República de Bolivia y al oeste con la República de Chile. La superficie total es 53.219 km², lo que representa el 19% del territorio total del país.

La principal característica de esta Ecorregión es la alta variabilidad de los parámetros climo-edáficos consecuencia del fuerte componente orográfico regional.

Pueden determinarse tres subregiones bien diferenciadas (Cuadro 1) especialmente por sus características de relieve, clima y biomas asociados. Participan cada una de ellas con las superficies que se detallan:

Cuadro 1. Subregiones de la región del NOA (Bianchi y Bravo, 2008)

| SUBREGIONES | SUPERFICIE |
|-------------|------------|
| PUNA | 13.392.811 |
| YUNGAS | 8.089.246 |

Al Este y Sur de La Puna se ubica la subregión de los Valles y Bolsones Áridos configurada por los ambientes más secos de los valles y Quebradas que descienden del bloque elevado de la Puna (Quebradas de Humahuaca, del Toro y Escoipe y Valles Calchaquíes) y los bolsones delimitados por las Sierras Pampeanas (del Arenal, de Pipanaco, Valles de Catamarca, de Fiambalá). Allí sus habitantes se han refugiado en verdaderos oasis de riego rodeados por el desierto. El clima se caracteriza por la extrema aridez que caracteriza los fondos de los valles y bolsones en los cuales las precipitaciones anuales, muy concentradas en el verano, son inferiores a los 200 mm. En las laderas montañosas orientadas al Este las lluvias alcanzan valores más altos que se pueden estimar en aproximadamente 400 mm.

Las temperaturas de los fondos de los valles y bolsones descienden al aumentar la altitud, oscilando las temperaturas medias, entre los 7 y 9 °C en el mes más frío y 18 a 22 °C en el más cálido, con grandes amplitudes térmicas diarias y anuales. Son muy altos los valores alcanzados por la evapotranspiración. Ello es debido a la fuerte insolación, a los frecuentes vientos desecantes y la baja humedad atmosférica.

En cuanto a los suelos su origen fisiográfico y geomorfológico, común en la región andina, le confiere identidad distintiva a toda la ecorregión. Al respecto se destaca que en toda Sudamérica hay tres grandes grupos respecto al origen de los suelos: Pampeano, Tropical y Andino, siendo este último el grupo de pertenencia de los suelos de la región Norandina (Bianchi y Bravo, 2008).

Los Valles Áridos se adosan a la Puna, en forma de escalón topográfico, constituyendo bajadas naturales de la misma. Los Bolsones Pampeanos ocupan un escalón más bajo y son relativamente planos con escasa pendiente.

En esta región la vegetación está constituida por un arbustal espinoso con cardones en laderas y conos aluviales introduciéndose desde el sur el dominio de vegetación del “monte occidental” xerofítico, arbustivo y con escaso follaje, que tiene como

planta característica la Jarilla, acompañada por brea y chañar. En fondo de valle se instalan bosques de algarrobos y otras leñosas a lo largo de los cursos fluviales. La mayoría de los ambientes andinos se destacan por su riqueza en especies aromáticas y medicinales. La fauna es variada, destacándose los camélidos (guanacos, vicuñas y llamas) y entre los de menor porte los roedores y reptiles. Por su influencia sobre los problemas de desertificación es de destacar los ejemplares exóticos asilvestrados como los burros. Los pumas, zorros y cóndores producen mortandad en el ganado doméstico.

Geográficamente la provincia de Jujuy está dividida en 4 regiones conforme a sus clima, relieve, flora y fauna: los valles, las yungas, la Quebrada y la puna (Paoli, 2002) (Figura 1).

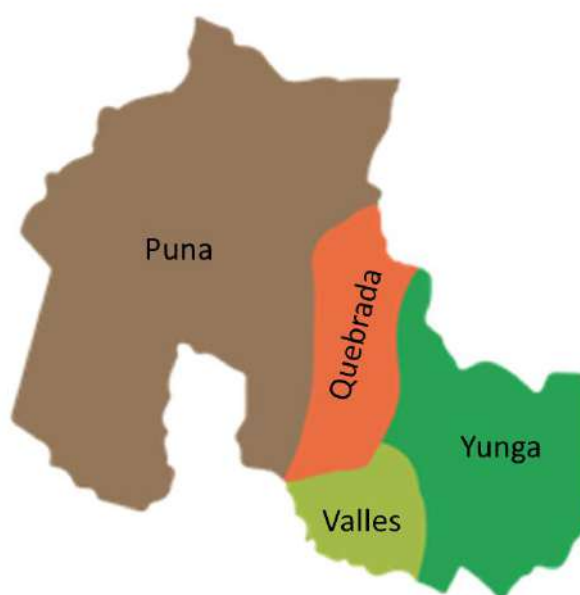


Figura 19. Regiones geográficas de la Provincia de Jujuy

A los fines del presente estudio, se subdividió en dos regiones las zonas vitivinícolas, i) Quebrada de Humahuaca (Departamentos de Humahuaca, Tilcara y Tumbaya) y ii) Valles Templados (Departamentos Belgrano, San Antonio, El Carmen) (Figura 2) reseñando a continuación sus características naturales relevantes.

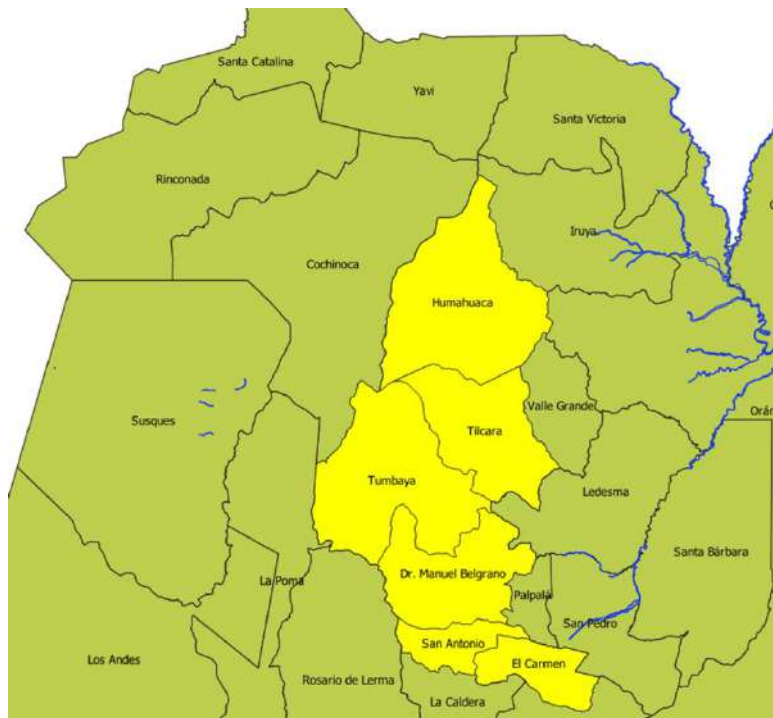


Figura 20. Departamentos vitícolas evaluados en la provincia de Jujuy

2.2. Características físico-naturales de la Quebrada de Humahuaca

La Quebrada de Humahuaca se ubica entre los 23° 10' y 23° 50' de Latitud Sur y en dirección al meridiano 65° 20' de Longitud Oeste. Las alturas varían desde los 600 m hasta los 3.700 m altitud. Constituye una hendidura o cañadón dentro de la Cordillera Oriental con rumbo norte-sur, recorrida en sus 187 km por el Río Grande cuyas márgenes definen su desarrollo, siendo la cuenca principal en la que derivan todos los cauces que surcan quebradas de menor envergadura. Desde la perspectiva política jurisdiccional la Quebrada de Humahuaca atraviesa los departamentos de Humahuaca, Tilcara y Tumbaya en dirección norte a sur ocupando el 19,3% del territorio provincial, aproximadamente 973.000 ha (Echazú y Bilbao, 2018) (Figura 3). El extremo sur puede ubicarse en la población de Bárcena y en su extremo norte en la población de Tres Cruces. Por el oeste y el norte está flanqueada por el altiplano de la puna con 3800 msnm, al este por las sierras subandinas y al sur por los Valles Templados.

El régimen pluvial de la Quebrada de Humahuaca es monzónico y está influenciado por la orografía: en el ascenso a la Quebrada desde S.S. de Jujuy, el valor medio anual es de 850 mm/año a partir de allí se produce una disminución (cuesta de Volcán sólo se registran 392 mm anuales) desde Tumbaya hasta Humahuaca, trayecto en el cual las precipitaciones alcanzan menos de 200 mm. La temperatura media anual es de 12.0 °C, la humedad relativa es muy baja en invierno y en verano, siendo éste un hecho de relevancia agronómica con relación a la menor incidencia de enfermedades en cultivos. Esta situación es en buena medida responsable del bajo uso de insumos químicos en las producciones agrícolas regionales, a excepción de los años con mayor frecuencia y volumen precipitado. El clima de montaña es árido, de desiertos tropicales y con escasas precipitaciones (180 mm anuales) concentradas en los meses de noviembre a febrero. Las temperaturas medias anuales pueden llegar a -10 °C en invierno (Convenio UTF – PROSAP Proyecto de Desarrollo Institucional para la Inversión, 2015).



Figura 21. Subregión de la Quebrada de Humahuaca en la Provincia de Jujuy

En el siguiente mapa se observan las curvas correspondientes a las temperaturas y precipitaciones medias anuales de la región de la Quebrada (Figura 4).

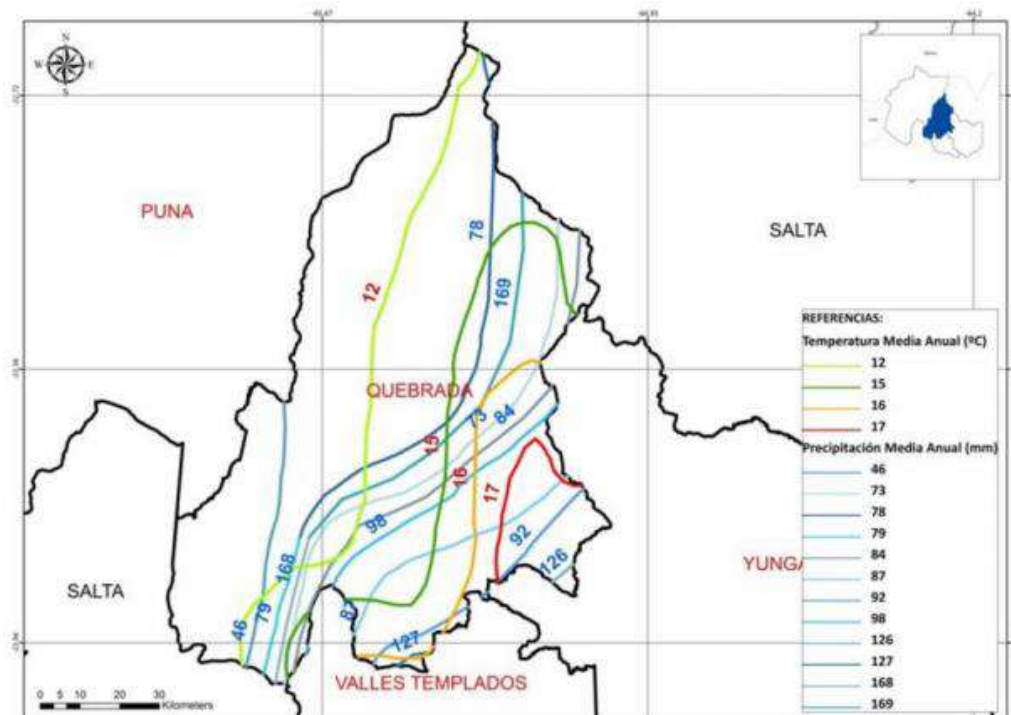


Figura 22. Temperaturas y precipitaciones medias anuales de la Región de la Quebrada (Convenio UTF – PROSAP)

Respecto de la diversidad de especies vegetales en la Quebrada de Humahuaca, se distribuyen los elementos arbóreos de escasa presentación en esta región (hasta 2800 m), estepa arbustiva (hasta 3000 m), estepa espinosa de piedemonte (hasta 3400 m), y en alturas variables se observan pajonales y matorrales de cauces y riberas de Ríos, comunidades halófitas y vegetación de médano (Paoli, 2002).

Geográfica y morfológicamente se trata de una región denominada *Cordillera Oriental*, con numerosas cumbres por encima de los 5000 msnm., alcanzando su punto culminante en el Nevado del Chañi (6240 msnm.), situado en el extremo occidental del sector analizado. Esta unidad montañosa está bien delimitada en su borde occidental por la Puna, llanura que forma parte del altiplano argentino-boliviano, con 3800 msnm de altitud media, región que tiene morfologías propias, características de climas secos y carácter endorreico. El límite oriental es, en muchos casos, más difuso observándose un paso transicional al conjunto de alineaciones montañosas menos elevadas, conocidas como *Sierras Subandinas* (alrededor de 1000 msnm), que marcan la transición al piedemonte andino, definido por la llanura chaqueña (Figura 5).

La mitad septentrional de la cuenca del río Grande presenta, además una vegetación mínima coincidiendo con las condiciones climáticas de la zona BWk (B:

clima seco, caracterizado por la escasez de precipitación pluvial y grandes pérdidas por evapotranspiración proporcional a la temperatura. W indica que es árido y K que la temperatura media anual está por debajo de 18 °C), según la clasificación de Köppen-Geiger (1918 y 1936), en Kottek *et al.* 2006, secas (áridas y semiáridas) con precipitaciones torrenciales concentradas durante la temporada estival.

En esta región del NOA el relieve es muy abrupto, con fuertes pendientes, profundos valles y desniveles casi siempre superiores a los 2000 m. El valle principal, la Quebrada de Humahuaca, discurre en dirección norte-sur aprovechando la estructuración geológica regional (Figura 6). El río Grande y sus afluentes dibujan una trama esencialmente estructural, hasta desembocar en la depresión terciaria en la que se encuentra ubicada la ciudad de San Salvador de Jujuy en el departamento Libertador General San Martín.

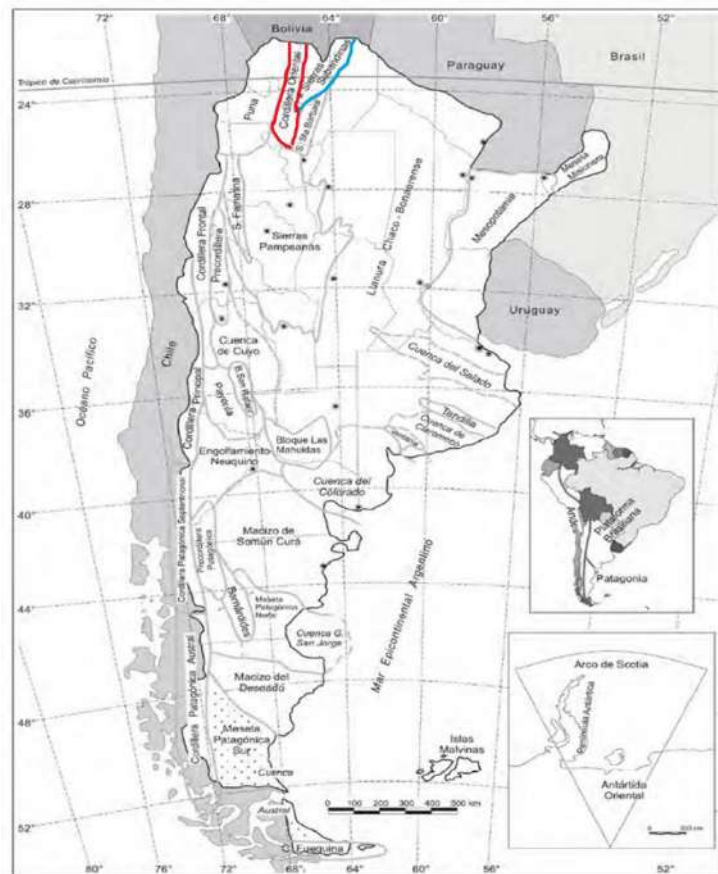


Figura 23. Provincias geológicas de la Argentina (Fuente: SEGEMAR – ITGE, 1998).

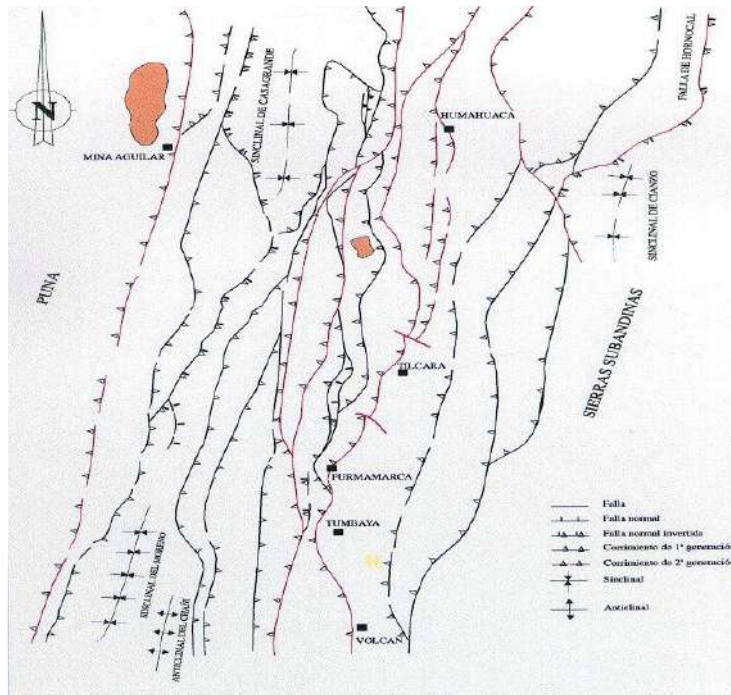


Figura 24. Mapa geológico y estructural de la Quebrada de Humahuaca. SEGEMAR – ITGE (1998)

2.3. Características físico-naturales de los Valles Templados

Los Valles templados incluyen los departamentos de San Salvador de Jujuy, Dr. Manuel Belgrano, Palpalá, El Carmen y San Antonio, representando con su superficie el 7% del área total provincial. Se caracterizan por ser húmedos y se localizan en la zona de transición entre los climas áridos y subtropicales, siendo templado en invierno, pero suficientemente cálido en verano. Las precipitaciones anuales son exclusivamente estivales y varían entre 500 y 1.200 mm, mientras que las temperaturas medias son relativamente bajas debido a su altura promedio de 1100 msnm (PIP, 2016). Presentan un clima del tipo Cwa - Subtropical con invierno seco (verano cálido). La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C, con una estación bastante seca que coincide con los meses de invierno.

En esta región las precipitaciones son fundamentalmente del tipo orográfica y en menor escala convectiva y por avances de frentes fríos. Los registros anuales de lluvia disminuyen a medida que nos alejamos de las serranías hacia el fondo de los valles (Figura 7). Las altas temperaturas alcanzadas en los veranos en superficie determinan la formación de nubes de desarrollo vertical: los *Cumulus Nimbus*. Esto trae como consecuencia lluvias torrenciales y precipitaciones sólidas (granizo). Son típicas en los meses de noviembre y diciembre cuando comienza a ascender la temperatura y hay baja humedad ambiente (convenio UTF PROSAP, 2015).

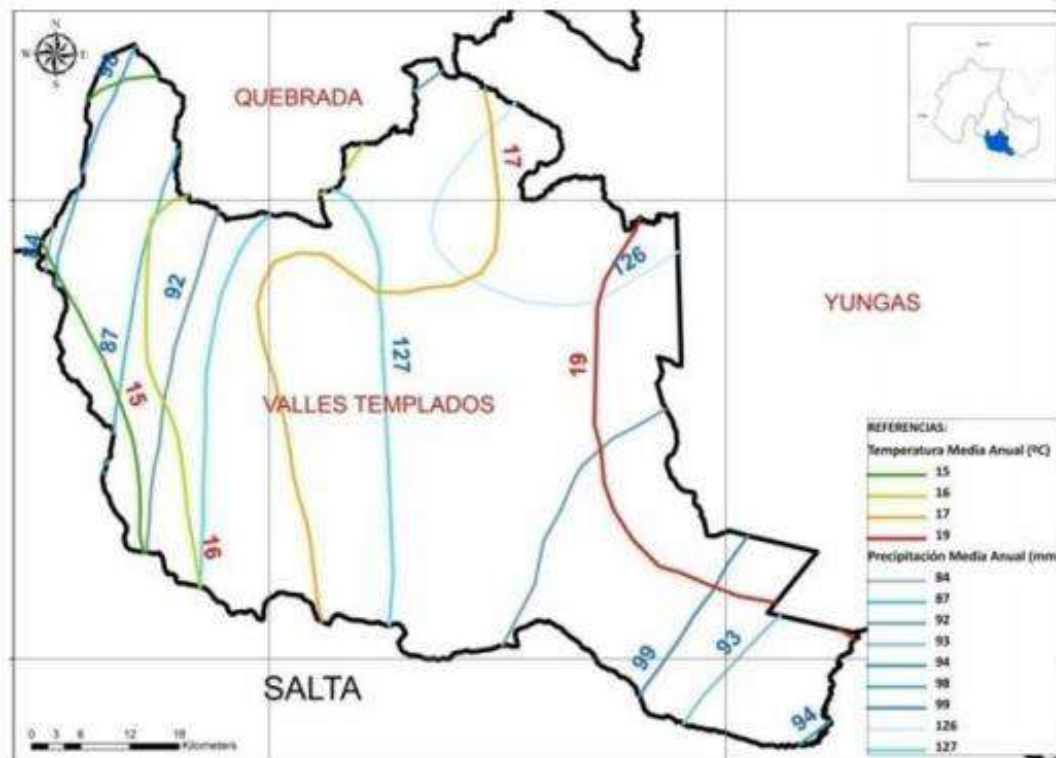


Figura 25. Mapa de Isohietas en la región Valles Templados

Las comunidades vegetales típicas están dadas por estepa arbustiva, cardonales, Bosques de “Churqui” (*Prosopis ferox*), Bosques de “Arca” (*Acacia visco*), Matorrales de “Molle” (*Schinus areira*) y “Chilca” (*Baccharis salicifolia*) y Cojines de Bromeliáceas.L

Los departamentos San Antonio, El Carmen y Libertador General Manuel Belgrano, también, forman parte de la provincia geológica Cordillera Oriental. A diferencia de los “Valles de Altura”, los departamentos están ubicados sobre antiguos depósitos de abanicos aluviales del Neógeno- Cuaternario (Mioceno medio – Pleistoceno inferior), los que yacen sobre el Grupo Salta (Cretácico – Eoceno).

2.4. Características hidrológicas

En la Figura 8a se presentan las grandes cuencas hidrográficas en que se divide la región del NOA y en la Figura 8b las cuencas hidrográficas de Jujuy.

El río Grande, cauce principal vinculado con la Quebrada de Humahuaca, se forma a partir de la unión de los arroyos Tres Cruces y El Cóndor ubicados a 3.400 msnm. En su recorrido atraviesa los departamentos de Humahuaca, Tilcara, Tumbaya (Figura 9), Purmamarca (Figura 10) y Libertador General Manuel Belgrano.

El curso del río Grande continúa aguas abajo de la ciudad de San Salvador de Jujuy, se dirige con dirección Sudeste, describiendo una amplia curva en las proximidades de El Carmen, donde recibe aguas del río Perico para tomar el nombre de río San Pedro o Río Grande de San Pedro, uniéndose luego al río Lavayen. A partir de esta confluencia, se identifica como río San Francisco, y continúa hacia el norte para entrar a la provincia de Salta y desembocar en el río Bermejo. La cuenca del río Grande continúa por el río Paraná, río de La Plata y Océano Atlántico.

En su nacimiento en las cercanías de la estación Azul Pampa, se puede comprobar que el flujo superficial es permanente; sin embargo, durante largos períodos anuales el agua se infiltra en su cauce desapareciendo superficialmente. Frente a la localidad de Iturbe, el río Grande recibe al arroyo Las Cuevas con escasos aportes de caudales superficiales sólo en infrecuentes y cortos períodos del año.

Son también escasos y poco frecuentes los aportes superficiales que desde el arroyo Chaupi Rodero desagüen al río Grande por su margen izquierda. Hasta el nivel donde desagua arroyo Chorrillos - 12 km al norte de Humahuaca - el río Grande permanece seco casi siete meses al año. Estudios realizados por Paoli (2003), relevaron que el nivel subsuperficial de agua del río se mantiene constante y que los exiguos caudales afloran en el cauce aguas abajo.

La ausencia de afluentes hasta llegar al río Calete hace que el río Grande tome el aspecto de un cauce sin agua en superficie durante la mayor parte del año, presentando frente a Humahuaca escasos escurrimientos superficiales producidos por afloramientos temporales del subálveo.



Figura 27. Cauce principal río Grande, Tumbaya. Figura 28: Cauce principal río Grande, Purmamarca.

Aguas abajo, el mayor aporte de agua superficial lo realiza el río Calete, a partir del cual el río Grande, genera flujo superficial permanente durante todo el año. Continuando hacia el sur, aproximadamente 15 km aguas abajo, el río Grande recibe por la margen derecha al río Yacoraite, que conduce caudales superficiales prácticamente durante todo el año. Numerosos cauces que llegan al río Grande aportan sus caudales superficiales en épocas de lluvias y subsuperficiales durante el resto del año.

Los ríos Huasamayo, Huichaira, Purmamarca y Tumbaya, aportan los caudales que pasan a formar parte del incremento del río Grande durante las importantes crecidas originadas en la época de lluvias las que se comportan como torrentes con alta capacidad de transporte y erosión. Durante el estiaje, cuando los caudales superficiales disminuyen notablemente en los ríos y arroyos afluentes del Río Grande, como los ríos Calete y Yacoraite trascienden por su aporte de caudales superficiales en forma permanente.

Es escasa la información hidrológica disponible y tomada en forma sistemática en el cauce del río Grande. La información de la que se dispone pertenece a AyEE (Agua y Energía Eléctrica de la Nación, tomado de NOA Hídrico 1975/1979 en Paoli, 2003), quien operó la estación de aforos de Huajra (Enero 1958 a Julio 1968), a 2,5 km al sur de la localidad de Tumbaya. Esta información otorga los elementos necesarios para cuantificar los recursos disponibles, en donde se destacan los siguientes módulos de caudales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registros hidrométricos Rio Grande en Estación Huajra.

| Caudal medio anual (estimado) (Q _{ma}) en m ³ /s (serie 1958-68) | Caudal máximo mensual Q(max.m) en m ³ /s (Febrero 1966) | Caudal mínimo mensual (Q _{min.m}) en m ³ /s (Noviembre 1959) |
|--|---|--|
| 1,500 | 9,558 | 0,313 |

2.4.1. Recurso superficial

No existen datos que permitan cuantificar el recurso hídrico derivado para riego; las captaciones por medio de tomas precarias, la gran cantidad de sistemas de riego (toma - compuerta y canal de derivación), involucrados en ambas márgenes del río Grande desde Volcán hasta Humahuaca, dificultan la medición sistemática de los caudales derivados hacia estos microsistemas, situación que imposibilita la cuantificación de los volúmenes y en consecuencia, no se conocen las dotaciones reales de entrega y menos aún, las eficiencias de uso del agua a diferentes niveles de la red de conducción, distribución y aplicación del recurso (Paoli 2003).

2.4.2. Recurso subterráneo

No se cuenta con información reciente y completa con datos de calidad ni ubicaciones de agua subterránea en la provincia, tampoco se cuenta con mapas de zonas aguas subterráneas (Convenio UTF-PROSAP).

2.5. Aspectos hidrogeológicos

El modelado de la Quebrada de Humahuaca está determinado por la incisión del río Grande el cual aprovecha las líneas de estructuración geológica (Figura 6).

El resultado es que el ahondamiento general, lleva asociado importantes secuencias de abanicos aluviales ubicados en las zonas más espaciales del valle (Figura 11), sobre las cuencas terciarias y algunas terrazas fluviales junto al curso principal (Figura 12).



Figura 29. Abanicos aluviales en Purmamarca Maimará



Figura 30. Terrazas cultivadas, Maimará

Toda la cuenca hidrográfica del río Grande está afectada por intensos procesos de meteorización física y erosión. La litología, la estructura y las condiciones climáticas son favorables para que esto ocurra. El relieve es muy pronunciado, con elevaciones de hasta 4000 m en pocas decenas de kilómetros de recorrido. En dicha circunstancia los ríos que drenan estas montañas presentan gradientes muy altos.

Gran parte de las rocas que constituyen los relieves positivos están poco consolidadas, especialmente las del neógeno al cuaternario, lo que implica una buena cantidad de materiales susceptibles de ser arrancados y transportados por los torrentes en cada verano.

3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

3.1. Marco geológico regional “Valles de Altura”

La descripción geológica se realizó sobre la base de los antecedentes bibliográficos de la zona, información de campo y la obtenida del: Estudio Geológico Integrado de la Quebrada de Humahuaca, 1998, del Sistema de Información Geológico Ambiental del SEGEMAR. De este estudio se obtuvo información sobre la geología y geomorfología de la Quebrada de Humahuaca – “Valles de Altura”.

Los “Valles de Altura” se encuentran ubicados en la provincia geológica de Cordillera Oriental, la que representa la prolongación meridional de la Cordillera Oriental y Central de Bolivia (Figura 13). En la provincia de Jujuy presenta unos 80 km de ancho y un rumbo general NNO. Su estructura geológica se caracteriza por la existencia de bloques longitudinales elevados por fallas de alto ángulo que involucran al basamento (Figura 5). Responde a una tectónica de láminas cabalgantes con profundas superficies de despegue que dan lugar a un acortamiento de dirección E-O (Figura 14).



Figura 31. Provincias geológicas de la provincia de Jujuy y sus principales rasgos orográficos. Límites obtenidos de Turner (1970), Roller (1976), Mingramm y Russo (1972), Turner y Mon (1979) y Ramos (2000). (Tomado de Ramos y Coira, 2008).

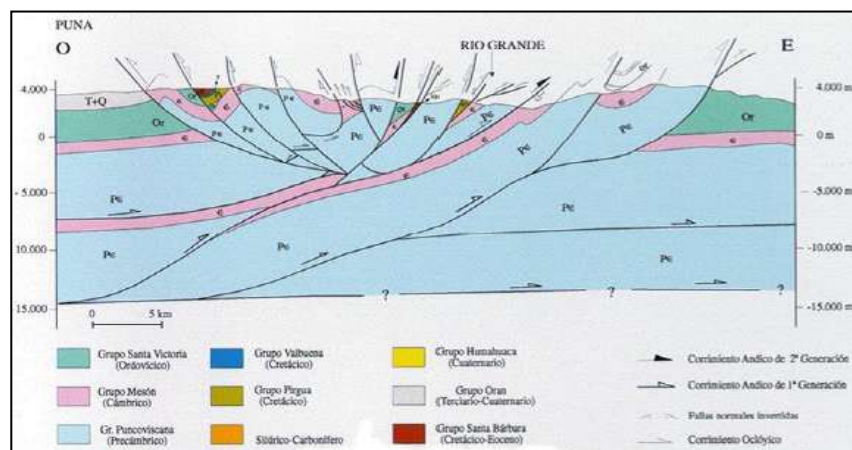


Figura 32. Perfil estructural de Purmamarca. SEGEMAR- ITGE (1998).

El basamento está representado por rocas de edad Precámbrico superior – Cámbrico (601 + 65 M.a. y 586 + 70 M.a.) de la Formación Puncoviscana, sobre los

que se disponen discordantemente rocas del paleozoico inferior Grupos Mesón y Santa Victoria de edad cámbrica y ordovícica, respectivamente. En discordancia se depositaron rocas mesozoicas, Grupo Salta. Corresponden con un ciclo sedimentario que abarca desde el Cretácico al Paleógeno, integrado por los subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara. Las sedimentitas de este Grupo, se alinean a lo largo de estrechos corredores de dirección submeridiana, enmarcados por fallas de esa misma dirección.

Los sedimentos modernos, pliocenos y cuaternarios, deformados en algunos casos, por corrimientos y fallas de actividad reciente, presentan espesores variables en el sector central de la Quebrada por el que escurre el cauce del río Grande, en general se disponen mediante discordancia sobre afloramientos de rocas precámbricas o del paleozoico inferior. Las distintas rocas se presentan en bandas elevadas y alargadas con rumbo norte-sur excepto los materiales cenozoicos y cuaternarios que se restringen a las topografías más bajas coincidiendo con los cursos fluviales, que forman las subcuencas o tributarios más importantes.

Precámbrico superior- Cámbrico inferior

Formación Puncoviscana (Turner, 1960)

Esta unidad cartográfica es considerada por Salfity et al. (1975) como la formación más joven del Grupo Lerma. Litológicamente está integrada por una serie de más de 1500 m de espesor constituida predominantemente por rocas de bajo grado de metamorfismo tales como grauvacas, pizarras, cuarcitas, pegmatitas y esquistos. Todo el conjunto presenta una coloración gris verdosa oscura y se encuentra afectado por un metamorfismo regional débil, de carácter dinámico, que no alcanzó a obliterar las características sedimentarias originales; los sedimentos no pasan las facies de esquistos verdes, por lo que pueden reconocerse niveles de onduladas (Figura 15).

La Figura 16 fue tomada en los viñedos de Uquía: Al fondo, los relieves precámbricos reconocidos. Al frente los viñedos en planos de conos aluviales). La composición de las rocas que constituyen el basamento se ve reflejada en los componentes del suelo (Figura 17) (ej. Las turmalinas presentes en las pegmatitas son la causa o el origen de la presencia de Boro en el perfil del suelo en Uquía).

Localmente incluye vulcanitas que afloran en las nacientes de la Quebrada del Departamento Tilcara. Es común en esta formación litoestratigráfica la presencia de vetas de cuarzo lechoso, de espesores variables entre 5 cm y 1 m, siendo las más comunes las comprendidas entre 10 y 25 centímetros.

Estructuralmente, como es común en toda la Fm. Puncoviscana, se dispone subvertical, con algunos pliegues menores, de flancos subparalelos y plano axial vertical. Presenta foliación pizarrosa en los tramos de granulometría más fina que permite exfoliar la roca en planchas y lajas delgadas (de 1 cm de espesor o menos).

La Fm. Puncoviscana representa un medio sedimentario de offshore en el que el mecanismo de transporte y sedimentación corresponde de manera dominante a flujos turbidíticos en sentido amplio. Este mecanismo de sedimentación confiere a las capas una geometría netamente planoparalela. La relación de proximidad/distalidad de este sistema sedimentario, en relación con cambios relativos del nivel del mar, justifican la intercalación de potentes tramos con facies litológicas de granulometría fina a muy fina, de gran extensión lateral.



Figura 33. Ondulas en rocas de la Formación Puncoviscana, tomada en afloramientos al norte de Purmamarca



**Figura 34. Relieves precámbricos..
Viñas de Uquía**



**Figura 35. Pegmatitas.
Viñas de Uquía.**

Cámbrico

Grupo Mesón (Turner 1960)

La unidad cartográfica correspondiente al Grupo Mesón constituye una secuencia deposicional de edad Cámbrico que yace en discordancia angular sobre la Fm. Puncoviscana (Figura 18). El grupo, con un espesor medio que varía de 250 a 320 m, está integrado por las formaciones Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc.

La Formación Lizoite está constituida por un conjunto de conglomerados, areniscas y, en menor proporción pelitas. Los conglomerados, más abundantes hacia la base, están compuestos por clastos de cuarzo, esquistos, pizarras y grauvacas; procedentes de la Fm. Puncoviscana; matriz areniscosa de color violeta oscuro y cemento silíceo. Las areniscas, también, con cemento silíceo, son de color blanquecino a blanco grisáceo, rosadas y moradas, presentan estratificación cruzada planar y en artesa, e intercalan algunos bancos conglomerádicos con bases erosivas, y niveles pelíticos morados.

La Formación Campanario, yace en contacto transicional sobre la Fm. Lizoite. Está compuesta por una alternancia de areniscas y pelitas de colores rojizos, morados y verdosos. Las capas en general son de espesor centimétrico- decimétrico, con geometría ondulada y estructura interna de ripples. Los niveles pelíticos están muy bioturbados y en los arenosos son relativamente frecuentes las trazas de skolithus.

La Formación Chalhualmayoc, está constituida por areniscas silicificadas, de color blanco amarillento claro, grano mediano, estratificadas en capas medias a gruesas con estructura interna de laminación cruzada, con intercalaciones de pelitas muy bioturbadas.

Desde el punto de vista paleogeográfico el grupo Mesón representa la transición entre un medio fluvial de tipo braided (Fm. Lizoite), a marino somero con facies de *shoreface-offshore* proximal (Fm. Campanario), y de *nearshore*-intermÁreal (Fm. Chalhualmayoc).

En el campo se reconocieron areniscas cámbricas con cemento silíceo, de color blanquecino a blanco grisáceo rosadas y moradas con estratificación cruzada planar y en artesa (Figura 19).



Figura 36. La línea en rojo marca la discordancia entre la Formación Puncoviscana (A) y el Grupo Mesón (B), Localidad de Purmamarca.



Figura 37. Areniscas de la Formación Lizoite en Viñas de Uquía: a) Areniscas tectonizadas. B) areniscas con estratificación en artesa.

Ordovícico

Grupo Santa Victoria (Turner 1960)

Con carácter regional, el Grupo Santa Victoria (Tremadociano a Llanvirniano), se apoya en discordancia mediante contacto en sobre el Grupo Mesón infrayacente. Está integrado por las Formaciones Santa Rosita, Acoite y Sepulturas, en las que dominan los sedimentos siliciclásticos.

La *Fm. Santa Rosita*, comienza localmente con un conglomerado basal de clastos redondeados de cuarzo lechoso y cuarcitas blanquecinas y moradas, en una matriz areniscosa. Siguen lutitas verdes a verdes grisáceas, finamente estratificadas, con algunas intercalaciones de bancos de areniscas de grano mediano. En general las capas son planoparelas a escala de afloramiento, aunque en detalle tienen geometría ondulada.

La *Fm. Acoite* (Harrington 1957) está formada por una alternancia de capas centimétricas de lutitas de colores pardo amarillentos y verdosos, y de areniscas de grano fino a mediano. Al igual que la formación Santa Rosita, a escala de afloramiento las capas son plano paralelas, aunque en detalle presentan geometría ondulada debida a ripples (Figura 20).

La *Fm. Sepulturas* (Harrington 1957) tiene regionalmente una distribución irregular. Se ha citado su presencia en las Quebradas de Purmamarca, y en el Espinazo del Diablo (Tilcara). Está constituida por una de alternancia de capas delgadas de areniscas calcáreas de grano mediano a grueso y lutitas verdosas.



Figura 38. Lutitas con geometría ondulada en Viñas de Uquía. Cretácico- Paleógeno

Grupo Salta (Brackebush, 1891, nom. subst Turner, 1959)

El Grupo Salta, Figura 21, está integrado por los subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara. Las sedimentitas, casi totalmente continentales de este Grupo, constituyen los depósitos sinorogénicos relacionados con una etapa de rift intracratónico.



Figura 39. Afloramientos del Grupo Salta. Purmamarca. Bodega Don Milagro, Purmamarca.

Subgrupo Pirgua (Vilela 1951, *nom. transl* Reyes y Salfity 1973)

El Subgrupo Pirgua (Cretácico inferior y el límite Santoniano-Campaniano), se apoya en discordancia angular sobre materiales más antiguos, proterozoicos y/o paleozoicos. Está constituido por una secuencia silicoclástica estrato y granodecreciente, de conglomerados, areniscas y arcillas de colores rojizos. Los conglomerados son polimícticos con abundante matriz arenoso-arcillosa. En los

niveles arenosos y arcillosos son frecuentes los paleosuelos con concreciones calcáreas. La serie corresponde a sedimentos de abanicos aluviales, localmente con tramos de sedimentación fluvial, que rellenan hemigrábenes generados en los primeros estadios del rift intracratónico cretácico.

Subgrupo Balbuena (Moreno 1970)

Constituye, junto con el Subgrupo Santa Bárbara, una unidad extensiva correspondiente al periodo de postrift, en una etapa gobernada por la subsidencia térmica, cuyo registro sedimentario es expansivo respecto a los depósitos del Subgrupo Pirgua, apoyándose en contacto concordante sobre el mismo, o directamente en discordancia angular sobre el substrato paleozoico y/o proterozoico.

El Subgrupo Balbuena está integrado por areniscas calcáreas amarillentas de la Formación Lecho, y por calizas oolíticas y margas arenosas de color amarillento a verdoso de la Formación Yacoraite.

La Fm Lecho, está integrada litológicamente, por areniscas medianamente seleccionadas, de grano medio a grueso, color amarillo pálido a blanquecino rosado. La mayoría de los clastos son de cuarzo y el cemento es calcáreo. Localmente la serie intercala niveles conglomerádicos con geometría de paleocanales. La serie, de unos 80 a 100 m de espesor medio, se ordena en general en secuencias estrato y granodecrecientes representativas de un sistema fluvial de tipo braided.

La Formación Yacoraite, constituye una sucesión calcárea de tonos amarillentos en donde las litologías dominantes son calizas oolíticas, calizas estromatolíticas, y calizas tableadas finamente laminares (Figura 22). Localmente incluye calizas intraclástica y algunos niveles de margas.

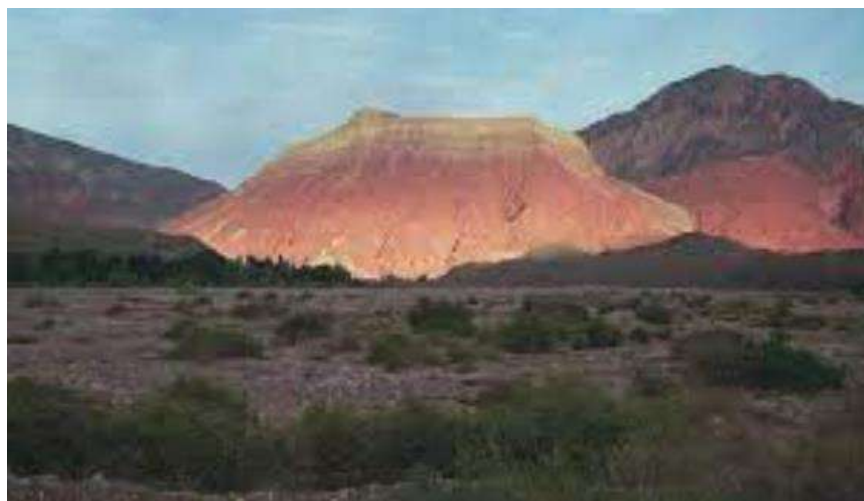


Figura 40. Afloramientos de la Formación Yacoraite, C° Pollera, Quebrada de Humahuaca.

Subgrupo Santa Bárbara (Moreno, 1970)

Está constituido por un conjunto sedimentario, de origen continental, compuesto por margas, margas arenosas y arcilitas calcáreas de colores rojizos y verdosos, abundantes venillas de yeso, areniscas y niveles de conglomerados. Está integrado por las formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera.

La *Formación Mealla*, de unos 200 m de espesor, se dispone en forma concordante sobre la formación Yacoraite. Está representada por un conjunto de margas arenosas, arcilitas calcáreas y areniscas arcillosas, de colores rojizos y verdosos, de aspecto masivo, aunque en detalle presenta estratificación bien marcada en bancos de 2 a 10 cm, con abundantes niveles decimétricos de yesos que contienen nódulos de alabastro de tamaño decimétrico.

La *Formación Maíz Gordo*, sobreyace en contacto transicional a la Formación Mealla. Está constituida por unos 150 m de arcilitas calcáreas, margas, margas arenosas de color verde oscuro a amarillento con intercalaciones pelíticas grises azuladas.

La Formación Lumbrera es una sucesión de arcilitas, limolitas y fangolitas calcáreas de color rojo intenso con intercalaciones de areniscas finas a medianas y esporádicamente niveles de conglomerados o brechas intraclásticas calcáreas gris verdosas. Se ordena en ciclos de facies estrato y granodecrecientes representativos

de un medio fluvial de tipo braided, si bien a gran escala la serie es granocreciente, como resultado de la progradación de todo el sistema sedimentario.

Mio- Plioceno

Formación Maimará (Salfity et al. 1984)

Esta formación está prácticamente restringida al sector central de la Quebrada de Humahuaca, no aflorando su base. Está constituida por una serie de areniscas y conglomerados con algo de matriz arcillosa y con intercalaciones de tobas de color blanco (Figura 23). Los niveles más arenosos de la base suelen tener paleosuelos mal desarrollados. Las capas tienen geometría planoparalela a gran escala, ordenándose la serie en una gran secuencia estrato y granocreciente.

Corresponde a facies de abanicos aluviales sintectónicos sedimentados en discordancia progresiva durante la etapa de compresión andina constituyendo una pequeña cuenca de *foreland*, en un frente de cabalgamiento fuera de secuencia, con vergencia al este, que se sitúa en la margen derecha del río Grande.



Figura 41. Afloramientos de la Formación Maimara, Purmamarca.

Formación Uquía (Castellanos 1950)

Esta formación, al igual que la Fm. Maimará, con la que se interdigita, tiene carácter local quedando restringida al sector centro-norte de la Quebrada de Humahuaca, entre las localidades de Coctaca y Huacalera. Está constituida por unos 70 a 100 m de arenas de grano fino de tonos blando-amarillentos, con intercalaciones de conglomerados y en menor proporción de rocas Epiclásticas tobáceas (Figura 24). Son sedimentos fluviales de tipo *braided* procedentes del noreste, depositados

durante la etapa de compresión andina, asociada a los frentes de cabalgamiento de la Cordillera Oriental sobre las Sierras Subandinas.

Representa sedimentos fluviales de tipo *braided* procedentes del noreste, depositados durante la etapa de compresión andina, probablemente como una pequeña cuenca de *piggy back*, asociada a los frentes de cabalgamiento de la Cordillera Oriental sobre las Sierras Subandinas.



Figura 42. Afloramientos de la Formación Uquía, Bodega Moya, Uquía.

Abanicos antiguos

Constituyen los testigos iniciales de la evolución morfológica de la Quebrada (Figura 25). Ocupan una gran extensión superficial en la depresión de Humahuaca, quedando en algunos sectores de la Quebrada reducidos a pequeños afloramientos colgados junto al borde montañoso.

En general, se trata de depósitos multisequenciales de abanicos aluviales (Figura 26) constituidos por gravas y bloques clastosoportados con buena estratificación e intercalaciones decimétricas de tobas volcánicas.



Figura 43. Abanicos aluviales antiguos, al fondo afloramientos del Grupo Salta, Tilcara.



Figura 44. Abanicos aluviales antiguos, al fondo afloramientos del Grupo Salta, Tilcara.

Cuaternario

Formación Purmamarca (Pleistoceno)

Recibe esta denominación una generación intermedia de abanicos aluviales y sedimentos fluviales que rellenan gran parte de la Quebrada de Humahuaca y valles adyacentes. Dicho relleno es especialmente importante en la Quebrada de Purmamarca, porque es allí donde el mayor espesor de sedimentos se conserva. Constituye un nivel de referencia morfológico de importancia local.

Son acumulaciones de sedimentos (Figura 27), de más de 100 m de espesor constituidas por gravas y bloques de pizarras y tillitas procedentes en su mayor

parte de la Formación Puncoviscana, aflorante en la zona. Las gravas son clastosoportadas, polimícticas y heterométricas con centiles variables. Están bien estratificadas con escaso ordenamiento interno, reconociéndose imbricación de cantos y ocasionalmente estratificación cruzada, planar y en surco.



Figura 45. Formación Purmamarca, margen derecha del río Purmamarca.

Cuaternario indiferenciado

Incluye toda la sedimentación holocena y pleistocena más moderna. Son depósitos de litoestratigrafía variada: gravas y arenas sin consolidar de las dos últimas generaciones de conos aluviales de dimensión moderada, y otros tantos niveles de terrazas fluviales de las Quebradas (Figura 28).

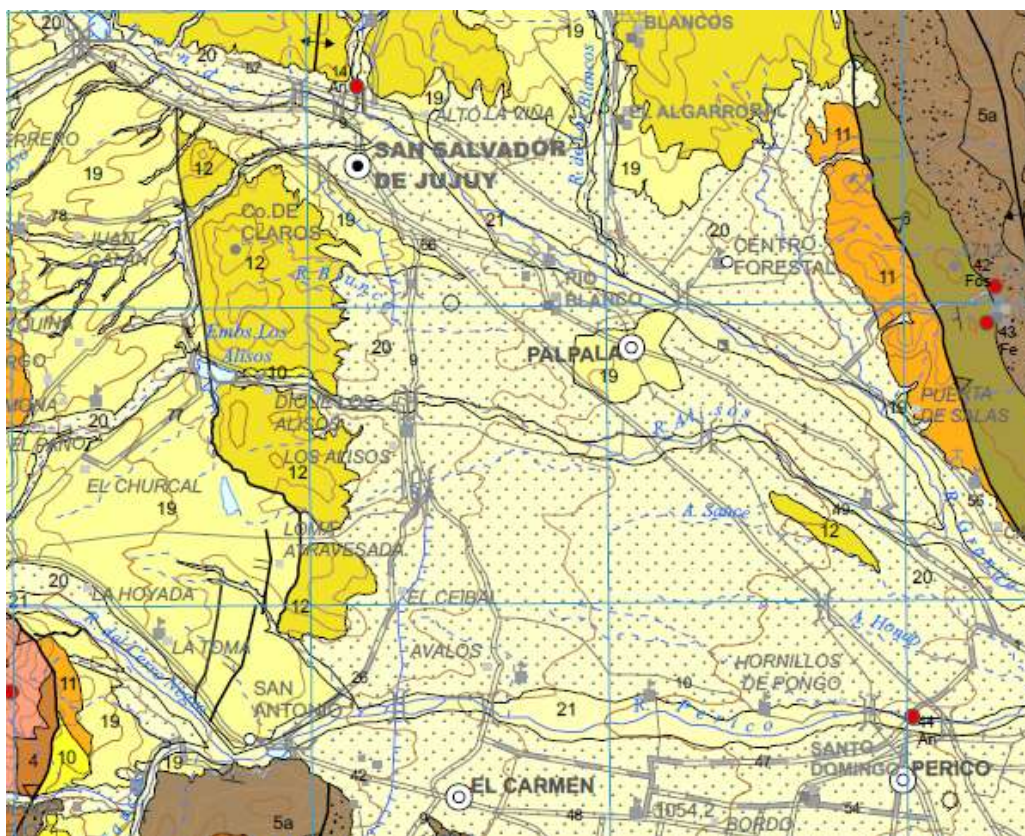


Figura 46. Terrazas del arroyo Huasamayo, Cuaternario indiferenciado.

3.2. Geología general de los departamentos General Belgrano, San Antonio y El Carmen- “Valles Templados”

La descripción geológica se realizó sobre la base de los antecedentes bibliográficos de la zona, información de campo y la obtenida de la Hoja Geológica Salta 2566-II, 2019 del SEGEMAR, que abarca las provincias de Salta y Jujuy, en ésta última los departamentos San Antonio, El Carmen y Libertador General Manuel Belgrano, denominados “Valles Templados”. De esta Hoja Geológica se obtuvo información geológica (Figura 29).

Los “Valles Templados”, se encuentran ubicados en la provincia geológica de Cordillera Oriental. En la provincia de Jujuy presenta unos 80 km de ancho y un rumbo general NNO.



| EON | ERA | PERIODO | UNIDADES FORMACIONALES | | |
|------------|-------------|--------------|--|--------------------------------|--|
| FANEROZICO | CENOZOICO | Cuaternario | Valles Fluviales Morrenas Llanura Aluvial y Pie de Monte | | |
| | | Neógeno | Fm. Alfarcito Piroclastos Esquina Blanca Dep. Volcaniclastos del Complejo Diego de Almagro Fm. Las Agujas Intrusivos Pancho Arias y Las Burras | Subgpo. Metán Subgpo. Jujuy | |
| | | Paleógeno | Fm. Casa Grande | | |
| | MESOZOICO | Cretácico | | | |
| | PALEOZOICO | Devónico | | | |
| | | Silúrico | | | |
| | | Ordovícico | Gpo. Santa Victoria | | |
| | | Cámbrico | | | |
| | PRECAMBRICO | PROTEROZOICO | Neoproterozoico | Fm. Puncoviscana | |

Figura 47. “Valles Templados”, extracto de la Hoja Geológica Salta 2566-II- Cuadro estratigráfico con las unidades aflorantes en los “Valles Templados”.

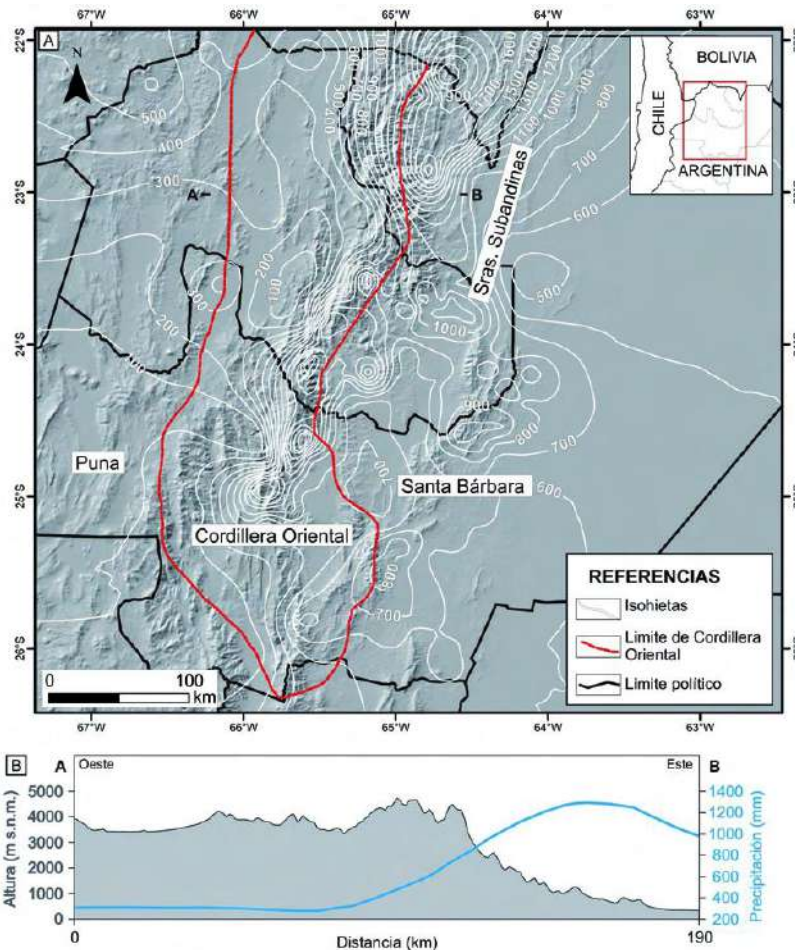


Figura 48. A) Mapa de sombreado del Noroeste Argentino con isohietas (equidistancia 100 mm; extraídas de Bianchi 2005) mostrando el límite de Cordillera Oriental (Ramos 2000). B) Perfil topográfico y de precipitaciones a los 23°LS. Las precipitaciones disminuyen al aumentar la altura.

El basamento está representado por rocas de edad Precámbrico superior – Cámbrico (601 + 65 M.a. y 586 + 70 M.a.) de la Formación Puncoviscana, sobre los que se disponen discordantemente rocas del paleozoico inferior, cámbrico del Grupo Mesón y Santa Victoria de edad ordovícica. Los sedimentos Paleógenos corresponden a la Formación Casa Grande, los Neógenos a los Subgrupos Metan y Jujuy. El cuaternario está representado por depósitos de pie de monte y cuaternarios aluviales modernos.

PRECÁMBRICO SUPERIOR- CÁMBRICO INFERIOR

Formación Puncoviscana (Turner, 1960)

PALEOZOICO

Ordovícico

Grupo Santa Victoria (Turner 1960)

PALEÓGENO- EOCENO SUPERIOR

Formación Casa Grande

Está compuesta principalmente por sedimentitas pelíticas rojas, que hacia el techo gradan de areniscas finas a gruesas y niveles conglomerádicos en diseño grano-estrato creciente. Esta unidad se depositó en ambientes de barreales, esporádicamente inundados, formando lagos someros y sistemas fluviales areno-conglomerádicos entrelazados.

Esta unidad se asienta, mediante discontinuidad estratigráfica regional, sobre distintos Grupos y Formaciones. En el ámbito de los denominados “Valles Templados”, se dispone sobre rocas del Grupo Santa Victoria (Ordovícico). El contacto superior es también una discontinuidad, interpretada como angular a escala regional, con la Formación Casa Grande (Boll y Hernández 1986) y con el Subgrupo Metán.

NEÓGENO- CUATERNARIO

Mioceno medio – Pleistoceno inferior

Grupo Oran

El nombre de Grupo Orán fue propuesto por Russo (1972) para agrupar los depósitos terciarios que en las provincias de Salta y Jujuy y áreas aledañas yacen sobre el Grupo Salta (Cretácico – Eoceno). Esta unidad estratigráfica incluye parcialmente los depósitos que en el noroeste argentino eran referidos de base a techo, como Areniscas Superiores, Terciario Subandino y Terciario Jujeño.

Durante el Terciario superior se produjeron diversos acontecimientos tectónicos relacionados con el ascenso de los Andes, que en esta región produjeron variaciones en las cuencas situadas al este e influyeron en las características de los sedimentos. Debido a ello, los depósitos así generados pueden ser divididos en dos secciones, a las que Russo (1972), denominó, a la inferior, Subgrupo Metán, de composición psamítico –pelítica, y Subgrupo Jujuy a la superior, esencialmente conglomerádica.

CUATERNARIO

Depósitos aluviales antiguos

Se agrupan bajo esta denominación depósitos de abanicos aluviales y de valles fluviales antiguos, localizados entre los bordes de las sierras y los valles actuales. Los abanicos aluviales están compuestos por gravas y arenas mal seleccionadas con intercalaciones lenticulares de arcillas y limos.

Depósitos de piedemonte y de llanuras aluviales modernas.

Corresponden al sistema aluvial actual integrado por depósitos de abanicos y de planicies aluviales recientes, y los que rellenan las planicies aluviales actuales. Los sedimentos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas.

Depósitos fluviales modernos.

Los valles fluviales actuales de los ríos Lavayen, Grande de Jujuy, San Francisco, Mojotoro y sus arroyos tributarios, están compuestos por arenas, gravas y limos.

En las Figuras 31 y 32, se reproducen el mapa geológico y geomorfológico de la provincia de Jujuy obtenido por el Servicio Geológico Nacional y la Universidad de Jujuy, respectivamente.

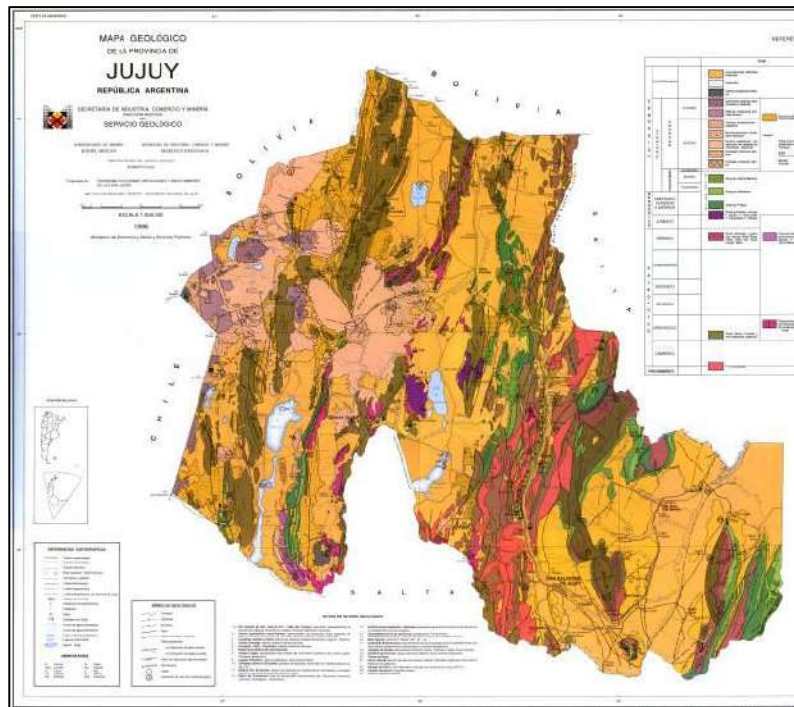


Figura 49. Mapa Geológico de la Provincia de Jujuy

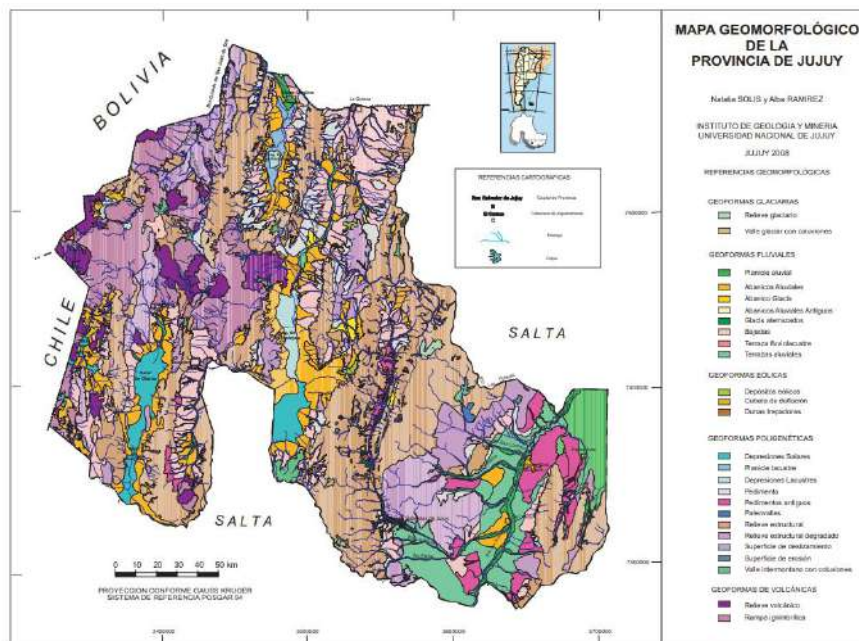


Figura 50. Mapa Geomorfológico de la Provincia de Jujuy

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.

4.1. 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, 2007) (Figura 33).

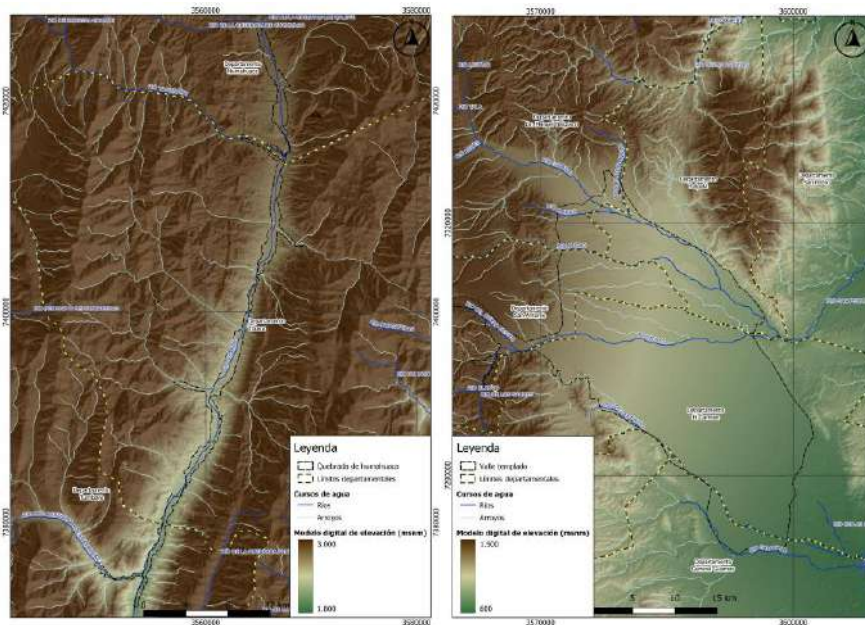


Figura 51. DEM de las zonas bajo estudio en la provincia de Jujuy:

4.2. 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 que 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 seleccionados 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, los 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 JUJUY

6.1. Origen y características

De acuerdo con la descripción de Puchulu y Fernández (2017), los suelos según la división presentada en la Figura 1 serían:

Suelos de la zona de Puna:

Esta zona comprende los departamentos de Santa Catalina, Rinconada, Yavi, Susques y Cochinoca. Debido a las condiciones ambientales reinantes los suelos son muy poco evolucionados con muchos sectores de áreas montañosas escarpadas con afloramientos rocosos. Los materiales originarios son en general gruesos (coluvio, regolito, aluvial grueso), mientras que en los salares los depósitos son finos y salinos; por lo tanto, los suelos de esta unidad son fundamentalmente líticos (pedregosos) y salinos. Marginando los salares y en zonas de bajadas aluviales, los materiales eólicos arenosos son también importantes.

Por otro lado, se trata de una región en la que las condiciones climáticas, topográficas y geológicas determinan una alta morfodinamia, por lo que corresponde a un medio netamente inestable. En consecuencia, los procesos pedogenéticos están muy subordinados. Domina la erosión-acumulación, mientras que dentro de los procesos de formación de suelos se encuentran la calcificación, salinización y, en menor medida, la argiluviación. La criogénesis es activa en las zonas más altas y húmedas. El régimen de humedad dominante de los suelos es Árido.

En general la escasa cobertura vegetal, la elevada morfogénesis y las condiciones climáticas extremas inhiben la formación de suelos. Por lo tanto, los mismos poseen un escaso grado de desarrollo, poco espesor y perfiles simples. Se encuentran suelos pertenecientes a los órdenes Aridisol, Entisol e Inceptisol. Los Aridisoles, representados por subgrupos Paleargides típicos se desarrollan en relieves aplanados, de vegetación escasa y degradada. Son suelos de texturas gruesas en superficie y finas a medianamente gruesas en profundidad.

Moderadamente ácidos en superficie, alcalinos y salinos en profundidad. Se distribuyen en los glaciares y conos aluviales, en pendientes del 1 al 3%, al este de la Puna, con precipitaciones entre los 200 y 400 mm. Los subgrupos Haplargides típicos y Haplocambides típicos se ubican en las partes altas de los conos aluviales con pendientes del 5 al 10% y bordeando los salares de Salinas Grandes, Guayatayoc, Caucharí, Olaroz y Pozuelos. Asociados a los Aridisoles se encuentran Entisoles, pertenecientes a los subgrupos Torrifluventes típicos y Torriortentes típicos que se ubican en los sectores de glaciares y conos. Son suelos de incipiente desarrollo, con perfiles del tipo A, C; de texturas gruesas a medianamente gruesas, moderadamente alcalinos a neutros en profundidad.

En los sectores de alforamientos rocosos se observan Torriortentes líticos, que constituyen suelos incipientes o sin formación de horizontes, con abundante presencia de clastos de diversos tamaños y formas, muy pedregosos. La secuencia de horizontes es muy simple: (A)-C-R y en la mayoría de los casos se observa directamente el material original sobre la roca. En zonas de acumulaciones arenosas, campos de dunas, los Entisoles responden a Torripsamientos líticos. Los suelos pertenecientes al orden Inceptisol se observan en las llanuras de inundación de los principales ríos y responden al subgrupo Halaquept típico.

Suelos de la Zona de las Quebradas:

Esta zona representada por la Quebrada de Humahuaca, como ya se dijo, es atravesada por el río Grande que representa el componente fluvial principal de la cuenca del río Bermejo, al que contribuye a través del río San Francisco. El valle de este río ha llevado sus cabeceras hasta el borde de la Puna, a la altura de la localidad de Tres Cruces. Los suelos son poco fértiles y escasamente desarrollados. En la zona de terraza fluvial y vías de escurrimiento, con un clima México-árido, predominan suelos poco desarrollados, denominados Entisoles: Torrifluventes típicos, Ustifluventes y Ustortentes típicos, con alto porcentaje de suelo desnudo, con abundantes fragmentos líticos, gruesos y en las zonas de acumulaciones de arena, Torripsamientos líticos. En las áreas montañosas que rodean a la zona baja de la Quebrada hay grandes sectores de suelos desnudos, Entisoles (Torriortentes líticos y típicos) y Aridisoles (Paleargides típicos y Haplocambides típicos).

Zonas de Valles

Es una zona más fértil que las descritas anteriormente; es el sector más bajo de la provincia, Respecto de los suelos, en los sectores que rodean al valle se encuentran Inceptisoles, (Haplaqueptes énticos y Distrumbreptes típicos), mientras que en las zonas pedemontanas de conos aluviales, suelos más desarrollados del Orden Alfisol, como son los Paleustalfes vérticos y áreas de suelos de régimen Ústico a Ácuico pertenecientes al Orden Molisol, con Subgrupos de Haplustoles típicos y fluvénticos, Argiustoles ácuicos y Hapludoles típicos. En esta misma zona, asociado a las vías de escurrimiento fluvial se encuentran suelos énticos como son los Ustortentes típicos (Orden Entisol).

Suelos del Sistema Subandino. Valles y zona de Yungas.

Dentro del Sistema Subandino se reconocen dos entidades mayores: las Sierras Subandinas, propiamente dichas, y el Sistema de Santa Bárbara que se distribuyen a lo largo de las provincias de Jujuy, Salta y Tucumán. Las primeras, situadas en la parte norte, están formadas por pliegues de cobertura despegados del basamento, que no está involucrado en ellos; mientras que, al sur, en el sistema de Santa Bárbara, el basamento participa de la deformación. El cambio del estilo de deformación ha sido atribuido a que el Sistema de Santa Bárbara no contiene las secuencias de lutitas devónicas responsables del despegue de las estructuras subandinas. En la provincia de Jujuy, comprende el extremo oriental de la provincia, en los departamentos de Santa Bárbara y parte de los de San Pedro, Valle Grande y Ledesma. Es un área relativamente húmeda, con precipitaciones del orden de los 600 a 1.000 mm anuales, con bosques subtropicales de Yungas, integrado por quebrachos, algarrobo, yuchan, guayacán, mistol, atamisqui, entre otras especies. En su parte central está surcada por el río San Francisco y sus numerosos afluentes y en el extremo sudeste se encuentra una serie de serranías como son de oeste a este la sierra de Santa Bárbara, sierra de Centinela y sierra de Maíz Gordo.

Los suelos varían de acuerdo con las diferentes zonas fisiográficas, representadas en los cordones montañosos por suelos del orden Inceptisol (Haplumbreptes énticos y Haplaqueptes típicos) y sectores con afloramientos rocosos; en la zona pedemontana, suelos del orden Molisol (Argiustoles údicos), hacia las partes más bajas y llanas. bajadas aluviales), predominan suelos más desarrollados, fértiles y de régimen de humedad Udico y Ústico como son Molisoles (Argiudoles y Hapludoles típicos y Haplustoles típicos) y Alfisoles (Haplustalfes típicos).

Finalmente, en la zona de influencia fluvial, los suelos son Entisoles (Udifluventes típicos, Udiortentes ácuicos y Ustortentes típicos).

6.2. Relevamientos de suelos en la provincia de Jujuy

La revisión de antecedentes señaló las siguientes contribuciones como las relevantes: i) el estudio de Nadir y Chafatinos (1990), ii) el Levantamiento Expositivo de Suelos de la Quebrada en un Programa de Cooperación Técnica con FAO (Arias, P. et al., 2003). Posteriormente, en 2009, en convenio entre INTA y la Universidad Nacional de Salta se realizó la adecuación a un Sistema de Información Geográfica del estudio "Los Suelos del NOA (Salta y Jujuy) de Nadir A. - Chafatinos T., 1990", que clasificó los suelos según el Soil Taxonomy (Figura 34); iii) Relevamiento semidetallado de suelos con fines de riego- áreas de influencia del Dique las Maderas y el Río Grande (CFI, 1980), en la subzona de los Valles Templados, que a su vez recopiló otras contribuciones entre 1973 y 1978 en el área.

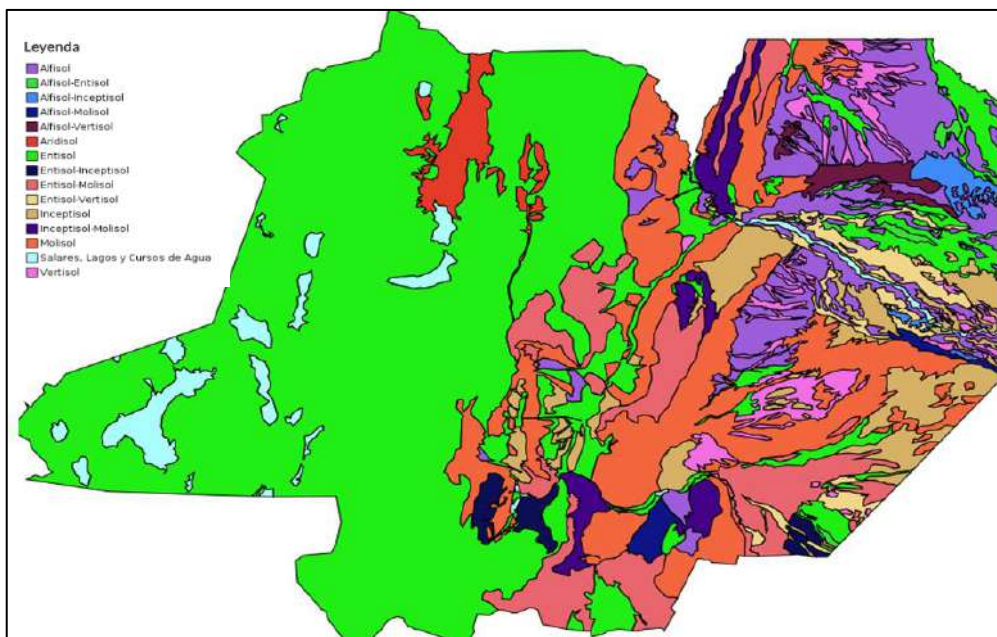


Figura 52. Clasificación Taxonómica de suelos de la Provincia de Jujuy (a partir de Nadir & Chafatinos 1990)

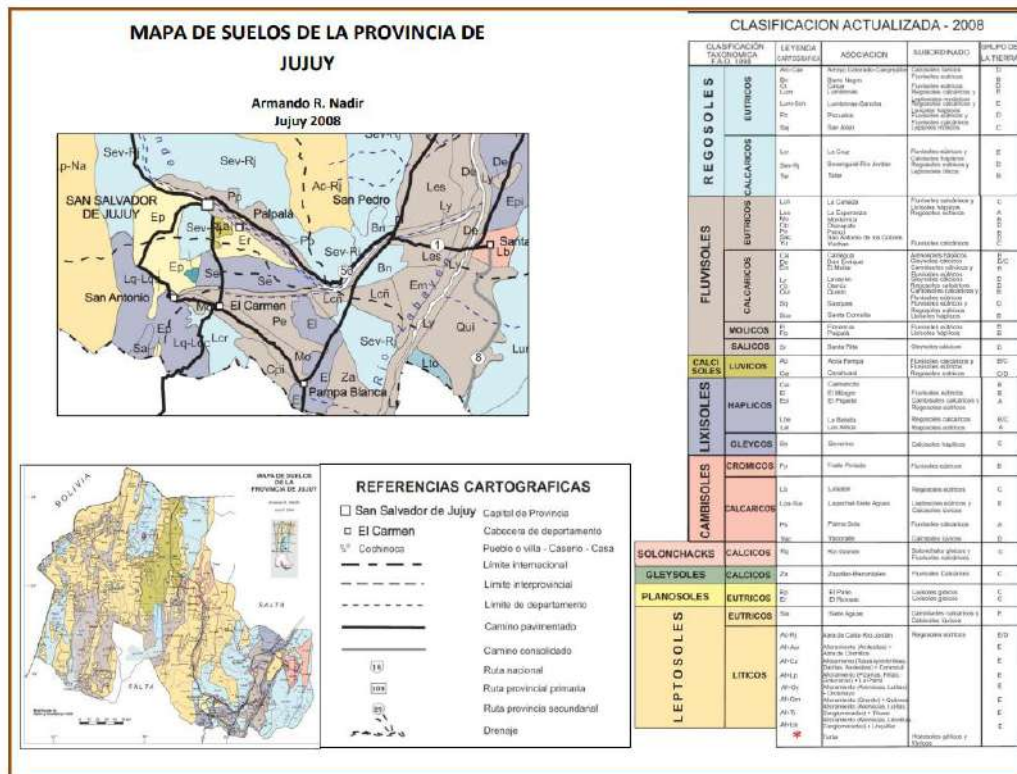


Figura 53. Clasificación Taxonómica de suelos de la Provincia de Jujuy (Nadir, 2008)

Nadir (2008) realizó a su vez una Clasificación Taxonómica de los suelos de la Provincia a partir de los criterios de FAO-1998 (Figura 35).

Para las zonas de estudio del presente trabajo, se reconocen los siguientes órdenes de suelos:

- Valles Templados: Molisoles, Alfisoles y Entisoles (Figura 36 a)
- Quebrada de Humahuaca: Entisoles, Molisoles, Inceptisoles (Figura 36 b)

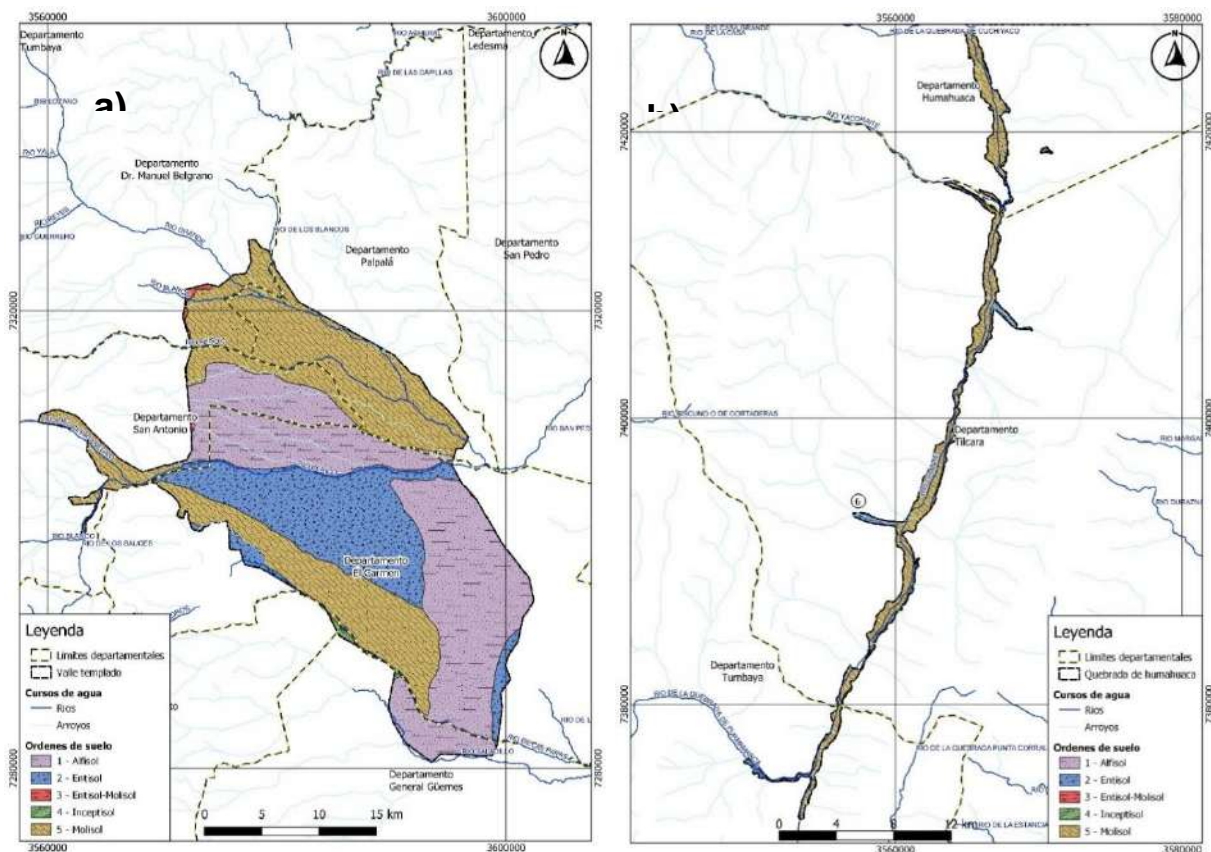


Figura 54. Órdenes de suelo en la subzona Valles Templados (a) y Quebrada de Humahuaca (b) (Fuente: SIG Convenio INTA-Universidad Nacional de Salta, 2009)

6.3. Coberturas de suelos

Morales Proclava et al (2017), relevaron con imágenes satelitales y a escala exploratoria 1:500.000 las Cobertura de Suelo en el NOA y la clasificaron mediante el Land Cover Classification System (LCCS- FAO). Se denomina “cobertura u ocupación del suelo” al tipo de cubierta biofísica observada en la superficie de la tierra. En cambio, la expresión “uso de suelo” se utiliza para describir al conjunto de actividades que la sociedad realiza en un territorio, para producir, modificar o conservar su estado (Di Gregorio & Jansen. 1998, citado por Morales Proclava et al., 2017). Se elaboró una leyenda cartográfica que posee 7 categorías principales, 13 categorías de segundo nivel y 20 categorías de tercer nivel (Figura 37). Este tipo de información, son de gran utilidad para establecer y gestionar políticas de ordenamiento territorial de la región.

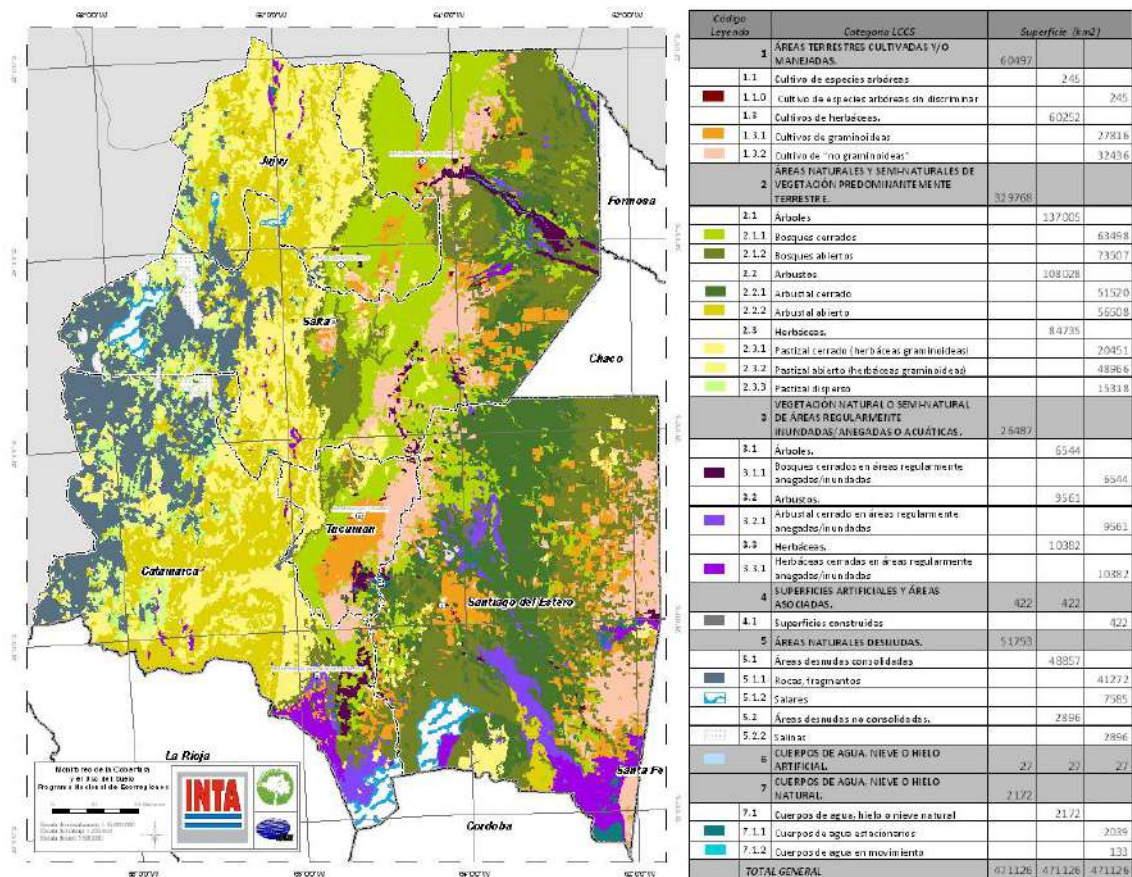


Figura 55. Cobertura y usos del suelo del NOA, según LCCS Nivel III. Inventario de superficie (Km²) (Fuente: Morales Proclava et al, 2017)

En el TCP/Arg/168 FAO (Arias et al., 2003) se estudiaron 4 subzonas de la Quebrada (Figura 38) a escala de trabajo exploratorio y uso de fotografía aérea. Las unidades cartográficas indicaron Asociaciones de Suelos compuestas por varios suelos que, por razones de escala, no se pudieron diferenciar geográficamente. Las áreas evaluadas fueron:

1.- Área Caleta – Ocumazo:

Suelos de incipiente desarrollo que ocupan sectores de la cuenca baja y media del Río Caleta. Fisiográficamente, son suelos de taludes aluvionales de deposición reciente, de horizonte superficial de espesor variable y cuyas principales limitaciones son pendiente pronunciada, susceptibilidad a la erosión hídrica, pobreza de materia orgánica y nutrientes, muy baja capacidad de retención de humedad, profundidad efectiva reducida por subsuelo gravilloso.

2.- Área San Roque

Suelos incipientes o débilmente desarrollados. Los suelos con horizonte B incipiente, ocupan sectores estabilizados de relieve en planos intermedios entre los glacis y la terraza antigua. Los suelos débilmente desarrollados corresponden a suelos de planos intermedios y altos, con discontinuidad litológica por aportes constantes aluviales. En sectores localizados hay áreas de ligera a moderadamente salinas.

3.- Área Maimará

Suelos que se corresponden con terrazas bajas y depósitos fluviales, depósitos distales de conos aluvionales, cuya principal limitación es el grado de pendiente, presencia de microrelieves deprimidos y en la parte distal de la terraza fluvial presencia de freática que fluctúa desde 45 a 70 cm de profundidad y expresión de rasgos hidromórficos.

4.- Área Purmamarca

El río Purmamarca es hidrológicamente un río seco con una importante circulación de agua subálvea, que origina surgentes en su mismo cauce. En ambos márgenes, los suelos presentan perfiles de incipiente o débil desarrollo, con aportes aluvio-colvionales. En sectores localizados se observan eflorescencias salinas. Los suelos de la Ciénaga presentan limitaciones por el grado de pendiente, erosión hídrica severa, muy baja capacidad de retención de agua y escasa profundidad efectiva. Los suelos de Quisquiri son pedregosos en superficie, más limosos, y gravillosos en profundidad, y riesgo de erosión hídrica moderada a severa.

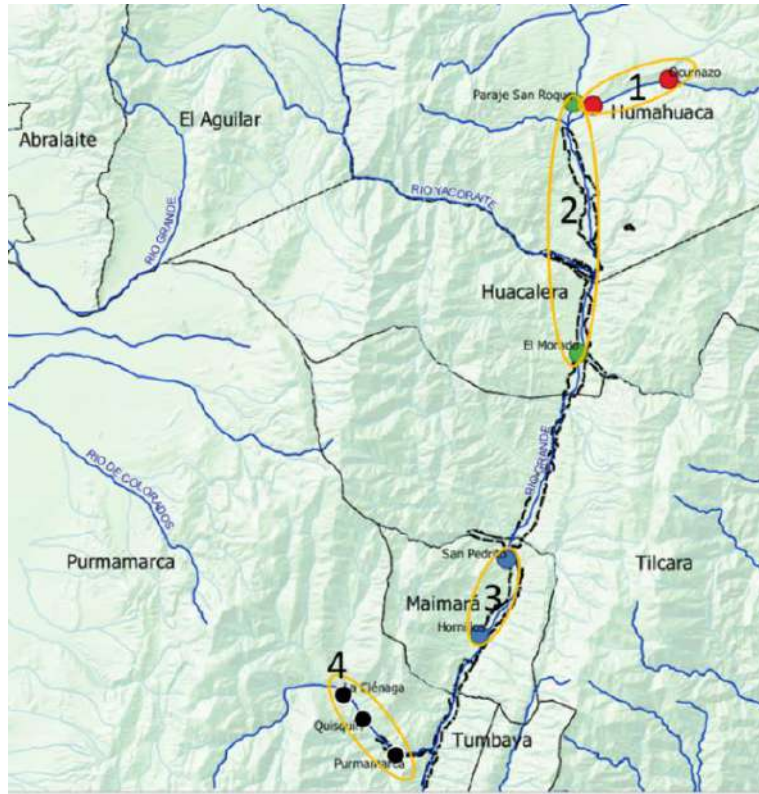


Figura 56. Mapa de áreas estudiadas en el Levantamiento Expositivo de Suelos (TCP/ARG/168 FAO) (interpretación personal)

7. METODOLOGÍA DE ESTUDIO PROYECTO CFI – COVIAR

7.1. Estudios geológicos y geomorfológicos

La descripción geológica se realizó sobre la base de los antecedentes bibliográficos de la zona, información de campo y la obtenida del: a) Estudio Geológico Integrado de la Quebrada de Humahuaca, 1998 del Sistema de Información Geológico Ambiental del SEGEMAR. De este estudio se obtuvo información sobre la geología y geomorfología de la Quebrada de Humahuaca – “Valles de Altura” - y b) Hoja Geológica Salta 2566-II, 2019 del SEGEMAR, que abarca las provincias de Salta y Jujuy, de los departamentos San Antonio, El Carmen y Libertador General Manuel Belgrano – “Valles Templados”.

Se realizaron estudios geomorfológicos y análisis del paisaje mediante sensores remotos estableciendo las geoformas identificables. El origen de los suelos se obtuvo por recopilación bibliográfica principalmente y se realizaron algunos perfiles en terreno. A partir del modelo de elevación SRTM 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).

7.2. Estudio edafológico

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. 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 16 sitios de estudio, hasta llegar a 2 m o a hasta alguna limitante de suelo (Figura 39). Las 44 muestras resultantes fueron remitidas al laboratorio para su caracterización fisicoquímica.

A campo, se utilizaron las Normas de reconocimiento de suelos del Servicio de Conservación de Suelos 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.

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 Kjeldal; textura elemental por el método densimétrico de Boujocous; 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 demás, se determinó densidad aparente (DAP) por el método del cilindro.

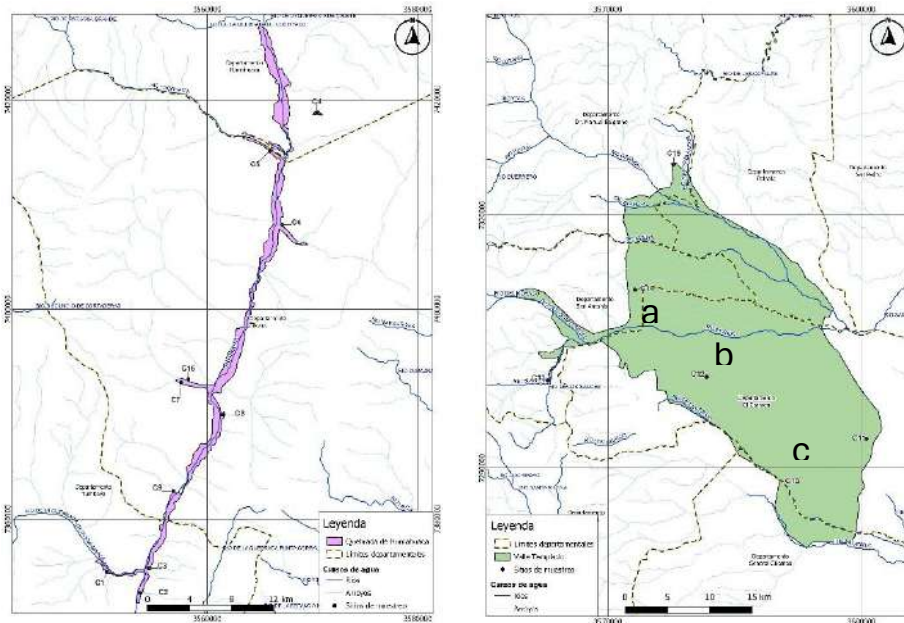


Figura 57. Ubicación sitios de estudio sobre DEM en Quebrada de Humahuaca (Izquierda) y Valle Templados (derecha). En Valles templados se presenta subdivisión en áreas según altitud a) subzona alta; b) subzona media; c) subzona baja

A través de mapeo digital de suelo se elaboraron mapas temáticos de variables edáficas de interés. 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. 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). Con estos datos medidos y estimados se realizó, mediante técnicas geoestadísticas, un mapa de capacidad de almacenaje de agua para el área en estudio.

8. RESULTADOS DEL ESTUDIO

8.1. Estudio geológico y geomorfológico

8.1.1. Quebrada de Humahuaca

Calicata 1: Bodega “Don Milagro” se ubica en la localidad de Purmamarca. La geología está constituida por rocas del precámbrico superior-cámbrico inferior de la Formación Puncoviscana, en discordancia rocas cámbricas y del Grupo Salta (Cretácico-Paleógeno), representado por afloramientos de los Subgrupos Pirgua (Cretácico superior), Figura 40, y Santa Bárbara (Paleógeno), en destacadas discordancias. Mediante superficies de erosión o de no depositación se reconocen afloramientos de la Formación Purmamarca (Figura 41). El suelo rojizo coincide con la composición de las arcillas del Subgrupo Pirgua, ricas en óxido férrico, las que en la zona son empleadas en la fabricación de adobes para la construcción (Figura 42).



Figura 58. Afloramientos del Grupo Salta, Subgrupo Pirgua próximo a la Bodega “Don Milagro”, al fondo rocas de la Formación Yacoraite, Purmamarca.



Figura 59. Afloramientos de la Formación Purmamarca en discordancia con areniscas del Grupo Mesón, margen izquierda del río Purmamarca.



Figura 60. Afloramientos de arcillas rojas del subgrupo Pirgua en la calicata y el adobes, Bodega “Don Milagro”, Purmamarca.

Calicata 2: Bodega “Amanecer Andino”, en Purmamarca, en la margen izquierda del río Grande. La geología está representada por rocas de la Formación Puncoviscana, en discordancia rocas cámbricas y del Grupo Salta, sedimentos de la Formación Purmamarca y fluviales indiferenciados del Cuaternario (Figura 43). Estos últimos corresponden a depósitos de variada litología: gravas y arenas sin consolidar de las dos últimas generaciones de conos aluviales y otros tantos niveles de terrazas fluviales de las Quebradas.

Los conos aluviales indican que en el desarrollo de estas geomorformas intervinieron tanto los procesos de remoción en masa o procesos gravitacionales, como las corrientes procedentes en estos casos de cursos torrenciales.

Los procesos gravitacionales que intervienen en la generación de los conos aluviales son flujos del tipo flujos rápidos -*mud flow*- (corrientes muy viscosas con un porcentaje elevado de finos (70%), lo que le otorga capacidad para transportar bloques de dimensiones variadas las que se reconocen tanto el perfil del suelo como en superficie, Figura 44).



Figura 61. Relieves de rocas cámbricas que representan los límites orientales del área de procedencia de los sedimentos que constituyen los conos aluviales, sobre los que se cultivan los viñedos de la Bodega “Amanecer Andino”, Purmamarca.

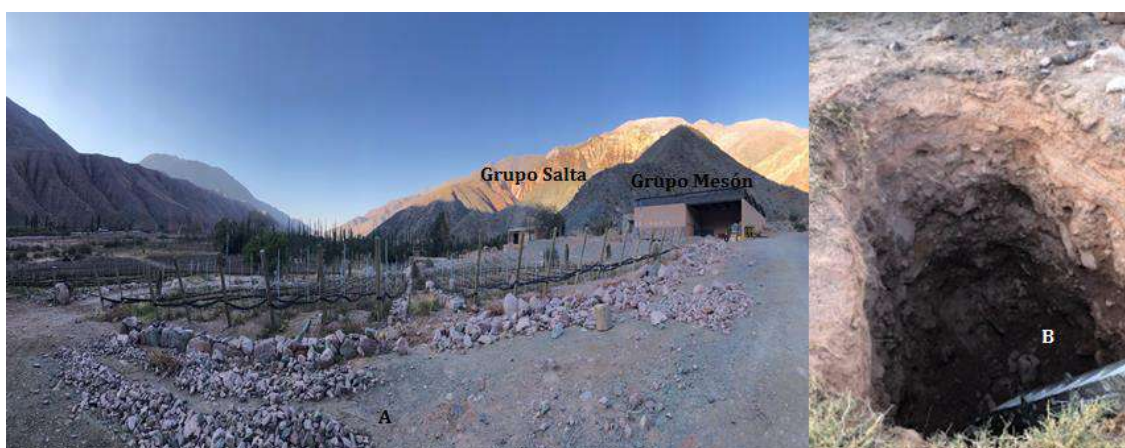


Figura 62. Conos aluviales en el sector donde se encuentran los viñedos de la Bodega “Amanecer Andino”. En A se muestran los bloques transportados por los flujos densos y en B los bloques en el perfil de una calicata.

Calicata 3: Bodega “Viña Purmamarca”, en Purmamarca, margen izquierda del río Grande, en el extremo distal de bajadas (formadas a partir de conos aluviales coalescentes), Figura 45, las que muestran evidencias de ser afectadas por procesos actuales de flujos densos del tipo *mud flow*.

En este sector la geología, es semejante a la descrita precedentemente ya que se encuentra ubicada en la misma unidad geológica y geomorfológica. Los sedimentos fluviales indiferenciados del Cuaternario (Figura 46), presentan una variada

composición: gravas, arenas y bloques de diámetros moderados en bajadas y diferentes niveles de terrazas fluviales.



Figura 63. Entorno geológico-geomorfológico de la Bodega “Viña Purmamarca”. Margen izquierda del río Grande.



Figura 64. Bodega “Viña Purmamarca”. Los sedimentos fluviales indiferenciados forman las bajadas que caracterizan a este sector de la Quebrada.

Calicata 4: Bodega “Moya”, se ubica entre Churcales y Uquía, en la margen izquierda del río Grande, a 3.500 msnm, en un relieve plano o extremo distal de conos aluviales. El sector donde se encuentra la bodega muestra evidencias de procesos pasados y actuales de flujos densos del tipo *mud flow* (Figura 47). Los bloques de cuarcitas cámbricas son removidos para el correcto uso de los suelos cultivados.

La geología, está representada por rocas del precámbrico superior-cámbrico inferior de la Formación Puncoviscana (Figura 47), en discordancia rocas de los

Grupos Mesón y Santa Victoria, cuarcitas y lutitas, respectivamente, y sedimentos del Grupo Salta, Subgrupo Santa Bárbara, Formación Mealla, la que se dispone concordante sobre la formación Yacoraite. La Formación Mealla está integrada por un conjunto de margas arenosas, arcilitas calcáreas y areniscas arcillosas con una coloración general rojiza y verdosa, de aspecto masivo (Figura 48). Los sedimentos de la Formación Uquía se destacan por la coloración blanco amarillento de las arenas de grano fino, las que presentan intercalaciones de conglomerados y en menor proporción rocas epiclásticas tobáceas (Figura 50). Los sedimentos de la Formación Purmamarca muestran evidencias de la erosión provocada por los flujos.



Figura 65. Bodega “Moya” en el extremo distal de conos aluviales. Afloramientos de la Formación Uquía y al fondo rocas del Grupo Mesón.



Figura 66. Bloques precámbricos y cámbricos, Formación Puncoviscana y Grupo Mesón. Bodega “Moya”, Uquía



Figura 67. Formación Mealla. Uquía.



Figura 68. Formación Uquía, se destacan en el afloramiento los bancos tobáceos. Bodega “Moya”, Uquía.

Calicata 5: Bodega “Yacoraite”, se ubica en terrazas cultivadas en la margen derecha del río Yacoraite, tributario por la margen derecha del río Grande (Figura 51).

Próximas a la Bodega “Yacoraite”, las rocas más antiguas aflorantes, son de edad cámbrica, Grupo Mesón, en discordancia sedimentos de las Formaciones Maimara, Uquía y sedimentos de abanicos aluviales antiguos y de la Formación Purmamarca en contrastadas discordancias.

El cuaternario indiferenciado forma parte de los depósitos de terrazas (Figura 52 y 53)



Figura 69. Imagen satelital con la localización de la Bodega “Yacoraite”, Quebrada de Humahuaca, Jujuy.



Figura 70. Bodega “Yacoraite”. Marco geológico, Quebrada de Humahuaca, Jujuy



Figura 71. Bodega “Yacoraite”. Quebrada de Humahuaca, Jujuy.
Calicata 6: Bodega “Huacalera”, se ubica en terrazas cultivadas en la margen derecha del río Huacalera, tributario por la margen izquierda del río Grande (Figura 54).



Figura 72. Imagen satelital con la localización de la Bodega “Huacalera”, Quebrada de Humahuaca, Jujuy.

Geológicamente las rocas más antiguas aflorantes, son de edad precámbrica- cámbrica inferior y cámbricas del Grupo Mesón. Los sedimentos de abanicos aluviales antiguos se encuentran en los extremos distales de los abanicos, próximos a las terrazas constituidas por sedimentos fluviales del cuaternario indiferenciado. Los sedimentos de la Formación Purmamarca se encuentran en los relieves positivos más próximos a los abanicos aluviales contrastando en el paisaje de pendientes moderadas (Figura 55).



Figura 73. Bodega “Huacalera”. Al este, afloramientos de la Formación Purmamarca.

Calicata 7: Bodega “Huichaira”, se ubica en la parte media de un abanico aluvial formado en margen derecha de un arroyo tributario del río Huichaira, el que tiene como nivel de base local al río Grande (Figura 56). Se encuentra geográficamente en el departamento Tilcara.

Geológicamente las rocas más antiguas aflorantes, son rocas metamórficas de la Formación Puncoviscana. El Grupo Salta está representado por los subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara. Los sedimentos neógenos del Mio-Plioceno de las Formaciones Maimara y Uquía, con coloraciones marrones, se destacan por el contraste con los sedimentos y rocas, amarillentas, verdosas y rojizas, que caracterizan al Grupo Salta. Al Cuaternario corresponden los sedimentos pleistocénicos de Formación Purmamarca, caracterizada y reconocida por las potentes secuencias de sedimentos gravosos y bloques de pizarras y tillitas procedentes en su mayor parte de la F. Puncoviscana (Figura 57 y 58).

Las lluvias torrenciales propias de estas condiciones climáticas, la disponibilidad de materiales sueltos de las formaciones cuaternarias y la pendiente general favorecen el desenlace de flujos rápidos del tipo *debris flow*. Se reconocen conos de deyección resultantes de la acumulación de detritos transportados por estas corrientes, la erosión hídrica se manifiesta en la formación de cárcavas de dimensiones variables (Figura 58).



Figura 74. Bodega “Huichaira”, al fondo afloramientos del grupo Salta y sedimentos Mio- Pliocenos.



Figura 75. Sedimentos Neógenos en discordancia con materiales cuaternarios- Bodega “Huichaira.



Figura 76. Conos de deyección y cárcavas en Bodega “Huichaira”.

Calicata 8: Bodega “Dupont”, se encuentra en el extremo distal de los abanicos aluviales –bajadas- en los que se desarrolló la localidad de Maimará, en la margen izquierda del río Grande.

Las rocas más antiguas aflorantes en los alrededores del viñedo son del Grupo Salta, el que, en este sector, está representado por los subgrupos Pirgua y Balbuena. En discordancia sedimentos neógenos del Mio-Plioceno de la Formación Uquía y cuaternarios de la Formación Purmamarca (Figura 59). Las terrazas están formadas por sedimentos fluviales del Cuaternario indiferenciado.

Los torrentes propios de estas condiciones climáticas y la disponibilidad de materiales sueltos dieron lugar a la generación de las bajadas donde se cultivan los viñedos. A los factores climáticos y geológicos se le suman la pendiente general y la ausencia o la escasa vegetación favoreciendo el desenlace de flujos rápidos. Se reconocen tanto en superficie como en los perfiles del suelo, Figura 60, bloques de diferente granulometría y una abundante cantidad de materiales finos propios de corrientes del tipo *mud flow*.



Figura 77. Bodega “Dupont”. Marco geológico



Figura 78. Bodega “Dupont”. Bloques que evidencian la dinámica de procesos de remoción en masa.

Calicata 9: Bodega “Yanay”. Esta bodega se encuentra en el extremo medio de un extenso abanico aluvial, desarrollado en la margen derecha del río Grande (Figura 39).

Las rocas que circunscriben este sector corresponden a una serie de areniscas y conglomerados con matriz arcillosa e intercalaciones de tobas de color blanco de la Formación Maimara. Los niveles más arenosos de la base suelen tener paleosuelos mal desarrollados (Figura 61).

Al igual que en el resto de la Quebrada, los torrentes y la disponibilidad de materiales sueltos, la pendiente general y la ausencia o la escasa vegetación colaboraron en el desenlace de flujos rápidos (Figura 62).



Figura 79. Bodega “Yanay”. Al fondo afloramientos de la Formación Maimara, los colores claros corresponden a paleosuelos mal desarrollados.



Figura 80. Abanicos antiguos cultivados en Bodega “Yanay”. Sobre la superficie se observan detritos procedentes de diferentes eventos de flujos rápidos.

8.1.2. Valles Templados

Departamento El Carmen

Las Bodegas “Giacoppo” (Calicata 10), “Molina” (Calicata 11) y “Yañez” (Calicata 12), se encuentran ubicadas en el departamento jujeño El Carmen (Figura 39 y 63).

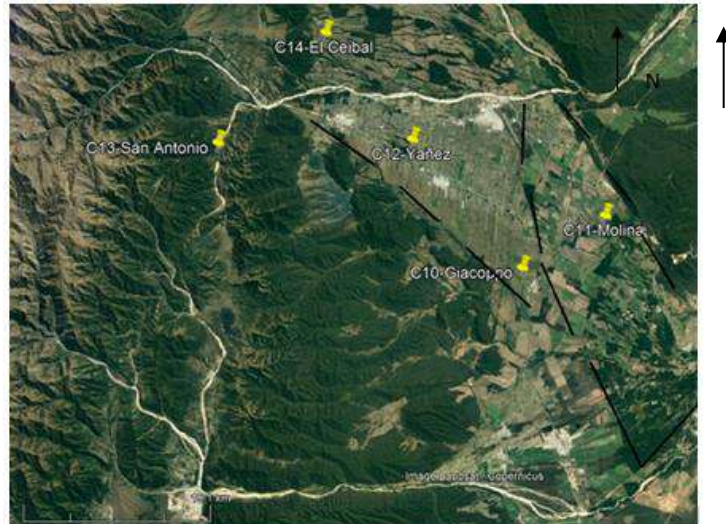


Figura 81. Imagen satelital de la localidad El Carmen con la ubicación de las Bodegas correspondientes a las calicatas 10,11 y 12.

Calicata 10: Bodega “Giacoppo”. Esta bodega se encuentra en el pie de monte de los relieves positivos que limitan por el oeste al departamento jujeño de El Carmen. Los sedimentos predominantes son gravas, arenas, limos y arcillas, las que se destacan en el perfil de la calicata (Figura 64). Las rocas que constituyen los relieves positivos corresponden a la Formación Puncoviscana y al Grupo Santa Victoria, precámbrico superior-cámbrico inferior y Ordovícico, respectivamente.



Figura 82. Bodega “Giacoppo”. La granulometría coincide con la descripción estratigráfica de la zona.

Calicata 11: Bodega “Molina”. Se ubica desde el punto de vista geomorfológico, en el extremo distal de los abanicos aluviales sobre los que se encuentra emplazada la localidad de El Carmen. Las rocas que constituyen los relieves positivos, occidentales, corresponden a la Formación Puncoviscana y al Grupo Santa Victoria, precámbrico superior-cámbrico inferior y Ordovícico, respectivamente. La litología, en este sector de los abanicos, corresponde a materiales finos (Figura 65).



Figura 83. Bodega “Molina”.

Calicata 12: Bodega “Yáñez”. En la parte media de un cono aluvial formado a partir de los materiales depositados por un cauce procedente de los relieves que limitan por el Este, al departamento EL Carmen. Los materiales gruesos sobre la superficie

indican la dinámica actual de los procesos de remoción en masa (Figura 66), los que se sucedieron en el tiempo de acuerdo con los materiales encontrados en todo el perfil de la calicata (Figura 67).



Figura 84. Bodega "Yáñez".



Figura 85. Bloques y cantos rodados en una calicata en Bodega "Yáñez".

Calicata 13: Bodega "San Antonio", ubicada en el departamento homónimo, en el extremo apical de un extenso cono aluvial, formado a partir de los materiales depositados por el cauce del río San Antonio y corrientes de flujos rápidos.

Las dimensiones de los materiales, tales como bloques y gravas gruesas son propias de geformas en las que actúa conjuntamente la dinámica fluvial y los procesos gravitacionales, en estos casos flujos rápidos (Figura 68 y 69).



Figura 86. Bodega “San Antonio”.



Figura 87. Terrazas del río San Antonio.

Calicata 14: Bodega “El Ceibal”, ubicada en el Departamento General Manuel Belgrano. Geomorfológicamente está ubicada sobre depósitos de piedemonte y de

llanuras aluviales modernas, donde los sedimentos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas (Figura 70 y 71).



Figura 88. Imagen satelital del departamento General Manuel Belgrano o San Salvador de Jujuy, con la ubicación de las Bodegas correspondientes a las calicatas 14 y 15.



Figura 89. Bodega "El Ceibal".



Figura 90. Bodega “El Ceibal”, en la calicata se observan los sedimentos que caracterizan a los piedemontes.

Calicata 15: Bodega “Algarrobal”, se encuentra sobre depósitos aluviales antiguos formados a partir de los tributarios que por la margen derecha escurren en dirección al río Grande. Están compuestos por gravas y arenas mal seleccionadas con intercalaciones lenticulares de arcillas y limos (Figura 73).



Figura 91. Bodega “Algarrobal”.

8.2. Geomorfometría

(A) QUEBRADA DE HUMAHUACA

8.2.1. Pendiente

Las pendientes establecidas mediante el Modelo Digital de Elevación indican desniveles prácticamente horizontales en el fondo de los valles,

coincidentes con los extremos distales de abanicos, conos aluviales y terrazas, estas últimas en los departamentos de Purmamarca, Tilcara y río Yacoraite, en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy. Las mayores pendientes se identifican en los relieves de la margen izquierda del río Grande de Jujuy, sectores donde están ubicadas las Bodegas “Viña Purmamarca”, Bodega “Moya” entre Churcales y Uquía y la bodega “Dupont” en Maimará, departamento Tilcara. Corresponden a bodegas situadas en la parte media-distal de abanicos y conos aluviales (Figura 74).

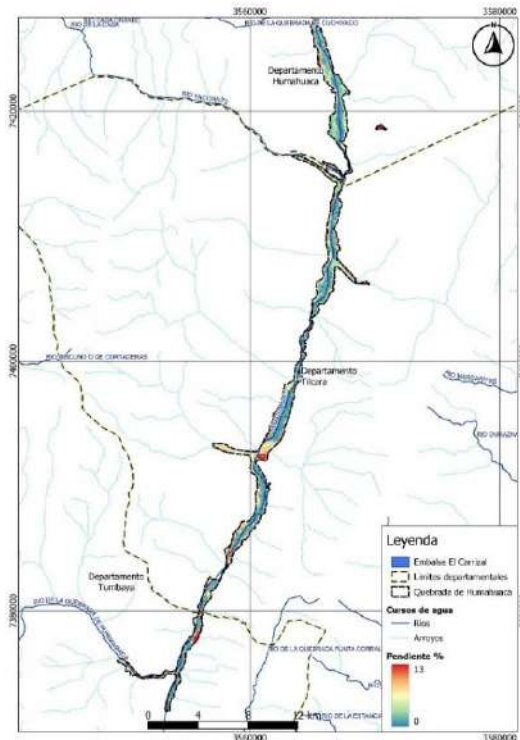


Figura 92. Mapa de Pendientes “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca
8.2.2. Aspecto

El aspecto u orientaciones de los terrenos con mayor influencia de precipitaciones corresponden a los de las laderas orientales de la Quebrada, margen izquierda del río Grande de Jujuy. La altura de estos relieves permite que las lluvias originen torrentes por lo que los conos, abanicos y bajadas, de estos sectores, fueron y son afectados por flujos rápidos. Los relieves de la margen derecha del río Grande presentan menor afectación a las precipitaciones. Respecto de la insolación, las propiedades ubicadas sobre la margen izquierda del río Grande, exhibe orientación Oeste-Noroeste y las del margen derecho Sud-Sudoeste (Figura 75).

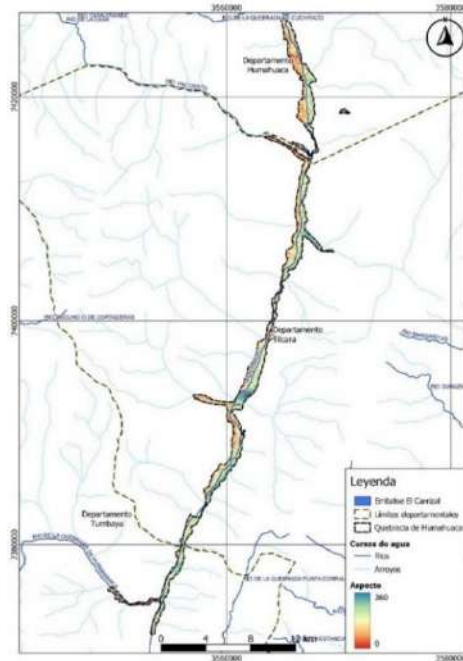


Figura 93. Mapa de Aspecto “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca.

8.2.3. Índice de Curvatura

El índice de curvatura de la Figura 76, refleja que, en general, los extremos distales de abanicos, conos y terrazas a lo largo de ambas márgenes del río Grande de Jujuy se comportan como una cuenca receptora de sedimentos ya que muestran en general concavidad. Los sectores convexos corresponden a los sectores apicales y medios de los conos y abanicos en la Quebrada de los ríos Purmamarca y Yacoraité. En el departamento Tilcara los sectores convexos coinciden con las geoformas en Uquía.

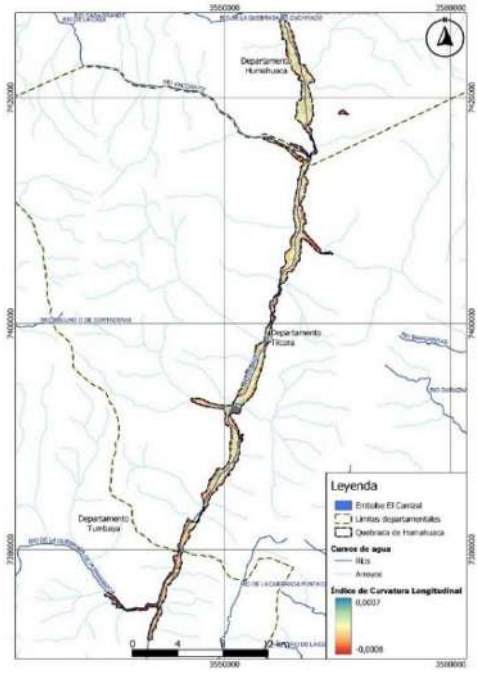


Figura 94. Mapa de Índice de Curvatura “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca.

8.2.4. Índice de Convergencia

Este índice muestra para valores negativos una alta convergencia y para valores positivos una convergencia muy baja, como es de esperar los valores más altos de convergencia se da en los sectores donde se desarrollan cursos de agua y en arroyadas difusas sobre laderas escarpadas. Arroja valores negativos en los sectores coincidentes con los extremos distales de los abanicos y conos aluviales. Coincide, además, con las terrazas fluviales de los ríos Purmamarca y Yacoraite, ambos tributarios del río Grande. Los valores positivos son puntuales, esto implica que corresponden a torrentes que se generan en la temporada estival (Figura 77).

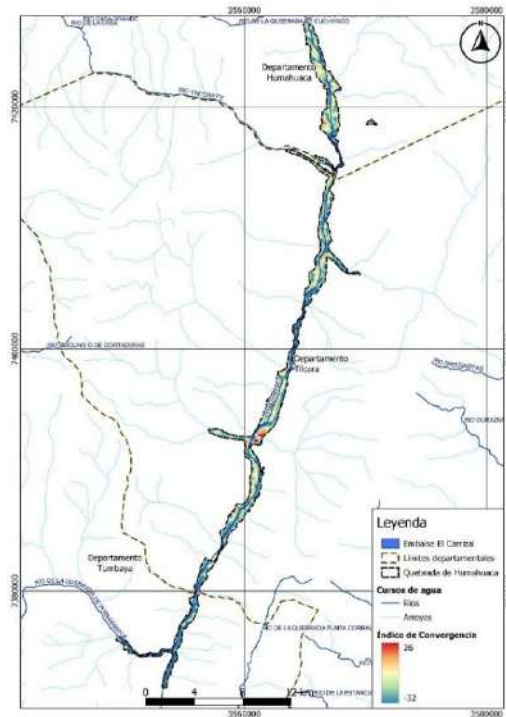


Figura 95. Mapa de Índice de Convergencia “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca.

8.2.5. Longitud de la pendiente (L-S Factor)

Este factor indicativo del efecto de la topografía sobre la erosión muestra los mayores valores en la Quebrada del río Purmamarca, en Tilcara y Uquía, coincidente son los sectores afectados por flujos rápidos (Figura 78). También se observan estos valores en las terrazas del río Grande coincidiendo esto con los valores obtenidos en la Figura 77. En estos sectores la erosión es importante debido al caudal que aportan los torrentes.

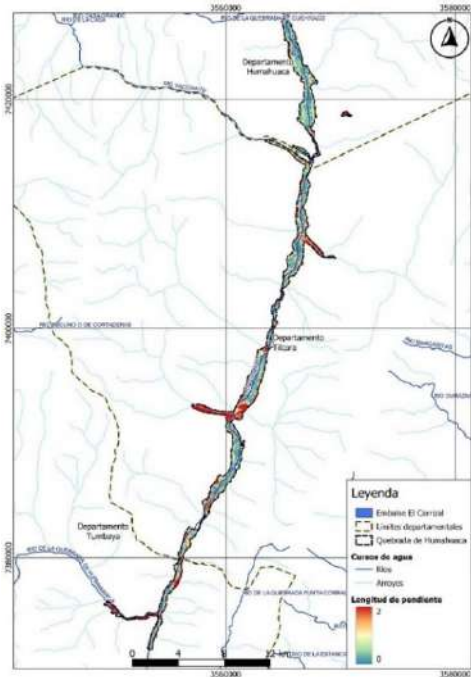


Figura 96. Mapa de Longitud de la Pendiente “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca

8.2.6. Índice de humedad topográfica

El índice de humedad fue originalmente desarrollado para predecir las áreas saturadas y también la profundidad del nivel freático del suelo. Posteriormente para determinar 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. Los valores intermedios del índice de humedad indican que el mayor potencial para la acumulación de agua coincide con los extremos distales de abanicos y bajadas, márgenes derechas e izquierda del río Grande (Figura 79). Estos sectores se corresponden con las zonas cultivadas con viñedos.

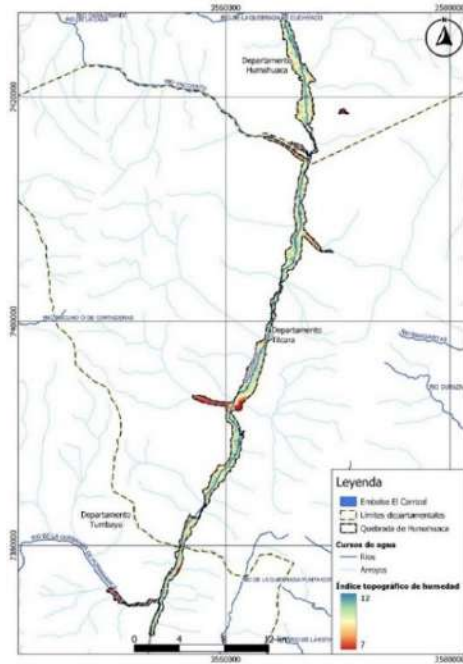


Figura 97. Mapa de Índice de Humedad Topográfica “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca

8.2.7. Distancia vertical a la red de drenaje

Este indicador muestra valores bajos, lo que significa que, salvo períodos puntuales, no existen en la zona altos riesgos de erosión hídrica (Figura 80).

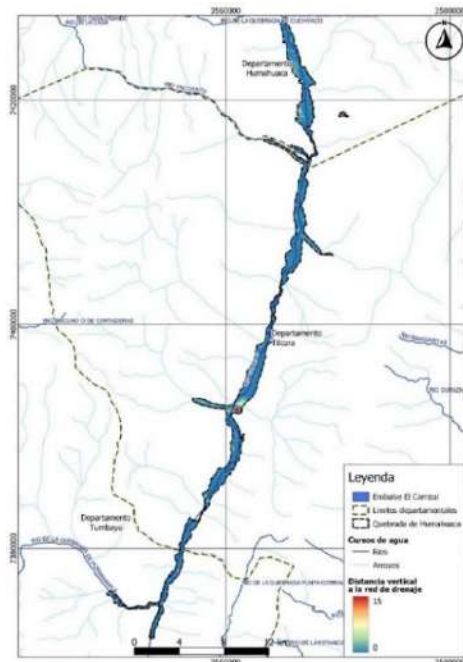


Figura 98. Mapa de Distancia Vertical a la red de drenaje “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca.

8.2.8. Índice multiresolución del fondo de valle

Los valores más altos de este índice se presentan en los extremos distales de zonas que corresponden a bajadas, abanicos, conos aluviales y terrazas, coincidentes con las áreas deprimidas. Los valores más bajos, con sectores puntuales, que se encuentran a mayor altura, sectores o sitios en los que los viñedos son más reducidos en número y extensión (Figura 81).

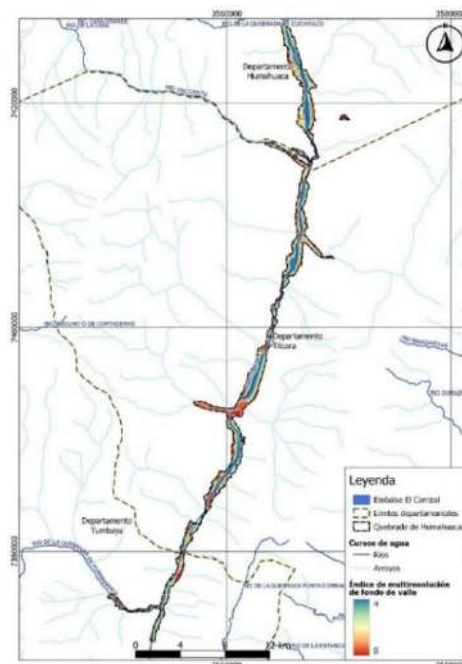


Figura 99. Mapa de Índice multiresolución del fondo de valle “Valles de Altura”, Quebrada de Humahuaca

8.2.9. Índice de acumulación de flujo superficial

La figura 82, muestra que los mayores valores coinciden con el cauce del río Grande de Jujuy, nivel de base local de los tributarios de la quebrada de Humahuaca y por lo tanto receptor de corrientes de deshielo, que son la causa de que, este cauce presente desde una latitud aproximadamente a la de Humahuaca, un régimen permanente.

Se observa, además, que en los sectores donde confluyen ríos como Yacoraite, Tilcara y Purmamarca, los valores son elevados debido a que estas zonas forman parte de lo que, desde el punto de vista geomorfológico, representan el extremo distal de extensos abanicos aluviales.

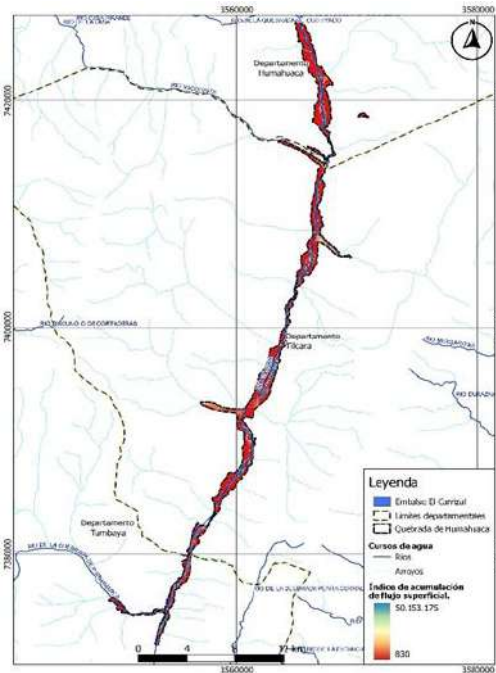


Figura 100. Índice de acumulación de flujo superficial.

En conclusión, los resultados obtenidos del análisis de los índices morfométricos y las características geomorfológicas de la Quebrada de Humahuaca, coincidentes con el paisaje de este sector denominado “Valles de Altura”, muestran que los relieves y las áreas positivas coinciden con materiales bien drenados, factor que resulta de las características geológicas de los materiales. En tanto el sector distal de los abanicos, conos, bajadas y terrazas muestra terrenos con mayor capacidad de infiltración, también en concordancia con la litología, comportándose como sectores o lugares receptores de sedimentos debido a su carácter cóncavo y su menor topografía.

(B) VALLES TEMPLADOS

8.2.10. Pendiente

Los mayores valores de pendientes se presentan en posiciones puntuales. El resto del departamento presenta valores intermedios a bajos coincidiendo con la localización de las bodegas “Giacoppo” (Calicata 10), y “Yañez” (Calicata 12), respectivamente. La primera en el pie de monte de los relieves positivos que limitan

por el oeste al departamento El Carmen y la segunda en la parte media de un cono aluvial. Mediante el Modelo Digital de Elevación, se determinó que los desniveles prácticamente horizontales corresponden a los extremos distales de las diferentes geoformas en el fondo de los valles, lugar donde se encuentra la Bodega “Molina”, extremo distal de los abanicos aluviales sobre los que se encuentra emplazada la localidad de El Carmen (Figura 83).

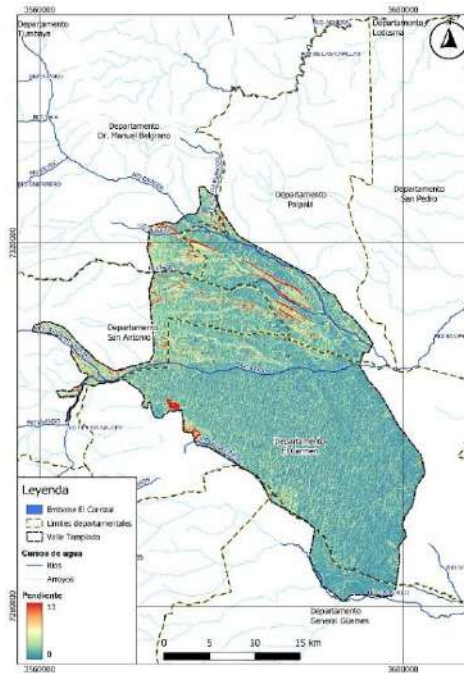


Figura 101. Mapa de Pendientes “Valles Templados”

8.2.11. Aspecto

El Modelo Digital de Elevación muestra que el departamento El Carmen recibe prácticamente el mismo volumen de precipitaciones (Figura 84). La orientación predominante en los valles es Noreste, con algunas excepciones. Al norte de río Grande en Palpalá y al norte del río del Cerro Negro en San Salvador, la orientación es más hacia el sudeste. En un área chica al NO de los Valles, hacia el sur del río Grande y hasta el río Blanco, la orientación predominante es Norte. Al sur del río Los Sauces, Perico y arroyo Sunchal en El Carmen, las elevaciones del lugar se orientan al N-NO.

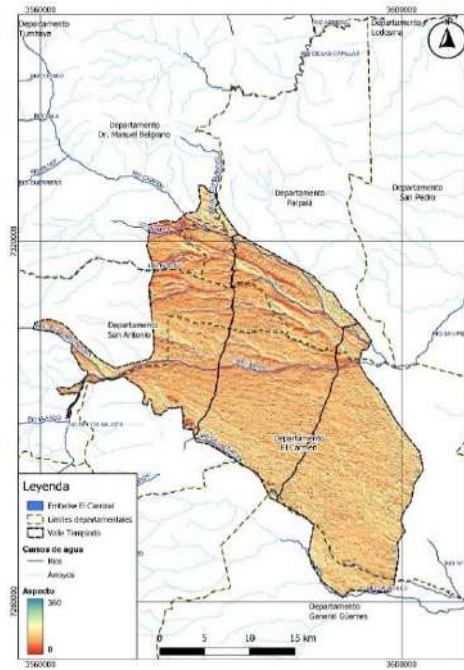


Figura 102. Mapa de Aspecto “Valles Templados”.

8.2.12. Índice de Curvatura

El índice de curvatura del departamento El Carmen refleja que los sectores con mayor concavidad coinciden con el canal de estiaje y llanura de inundación de los diferentes cursos, al norte del río Perico y al sur del río Grande, los que escurren de oeste a este, en dirección al colector principal el río San Pedro. Esto significa que estos ríos se comportan como los lugares receptores de sedimentos (Figura 85).

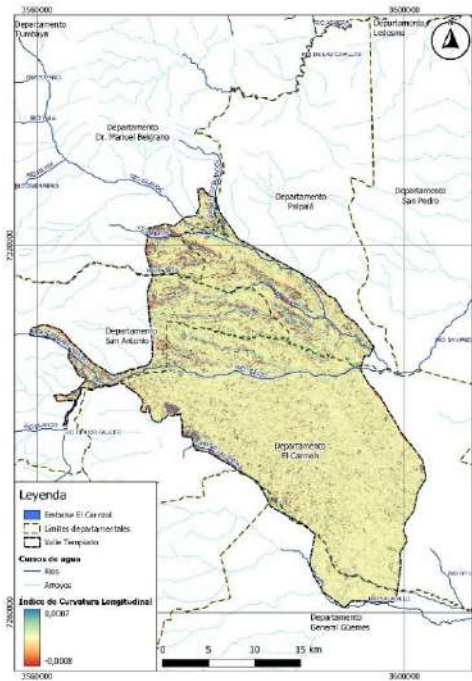


Figura 103. Mapa de Índice de Curvatura “Valles Templados”.

8.2.13. Índice de Convergencia

Este índice indica para valores negativos una alta convergencia y para valores positivos una convergencia muy baja. Los valores más altos de convergencia se dan en los sectores donde se desarrollan cursos de agua y arroyadas difusas coincidentes con lo determinado en el mapa de la Figura 85. En el mapa de la Figura 86 puede apreciarse entre los cauces de los ríos De las Pavas y Perico que los valores negativos marcan cursos temporales.

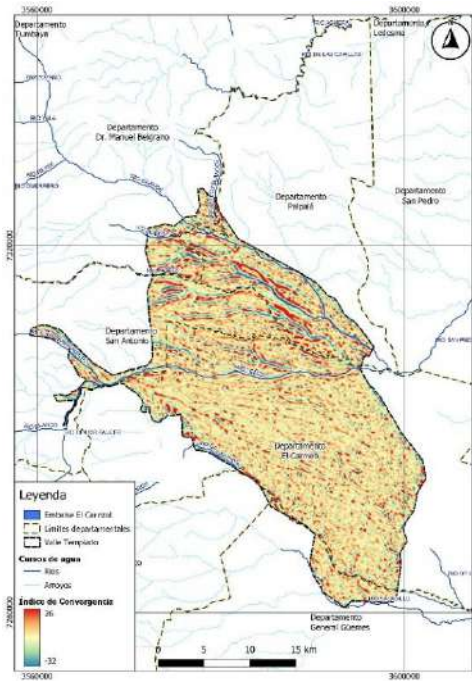


Figura 104. Mapa de Índice de Convergencia “Valles Templados”.

8.2.14. Longitud de la pendiente (L-S Factor)

Este factor indicativo del efecto de la topografía sobre la erosión muestra los mayores valores entre los ríos Perico y río Grande, coincidentes con los sectores afectados por flujos rápidos. Esta dinámica se reconoció por los materiales aflorantes en las calicatas de las bodegas ubicadas en estos sectores y en los alrededores de estas (Figura 87). Este análisis coincide con los resultados obtenidos de los mapas de las Figuras 85 y 86.

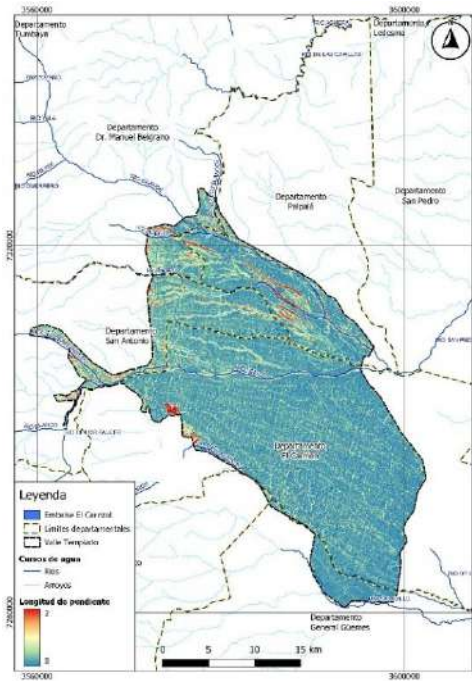


Figura 105. Mapa de Longitud de la Pendiente “Valles Templados”

8.2.15. Índice de humedad topográfica

Los valores altos del índice de humedad coinciden con la llanura de inundación del río Grande de Jujuy, nivel de base de los diferentes cauces, tanto de la Quebrada de Humahuaca como del departamento General Manuel Belgrano, por lo que es, en este sector donde se encuentra el mayor potencial para la acumulación de agua en el suelo. Coincide con una zona de baja pendiente y con un valor de drenaje específico alto. Los valores intermedios del índice de humedad corresponden a los sectores que abarcan las llanuras de inundación de los diferentes cauces que tienen como nivel de base regional al río San Pedro (Figura 88). Estos sectores se corresponden con las zonas cultivadas con viñedos en el departamento En Carmen.

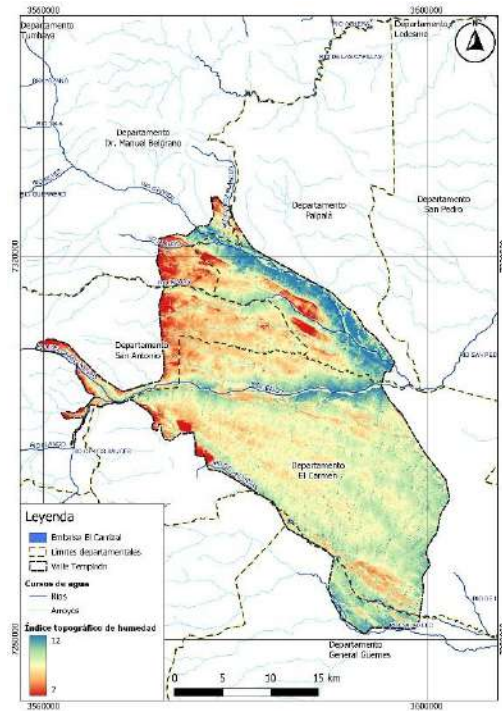


Figura 106. Mapa de Índice de Humedad Topográfica “Valles Templados”

8.2.16. *Distancia vertical a la red de drenaje*

Este indicador muestra en la Figura 89, que los valores altos, coinciden con las llanuras de inundación del río Los Alisos y otros cauces al norte del río Perico, Esta situación concuerda con lo ya expuesto en los mapas de las Figuras 85, 86 y 87, sectores que son afectados por torrentes en temporadas estivales con altos riesgos de erosión hídrica.

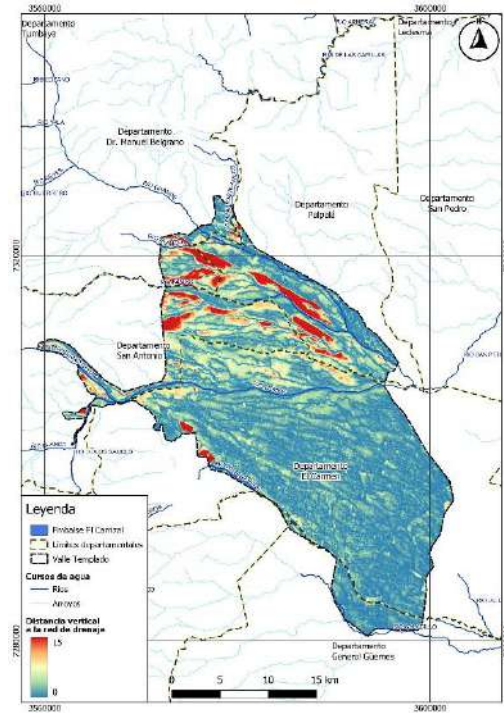


Figura 107. Mapa de Distancia Vertical a la red de drenaje “Valles Templados”

8.2.17. Índice multiresolución del fondo de valle

Los valores más altos pertenecen a (4) en las llanuras de inundación de los diferentes cauces compatibles con las zonas deprimidas. Los valores más bajos con el resto del valle (Figura 90).

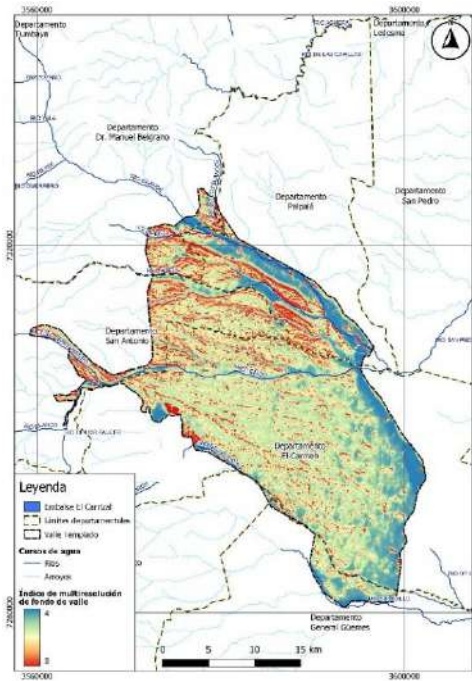


Figura 108. Mapa de Índice multiresolución del fondo de valle “Valles Templados”

8.2.18. Índice de acumulación de flujo superficial

La figura 91, muestra los valores mayores en los sectores coincidentes con las áreas que abarcan llanuras de inundación de los principales ríos del departamento El Carmen, como los ríos Blanco, Alisos, Perico, en concordancia con las figuras 89 y 90. En general los diferentes viñedos están ubicados en las terrazas y zonas apicales de abanicos y piedemontes.

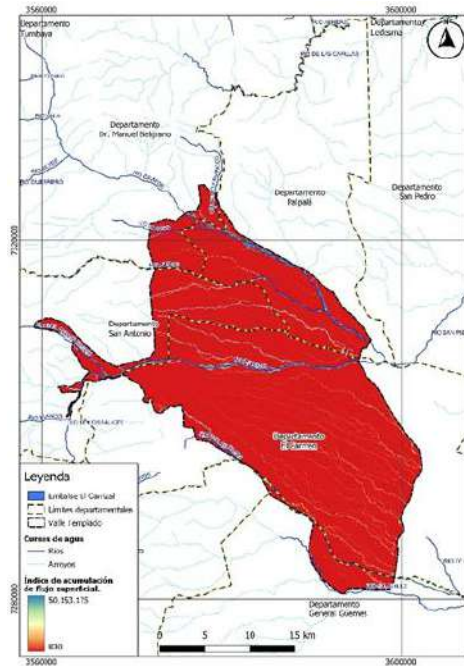


Figura 109. Índice de acumulación de flujo superficial

En conclusión, los resultados obtenidos del análisis de los índices morfométricos y las características geomorfológicas de los denominados “Valles Templados”, evidencia que las llanuras de inundación de los principales tributarios y cauces, así como también los extremos distales de bajadas y abanicos corresponden a los terrenos con mayor capacidad de infiltración, comportándose como sectores o lugares receptores de sedimentos debido a su carácter cóncavo y su menor topografía.

8.3. Estudio de suelos

8.3.1. Estudio de suelos de la quebrada

8.3.1.a. Descripción general de los Suelos de la Quebrada

Los suelos de la Quebrada son escasamente desarrollados. Se corresponden en general con terrazas bajas de influencia fluvial y depósitos coluvio-aluviales y vías de escurrimiento, predominando suelos Torrifluventes típicos, Ustifluventes y Ustortentes típicos, con alto porcentaje de suelo desnudo, con abundantes fragmentos líticos, gruesos y en las zonas de acumulaciones de arena, Torripsamientos líticos. Torriorthent lítico y los muy cercanos al alveolo del Río Grande con agua infiltrada cercana a superficie, Haplustol fluvéntico.

De acuerdo con el estudio de Nadir & Chafatinos (1990) las Asociaciones de Suelos en la zona relevada en el presente estudio, pertenecen a las Asociaciones Afloramiento+Tilcara y Río Grande (Figura 92)

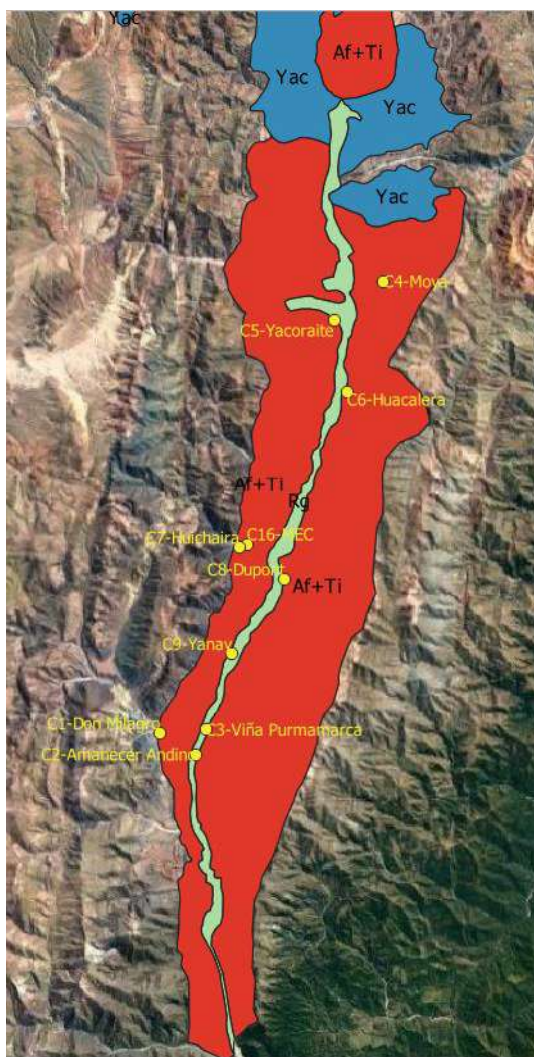


Figura 110. Asociaciones de Suelo en la Quebrada de Humahuaca según Nadir & Chafatinos (1990). Af+Ti: Afloramientos + Tilcara: Rg: Río Grande

a) *Asociación: Afloramiento + Tilcara (Af+Ti):*

Clasificación Taxonómica USDA: Torripsamente lítico

Los afloramientos corresponden a rocas sedimentarias tales como areniscas, lutitas, conglomerados, etc. Son suelos incipientes con perfiles del tipo A-C, R; donde el A es muy somero y el C es un horizonte pedregoso con clastos que pertenecen a la roca madre, de tamaño variado y formas angulosas; pendiente del 13 al 55 %, erosión moderada a grave. Las rocas madres dominantes son sedimentarias (areniscas, arcilitas, limonitas, conglomerados) o metamórficas (cuarcita, esquistos y pizarra), las ígneas ocupan superficies reducidas. El relieve es colinado a fuertemente colinado, cuyas pendientes abruptas superan el 40 %. Drenaje y escurrimiento rápido y excesivo con erosión de moderada a severa, determinada por el agente hídrico. Estos suelos se encuentran comprendidos en el rango de 100 a 400 mm de precipitación anual, lo que determina una vegetación escasa. El horizonte superficial corresponde a un epipedón Ócrico, sin otro

horizonte diagnóstico. Estos suelos están asociados a los Afloramientos en distintos porcentajes, según las condiciones del relieve, roca madre y clima.

b) Asociación: Río Grande (Rg) Suelos Asociados: Río Grande / Tumbaya - Huacalera.

Región Geográfica: Área montañosa y Valles Intermontanos, extendiéndose en ambas márgenes del Río Grande, desde las proximidades de Volcán hasta poco más al norte de Humahuaca y en las quebradas que desembocan en el Río Grande.

Subcuenca: Ríos: Grande y San Francisco.

Fisiografía: Terrazas bajas y depósitos de coluvios aluvionales.

Relieve: Plano. Clima: Cálido: Tropical Serrano. Temperatura media: 20 °C (diciembre ó enero). Precipitación media anual: 700 - 1.000 mm.

Material Original: Depósitos fluviales derivados de rocas del Terciario: areniscas, limolitas, arcilitas y conglomerados y de rocas del Ordovícico, Cámbrico y Precámbrico.

b.1) Descripción de los suelos asociados Suelo Río Grande

--> *Dominante Nomenclatura: Rg* Característica: Suelo de incipiente desarrollo; con perfil A, C; de textura medianamente gruesa; imperfectamente drenado afectado por una napa freática muy alta; moderadamente alcalino; salino; contenido de materia orgánica bajo; presencia moderada a abundante de carbonatos; capacidad de intercambio catiónico medio en superficie; porcentaje de saturación de bases alto en superficie; pendiente del 0 al 1 %; erosión ligera.

Clasificación Taxonómica USDA: Haplustol fluvéntico

Estos suelos se distribuyen en las partes terminales de las bajadas aluviales, donde el drenaje interno del perfil presenta limitaciones de textura e hidromorfismo y en los niveles de terrazas recientes, donde no ha sido suficiente la eliminación del carbonato. Son suelos de textura medias a fina y pH alcalino, se ubican en las isohietas de 200 a 800 mm y se encuentran comúnmente asociados a los regosoles.

b.2) Suelo Tumbaya

--> *Subordinado Nomenclatura: Ty* Característica: Suelo de incipiente desarrollo; con perfil A, C; de textura gruesa en superficie a medianamente gruesa en profundidad; imperfectamente drenados, afectados por una napa freática alta; neutro a moderadamente alcalino; salino en superficie; contenido de materia orgánica bajo; moderada presencia de carbonatos; pendiente el 0 al 1 %; erosión ligera. Limitaciones: Erosión ligera; imperfectamente drenado; capa freática alta; salino en superficie.

Clasificación Taxonómica USDA: Hidraquente típico

Se distribuyen en áreas restringidas de la Quebrada de Humahuaca, en las márgenes del Río Grande, en las coalescencias de los ríos San Francisco-Bermejo y Medina-Juramento, en el valle de Siancas a orillas del río Lavayén y a lo largo del Valle Calchaquí.

b.3) Suelo Huacalera

--> *Subordinado Nomenclatura: Hu* Característica: Suelo de incipiente desarrollo; con perfil A, C; de textura medianamente fina; imperfectamente drenado; moderadamente alcalino; contenido de materia orgánica medio; abundantes carbonatos; capacidad de intercambio catiónico alta a media; porcentaje de saturación de bases alto; pendiente del 2 al 3 %; erosión ligera.

Clasificación Taxonómica USDA: Ustifluente típico

Estos suelos se distribuyen en las partes terminales de las bajadas aluviales, donde el drenaje interno del perfil presenta limitaciones de textura e hidromorfismo y en los niveles de terrazas recientes, donde no ha sido suficiente la eliminación del carbonato. Son suelos de textura medias a fina y pH alcalino, se ubican en las isohietas de 200 a 800 mm y se encuentran comúnmente asociados a los regosoles.

8.3.1.b. *Resultados del presente estudio*

a) *Fraccionamiento granulométrico*

Las texturas de los perfiles van de arenosos a francos, con algunas capas de textura franco limosas (Figura 93). En Huacalera se presentan los perfiles de texturas más gruesas y en Huichaira los más finos.

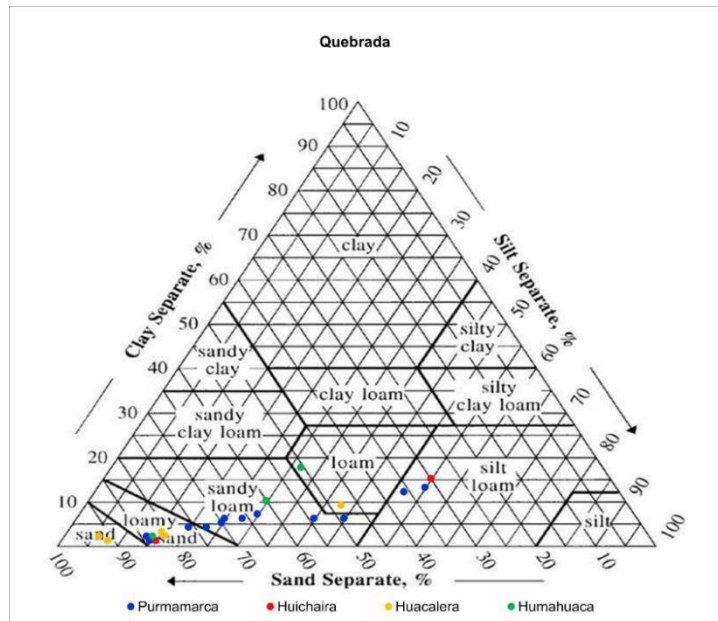


Figura 111. Triángulo de Textura Americana de los suelos vitícolas de la Quebrada y Valles Templados en Jujuy

Respecto de la distribución de las fracciones granulométricas predominan las fracciones arenas media y muy gruesa, 23% respectivamente (Figura 94).

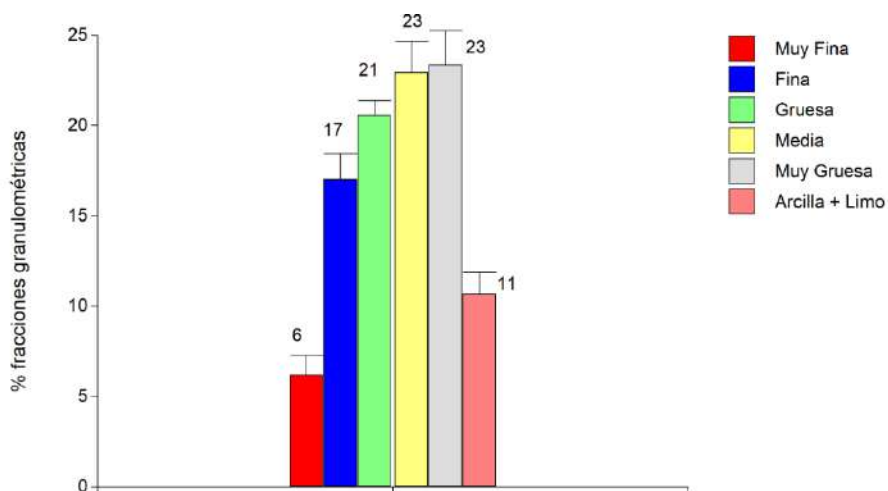


Figura 112. Distribución relativa de las fracciones granulométricas de las arenas y arcilla + limo suelos de la Quebrada de Humahuaca (líneas verticales sobre las barras indican el error estándar de las medias)

Dentro de la Quebrada, predominan en las distintas subzonas evaluadas las arenas muy gruesas en general (500 a 1000 μ), pero en Huacalera el fraccionamiento indicó mayor proporción de arena media (250 a 500 μ) (Figura 95). Los suelos de Purmamarca poseen más limo y arcillas. Pero el viñedo que se ubica en la parte media de un abanico aluvial formado en margen izquierda del arroyo de la Quebrada de Huichaira (C16), que tiene como nivel de base local al río Grande,

es de perfil limo arcilloso de coloración rojiza por la riqueza en óxido férrico y su ubicación al pie de un cerro del Grupo Salta, siendo uno de los de textura más fina observado en la Quebrada y contrastante con el que está del otro lado del arroyo Huichaira (C7) de textura franco-arenosa (Figura 96).

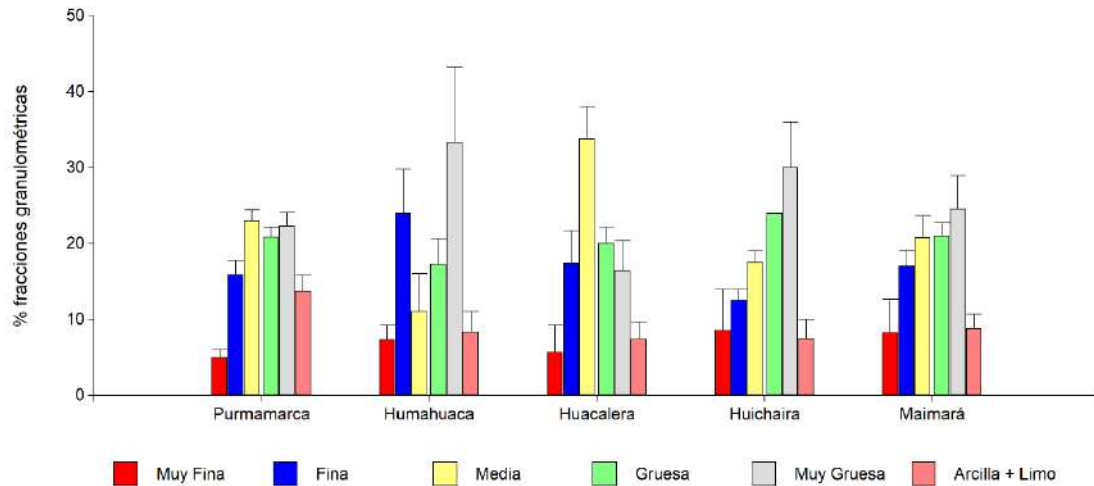


Figura 113. Distribución relativa de las fracciones granulométricas de las arenas y arcilla + limo en suelos de subzonas de la de la Quebrada de Humahuaca



Figura 114. Diferencias de suelo a ambos márgenes del Arroyo Huichaira en Tilcara (C7 y C16)

Estas observaciones puntuales, evidencian la gran variabilidad de texturas, pedregosidad y profundidad efectiva a lo largo de la quebrada según cercanías a los grupos de material madre, a su posición en taludes y terrazas y en función de la potencia de los aluviones que acarrearon los sedimentos en tiempos pretéritos. La escala de trabajo que definieron las asociaciones de suelos en 1990 no alcanzó para poner en evidencia estas diferencias.

El fraccionamiento granulométrico de la Figura 95 tiene fuerte incidencia en las propiedades de retención de agua disponible para las vides, como asimismo en la capacidad de intercambio y fertilidad de los suelos, como se expone más adelante.

Asimismo, la proporción de esqueleto grueso dentro del perfil es variable en clase de tamaño en los distintos perfiles evaluados por lo ya mencionado (Cuadro 3). La presencia de este material muy grueso disminuye la retención de agua del suelo y constituye una resistencia mecánica a la penetración de las raíces, siendo determinante de la profundidad efectiva de enraizamiento a partir de la clase grava gruesa en adelante.

El perfil en altura en Humahuaca (C4) tiene una buena proporción de tierra fina (aproximadamente 70%), Tilcara presenta perfiles más gravosos y en Huacalera y Purmamarca abundan los bloques entre 6 y 20 cm a profundidades variables (Cuadro 3 y Figura 97).

Cuadro 3. Proporción de tierra fina y esqueleto grueso en los perfiles de suelo en la Quebrada de Humahuaca

| Sitio | Finca | Calicata | Capa | Límite superior (cm) | Límite inferior (cm) | % Tierra Fina vs esqueleto grueso | | | |
|------------|-----------------|----------|------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|
| | | | | | | Tierra Fina (< 0,2 cm) | grava fina a media (0,2 a 2 cm) | grava gruesa (2 a 6 cm) | roca (6 a 20 cm) |
| Purmamarca | Don Milagro | 1 | 2 | 35 | 103 | 59,0 | 15,0 | 6,0 | 20,0 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 1 | 0 | 60 | 62,8 | 34,9 | 2,3 | 0,0 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 2 | 60 | 110 | 32,3 | 8,1 | 19,4 | 40,3 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 3 | 110 | 160 | 50,0 | 46,9 | 3,1 | 0,0 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 4 | 160 | 200 | 61,4 | 2,3 | 2,3 | 34,1 |
| Purmamarca | Viña Purmamarca | 3 | 2 | 60 | 180 | 38,9 | 8,3 | 25,0 | 27,8 |
| Humahuaca | Moya | 4 | 2 | 30 | 80 | 73,2 | 0,0 | 2,4 | 24,4 |
| Humahuaca | Moya | 4 | 3 | 80 | 180 | 66,3 | 22,4 | 7,1 | 4,1 |
| Huacalera | Yacoraite | 5 | 1 | 0 | 130 | 24,6 | 18,8 | 13,0 | 43,5 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 1 | 0 | 25 | 62,5 | 25,0 | 12,5 | 0,0 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 2 | 25 | 70 | 51,8 | 21,4 | 8,9 | 17,9 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 3 | 70 | 100 | 45,2 | 35,7 | 11,9 | 7,1 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 4 | 100 | 180 | 47,4 | 21,1 | 10,5 | 21,1 |
| Huichaira | Huichaira | 7 | 2 | 45 | 180 | 16,7 | 74,1 | 9,3 | 0,0 |
| Maimará | Dupont | 8 | 1 | 0 | 20 | 38,5 | 38,5 | 23,1 | 0,0 |
| Maimará | Dupont | 8 | 2 | 20 | 190 | 55,3 | 25,5 | 19,1 | 0,0 |
| Maimará | La Diabla | 9 | 1 | 0 | 50 | 32,3 | 40,3 | 24,2 | 3,2 |
| Maimará | La Diabla | 9 | 2 | 50 | 140 | 16,1 | 61,3 | 22,6 | 0,0 |

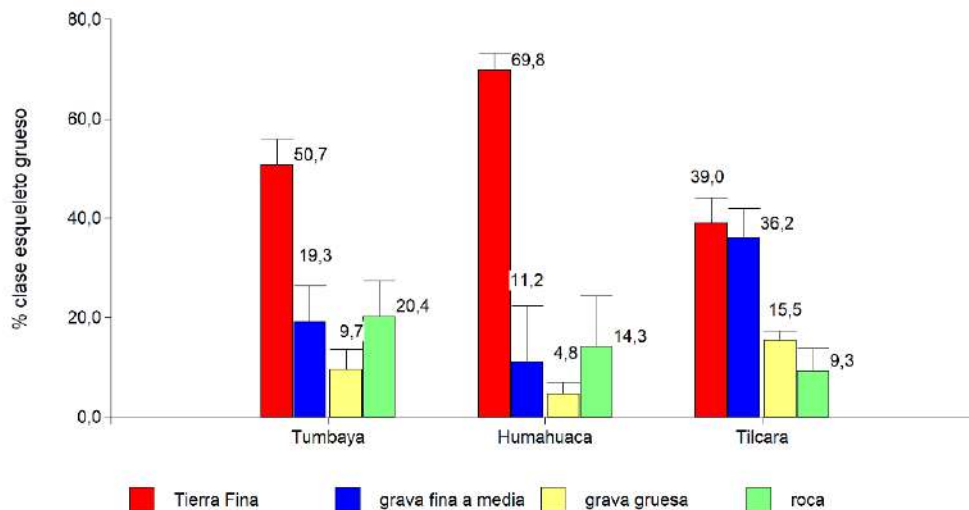


Figura 115. Distribución relativa de clases de esqueleto grueso en los distintos sitios evaluados en la Quebrada de Humahuaca

b) Características físico-químicas:

Los suelos son de pH ligera a moderadamente alcalino a neutro en el sitio C4 en Humahuaca (Figura 98 a). Son no salinos (CEes, conductividad eléctrica en el extracto de pasta saturada) y no sódicos (RAS, Relación de adsorción de sodio) (Figura 98 b y c), con excepción del perfil en C2 que es moderadamente salino, probablemente asociado al manejo del riego e insuficiente requerimiento de lixiviación.

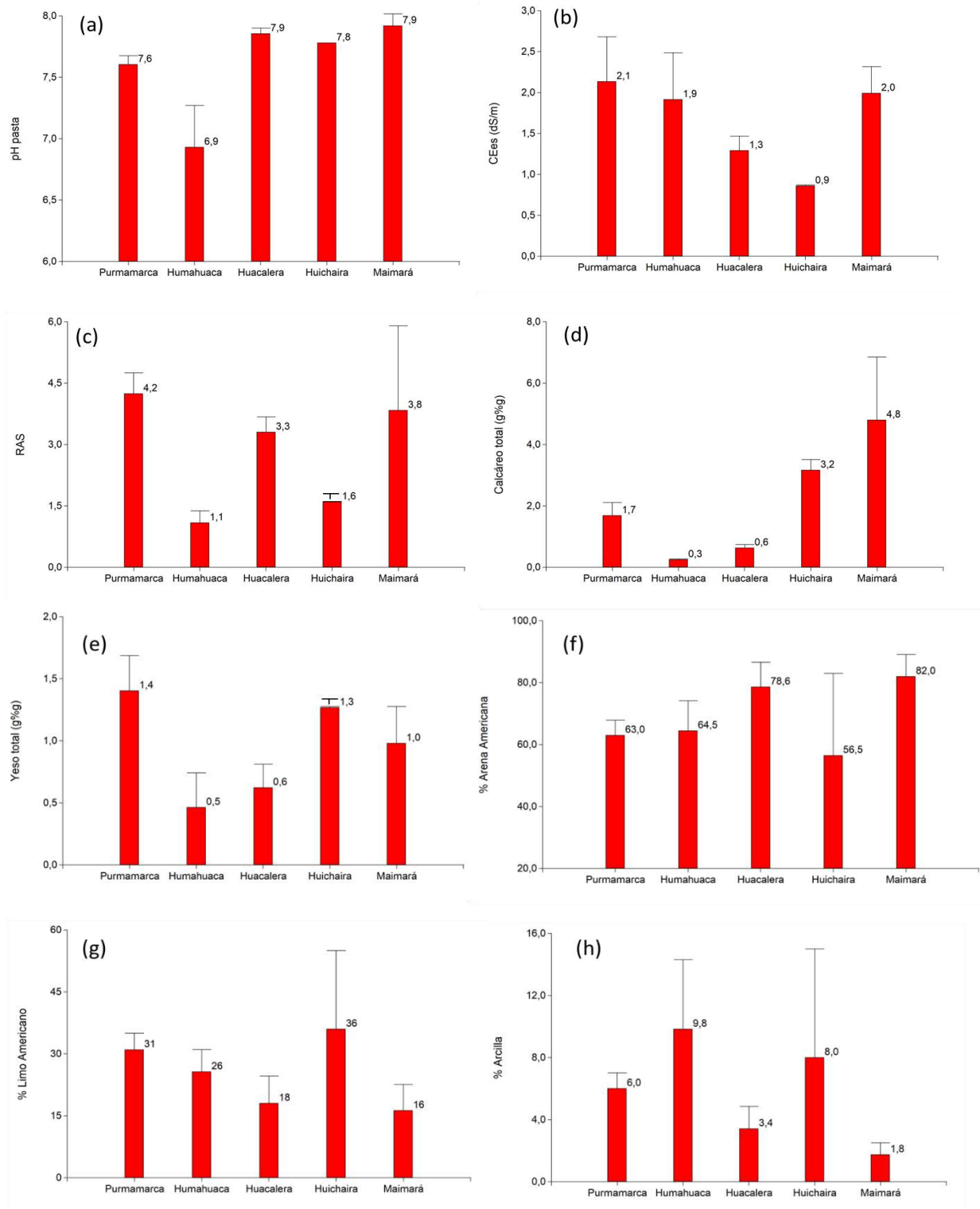


Figura 116. Características físico-químicas promedios de los sitios de la Quebrada de Humahuaca

Poseen contenidos medio a bajos de calcáreo total, más alto en Maimará, y yeso total en concentraciones medias, mayores en Huichaira y Purmamarca (Figura 98 d y e). Respecto de los contenidos de limos, los suelos de Purmamarca y Huichaira son los más limosos (Figura 98 g).

El viñedo de mayor altura evaluado en Humahuaca (3600 m.s.n.m), tiene signos de mayor edafogénesis que el resto de los suelos observados, mayor acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial, altos contenidos de N Total y una capacidad de intercambio catiónico (CIC) mayor. (Figura 99 a,b,c y d), Huacalera y Maimará de texturas más arenosas en el otro extremo, presentan bajos contenidos de materia orgánica y N total y bajas relaciones de C/N, que señale el empobrecimiento en carbono orgánico. La capacidad de intercambio catiónico es coherente con la proporción de elementos texturales finos y el contenido de materia orgánica (Figura 96 d). La provisión de N en Purmamarca y Huichaira también es alta (Figura 99 b).

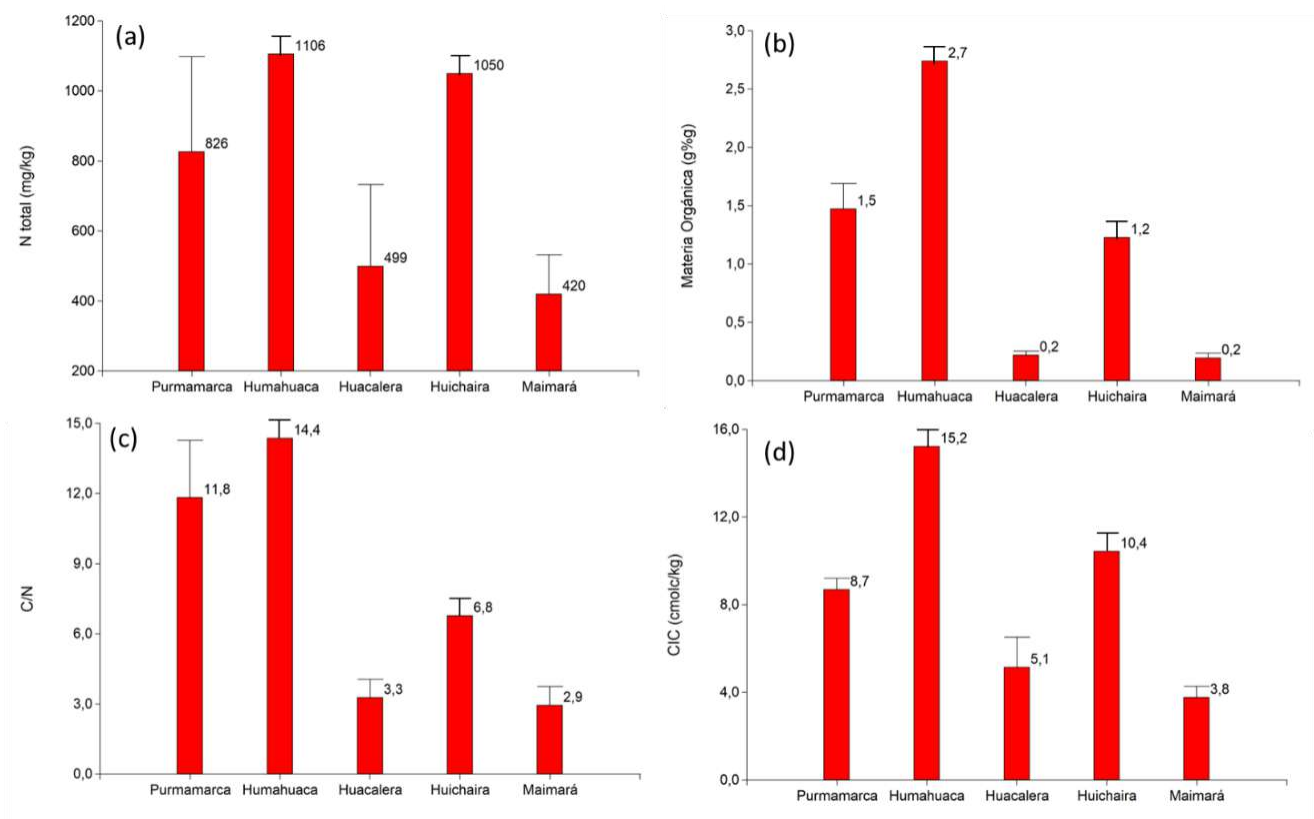


Figura 117. Fertilidad de los suelos de la Quebrada de Humahuaca

La capacidad de almacenaje de agua de estos suelos regadíos es buena en Purmamarca, Huichaira y en el perfil en Humahuaca. En Huacalera y Maimará está limitada por la alta pedregosidad y texturas arenosas (Figura 100).

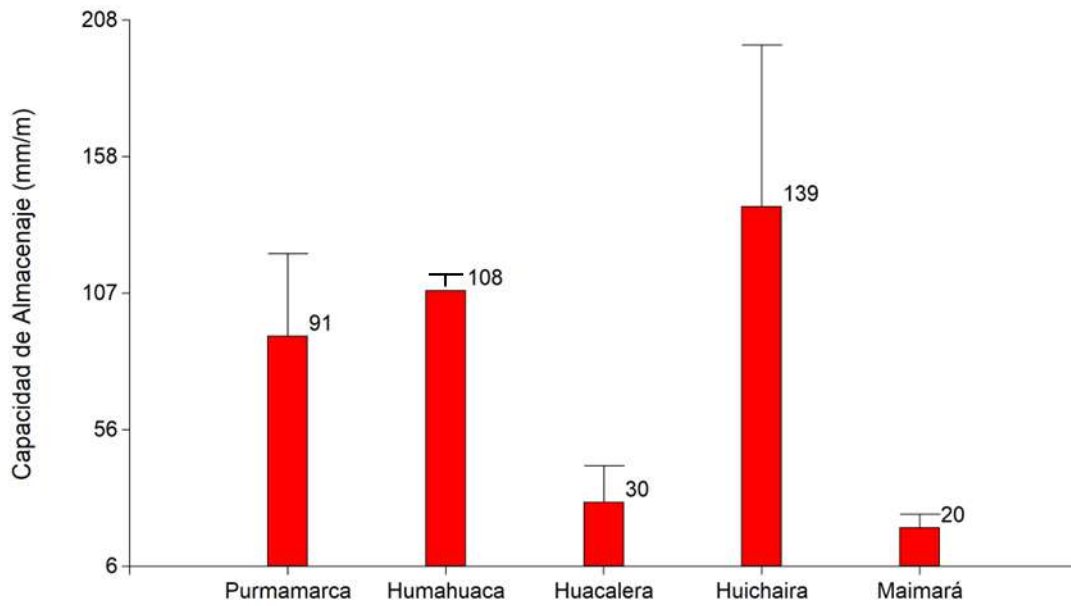


Figura 118. Capacidad de almacenaje de agua de los suelos de la Quebrada de Humahuaca

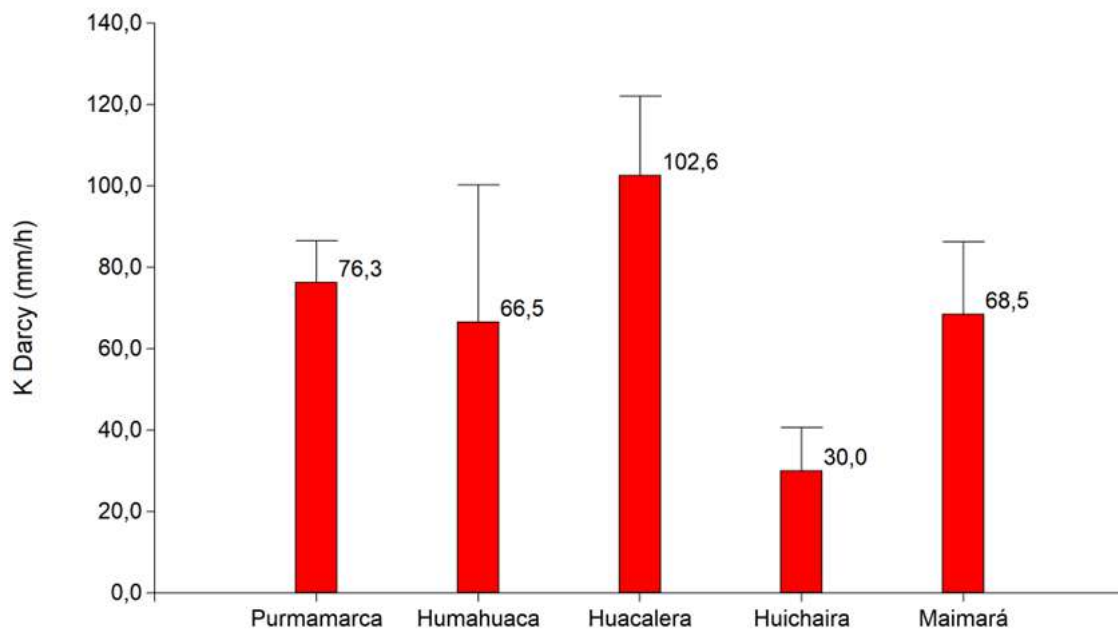


Figura 119. Conductividad hidráulica saturada de los suelos de la Quebrada de Humahuaca

La conductividad hidráulica saturada (K_{Darcy}), que califica la permeabilidad de los suelos y define su capacidad de drenaje (Cuadro 4), es moderadamente rápida en general en los perfiles de suelo de la quebrada (Figura 101). Es menor en el área de Huichaira, por la presencia de las capas limosas antes señaladas.

Cuadro 4. Calificación de la conductividad hidráulica saturada

| CLASES DE PERMEABILIDAD | | |
|--|----------------------|------------------------------|
| (adaptada del servicio de Conservación de Suelos de USA) | | |
| Clase | Calificación | K (mm h⁻¹) |
| 1 | Muy lenta | < 1,25 |
| 2 | Lenta | 1,25 - 5 |
| 3 | Moderadamente Lenta | 5 - 20 |
| 4 | Moderada | 20 - 62,5 |
| 5 | Moderadamente Rápida | 62,5 - 125 |
| 6 | Rápida | 125 - 250 |
| 7 | Muy Rápida | > 250 |

c) *Distribución geoespacial de las variables edáficas en la Quebrada*

En cuanto a la variación geoespacial de las variables edáficas relevadas, representada en las figuras debajo mostradas, se concluye lo siguiente (Figuras 105 a 113):

La permeabilidad de los suelos de la Quebrada es moderada a moderadamente rápida hacia el sur de la misma. No presentan riesgos de anegamiento. Son bien a algo excesivamente drenados por las texturas y pedregosidad (Figura 105).

El escurrimiento superficial es de medio a rápido, con riesgo de erosión hídrica media a severa en algunos sitios, como en Huichaira (margen derecha del arroyo homónimo) donde se apreciaron cárcavas en los taludes de los cerros al lado del viñedo (Figura 100), al oeste de Purmamarca y al centro de Tilcara. Por las pendientes asociadas al viñedo en Humahuaca (C4), el riesgo de erosión es moderado (Figura 106).

El subsuelo pedregoso es lo que limita principalmente la profundidad efectiva de enraizamiento, y en general los suelos no superan el metro de profundidad (Figura 107). La zona en el margen izquierdo del Arroyo Huichaira presentó los suelos más profundos observados (C16). En cuanto al pH en pasta, son fuertemente alcalinos en toda la quebrada y de neutros a alcalinos en C4 por mayor precipitación a esa altura. No hay mayores problemas de salinidad ni sodicidad, siendo la CEes mayor

hacia el sur, Purmamarca y Maimará, posiblemente relacionada a requerimientos de lixiviación con el riego insuficientes (Figuras 108, 111 y 112).



Figura 120. Signos de erosión hídrica, cárcavas al oeste de C7 en Huichaira

Los contenidos de materia orgánica en los primeros 50 cm de profundidad son bajos a medios como asimismo los contenidos de N Total. Como ya se mencionó, hay mayor acumulación de materia orgánica en el viñedo de Humahuaca más evolucionado. Buena provisión de nitrógeno se observa en los perfiles alrededor de los ríos de la Quebrada de Purmamarca y de Huichaira. La capacidad de intercambio catiónica es afín a las texturas y contenido de materia orgánica y es baja en general. Son suelos calcáreo-yesosos, pero los contenidos son bajos. Hay más calcáreo total en Purmamarca y Maimará. La textura aparente, apreciada a través del volumen de sedimentación, que predomina es franco-arenosa. Algunos sitios puntuales son de textura franco-limosa en horizontes subsuperficiales, lo que determina una permeabilidad y capacidad de drenaje moderada (Figura 113).

El grado de pedregosidad superficial es muy variable (Cuadro 5) en los sitios evaluados, determinado por la potencia de flujo que arrastró los materiales (Figuras 103 y 106).

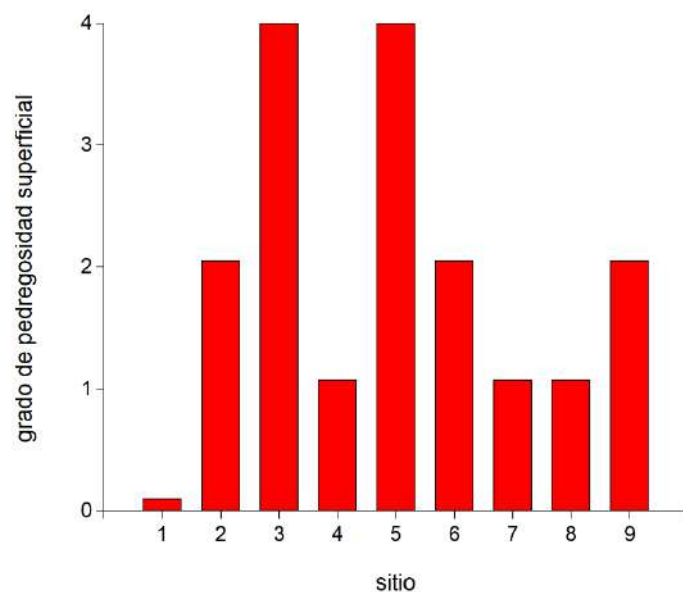


Figura 121. (a) Grado de pedregosidad superficial en los sitios evaluados en la Quebrada

Cuadro 5. Claves para evaluar la pedregosidad superficial en el terreno

| PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL | Proporción relativa de piedras sueltas sobre el suelo: |
|---------------------------------|--|
| Grado 0 | No existen piedras o éstas son muy escasas. Ocupan menos del 0,01% de la superficie. |
| Grado 1 | Cantidad escasa de piedras. Ocupan alrededor del 0,01 al 0,1% de la superficie y habrá alrededor de 0,3 a 3 m de piedras por hectárea en los primeros 30 cm. |
| Grado 2 | Cantidad apreciable de piedras. Ocupan alrededor del 0,1 al 3% de la superficie y habrá alrededor de 3 a 90 m ³ de piedras por hectárea en los primeros 30 cm. |
| Grado 3 | Cantidad importante de piedras. Ocupan alrededor del 3 al 15% de la superficie y habrá alrededor de 90 a 450 m ³ de piedras por hectárea en los primeros 30 cm. |
| Grado 4 | Ocupan alrededor del 15 al 90% de la superficie y habrá más de 450 m ³ de piedras por hectárea en los primeros 30 cm. |
| Grado 5 | Prácticamente toda la superficie del terreno está ocupada por piedras. |



Figura 122. Distintos grados de pedregosidad superficial en los suelos de la Quebrada: (a) y (b) sitios 2 y 3 en Tumbaya: (c), (d) y (e) sitios 5,7 y 9 en Tilcara.

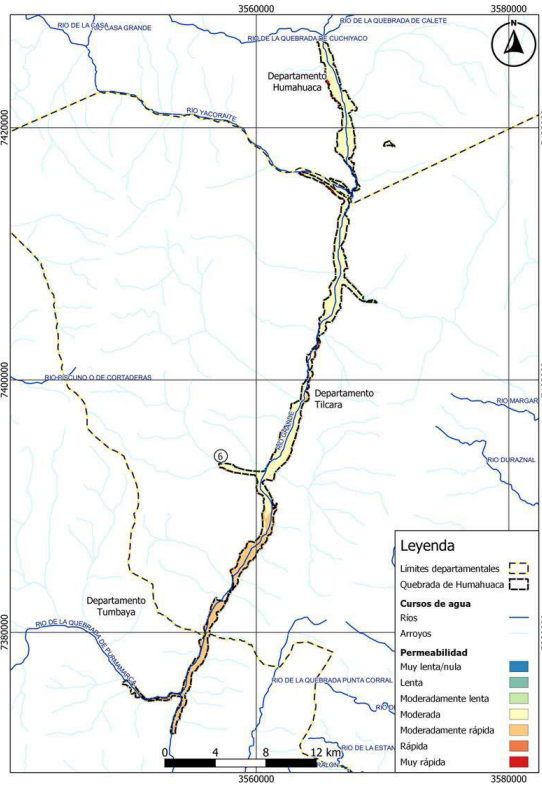
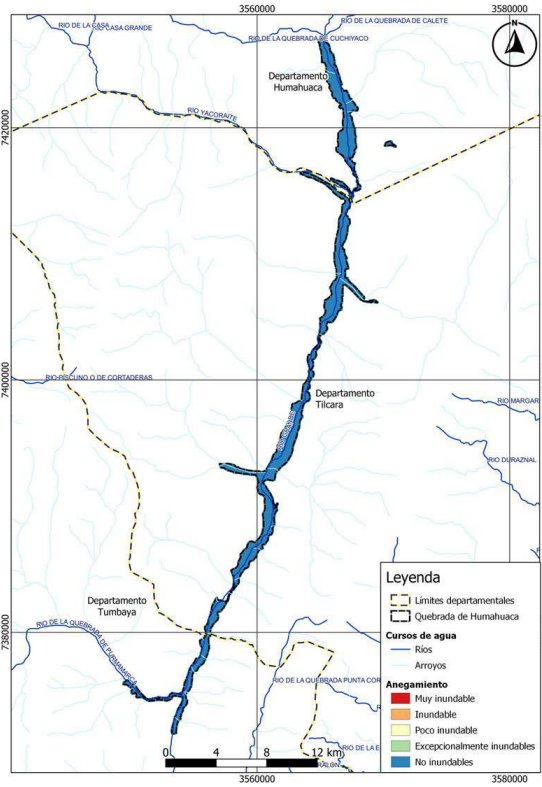


Figura 123. Peligro de anegamiento (izq) y Permeabilidad (der) de los suelos de la Quebrada de Humahuaca

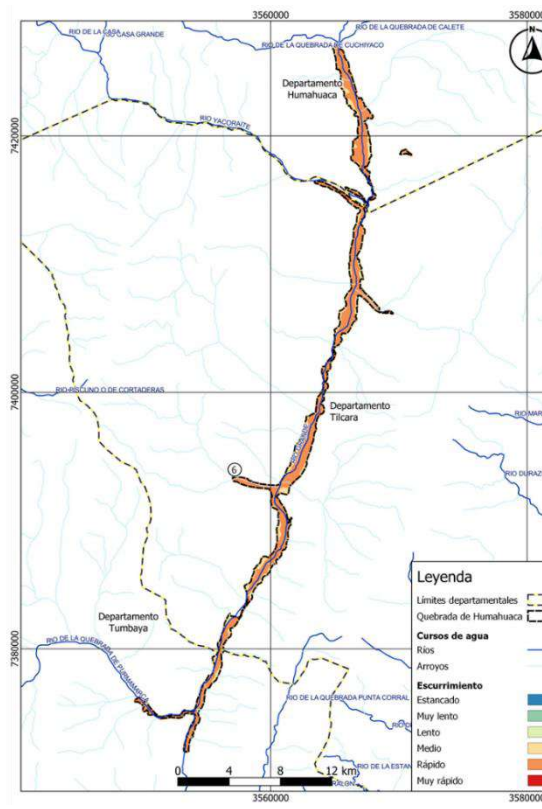
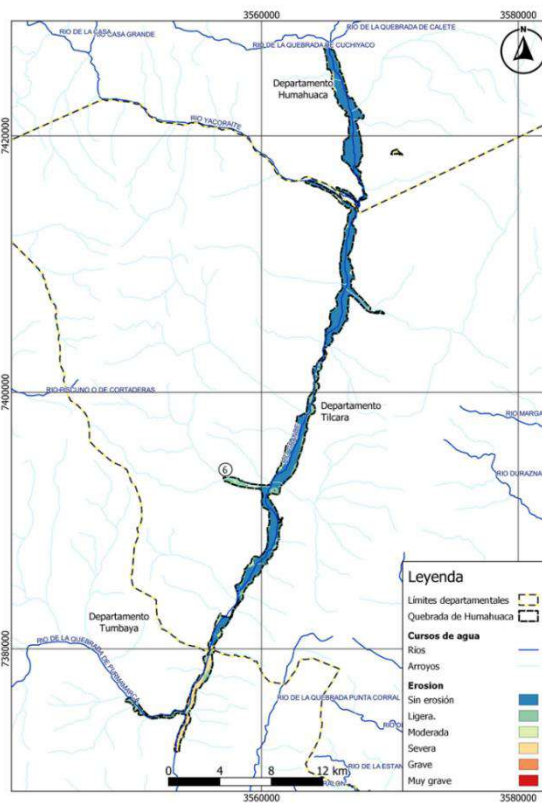


Figura 124. Erosión hídrica (izq) y Escorrentamiento superficial (der) de los suelos de la Quebrada de Humahuaca

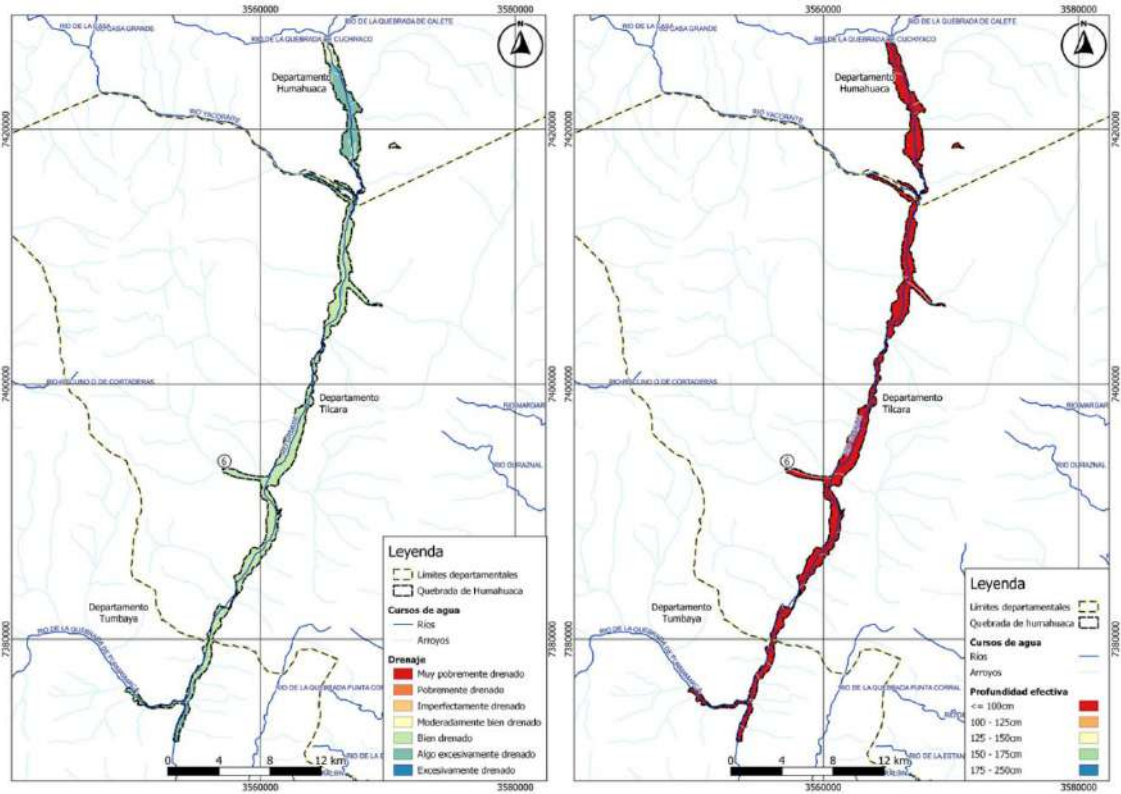


Figura 125. Capacidad de drenaje (izq) y Profundidad efectiva de enraizamiento (der) de los suelos de la Quebrada

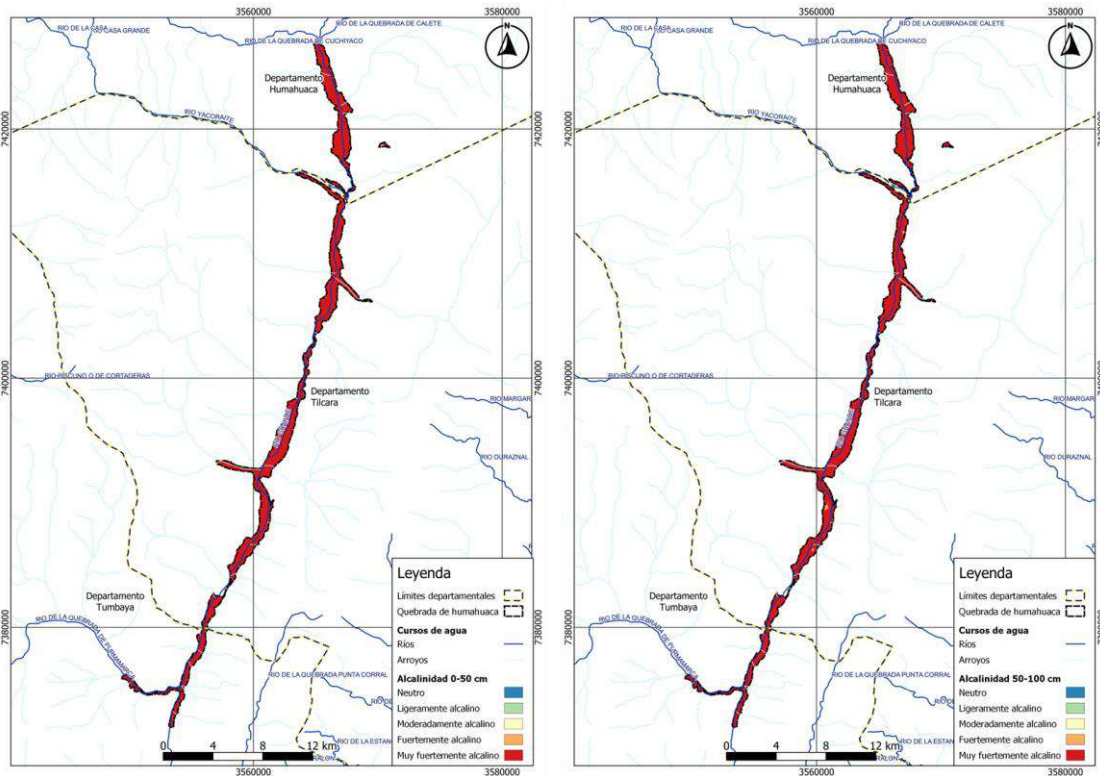


Figura 126. Categorías según el pH en pasta a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada

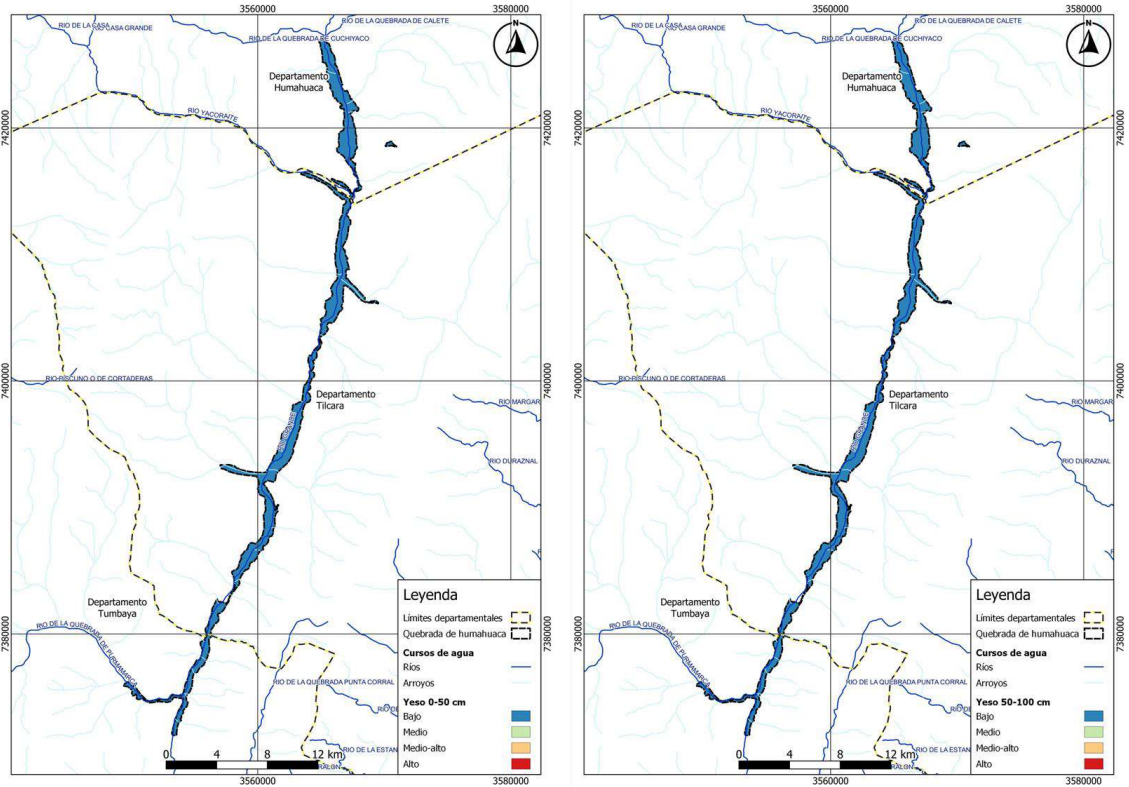


Figura 127. Yeso total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada

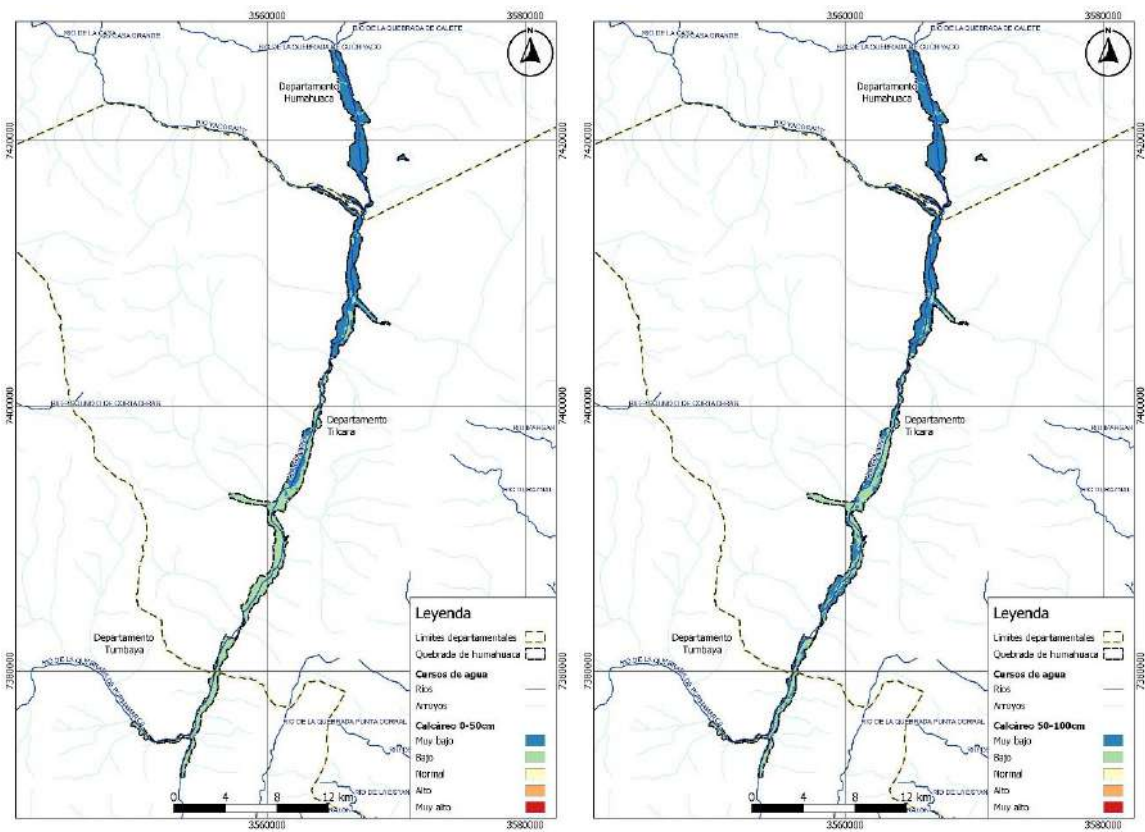


Figura 128. Calcáreo total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada

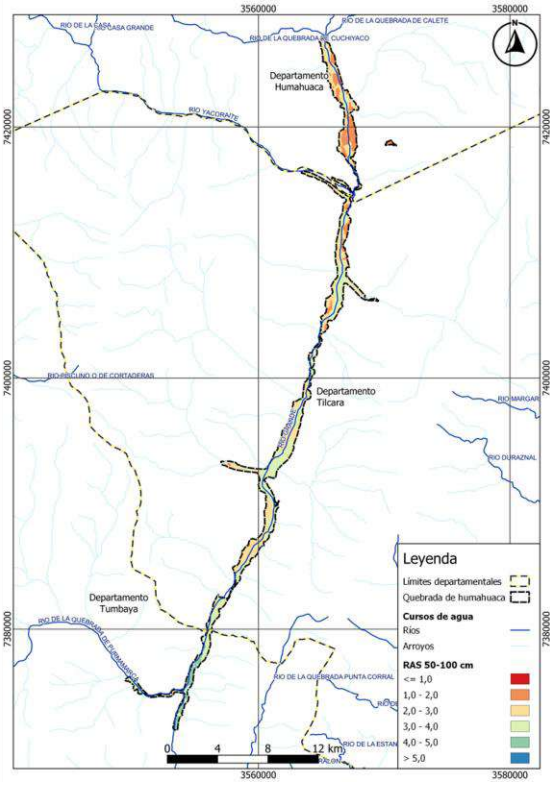
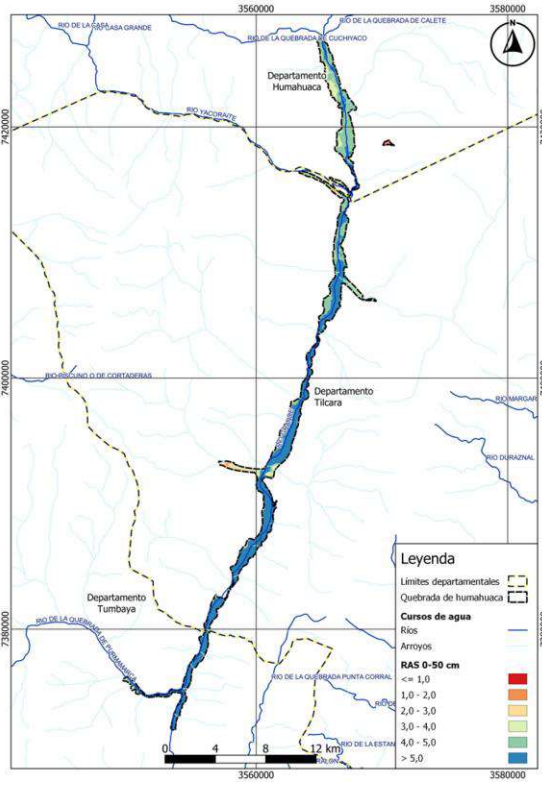


Figura 129. Relación de Adsorción de sodio a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada

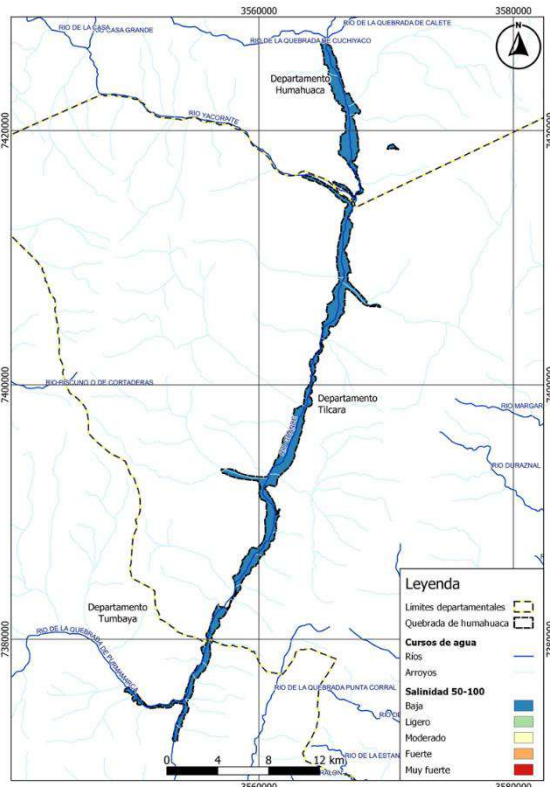
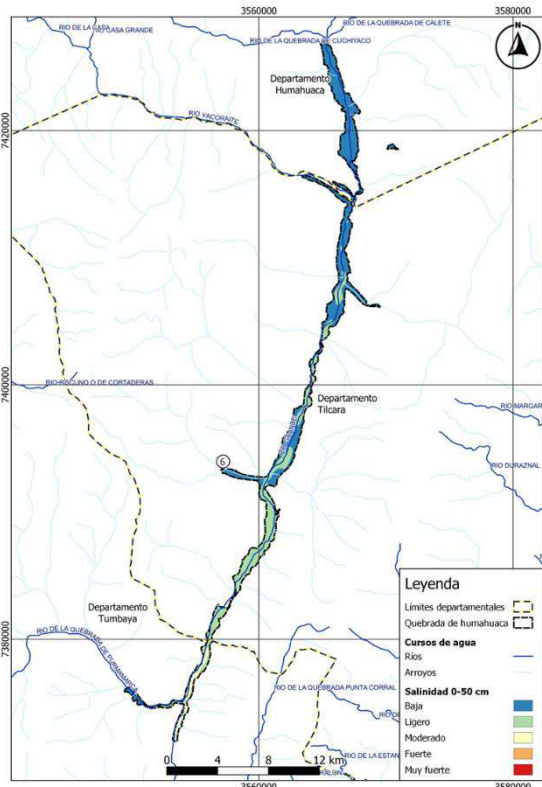


Figura 130. Salinidad a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, de los suelos de la Quebrada

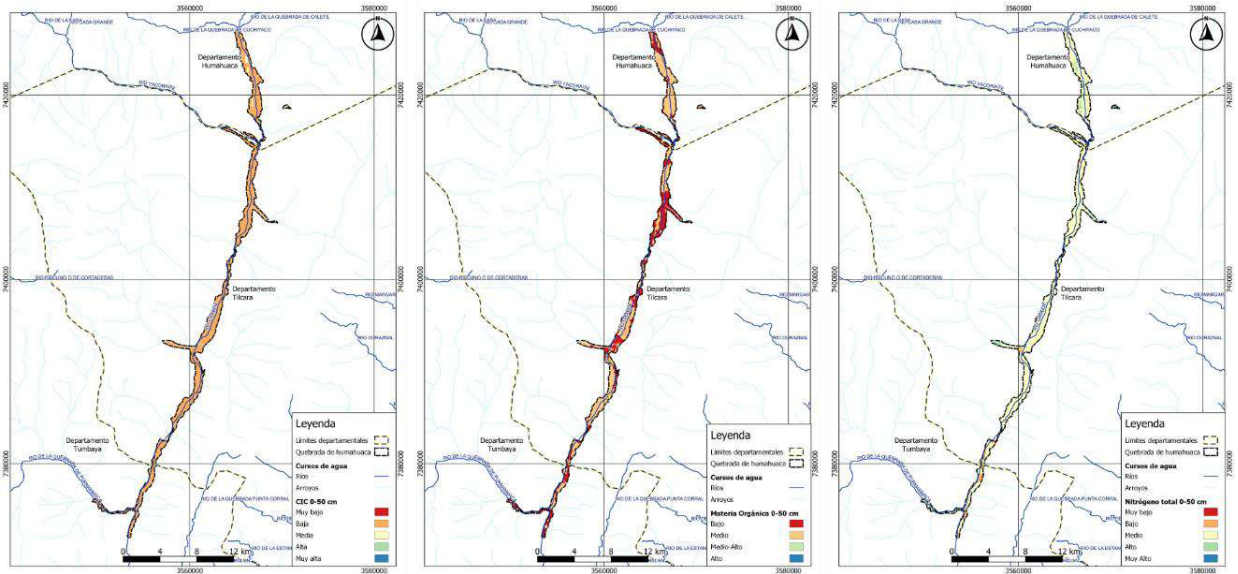


Figura 131. Capacidad de intercambio catiónico (izq), materia orgánica (centro) y Nitrógeno Total (der) en la capa de 0-50 cm de los suelos de la Quebrada

Los contenidos de yeso son bajos en toda la quebrada dentro del metro de profundidad (Figura 109). Los de calcáreo total son bajos al norte de la quebrada y medios en la capa de 0-50 cm desde huacalera a Purmamarca al sur (Figura 110).

8.3.2. Estudio de suelos de los Valles Templados

8.3.2.a. Descripción general de los Suelos de los Valles

El área relevada y los seis sitios estudiados en el presente trabajo se representan en la Figura 114. En la misma se señala la subdivisión altitudinal geográfica realizada: A: 700 a 900, B: 900 a 1110 y C: 1100 a 1400 msnm.

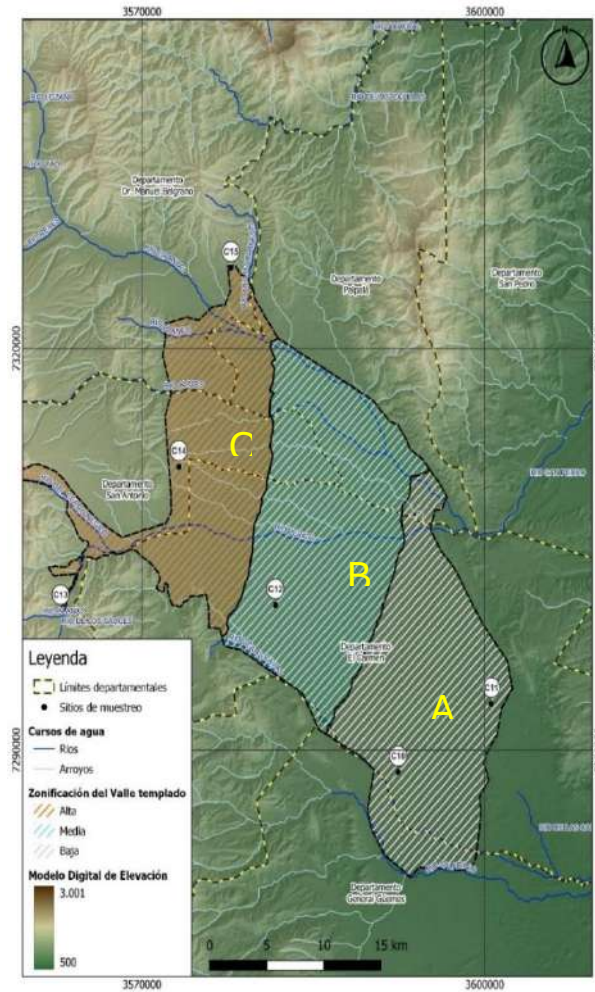


Figura 132. Subzonas altitudinales de los Valles Templados en Jujuy

El Consejo Federal de Inversiones (CFI) realizó un relevamiento detallado de suelos con fines de riego y por capacidad de uso en el área de influencia del Dique Las Maderas y Río Grande, publicado en 1980. Comprendió 3 áreas: Área I: “Maderas 2”, Área II: San Pedro y Área III: Palpalá-Cañadones (Figura 1325).

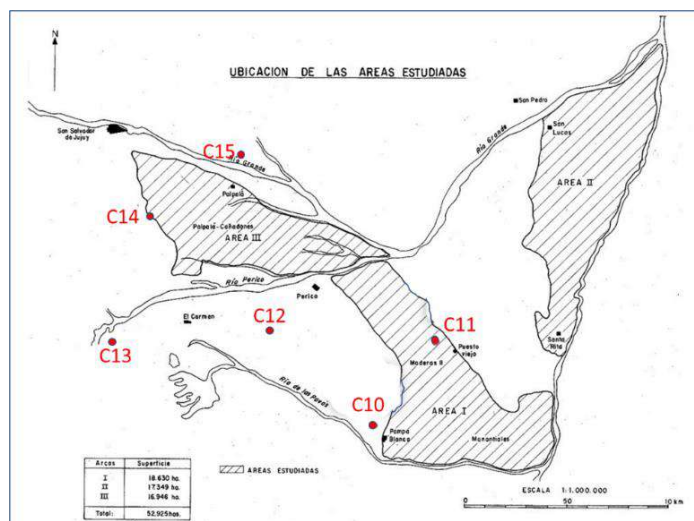


Figura 133. Áreas relevadas en el estudio CFI (1980) en los Valles Templados de Jujuy

Algunos de los sitios con viñedos relevados coinciden aproximadamente con las áreas I (C10 y C11) y III (C14 y C15) (Figura 115). Se utilizaron en el presente estudio la información de las áreas I y III en parte para la caracterización de esos suelos, las que se describen a continuación.

Los suelos del área I, se encuentran i) vinculados a la unidad geomorfológica denominada “Bajada aluvial” de edad Pleistoceno-Holoceno. ii) En menos casos, están asociados a paleocauces y derrames subrecientes vinculados al río Perico. i) En el primer caso y próximos al Aeropuerto el Cadillal, se encuentran suelos bien evolucionados en relación con relictos de una antigua bajada aluvial. Hacia la parte sur, los suelos se relacionan con una bajada más reciente, por lo tanto, son de desarrollo incipiente y en general de texturas finas. ii) En el segundo caso, los suelos están poco o nada desarrollados, las texturas son más gruesas y presentan manto de grava más o menos cercanos a la superficie, que controla la profundidad efectiva de enraizamiento. En la zona denominada “Manantiales”, al SE o extremo distal de la bajada aluvial, los suelos están condicionados por capas de texturas finas, de humedad creciente que incrementa los problemas de hidromorfismo por el afloramiento o proximidad a la superficie de la napa freática. El drenaje interno es lento. En el sector más occidental del área, y disectado por cañadas, se desarrollan suelos que recibieron material originario de Sierras del Puesto Viejo. Estos sedimentos se componen de mantos gravosos, cementados con carbonato de calcio. Algunas características destacables de los suelos del área son: suelos con poco desarrollo, de subsuelo pedregoso, enriquecidos con carbonato de calcio, sin capas endurecidas y con escasas limitaciones impuestas por capas finas extremas.

Los suelos del área III, se desarrollan en su mayoría i) a partir de material arcillo limosos de la bajada aluvial neopleistocénica. ii) En menor escala, se relacionan con las terrazas aluviales de los ríos Grande, Perico, Los Alisos y otros menores (Figura 132).

El paisaje es muy ondulado y disectado por los numerosos valles de ríos y arroyos lo que hace que las pendientes locales sean muy pronunciadas. En el caso i) los suelos son bien desarrollados, las texturas son muy finas desde superficie lo que dificulta el drenaje interno. Son uniformes y se destaca el espesor del horizonte B por su gran contenido de arcilla. Son de destacar los rasgos de erosión acelerada en los valles que los surcan, en manto y cárcavas.

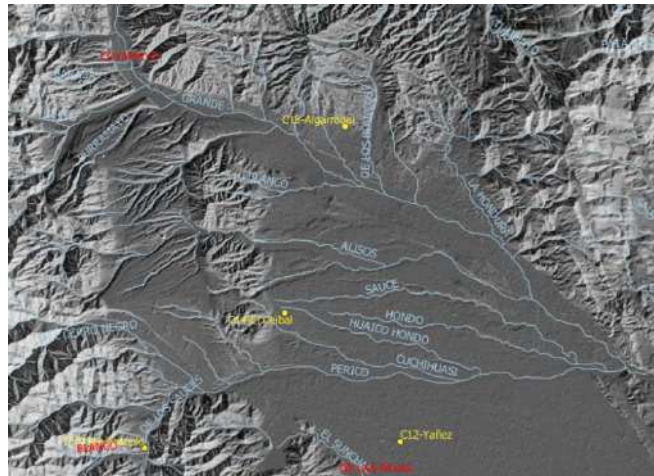


Figura 134. Terrazas aluviales disectadas por los valles de numerosos ríos y arroyos

En el caso ii), de menor extensión, los suelos de los valles y terrazas son más incipientes y de textura más gruesa.

Las características más destacadas del área III son: paisaje general suavemente ondulado, y local muy ondulado hasta quebrado. Predominancia de la fracción arcilla en todo el perfil. Desarrollo de un horizonte B textural que limita la profundidad útil de enraizamiento, erosión severa en las proximidades a los ríos y arroyos que las surcan.

Respecto del estudio realizado por Nadir y Chafatinos (1990), se determinaron los siguientes Ordenes de suelo: Alfisol, Entisol, Molisol e Inceptisol (Figura 135) y los subórdenes y asociaciones de suelos indicados en la Figura 136.

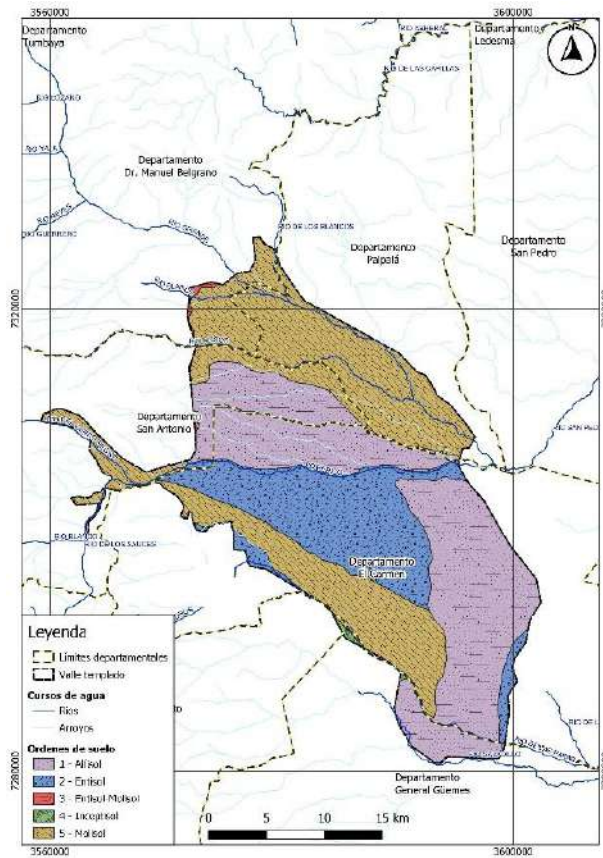


Figura 135. Órdenes según Soil Taxonomy de los suelos Valles Templados en Jujuy (Nadir & Chafatinos, 1990)

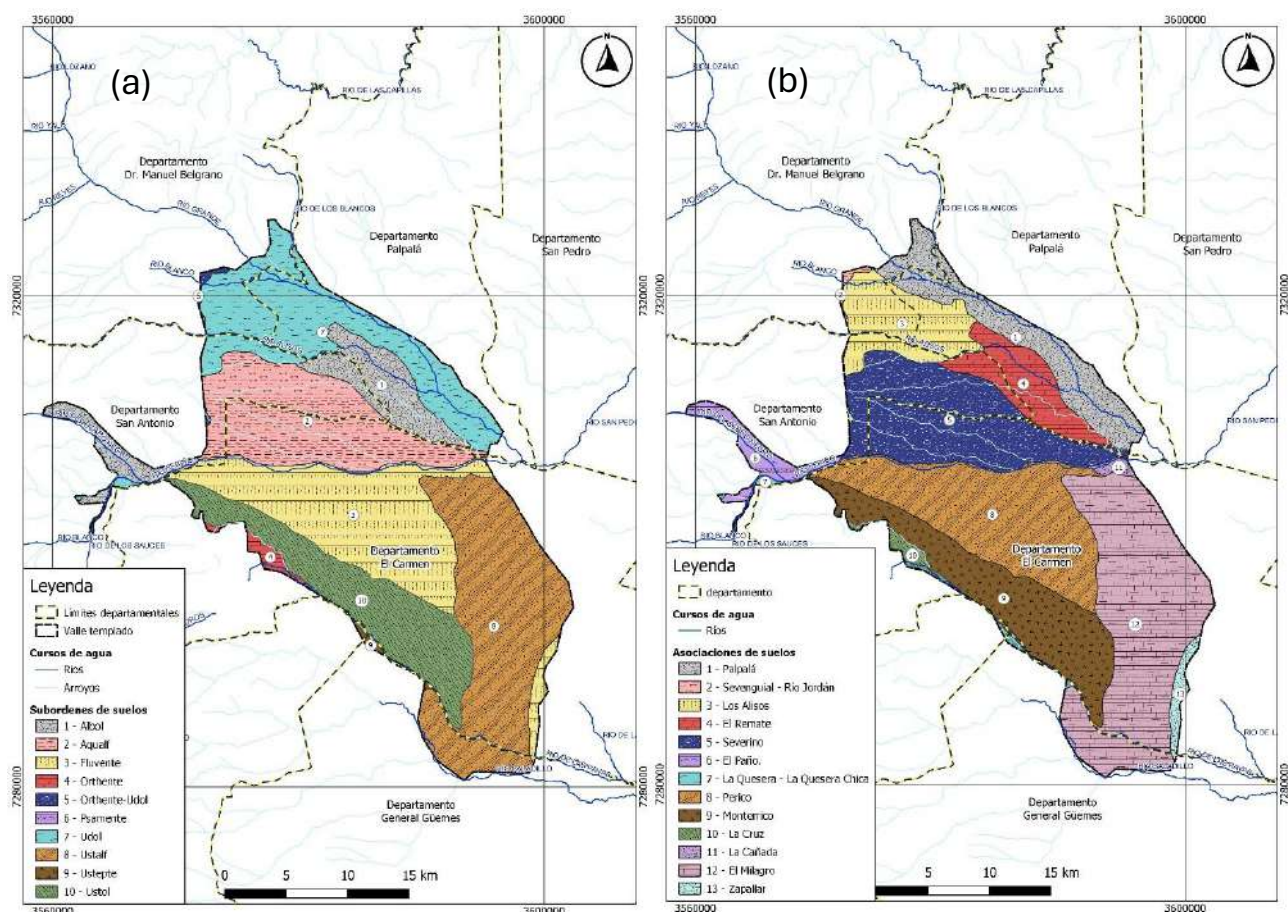


Figura 136. Subórdenes y Asociaciones de Suelos de los Valles Templados en Jujuy (Nadir & Chafatinos, 1990)

La clasificación de suelos a nivel de Subgrupo y las Asociaciones respectivas de los suelos en los sitios relevados se presentan en Cuadro 6. (Nota: para los sitios C14 y C15, nuestros estudios lo reclasifican en la Asociación Sevengual-Río Jordán).

Cuadro 6. Clasificación taxonómica a nivel de Subgrupo (Nadir & Chafatinos, 1990)

| Sitio | SUBGRUPO | ASOCIACIÓN |
|-------|------------------------------------|-------------------------------|
| C10 | Haplustol fluvéntico | Monterrico |
| C11 | Haplustalf psamméntico | El Milagro |
| C12 | Ustifluvente mólico | Perico |
| C13 | Hapludol fluvéntico | La Quesera – La Quesera Chica |
| C14 | Hapludol típico/ Ustorthente údico | <i>Sevengual - Río Jordán</i> |
| C15 | Hapludol típico/ Ustorthente údico | <i>Sevengual - Río Jordán</i> |

Se describen a continuación las principales características de las Asociaciones de suelos relacionadas con el presente estudio:

c) Asociación Monterrico:

Región Geográfica: Área montañosa y Valles Intermontanos Ubicación: se extiende desde la ruta provincial N° 43 hasta la margen izquierda del río Las Pavas, principalmente entre las localidades de Perico, El Carmen y Los Lapachos. Subcuenca: Ríos: Grande y San Francisco.

Material Original: Depósitos aluviales derivados de rocas del Terciario: areniscas, limolitas, conglomerados y en menor proporción de rocas del Ordovícico, Cámbrico y Precámbrico.

Descripción de los suelos asociados

Suelo Monterrico

--> Dominante Nomenclatura: Mo Característica: Suelo de incipiente desarrollo; con perfil A, C; de texturas media en superficie y media a medianamente fina en profundidad; bien a moderadamente bien drenado; neutro; contenido de materia orgánica bajo; capacidad de intercambio catiónico moderadamente alta a media; porcentaje de saturación de bases alto; pendiente del 1 %; erosión ligera. Limitaciones: Erosión ligera.

Clasificación Taxonómica USDA: Haplustol fluvéntico

Son suelos poco evolucionados, presentan una secuencia de horizontes A, C, IIC2, IIIC3; con evidentes cambios texturales entre capas. Se observa la presencia dominante del epipedón Ócrico en los perfiles, careciendo de horizontes diagnóstico sub-superficiales. Algunos Fluvisoles éutricos son de texturas homogéneas de media a gruesa y otros con sustrato heterogéneo con intercalaciones de grava, rodados y material arenoso. Tienen pH ácido a neutro.

d) Asociación El Milagro:

Región Geográfica: Área montañosa y Valles Intermontanos. Ubicación: se distribuye en las inmediaciones de Pampa Blanca, extendiéndose desde el Cadillal

hasta el río Las Pavas, limitando al este por la unidad Zapallar. Subcuenca: Mojotoro - Lavayén.

Fisiografía: Extremos distal del abanico fluvial del río Perico.

Material Original: Depósitos aluviales derivados de rocas del Terciario: areniscas, limolitas, arcilitas y en menor proporción de rocas del Ordovícico, Cámbrico, Precámbrico.

Descripción de los suelos asociados

Suelo El Milagro

--> Dominante Nomenclatura: El Característica: Suelo de moderado desarrollo; con perfil A, B2, C; de texturas medianamente fina en superficie a gruesa en profundidad; algo excesiva a excesivamente drenado; moderadamente ácido a neutro; contenido de materia orgánica bajo; capacidad de intercambio catiónico media a baja; porcentaje de saturación de bases alto; pendiente del 1 al 2 %; erosión ligera.

Limitaciones: Erosión ligera; algo excesivamente drenado.

Clasificación Taxonómica USDA: Haplustalf psamméntico

Se encuentran en las partes terminales de los faldeos de las Serranías y niveles aterrizados, sobre-elevados respecto al valle actual, adosados a las Serranías o en las partes altas de las mismas. Se distribuyen enmarcados por las isohietas de 700 a 1500 mm.

Son suelos que se caracterizan por presentar un perfil desarrollado, cuya secuencia de horizontes es generalmente A1, B2t, B3, C. Bien estructurado, de texturas finas a medias y ligeramente ácido. Presentan epipedón mólico, bien provisto de materia orgánica. Estos suelos se caracterizan por la presencia de un horizonte sub-superficial B2 argílico.

e) *Asociación: Sevengual - Río Jordán*

Región Geográfica: Área montañosa y Valles Intermontanos Ubicación: Esta unidad se ubica en la provincia de Jujuy al oeste de la ruta nacional N° 34, desde la localidad de San Pedro de Jujuy hasta Libertador General San Martín. Subcuenca: Ríos: Grande - San Francisco. Fisiografía: Áreas montañosas. Relieve: Fuertemente colinado. Clima: Cálido: Tropical Serrano.

Material Original: Depósitos residuales derivados de rocas del Terciario: areniscas, limolitas, arcilitas, conglomerados.

Descripción de los suelos asociados

Suelo Sevengual

--> Dominante Nomenclatura: Sev Característica: Suelo de débil desarrollo; con perfil A, AC, C; de texturas media en superficie a medianamente fina en profundidad; bien a imperfectamente drenado; neutro a moderadamente alcalino; moderada presencia de carbonatos en profundidad; contenido de materia orgánica moderadamente alto; capacidad de intercambio catiónico alta a moderadamente alta; porcentaje de saturación de bases bajo a alto; pendiente del 12 al 55 %; erosión moderada.

Clasificación Taxonómica USDA: Hapludol típico

Se encuentran en las partes terminales de los faldeos de las Serranías y niveles aterrizados, sobre-elevados respecto al valle actual, adosados a las Serranías o en las partes altas de las mismas. Son suelos que se caracterizan por presentar un perfil desarrollado, cuya secuencia de horizontes es generalmente A1, B2t, B3, C. Bien estructurado, de texturas finas a medias y ligeramente ácido. Presentan epipedón mólico, bien provisto de materia orgánica. Estos suelos se distinguen por presentar acumulaciones de carbonato de calcio entre los 20 y 50 cm superiores. Dominan las áreas de transición entre semiárido subhúmedo.

Suelo Río Jordán

--> Dominante Nomenclatura: Rj Característica: Suelo débilmente desarrollado; con perfil A, AC, R; textura media; moderadamente bien drenado; pendiente del 6 al 13 %; erosión moderada.

Clasificación Taxonómica USDA: Ustorthente údico

Se ubican en faldeos y valles intermontanos, están desprovistos de carbonato en el perfil; predominan las texturas medias gruesas. Son neutros a ligeramente ácidos.

f) Asociación Perico

Región Geográfica: Área montañosa y Valles Intermontanos Ubicación: Se extiende desde la margen izquierda del río Perico hasta las proximidades de la ruta que une las localidades. El Carmen y Los Lapachos. Subcuenca: Ríos: Grande y San Francisco.

Material Original: Depósitos aluviales derivados de rocas del Terciario: areniscas, limolitas, conglomerados y en menor proporción de rocas del Ordovícico, Cámbrico y Precámbrico.

Descripción de los suelos asociados

Suelo Perico

--> Dominante Nomenclatura: Pe Característica: Suelo de incipiente desarrollo; con perfil A, C; de textura media; bien a moderadamente bien drenado; neutro; contenido de materia orgánica bajo; capacidad de intercambio catiónico media; porcentaje de saturación de bases alto; pendiente del 0 al 1 %; erosión ligera a moderada. Limitaciones: Erosión ligera a moderada.

Clasificación Taxonómica USDA: Ustifluvente mólico

Se ubican en sectores bajos de los Valles Intermontanos y bajadas aluviales, en los derrames esporádicos a temporales. Son suelos poco evolucionados, presentan una secuencia de horizontes A, C, IIC2, IIIC3; con evidentes cambios texturales entre capas. Se observa la presencia dominante del epipedón Ócrico en los perfiles, careciendo de horizontes diagnóstico sub-superficiales. Algunos Fluvisoles éutricos son de texturas homogéneas de media a gruesa y otros con sustrato heterogéneo con intercalaciones de grava, rodados y material arenoso. Tienen pH ácido a neutro.

g) Asociación: La Quesera - La Quesera Chica

Región Geográfica: Área montañosa y Valles Intermontanos Ubicación: Subcuenca: Toro - Arenales, Mojotoro - Lavayén y Río Grande - San Francisco.

Fisiografía: Área montañosa. Relieve: Colinado a fuertemente colinado.

Clima: Tropical Serrano

Descripción de los suelos asociados

Suelo La Quesera

--> Dominante Nomenclatura: Lq Característica: Suelo débilmente desarrollado; con perfil A, AC, C; de textura media en superficie y media a medianamente gruesa en profundidad; moderadamente bien drenado; moderadamente ácido a moderadamente alcalino; contenido de materia orgánica alto; capacidad de intercambio catiónico moderadamente alta; porcentaje de saturación de bases alto; pendiente del 1 al 4 %; erosión ligera a moderada; inundación temporaria. Limitaciones: Erosión ligera a moderada; inundación poco frecuente.

Clasificación Taxonómica USDA: Hapludol fluvéntico

Se encuentran en las partes terminales de los faldeos de las Serranías y niveles aterrizados, sobre-elevados respecto al valle actual, adosados a las Serranías o en las partes altas de las mismas. Se distribuyen longitudinalmente desde el límite con Bolivia, al norte, hasta el límite con Tucumán, al sur, en una franja determinada por las Sierras Subandinas y enmarcadas por las isohietas de 700 a 1500 mm. Son suelos que se caracterizan por presentar un perfil desarrollado, Bien estructurado, de texturas finas a medias y ligeramente ácido. Presentan epipedón mólico, bien provisto de materia orgánica.

El relevamiento semidetallado de suelos del CFI (1980) antes citado, definió las siguientes Unidades Cartográficas en las áreas definidas (Cuadro 7):

Cuadro 7. Unidades cartográficas del relevamiento semidetallado de suelos CFI (1980) en Valles Templados

| ÁREA I | ÁREA II | ÁREA III |
|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Serie Aguas Calientes | Serie Algarrobal | Serie El Carmen |
| Serie El Cadillal | Serie Chaguaral | Serie El Pongo |
| Serie El Carmen | Serie El Mollar | Serie Loma atravesada |

| | | |
|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Serie El Milagro | Serie Lobatán | Serie Loma del Medio |
| Serie Pampa Blanca | Serie Media Luna | Serie Los Alisos |
| Serie Pampa Vieja | Serie San Lucas | Serie Papalá |
| Serie Perico | Serie San Pedro | Complejo Cañadones |
| Serie Puesto Viejo | Asociación Villa Las Rosas | Complejo Huaico |
| Complejo La Palangana | Complejo Lavayén | Complejo Las Vertientes |
| Complejo La Isla | | Tierras Misceláneas |
| Complejo Lavayén | | |
| Complejo Manantiales | | |
| Complejo El Carmen-Perico-La Isla | | |
| Tierras miceláneas pedregosas | | |

Los sitios del presente estudio en parte coincidentes son C10 (Serie El Milagro), C11 (Serie Puesto Viejo) y C14 (Serie Los Alisos o Loma Media). Los restantes no fueron relevados en el trabajo anterior del CFI.

8.3.2.b. Resultados del presente estudio

a) Fraccionamiento granulométrico

La variabilidad textural es importante en los suelos vitícolas de los Valles, espacialmente y en profundidad, yendo desde arenosos en Monterrico a franco limosos en San Antonio (Figura 137). En general, la fracción arena que predomina en los suelos relevados es la muy gruesa (1000 a 2000 micrones) (Figura 109), pero al bajar al detalle de subzonas en cambio, resulta mayoritaria la arena de tamaño medio en Monterrico (Figura 138).

En los sitios C10, C12, C13 y C15 se observó pedregosidad abundante algunas desde superficie (C12), desde grava fina a bloques de tamaño de 20 cm y mayores (Cuadro 7). En el sitio C12, está ubicado en la parte media de un cono aluvial formado a partir de los materiales depositados por un cauce procedente de los relieves que limitan por el Este, al departamento EL Carmen. Los materiales gruesos sobre la superficie indican la dinámica actual de los procesos de remoción en masa, los que se sucedieron en el tiempo de acuerdo con los materiales encontrados en todo el perfil de la calicata.

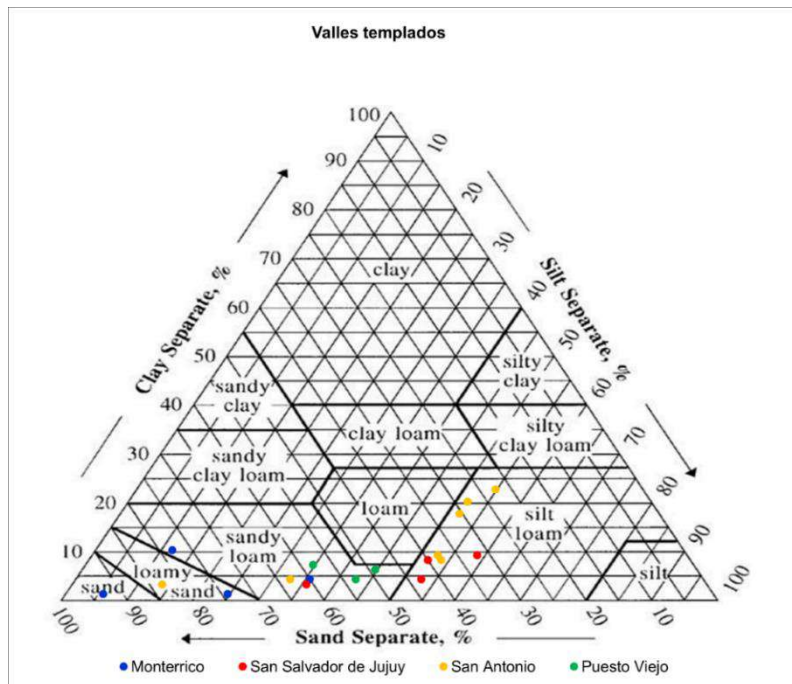


Figura 137. Triángulo de textura elemental americana de los suelos vitícolas en Valles Templados

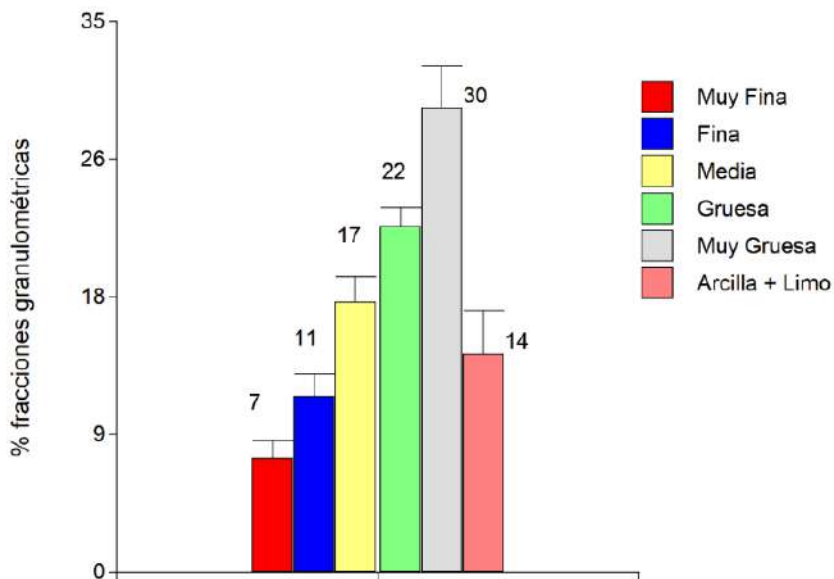


Figura 138. Fraccionamiento granulométrico promedio de los suelos de los Valles Templados en zonas vitícolas de Jujuy

Cuadro 8. Proporción tierra fina vs esqueleto grueso en los suelos de las subzonas vitícolas en Valles Templados

| Sitio | Finca | Calicata | Capa | Límite superior (cm) | Límite inferior (cm) | % Tierra Fina vs esqueleto grueso | | | |
|--------------|----------------|----------|------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|
| | | | | | | Tierra Fina (< 0,2 cm) | grava fina a media (0,2 a 2 cm) | grava gruesa (2 a 6 cm) | roca (6 a 20 cm) |
| Monterrico | Giacoppo | 10 | 2 | 45 | 160 | 22,2 | 11,1 | 33,3 | 33,3 |
| Monterrico | Yañez | 12 | 1 | 0 | 30 | 45,5 | 34,5 | 18,2 | 1,8 |
| Monterrico | Yañez | 12 | 2 | 30 | 160 | 32,3 | 51,6 | 16,1 | 0,0 |
| San Antonio | Potrero de Río | 13 | 3 | 70 | 90 | 28,2 | 38,5 | 17,9 | 15,4 |
| San Antonio | Potrero de Río | 13 | 4 | 90 | 190 | 11,2 | 30,6 | 12,2 | 45,9 |
| San Salvador | El Algarrobal | 15 | 4 | 130 | 180 | 41,7 | 45,8 | 12,5 | 0,0 |

b) Características físico-químicas:

En general son suelos no salinos y no sódicos y con reserva de yeso (Figura 139 a, c y d). El pH pasta que predomina es alcalino a moderadamente ácido en los Hapludoles al NO de la zona estudiada, en San Salvador de Jujuy (Figura 111 b).

Los suelos de Monterrico son más arenosos y los más limo arcillosos en San Antonio y San Salvador de Jujuy (Figura 139 e, f y g).

Toda el área estudiada presenta contenidos medios de materia orgánica y altos en nitrógeno (Figura 140 a y b). En la zona cercanas al sitio C11 en Puesto Viejo, los contenidos de materia orgánica son muy bajos y la relación C/N menor a 5 demuestra este hecho (Figura 140 a y c).

La capacidad de intercambio catiónica es media a alta, en correspondencia a la textura y contenidos de materia orgánica (Figura 140 d).

La permeabilidad de los suelos, estimada a través de la conductividad hidráulica saturada (K Darcy), se califica como moderada a moderadamente rápida (Figura 141 izq y Cuadro 4).

La capacidad de almacenaje de agua hasta el metro de profundidad es buena para suelos regadíos (Figura 141 der), lo que, sumado a la alta pluviometría de esta zona de los Valles, permite presumir sea necesaria una exacta y programación de riegos, para evitar vigor exacerbado y equilibrar el desarrollo vegetativo y reproductivo de

las vides. El sitio pedregoso con aportes de clastos y bloques transportados por el río Perico en Monterrico, es la excepción.

c) *Distribución geoespacial de las variables edáficas en la Quebrada*

En las figuras 124 a 133 subsiguientes se observa la distribución espacial de las variables edáficas evaluadas. Consideraciones de interés a señalar son:

El riesgo de anegamiento es bajo, excepto en la zona disectada por arroyos entre los ríos Grande y Perico y el NO del Departamento El Carmen, área con predominio de texturas finas en el perfil y menor conductividad hidráulica saturada (Figura 141 a y Figura 114).

La potencialidad de erosión hídrica, como asimismo el escurrimiento superficial son bajos en casi todo el Valle por las bajas pendientes. Es mayor en la zona surcada por los ríos Alisos y Sauce al NO, de mayores pendientes de terreno, como también señalaron esta situación los índices de convergencia, de humedad topográfica y de potencia o acumulación de flujo que fueron discutidos en el punto 12.2. Signos de erosión también se evidencian en las cercanías al río Sunchal y al pie del El Cerro la Ciénaga en el departamento El Carmen. Al este del departamento San Antonio el escurrimiento es también lento (Figura 143).

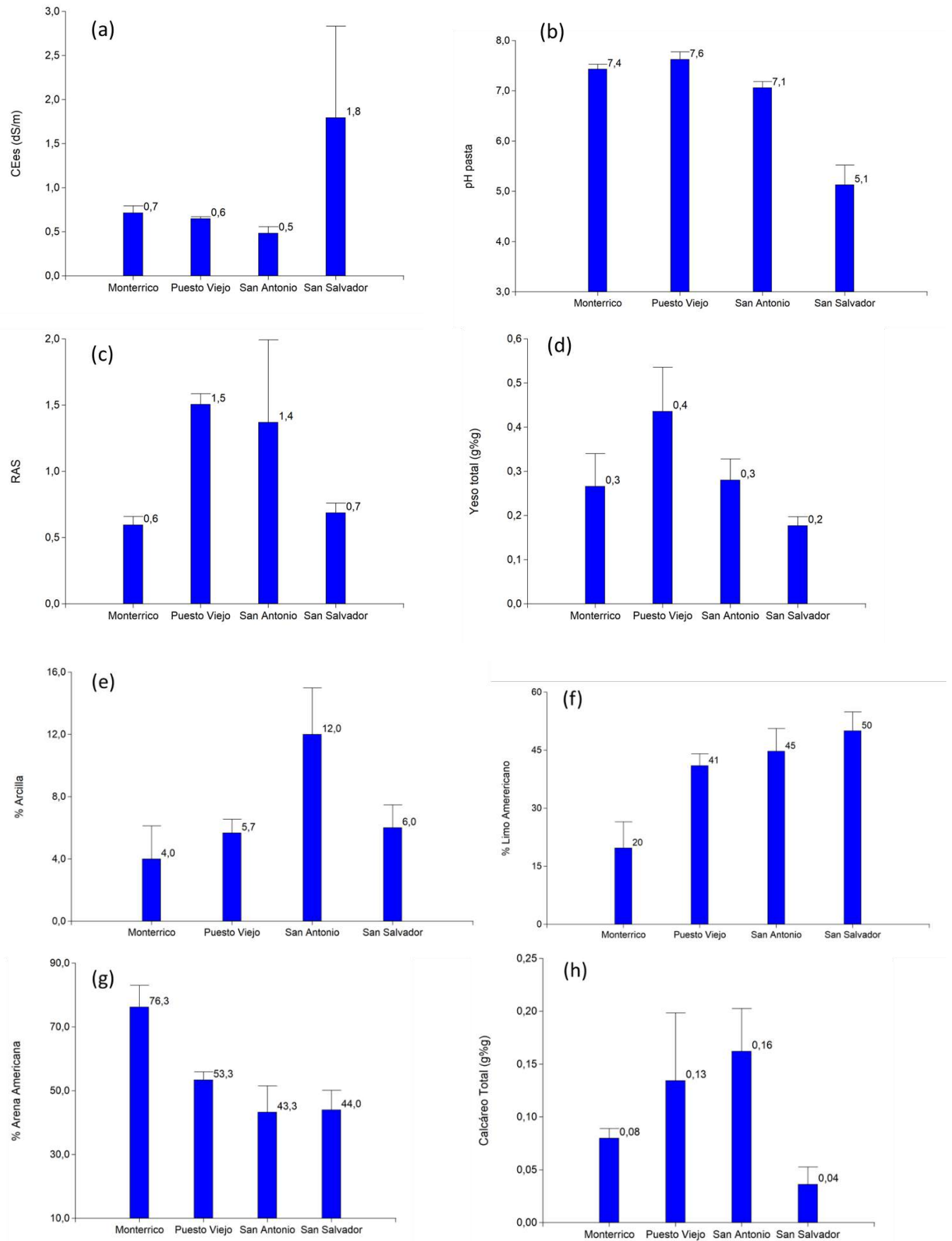


Figura 139. Características físico químicas de los suelos vitícolas en Valles Templados

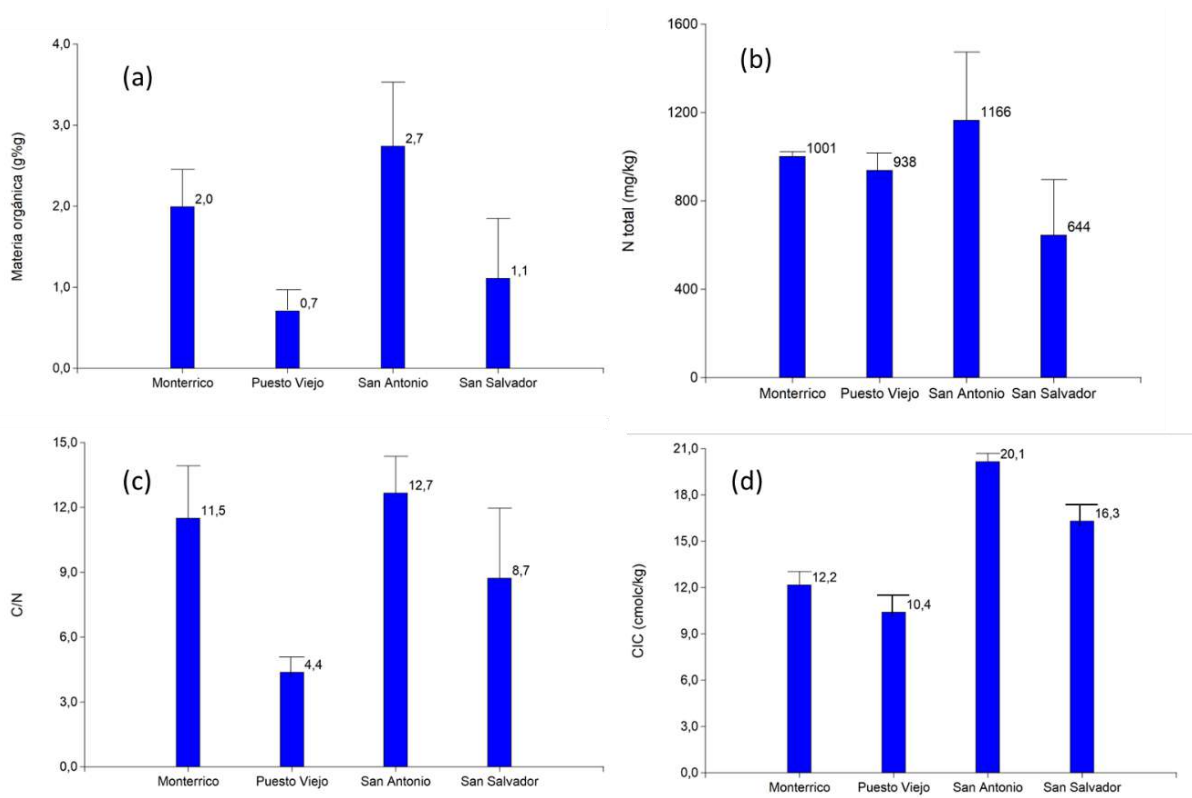


Figura 140. Fertilidad de los suelos de los valles vitícolas en Valles templados

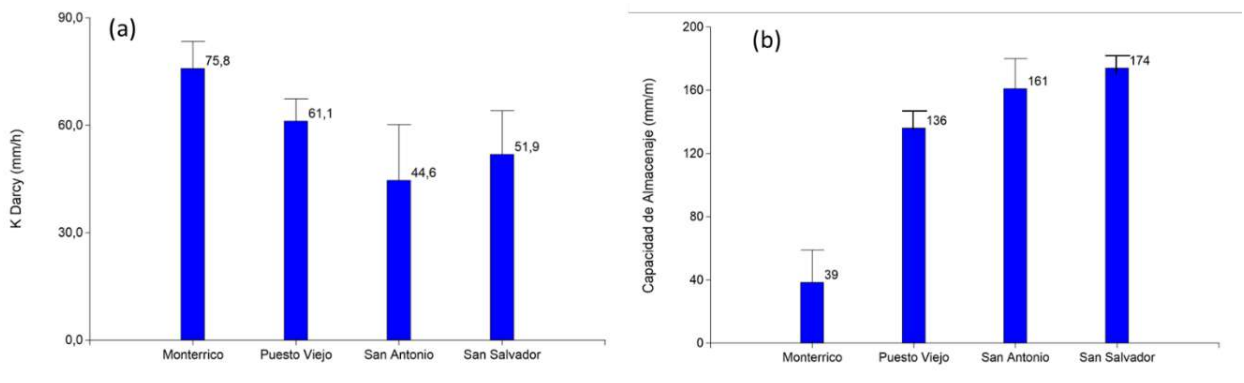


Figura 141. Conductividad hidráulica saturada (K Darcy) (izq) y Capacidad de almacenaje (der) de los suelos de los valles vitícolas en Valles templados

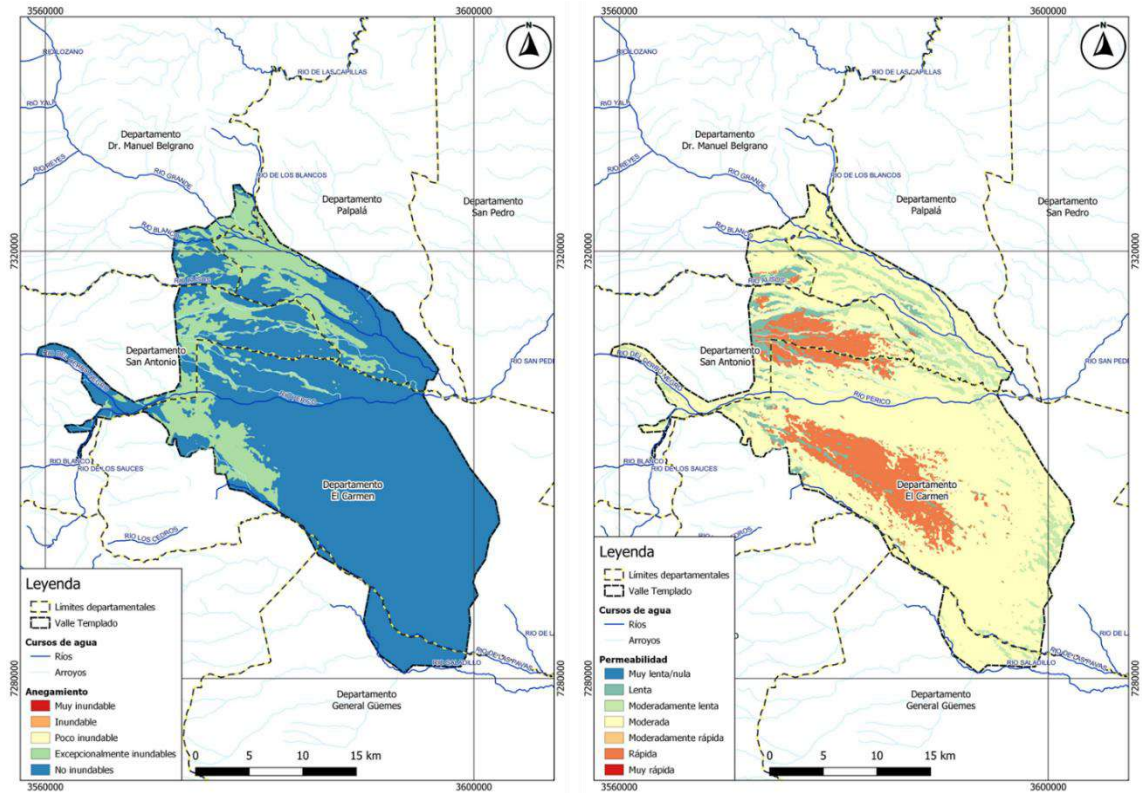


Figura 142. Riesgo de anegamiento (izq) y permeabilidad (der) evaluadas a campo en los suelos vitícolas de los valles templados

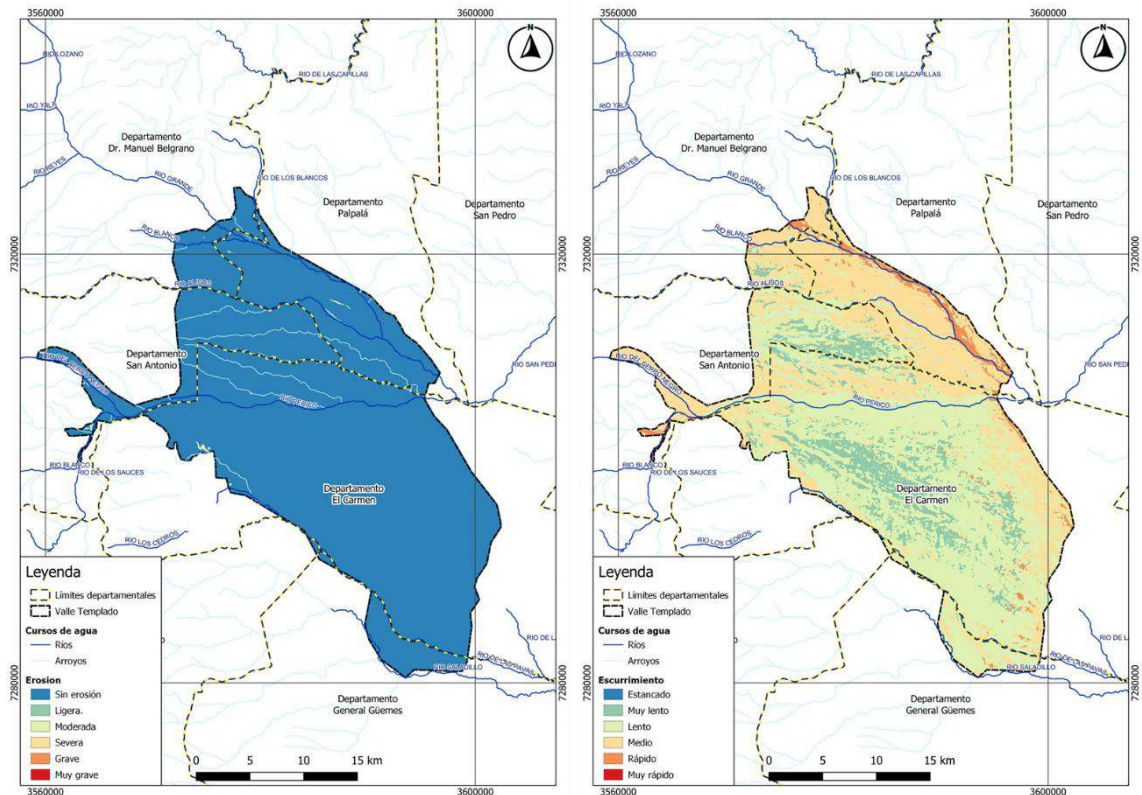


Figura 143. Erosión y Escurrimiento evaluados a campo en los suelos vitícolas de los valles templados

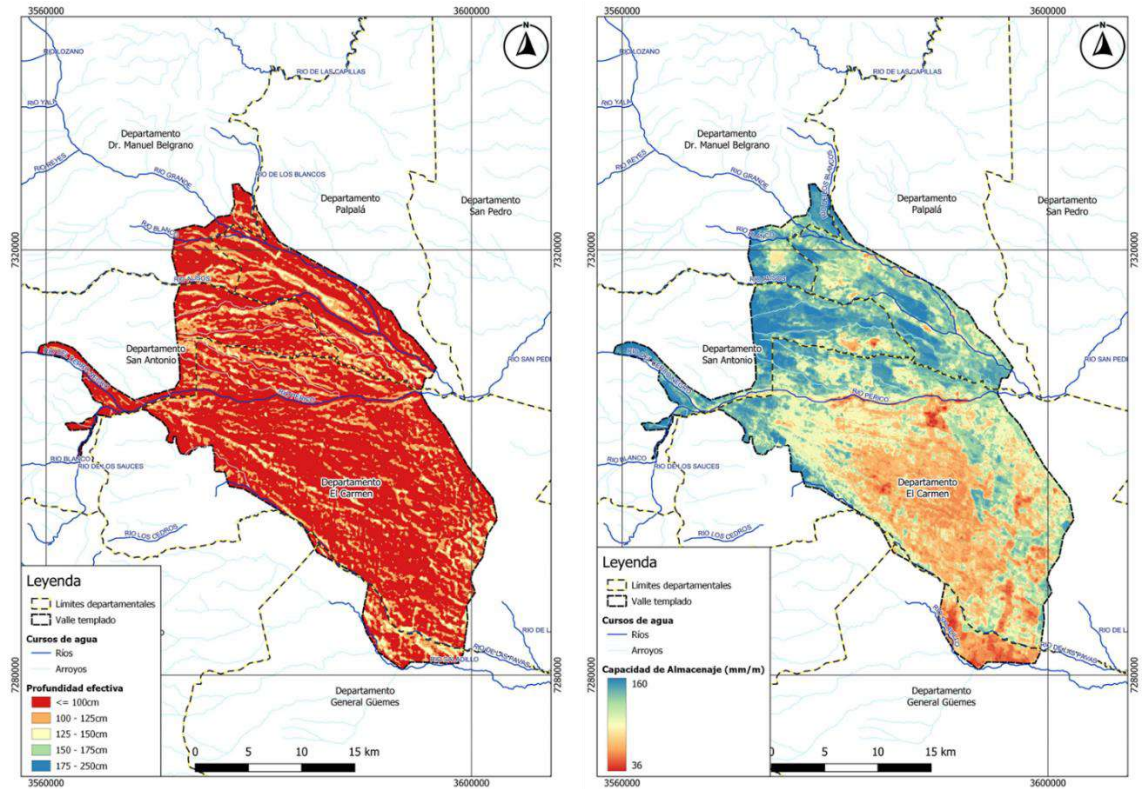


Figura 144. Profundidad efectiva y capacidad de almacenaje de agua en los suelos vitícolas de los valles templados

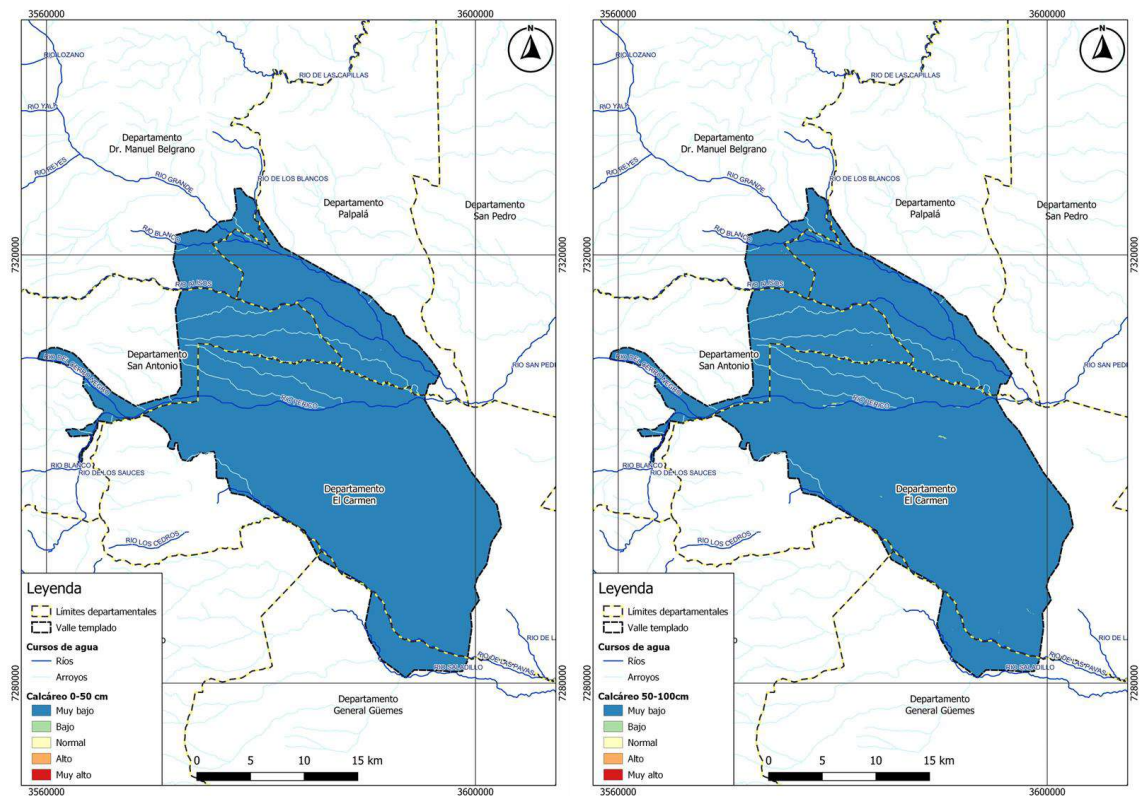


Figura 145. Calcáreo total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm en los suelos vitícolas de los valles templados

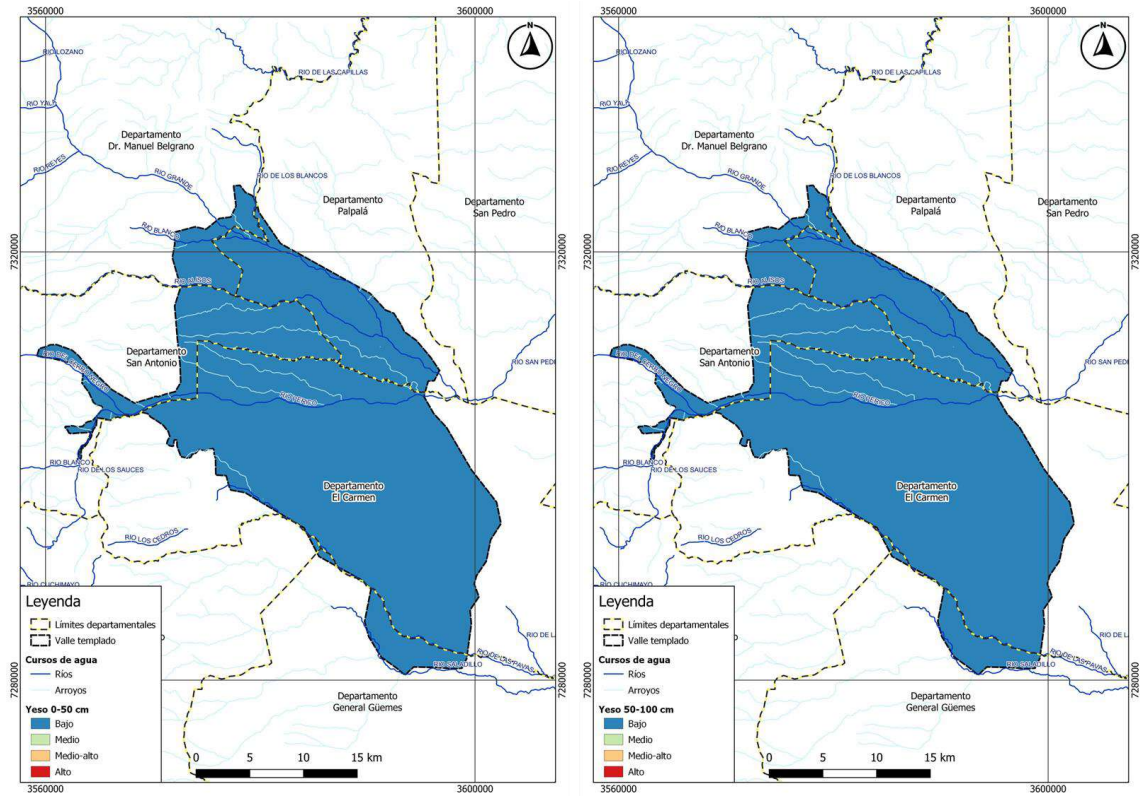


Figura 146. Yeso total a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados

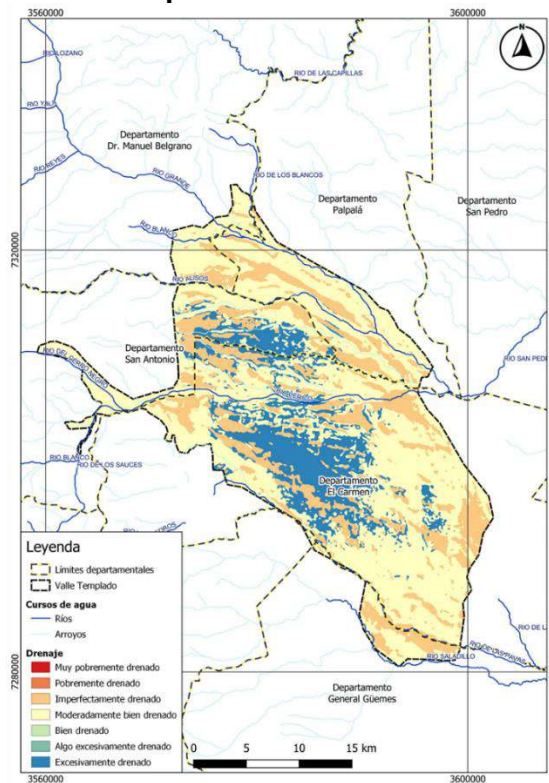


Figura 147. Drenaje interno de los suelos vitícolas en los Valles templados

La mayor capacidad de almacenaje de agua y suelos más profundos es hacia la margen izquierda del río Perico, siendo lo contrario hacia margen derecha por

presencia de subsuelo pedregoso a profundidad variable y texturas más gruesas (Figura 144). Por estas mismas razones, el drenaje es excesivo hacia la margen derecha del río.

Los contenidos de calcáreo y yeso total, son bajos en general en los valles (Figura 145 y Figura 146). Pero se evidenciaron sitios puntuales de reacción más fuerte al clorhídrico y positiva a yeso con indicios de saturación evidentes, como en C11.

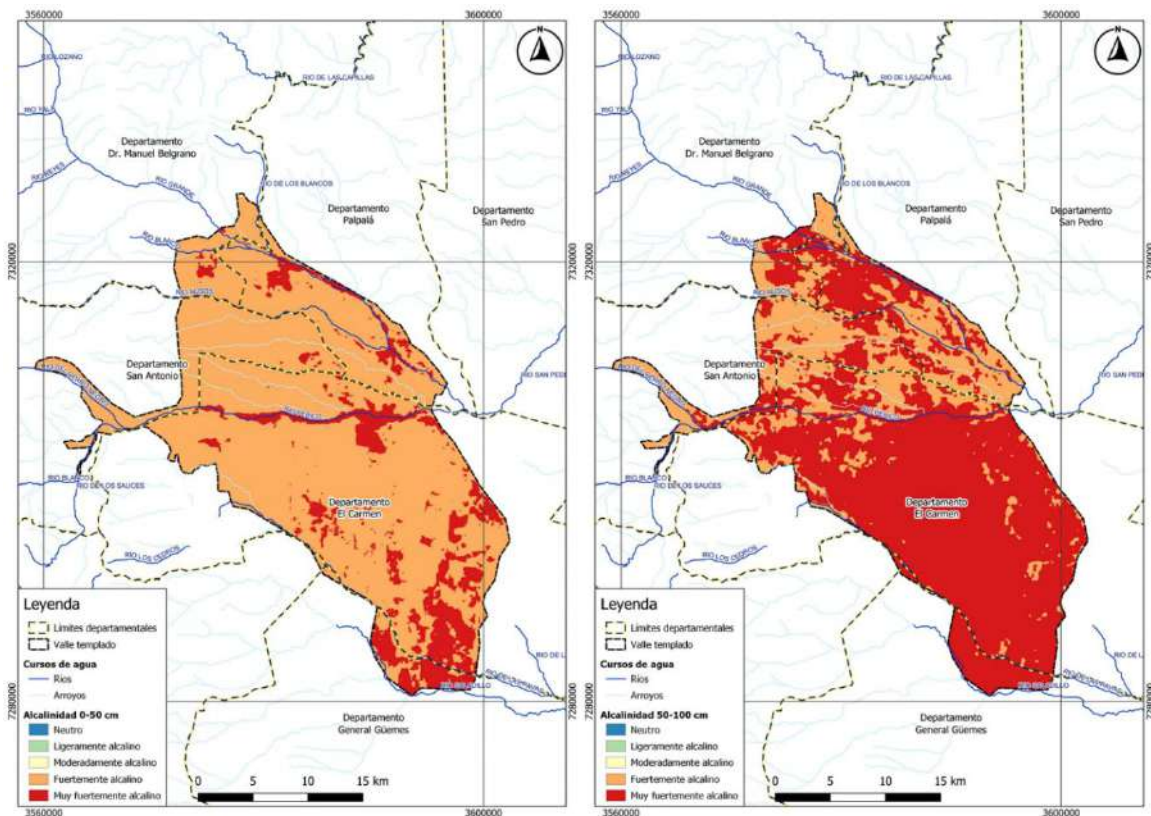


Figura 148. Alcalinidad medida a través del pH en pasta dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados

El pH de los suelos es alcalino, más fuertemente alcalino en profundidad (Figura 148). La salinidad es baja en casi todo el área y ligeramente salina al norte en la capa superficial, en los márgenes del río Grande y zona de confluencia con el río Alisos que presenta texturas más finas, menor capacidad de drenaje y en consecuencia menor lixiviado de sales (Figura 149). De modo concordante, y aunque no hay riesgos de sodicidad según los valores de RAS analizados, es mayor la acumulación de sodio también en esa área (Figura 150).

Los contenidos de nitrógeno altos y materia orgánica media es la referencia común en los Valles, así como la capacidad de intercambio catiónico media. Hacia el oeste de la zona evaluada son mayores de CIC probablemente asociado al tipo de coloides presentes en los suelos (Figura 151).

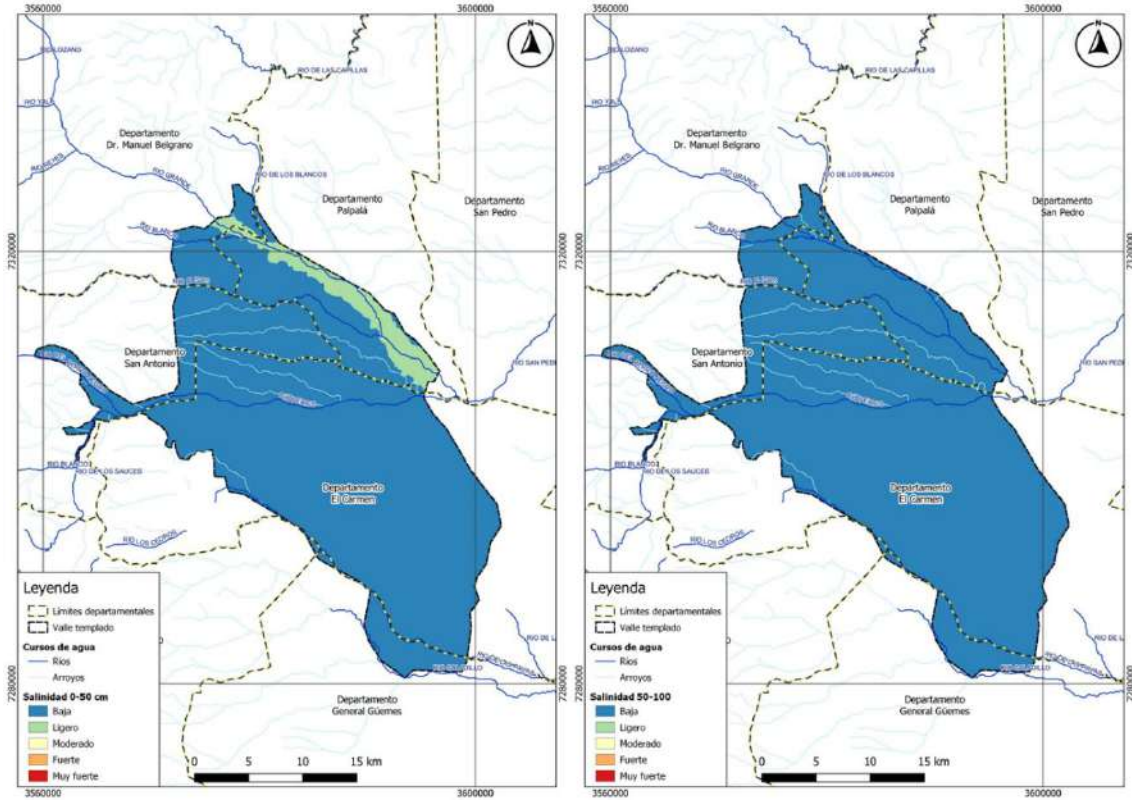


Figura 149. Salinidad a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados

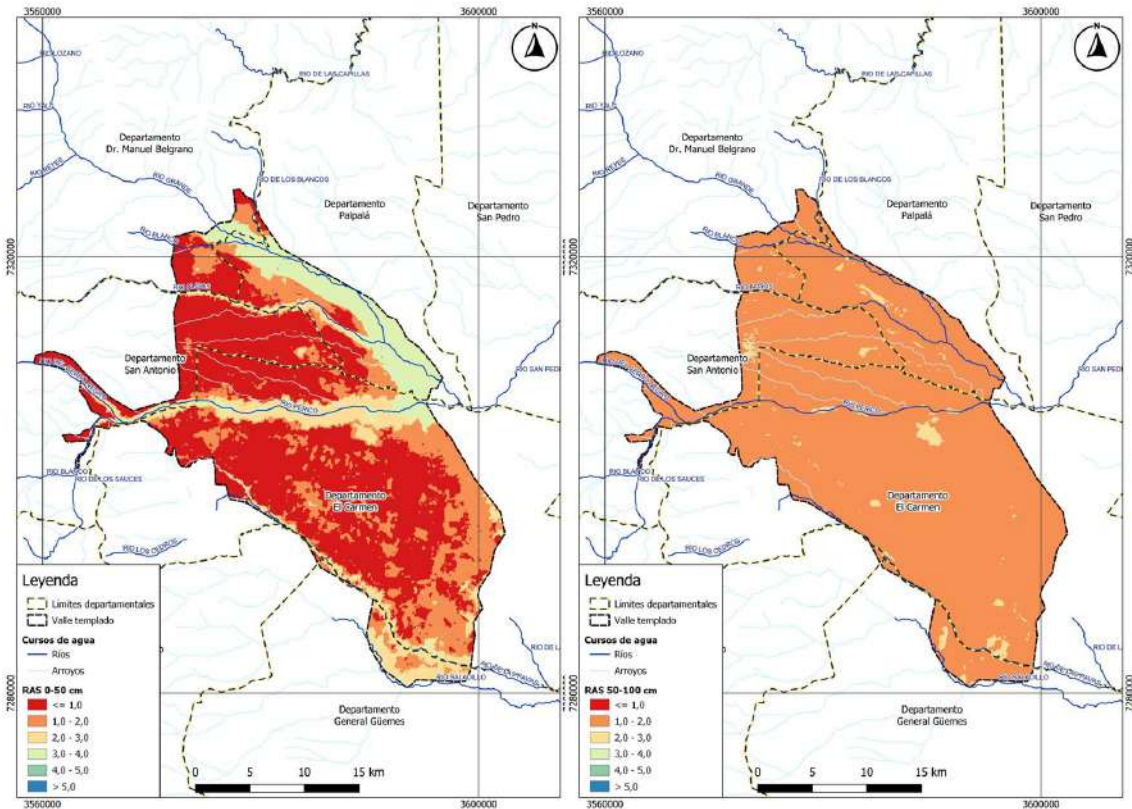


Figura 150. Relación de Adsorción de sodio (RAS) a dos profundidades, 0-50 cm y 50-100 cm, en los suelos vitícolas de los valles templados

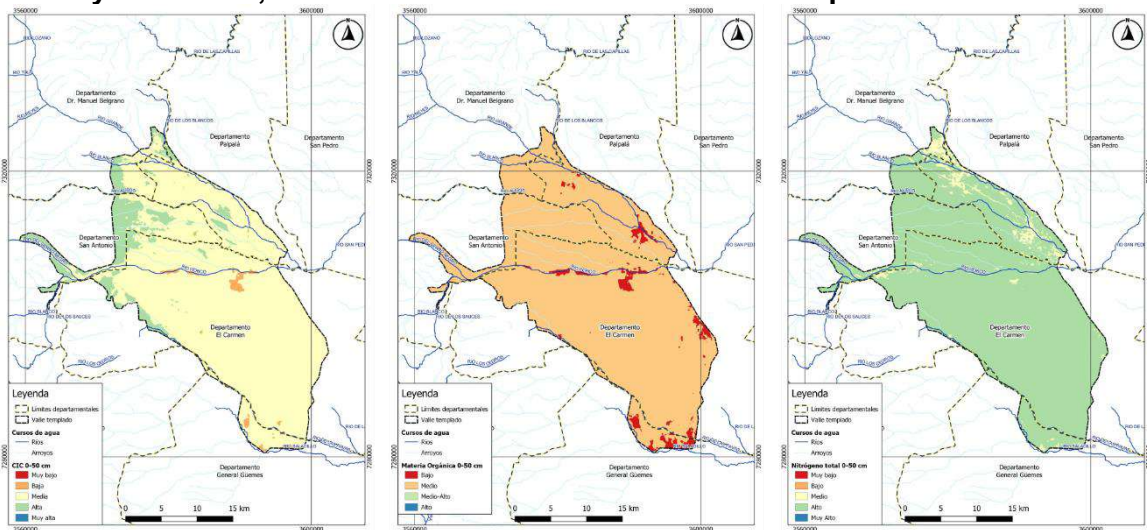


Figura 151. CIC (izq), Materia orgánica (centro) y N total (der) en la capa de 0-50 cm en los suelos vitícolas de los valles templados

8.3.3. Unidades edáficas y perfiles Quebrada de Humahuaca

De las observaciones en campo, antecedentes revisados, resultados de los análisis de laboratorio y desde el punto de vista de suelos para viticultura, se definen las Unidades Edáficas (UE) presentadas en la Figura 135 para la Quebrada.

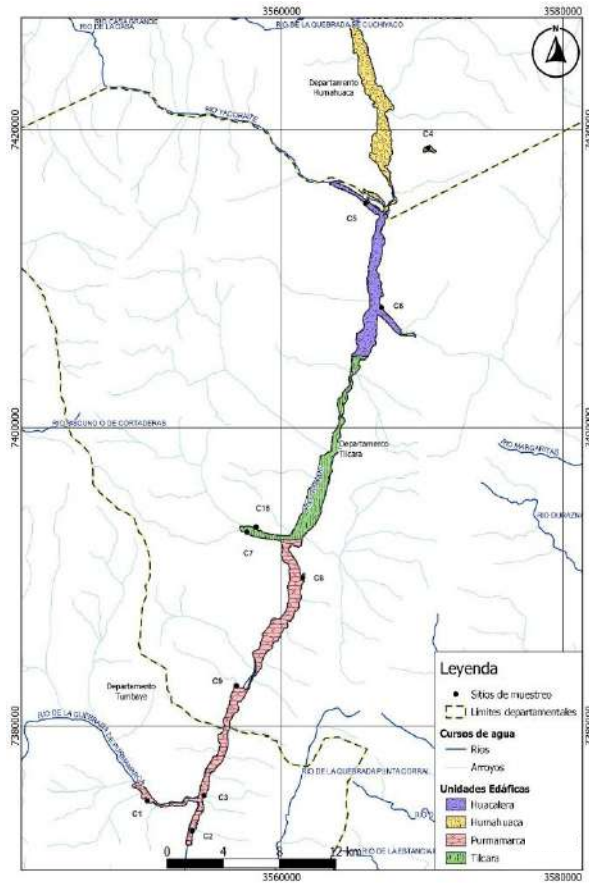


Figura 152. Unidades Edáficas definidas para la Quebrada de Humahuaca

8.3.3.a. UE Purmamarca:

Unidad ubicada entre los 2100 y 2500 msnm. Suelos de perfiles incipientes o débilmente desarrollados en casi toda la superficie, en ambos márgenes del río Grande, con aportes aluvio-columviales que conforman suelos con discontinuidades genéticas. Los débilmente desarrollados corresponden a suelos de planos intermedios y altos. La discontinuidad litológica es casi constante también en planos bajos y sectores asociados a la terraza aluvial, por el aporte de material erosionado de áreas altas y deposiciones de origen fluvial.

Los suelos desarrollados a partir de depósitos indiferenciados del cuaternario se encuentran tanto en el extremo distal de los abanicos aluviales –bajadas- en los que se desarrolló la localidad de Maimará, en la margen izquierda del río Grande o en el extremo medio del extenso abanico aluvial, desarrollado en la margen derecha del río Grande. Los procesos gravitacionales que intervienen en la generación de los conos aluviales ocasionan flujos rápidos con gran capacidad para transportar bloques de dimensiones variadas las que se reconocen tanto en los perfiles de

suelo como en superficie. El subsuelo rocoso se presenta mayormente entre los 60 y 190 cm de profundidad, el porcentaje de tierra fina, grava fina a media y grava gruesa es de 48%, 24%, 14% respectivamente. El esqueleto grueso de tamaño menor a 6 cm se distribuye en todo el perfil y en algunos casos desde la superficie (Cuadro 3).

Son suelos mayormente franco-arenosos, calcáreo-yesosos, no salinos ni sódicos. En capas limitadas dentro del perfil, y a profundidades variables, se presenta coloración rojiza, que coincide con la composición de las arcillas del Subgrupo Pirgua, ricas en óxido férrico.

La capacidad de almacenaje moderada y limitada por la presencia de esqueleto grueso presente en todo el perfil es de 63 mm/m en promedio y la conductividad hidráulica saturada variable $73,4 \pm 22,8$ mm/h calificada como moderadamente rápida.

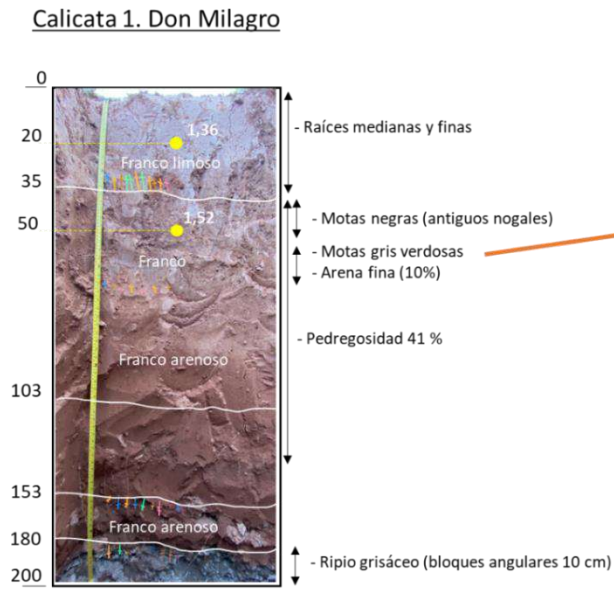
El contenido de arcilla promedio es de $4,9 \pm 3,6$ g%g, el de limo $27,3 \pm 14,7$ g%g y la arena $67,7 \pm 18$ g%g. La salinidad, expresada a través de la CEes, es de $2,1 \pm 1,6$ dS/m, el pH alcalino $7,68 \pm 0,27$. Contenidos de calcáreo total bajos $2,5 \pm 2,6$ g%g y de yeso total $1,3 \pm 0,9$. NO presentan problemas de sodicidad (RAS $4,1 \pm 2,4$).

Tienen bajo contenidos de materia orgánica y medios de N total, $0,83 \pm 0,7$ g%g y 623 ± 392 mg/kg respectivamente, con algunos sitios cuyo manejo agrícola e historia de cultivo han aumentado su fertilidad y los contenidos son mayores. La CIC es baja, $6,2 \pm 2,8$ cmolc/kg por su textura gruesa y bajos contenidos de materia orgánica en general. La relación C/N de 7,4 señala tasas de mineralización elevadas y escasez de materia orgánica en la zona de mayor enraizamiento.

Hacia el oeste (C1), los suelos son más profundos hasta el subsuelo pedregoso, de textura más limosa (53 g%g promedio en el primer metro), de coloración rojiza. La presencia de motas verdosas y negruzcas y la alta humedad del perfil denotan una capacidad mínima de aire reducida, como asimismo el requerimiento de lixiviación, y por eso la mayor salinidad sin alcanzar aún niveles de peligro para las vides. Se hace notar, por la escala de trabajo y su escasa significancia superficial, no se separó este suelo en otra unidad, pero sí podría constituir una posible IG diferenciada futura.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en las clases y subclases: 2st y 3st

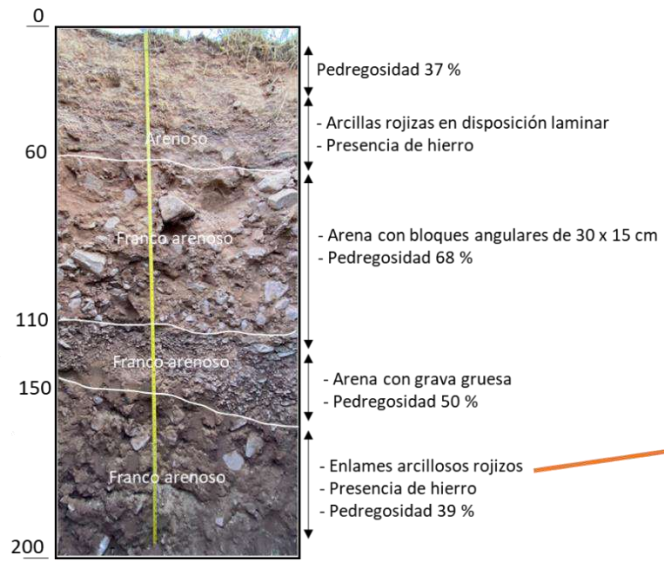
PERFILES MODALES:



Arcilla rojiza, plástica entre los 2,20 y 2,55 m

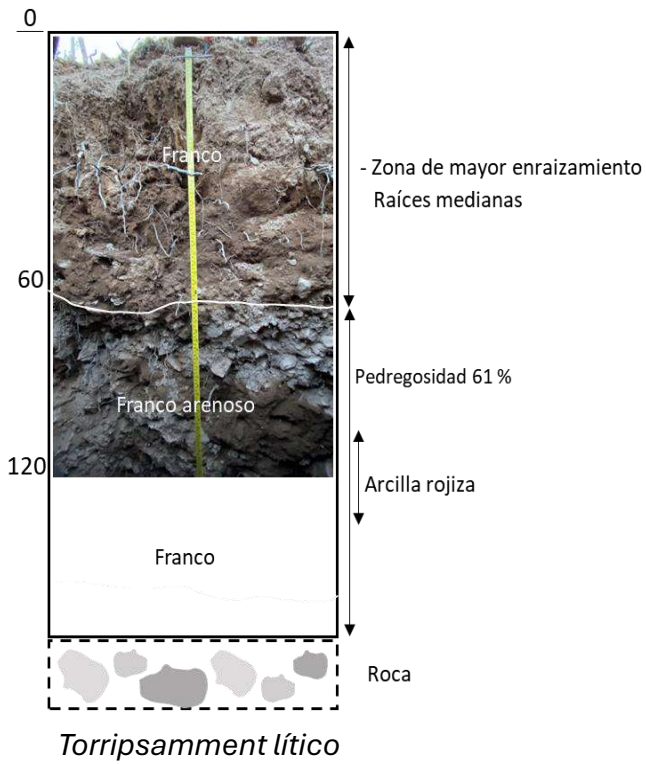
Torriorthent lítico

Calicata 2. Amanecer Andino

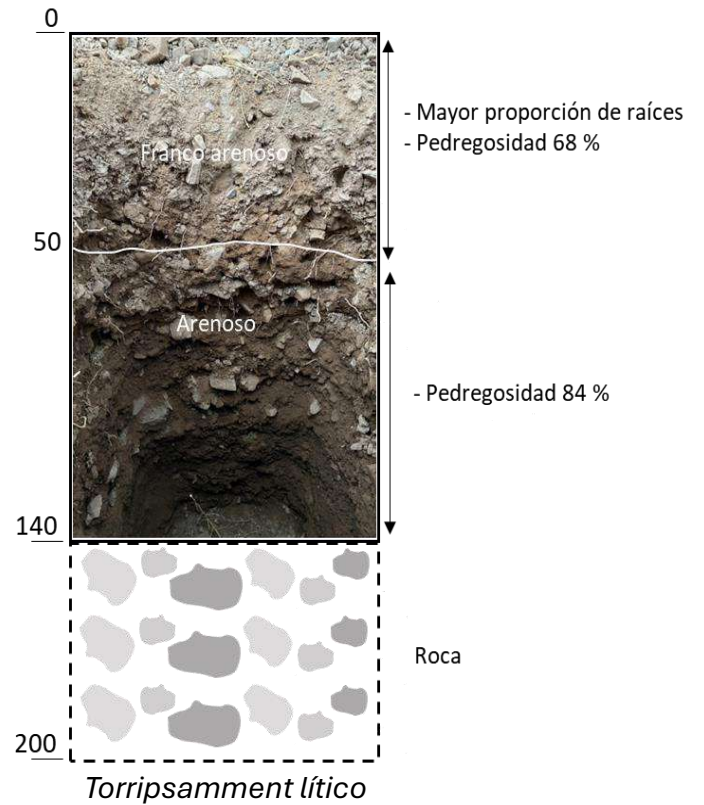


Torrripsamment lítico

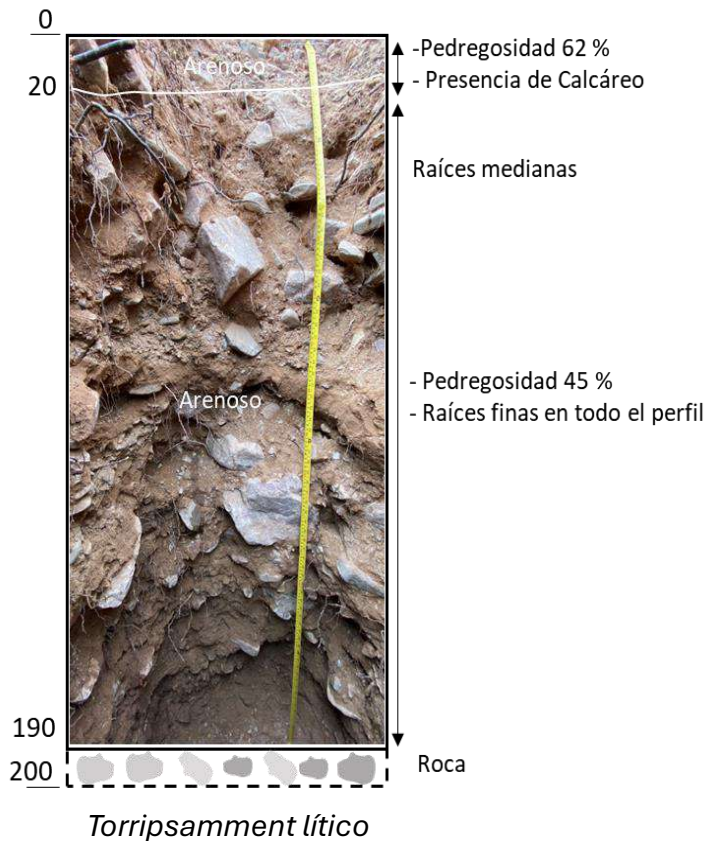
Calicata 3. Viña Purmamarca



Calicata 9. Bodega Yanay



Calicata 8 . Dupont



8.3.3.b. UE Tilcara-Huichaira:

Unidad ubicada entre los 2500 y 2600 msnm La zona de viñedos estrictamente evaluada es la ubicada en la parte media de un abanico aluvial de un arroyo tributario del río Huichaira, el que tiene como nivel de base local al río Grande, ubicada geográficamente en el departamento Tilcara, por lo que se adopta ese nombre más apropiado para la UE.

Las lluvias torrenciales, la disponibilidad de materiales sueltos de las formaciones cuaternarias y la pendiente general favorecen el desenlace de flujos rápidos conformando en el área conos de deyección resultantes de la acumulación de detritos transportados por estas corrientes. La erosión hídrica se manifiesta en la formación de cárcavas de dimensiones variables como ya se mencionó en anteriormente en el presente informe.

A diferencia de la UE Purmamarca, los suelos son más profundos, limo-arcillosos en las capas superficiales (8% de arcilla y 36% de limo). La profundidad libre de piedras es mayor en el margen izquierdo del arroyo Huichaira y el perfil es de textura mucho más fina hasta los 180 cm (C16). Están presentes las coloraciones rojizas por presencia de óxido férrico, que son más marcadas contra los cerros del subgrupo Pirgua hacia el margen izquierdo del arroyo. Hacia la margen derecha, aparece grava media a gruesa a partir de los 45 cm en un 83% de esa capa en el perfil (C7). En profundidad las capas son arenosas a franco arenosas. La mayor proporción de raíces se desarrollan en los primeros 50 a 60 cm del perfil antes de la discontinuidad textural de la capa más arcillosa o la presencia de esqueleto grueso.

La capacidad de retención de agua es ≥ 80 mm/m y la conductividad hidráulica saturada moderada en promedio 30 mm/h por las capas superiores de textura más fina. La presencia de motas negruzcas de materia orgánica descompuesta y lentes de coloración verdosa, que indicarían estado de reducción por anaerobiosis. Estos rasgos sugieren tener cuidado con el riego y la capacidad mínima de aire en el perfil y el correcto lixiviado de sales, sobre todo en la margen izquierda del arroyo en donde se pudo observar eflorescencia salina en el interfilar (Figura 136).



Figura 153. Eflorescencia salina al pie del interfilas en perfil de Huichaira

En su fase más pedregosa son suelos de muy baja salinidad (CEes $0,86 \pm 0,01$ dS/m) y no sódicos (RAS $1,6 \pm 0,01$) en general, probablemente asociado a la calidad de las fuentes de agua de riego (captación de vertientes y del arroyo) pero no se poseen información de ese tipo para constatar. El pH alcalino en promedio 7,78.

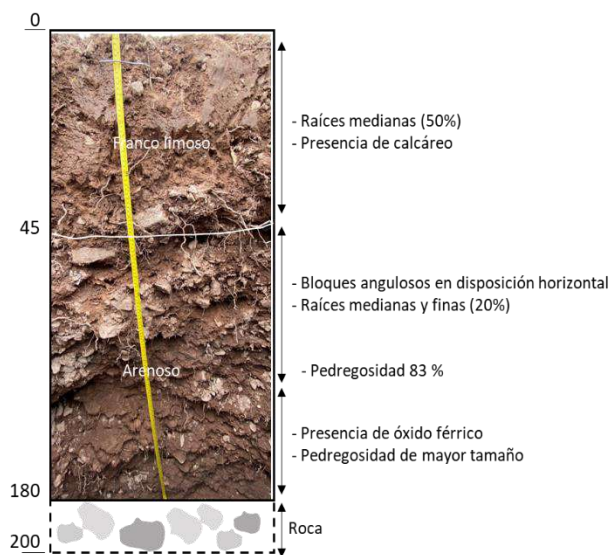
Presentan reacción positiva al ácido clorhídrico y concreciones de carbonato de calcio entre 1 a 5 cm en margen izquierda (C16). Los contenidos de carbonato de calcio son los mayores observados en la Quebrada $3,2 \pm 0,5$ g%g y de yeso total semejantes a los suelos de Purmamarca alrededor de 1,3 g%g.

Poseen buen contenido de materia orgánica y altos de N total, 1,23 g%g y 1059 mg/kg respectivamente, CIC promedio media 10,4 cmolc/kg. La relación C/N de 6,8 señala tasas de mineralización elevadas.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en las clases y subclases: 2st y 3 st

PERFILES MODALES:

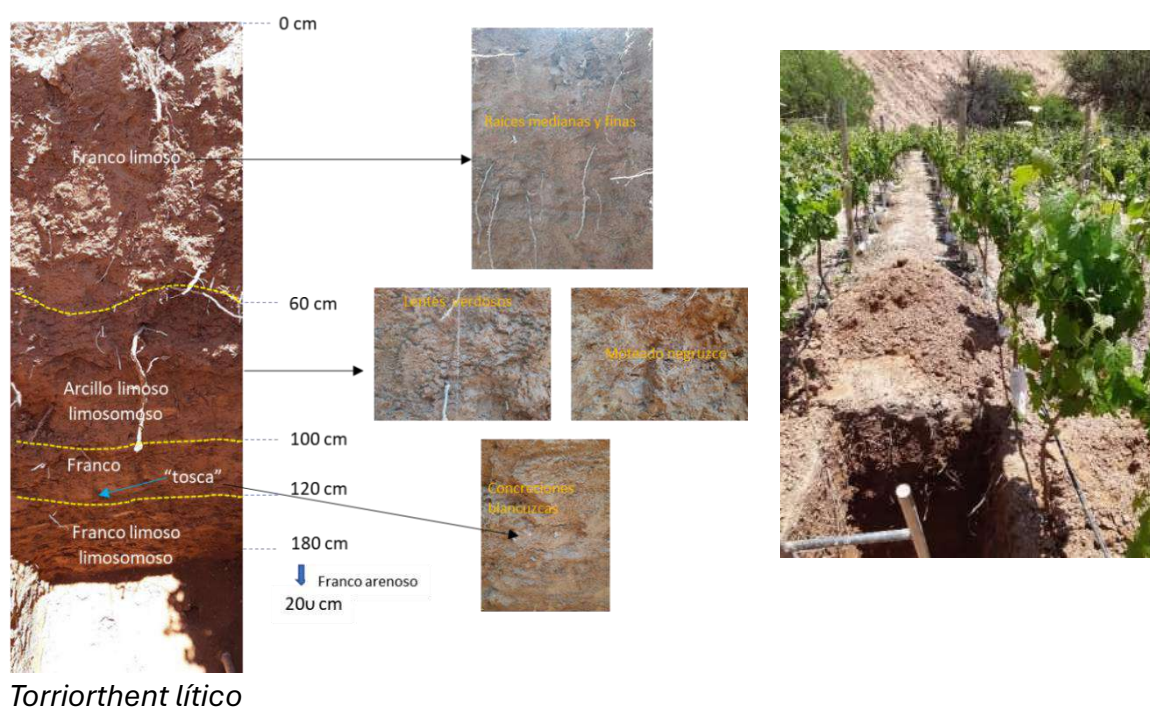
Calicata 7. Huichaira Vineyard



Torrripsamment lítico



Calicata 16-MEC



8.3.3.c. UE Huacalera

Unidad ubicada entre los 2600 y 2720 msnm. Los suelos de esta Unidad se ubican en terrazas cultivadas en la margen derecha del río Yacoraite y en terrazas cultivadas en la margen derecha del río Huacalera, tributario por la margen izquierda del río Grande.

Son los perfiles de suelo más arenosos de toda la Quebrada (79 % de arena en promedio) del tamaño de arena media (250 a 500 micrones) y de más bajo contenido en materia orgánica (0,22 g/g). El contenido de N total es medio, 499 mg/kg, y presentan una baja CIC coincidente en estas condiciones de $5,1 \pm 2,4$ cmolc/kg. La relación C/N es sumamente baja - 3,2 - que pone en evidencia el empobrecimiento en materia orgánica antes señalado.

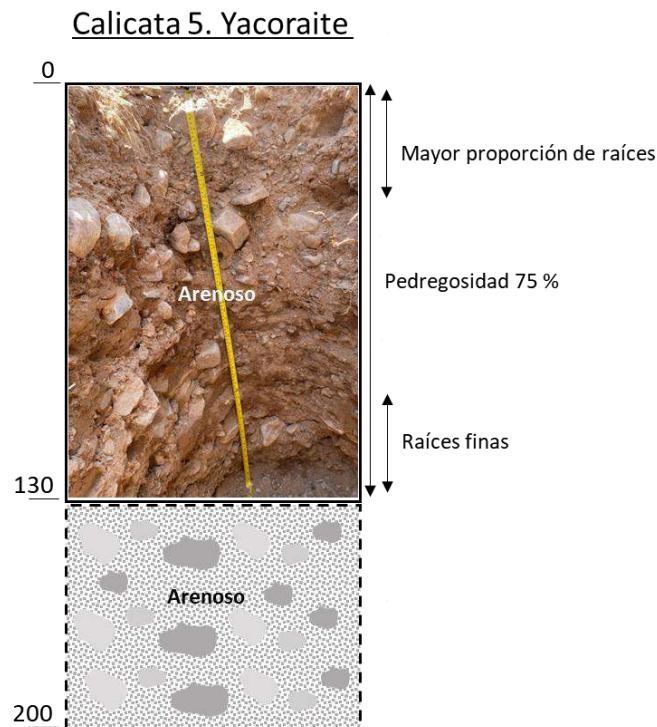
Son suelos de profundidad efectiva limitada por la presencia de pedregosidad cercana a superficie entre 40 y 70 cm, con un 30% a 40% de gravas fina a gruesa y grandes bloques entre 6 a 20 cm desde superficie o en profundidad.

Poseen bajos contenidos de calcáreo y yeso total, $0,63 \pm 0,24$ g%g y $0,62 \pm 0,42$ g%g respectivamente. Presentan problemas de salinidad (CEes $1,29 \pm 0,39$ dS/m) ni de sodicidad (RAS $3,3 \pm 0,84$).

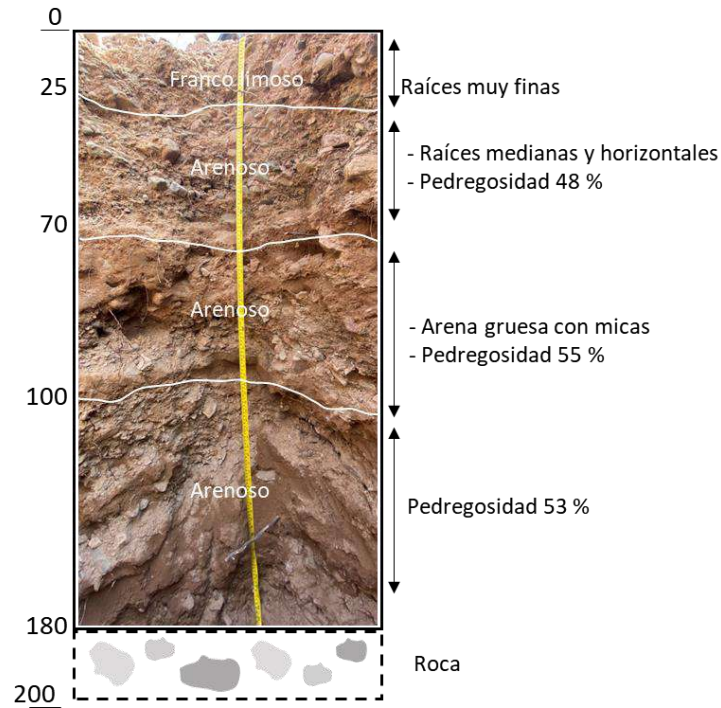
Determinado por la textura gruesa y la pedregosidad, son los suelos de menor capacidad de almacenaje de agua de la Quebrada de 30 mm/mm que condiciona su clase de aptitud para el riego. Su permeabilidad acorde a lo expuesto es moderadamente rápida de 108 mm/h en promedio.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en las clases y subclases: 2st y 3st

PERFILES MODALES



Calicata 6. Huacalera



8.3.3.d. UE Humahuaca

Unidad ubicada a 3200 m.s.n.sm en la margen izquierda del río Grande, a 3.500 msnm en un relieve plano o extremo distal de conos aluviales. Son suelos de incipiente desarrollo con una secuencia de horizontes Ap-C. Es frecuente una discontinuidad genética y litológica con presencia de pedregosidad. La estructura del horizonte superficial es masiva con tendencia a granular en suelos con mayor contenido de materia orgánica, mientras que en los subsuperficiales es masiva con tendencia a bloques débiles por mayor densificación del horizonte.

Son suelos de profundidad efectiva limitada por subsuelo pedregoso, tipo grava media a gruesa hasta bloques de gran tamaño entre los 30 y 180 cm de profundidad, ocupando hasta 35% del volumen de exploración radical. La capacidad de almacenaje favorecida por la textura más franca es de 108 mm/m y de permeabilidad moderada 66,5 mm/h.

La textura va de franco en capas superiores a arenoso en profundidad. El porcentaje de la fracción arcilla es el mayor de los analizados en los suelos aguas abajo en la Quebrada, llegando a casi a 10 g%g.

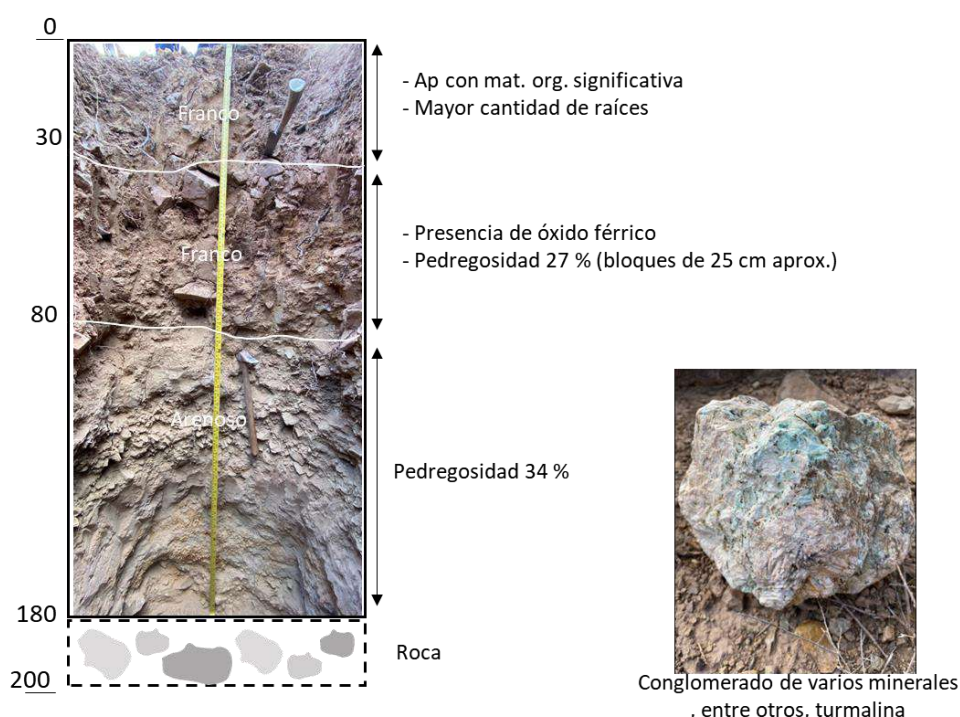
Los contenidos de materia orgánica y N Total superficiales son altos 2,8 g%g y 1106 mg/kg respectivamente. La relación C/N de 14,4 indicaría menor tasa de mineralización respecto del resto de las UE por las menores temperaturas a esa altura lo que propicia la acumulación de la materia orgánica.

Sin problemas de salinidad (CEes $1,92 \pm 0,99$) ni sodicidad (RAS $1,09 \pm 0,5$). Por la presencia de turmalina en el material madre, es de esperar cierta acumulación de boro en el agua utilizada como fuente de riego y en el perfil de suelo, aspecto no evaluado en el presente estudio. suelo. Los contenidos de calcáreo y yeso total son muy bajos (0,25 g%g y 0,46 g%g respectivamente).

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en las clases y subclases: 4 st.

PERFILES MODALES

Calicata 4. Viñedo de Moya



8.3.4. Unidades edáficas y perfiles modales en Valles Templados

Las unidades edáficas definidas fueron (Figura 136):

UE El Milagro: entre 650 a 750 msnm

UE Monterrico: entre 750 a 1750 msnm

UE El Perico: entre 850 a 1250 msnm

UE San Antonio: a 1450 msnm

UE El Ceibal: entre 1200 y 1300 msnm

UE Algarrobal: entre 1150 m y 1200 msnm

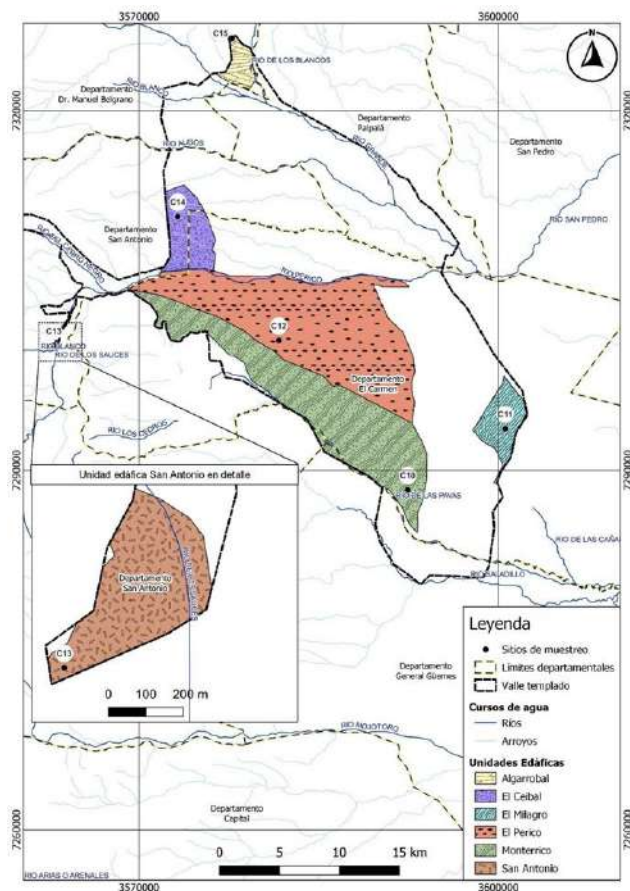


Figura 154. Unidades Edáficas definidas para Los Valles Templados

8.3.4.a. UE El Milagro

Unidad edáfica ubicada en el Departamento El Carmen, distrito Puesto Viejo, al SE de la zona evaluada, contenida en el Área I del trabajo de CFI de 1980 y la Asociación de Suelos “El Milagro” de Nadir & Chafatinos (1990).

Son suelos desarrollados en el extremo distal del abanico fluvial del río Perico de moderado desarrollo genético, franco arenosos, profundos y sin limitantes hasta los

2 m de profundidad, moderadamente bien drenados, escurrimiento medio, sin evidencias de erosión hídrica.

El pH en pasta es alcalino 7,62, son no salinos y no sódicos (CEes $0,65 \pm 0,04$ y RAS $1,51 \pm 0,14$), el calcáreo total es muy bajo $0,13 \pm 0,11$ g%g y se encuentra saturado en yeso observándose a campo pseudomicelios de yeso y reacción positiva a la acetona. Dentro de los Valles, son los suelos con más yeso total en el perfil, en promedio $0,44 \pm 0,17$ g%g.

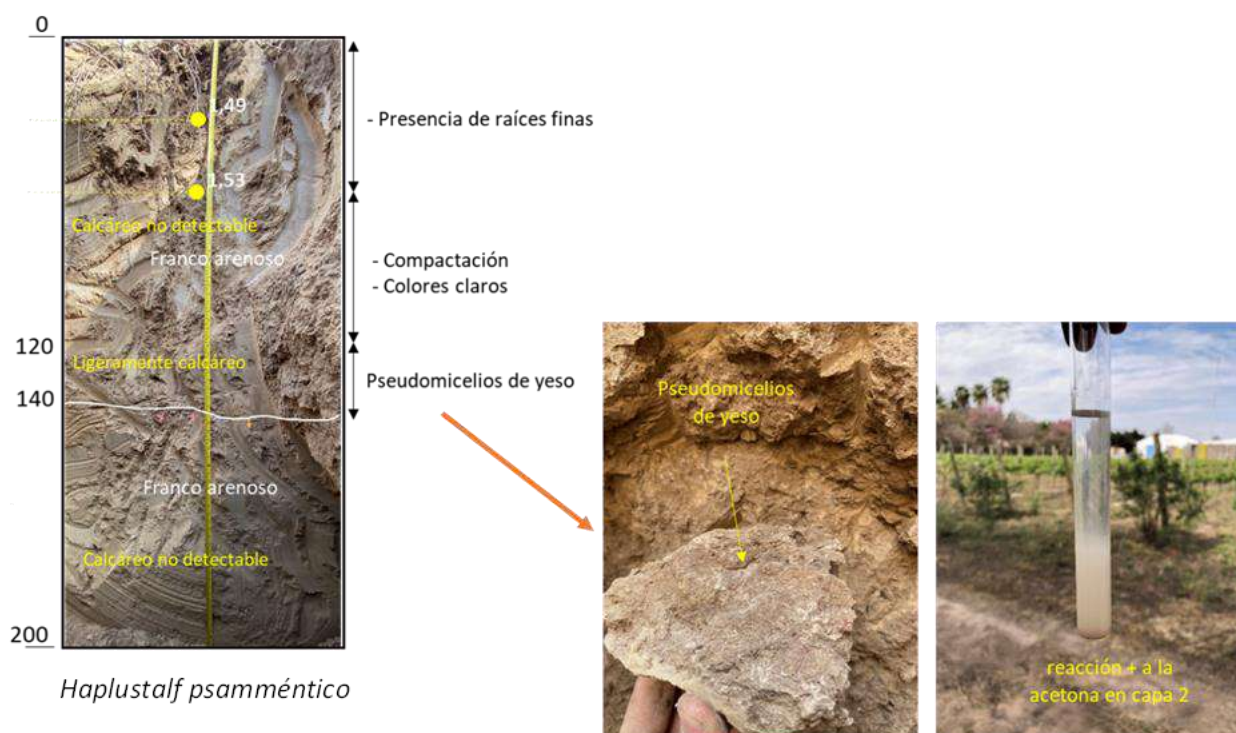
Poseen 5,7 g%g de arcila, 41 g%g de limo y 53,3 g%g de arena. En la capa de mayor enraizamiento de 0 a 50 cm presenta contenidos bajos de materia orgánica, 0,71 g%g y alto de N total 939 mg/kg. La relación C/N de 4,4 indica empobrecimiento en materia orgánica.

La capacidad de almacenaje de agua es muy buena 136 mm/m y la conductividad hidráulica saturada es de 61,1 mm/h, calificada como permeabilidad moderada.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en las clases y subclases: 2s y 3s.

PERFILES MODALES

Calicata 11. El Milagro



8.3.4.b. UE Monterrico

Unidad edáfica ubicada en el Departamento El Carmen, distrito Monterrico, a lo largo de la margen izquierda del río de las Pavas. Comprendida en la Asociación de Suelos "Monterrico" de Nadir & Chafatinos (1990). Se encuentra asociada a los paleocauces y derrames subcrecientes del río Perico, por eso son poco desarrollados, de texturas gruesas y presentan un manto pedregoso más o menos cercano a la superficie que controla la profundidad útil de enraizamiento entre 50 a 70 (Figura 137). La zona vitícola evaluada se ubica en la parte SE de la UE.

Poseen 2,5 g%g, 30,5 g%g y 67 g%g de arcilla, limo y arena respectivamente. No poseen prácticamente calcáreo total en los 2 m de profundidad de perfil, y los contenidos de yeso son bajos $0,36 \pm 0,17$ g%g. Entre los 45 cm y 160 cm presenta un 44% de grava y 33% de rocas.

Son suelos bien drenados, de escurrimiento superficial lento, sin riesgos de erosión. De pH neutro 7,3, no salinos y no sódicos (CEes $0,78 \pm 0,18$) y RAS $0,52 \pm 0,04$). El porcentaje de saturación de bases es menor al 50%.

Presentan contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial, 1,53 g%g, y altos de N Total 980 mg/kg. La CIC es media 13,0 cmolc/kg. Presenta una relación C/N ideal para la mineralización de 9,1.

La capacidad de almacenaje es baja por la pedregosidad de 59 mm/m y la conductividad hidráulica saturada es de 86,5 mm/h que señala una permeabilidad moderadamente rápida.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en las clases y subclases: 2s y 3s.

PERFILES MODALES

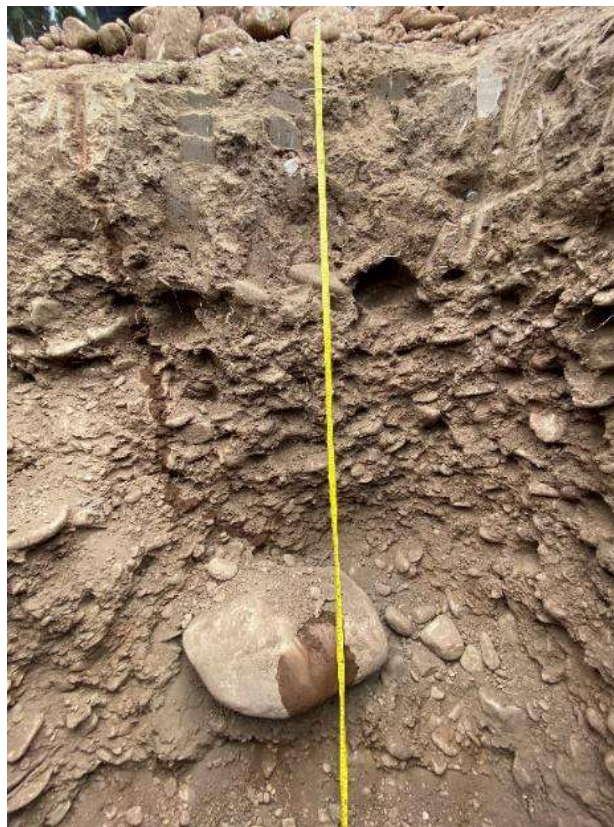
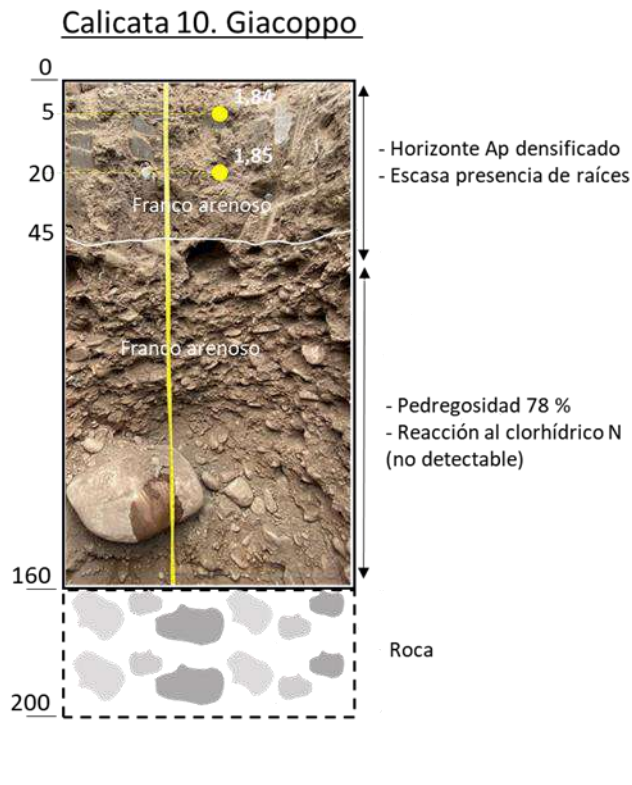


Figura 155. Perfil pedregoso representativo de la parte SE de la UE Monterrico



8.3.4.c. UE El Perico

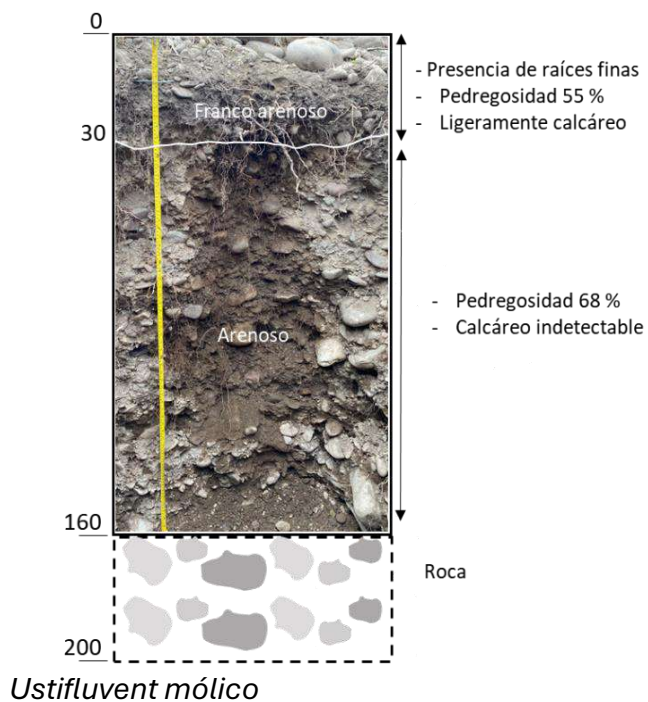
Unidad edáfica ubicada en el Departamento El Carmen abarcando parte de los distritos El Carmen, Perico y Monterrico. Comprendida en la Asociación de Suelos “Perico” de Nadir & Chafatinos (1990). La zona vitícola evaluada se posiciona al centro-sur de la asociación, en el límite entre los municipios de El Carmen y Monterrico. Corresponde a la parte media de un cono aluvial formado a partir de los materiales depositados por un cauce procedente de los relieves que limitan por el Este. Los materiales rocosos sobre la superficie del viñedo indican la dinámica actual de los procesos de remoción en masa, los que se sucedieron en el tiempo de acuerdo con los materiales encontrados en todo el perfil evaluado (Figura 138).

El tamaño de esqueleto grueso, resultó entre 35 a 52% de gravas de tamaño fino (de 0,2 a 2 cm), 17% de grava gruesa (2 a 6 cm) y un 2% de rocas (6 a 20 cm).

Son los suelos más arenosos observados en los valles, en promedio 85,5 g%g, predominando la arena de tamaño medio (250 a 500 micrones). La fracción arcilla y limo son de 5,5 g%g y 9 g%g respectivamente. LA CIC acorde a la textura es media 11,3 cmolc/kg.

Consecuente con la textura gruesa y pedregosidad, la capacidad de almacenaje o de retención de agua del suelo es muy baja, 18 mm/m. La permeabilidad es moderadamente rápida 65,2 mm/h.

Calicata 12. Yañez



Son perfiles de suelo excesivamente drenados, de escurrimiento superficial lento, sin riesgos de erosión.

La profundidad efectiva está limitada por el manto gravoso a unos 30 cm. Es notable, pero característico de la vid, el desarrollo tortuoso de las raíces entre los intersticios del material ripioso (Figura 138).



Figura 156. Pedregosidad superficial (izq) y esqueleto grueso de distintos tamaños dentro del perfil indicando procesos de remoción en masa en tiempos sucesivos en la UE El Perico

PERFILES MODALES

No presentan problemas de salinidad ni de sodicidad (CEes $0,65 \pm 0,16$ y RAS $0,68 \pm 0,15$). El pH 7,54 ligeramente alcalino, no poseen calcáreo y el yeso total es muy bajo $0,17 \pm 0,04$ g%g.

Probablemente por el manejo con residuos orgánicos en el interfilas del viñedo del sitio evaluado, son altos los contenidos de materia orgánica y N total en superficie (2,45 g%g y 1022 mg/kg respectivamente). La relación C/N 13,9 indica buenas condiciones de mineralización.

La clasificación utilitaria con fines de riego para la UE resultó en las clases y subclases: 2s y 3s.

8.3.4.d. UE San Antonio

Es una pequeña UE vitícola ubicada en el departamento homónimo, a la margen derecha del río de Los Sauces. La escala de trabajo del estudio de Nadir & Chafatinos (1990) no permite precisar, pero posiblemente pertenezcan a la

Asociación La Quesera Chica antes descrita. Desarrollado en el extremo apical de un extenso cono aluvial, formado a partir de los materiales depositados por el cauce del río San Antonio y corrientes de flujos rápidos. Las dimensiones de los materiales, tales como bloques y gravas gruesas son propias de geofformas en las que actúa conjuntamente la dinámica fluvial y los procesos gravitacionales, en estos casos flujos rápidos.

El clima más lluvioso dentro de los valles (Figura 139), el monte boscoso natural antes del desmonte (Figura 140) propiciaron un mayor desarrollo de estos suelos del Suborden Hapludoles con un perfil con buena materia orgánica en capas superiores. Son suelos con aptitud silvo-pastoril habiendo sido explotados en la antigüedad por una papelera instalada en la zona (Figura 141).

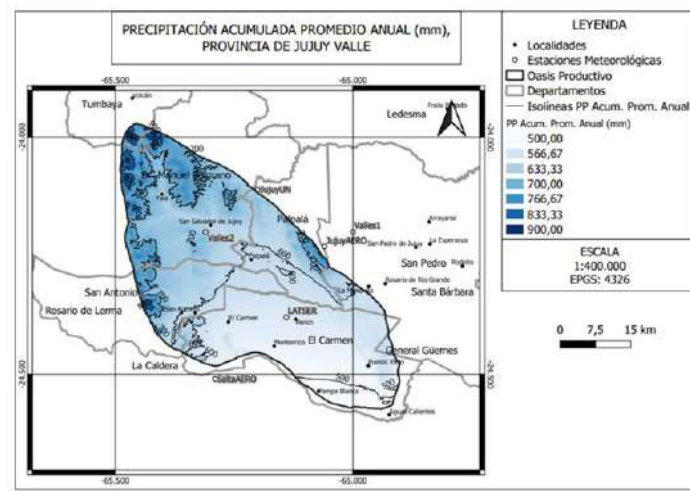


Figura 157. Precipitación acumulada promedio anual en los Valles Templados (Cavagnaro, M., 2022, com. pers)



Figura 158. Vista satelital del bosque natural alrededor de la UE vitícola



Figura 159. Corte de un perfil de suelo bajo el monte natural y desde la vera del río Los Sauces (izq). Pastoreo de ganado actual (der)

Son suelos de drenaje interno moderado (se observó a campo alta humedad del perfil, casi saturado en profundidad) por la presencia de arcilla desde la superficie que dificulta la infiltración del agua de lluvia y riego. El riesgo de anegamiento, sin embargo, se ve reducido por la pedregosidad interior y la textura más gruesa en profundidad. La permeabilidad es moderada a moderadamente lenta. El escurrimiento superficial es medio a rápido. El riesgo de erosión es moderado.

La textura es franco limosa hasta los 70 cm de profundidad y franco arenosa en profundidad. Las fracciones granulométricas promedios son: 11,1 g%g de arcilla, 37,8 g%g de limo y 51,3 g%g de arena.

La profundidad efectiva está supeditada a la aparición más o menos cercana del subsuelo pedregoso, oscilando entre 50 a 70 cm. A partir de los 70 cm, hay un 56% de grava fina a media y 15% de tamaño roca (6 a 20 cm) y de ahí hasta los 2 m de profundidad 43% de grava y aumenta los bloques grandes a 47% (Figura 142).



Figura 160.
Distribución del
esqueleto grueso en
el perfil de suelo de la
UE San Antonio

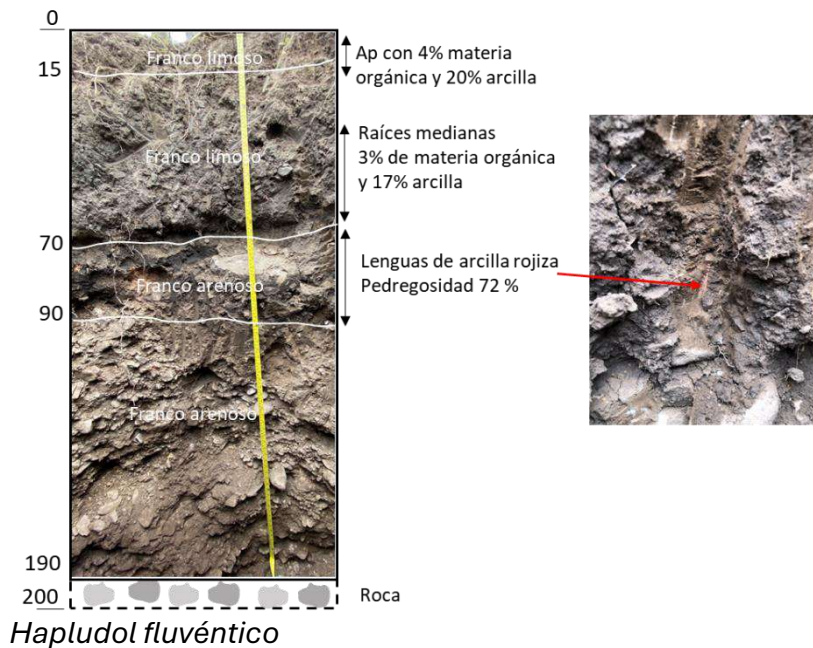
Suelos de pH neutro 7,01, de salinidad y sodicidad bajas (CEes $0,36 \pm 0,12$ dS/m y RAS $0,54 \pm 0,17$), bajos contenidos de calcáreo y yeso ($0,12$ g%g y $0,25$ g%g respectivamente).

La UE es una de las de mayor fertilidad nitrogenada (1372 mg/kg) y contenidos de materia orgánica ($3,43$ g%g) de los valles, pero la alta retención de humedad en el primer metro por la textura fina condiciona una tasa de mineralización más baja y, por ende, una relación C/N mayor cercana a 15. En coincidencia, la CIC es alta de $19,6$ cmolc/kg.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en la clase y subclase: 3s.

PERFILES MODALES

Calicata 13. Potrero del Río Blanco



8.3.4.e. UE El Ceibal

UE ubicada en el Departamento General Manuel Belgrano. Geomorfológicamente está ubicada sobre depósitos de piedemonte y de llanuras aluviales modernas. Se ubica en el límite de las Asociaciones de suelos según Nadir & Chafatinos (1990) Sevenguial-Río Jordan/Severino, pero según nuestras observaciones correspondería mejor a Sevenguial. Los suelos de esta unidad se encuentran en las partes terminales de los faldeos de las Serranías y niveles aterrizados, sobre-elevados respecto del valle actual, adosados a las Serranías o en las partes altas de las mismas. La zona es de alta pluviosidad dentro de los Valles Templados (Figura 139).

Son suelos que se caracterizan por presentar un perfil desarrollado, cuya secuencia de horizontes es generalmente A1, B2t, C (Suelo Sevenguial, Hapludol típico) o menos desarrollado A, AC, R (Suelo Río Jordan, Ustorthente údico). Bien estructurado, de texturas finas a medias y de neutro a ligeramente ácido. Presentan epipedón mólico, bien provisto de materia orgánica. Estos suelos se distinguen por presentar acumulaciones de carbonato de calcio entre los 20 y 50 cm superiores.

En el área vitícola evaluada, los suelos son profundos, franco limosos, con gran proporción de la fracción limo (54 g%g), el más alto de los UE en los Valles. El horizonte mólico de 15 a 20 cm con un contenido de materia orgánica de 2,1 g%g y

N total alto, 960 mg/kg, a relación C/N 10,6 señala condiciones favorables para la mineralización (Figura 143).



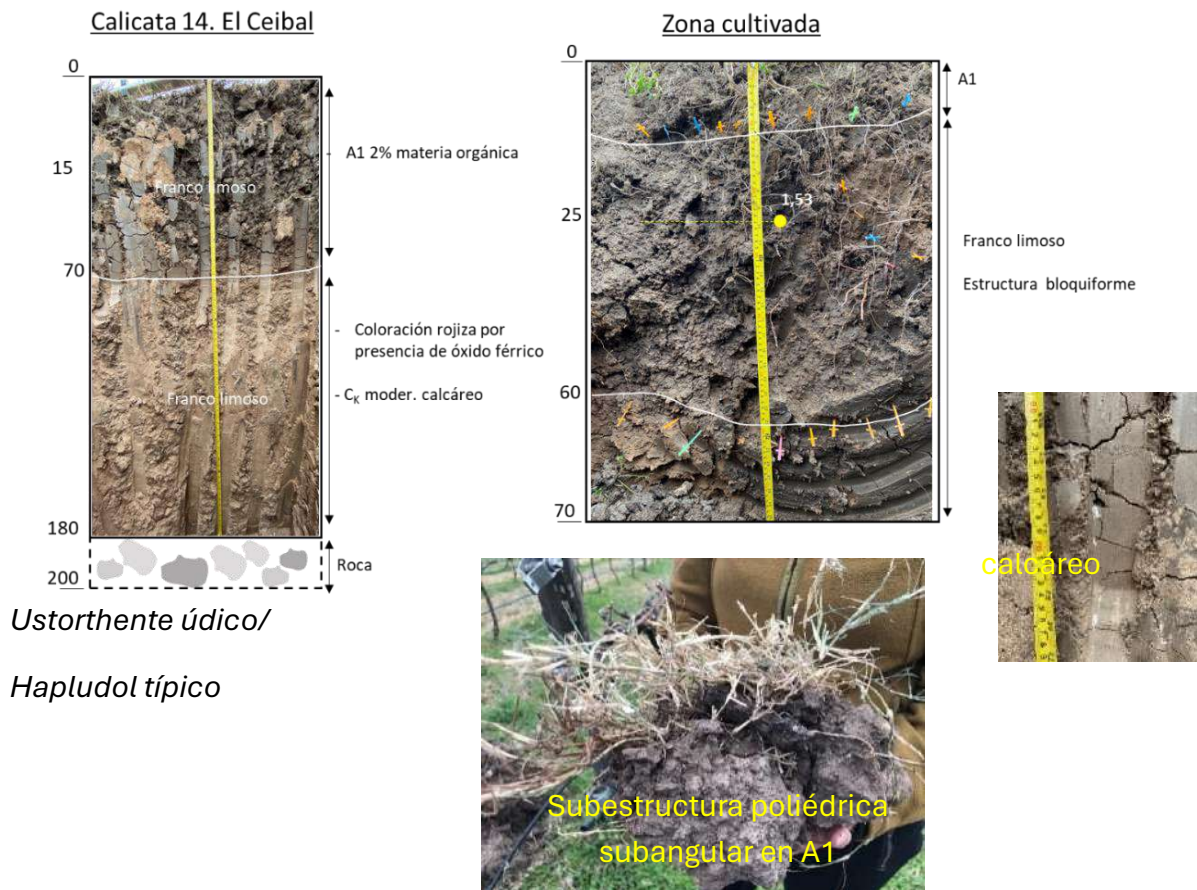
Figura 161. Calicatas en un sector cultivado (izq) y con cobertura interfilas e inculco (der) en la UE El Ceibal

Presentan pH ligeramente ácido en el horizonte superficial a neutro y ligeramente alcalino en los subsuperficiales. Son no salinos y no sódicos (CEes $0,64 \pm 0,14$ y RAS $2,48 \pm 2,2$). El calcáreo total es bajo en el perfil, con cierta acumulación entre 50 y 70 cm $0,39 \text{ g\%g}$. El yeso total es bajo también $0,32 \text{ g\%g}$.

Poseen gran capacidad de almacenaje de agua 180 mm/m . La conductividad hidráulica saturada por la textura limosa es moderada de $27,1 \text{ mm/h}$, por lo que su drenaje natural es imperfecto lo que aumenta el riesgo de anegamiento en la zona. El escurrimiento superficial es medio a lento.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en las clases y subclases: 2s y 3s.

PERFILES MODALES



8.3.4.f. UE El Algarrobal

UE ubicada en el Departamento General Manuel Belgrano, en el distrito capital San Salvador de Jujuy. se encuentra sobre depósitos aluviales antiguos formados a partir de los tributarios que por la margen derecha escurren en dirección al río Grande.

De nuestro análisis en campo y resultados analíticos, ubicamos esta UE al igual que la del Ceibal en la Asociación Sevenguial según el trabajo de Nadir & Chafatinos, 1990. Se encuentran en las partes terminales de los faldeos de las Serranías y niveles aterrazados, sobre-elevados respecto del valle actual, adosados a las Serranías o en las partes altas de las mismas. La zona es de alta pluviosidad dentro de los Valles Templados (Figura 139).

Son suelos clasificados como Ustorthente údico, bien estructurado con presencia de un horizonte A1 pero de menor contenido de materia orgánica que la UE El

Ceibal, de $1,1, \pm 1,05 \text{ g\%g}$ y N total medio 644 mg/kg . La relación C/N $8,7$ indica buenas condiciones de mineralización.

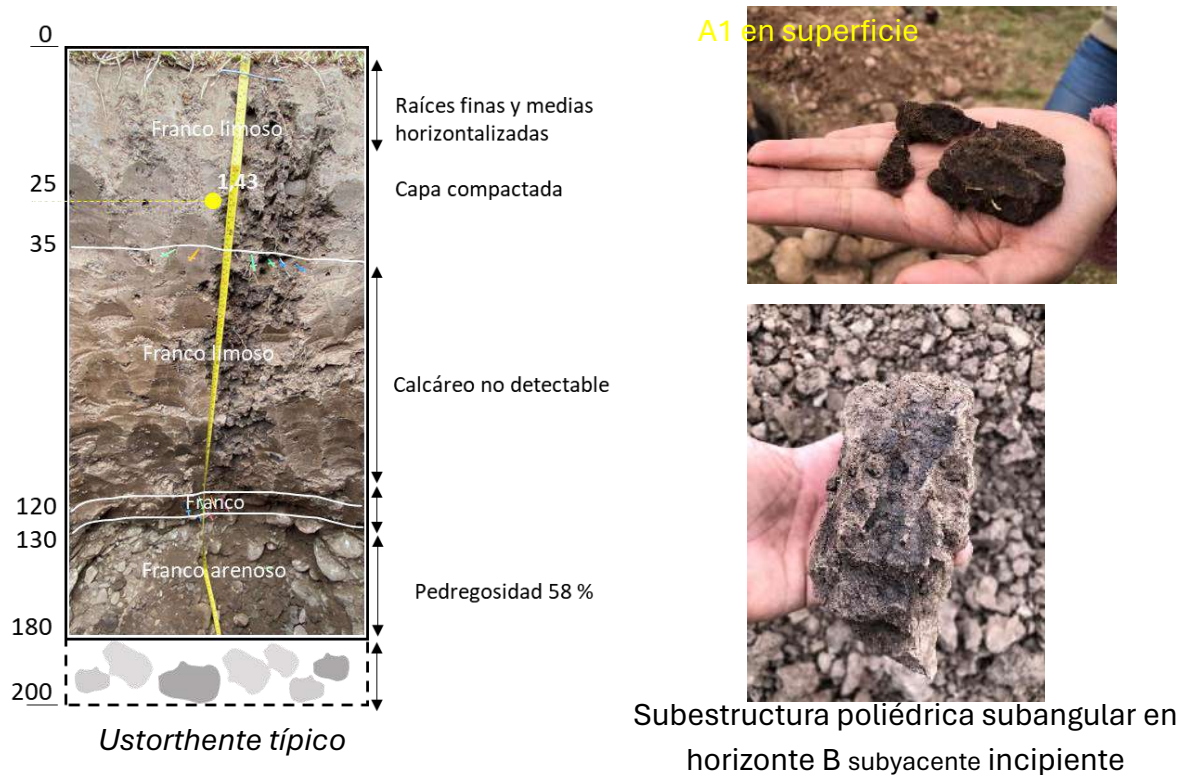
En el área vitícola evaluada, los suelos son profundos, franco limosos hasta los 130 cm y luego franco arenosos en profundidad. Al igual que UE El Ceibal, poseen gran cantidad de fracción limo (58 g\%g), son por eso moderadamente bien drenados, con riesgo de anegamiento, permeabilidad moderada $51,9 \text{ mm/h}$. El escurrimiento superficial medio.

Suelos no salinos y no sódicos (CEes $0,18 \pm 0,04$ y RAS $0,76 \pm 0,09$). A diferencia de El Ceibal, no poseen calcáreo en el perfil y el yeso es muy bajo $0,16 \pm 0,06 \text{ g\%g}$.

La clasificación utilitaria con fines de riego resultó en la clase y subclase: 3s.

PERFILES MODALES

Calicata 15-Algarrobal



8.3.5. Clasificación utilitaria de suelos con fines de riego

De acuerdo con los criterios del Bureau of Reclamation de Estados Unidos (USBR) (Cuadros 9 y 10) y las directrices por clases dadas por Vallone et al (2007) se obtuvo el mapa de clasificación de la Figura 162.

Cuadro 9. Claves para evaluar la idoneidad de los suelos para soportar riego según el USBR

| CLASE | DENOMINACIÓN | EVALUACIÓN |
|-------|----------------------|---|
| 1 | Arable | <ul style="list-style-type: none"> Muy adecuada para el riego. Nivel más alto de aptitud. Producciones altas dentro del intervalo climatológico a un coste razonable. |
| 2 | Arable | <ul style="list-style-type: none"> Conveniente para el riego. Exige Seleccionar los cultivos. Mayores gastos para producir. |
| 3 | Arable | <ul style="list-style-type: none"> Marginalmente apta para riego. Deficiencias importantes. Restringido número de cultivos |
| 4 | Limitadamente arable | <ul style="list-style-type: none"> Usos restringidos. Requieren estudios complementarios para verificar si son regables. Puede ser regable para usos especiales (en ciertos casos frutales). Clase provisional que agrupa los suelos de aptitud dudosa para ser transformados. |
| 5 | No arable | <ul style="list-style-type: none"> Requiere estudios posteriores. |
| 6 | No transformable | <ul style="list-style-type: none"> No cumple las condiciones mínimas exigidas. La capacidad de pago estimada se hace menor que los costes previstos de la transformación. |

Cuadro 10. Símbolos utilizados en la evaluación de suelos según 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 |

Del análisis resulta que las clases de aptitud mayoritarias son la 2 y la 3 y las principales limitaciones con este fin de aptitud para el riego son: la pendiente, capacidad de almacenaje restringida por los subsuelos pedregosos y los perfiles de textura fina predominantemente que disminuyen la capacidad de drenaje (Cuadros 11 y 12).

Cuadro 11. Superficie según clase de aptitud para el riego en zonas vitícolas de Jujuy (en ha y porcentaje)

| Zona | Total de superficie en ha | | | | | Total |
|-----------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 | Clase 4 | Clase 6 | |
| Quebrada de Humahuaca | 0 | 0 | 6 | 827 | 3656 | 4490 |
| Valles Templados | 0 | 1482 | 15057 | 58354 | 1515 | 76410 |
| Total ha | 0 | 1482 | 15064 | 59182 | 5172 | 80900 |
| Total % | 0 | 2 | 19 | 73 | 6 | 100 |

Cuadro 12. Porcentaje de área según clase de aptitud para el riego en zonas vitícolas de Jujuy.

| Zona | Total de superficie porcentual por zona | | | | | Total |
|-----------------------|---|---------|---------|---------|---------|-------|
| | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 | Clase 4 | Clase 6 | |
| Quebrada de Humahuaca | 0 | 0 | 19 | 68 | 13 | 100 |
| Valle Templado | 0 | 26 | 72 | 2 | 0 | 100 |

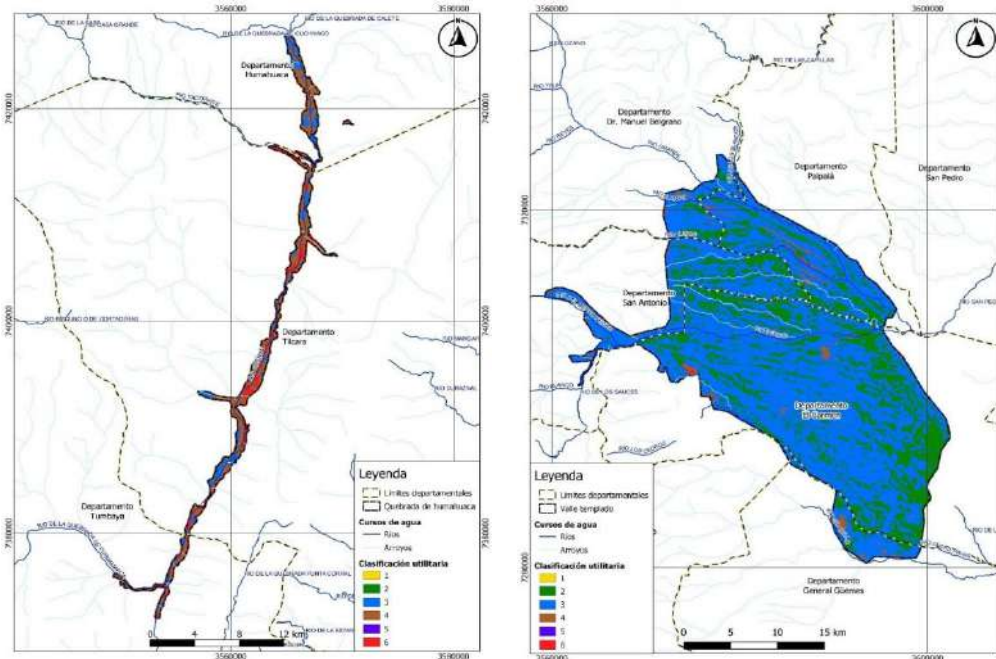


Figura 162. Clasificación utilitaria de suelos con fines de riego según USBR para la Quebrada (izq) y Valles Templados (der) en las zonas vitícolas de Jujuy

8.3.6. Comparación sintética suelos de las zonas vitícolas en Jujuy

A modo de síntesis, se comparan las características físico químicas principales que diferencian los suelos de ambas zonas vitícolas en valores (Figura 145) y cualitativamente (Cuadro 13):

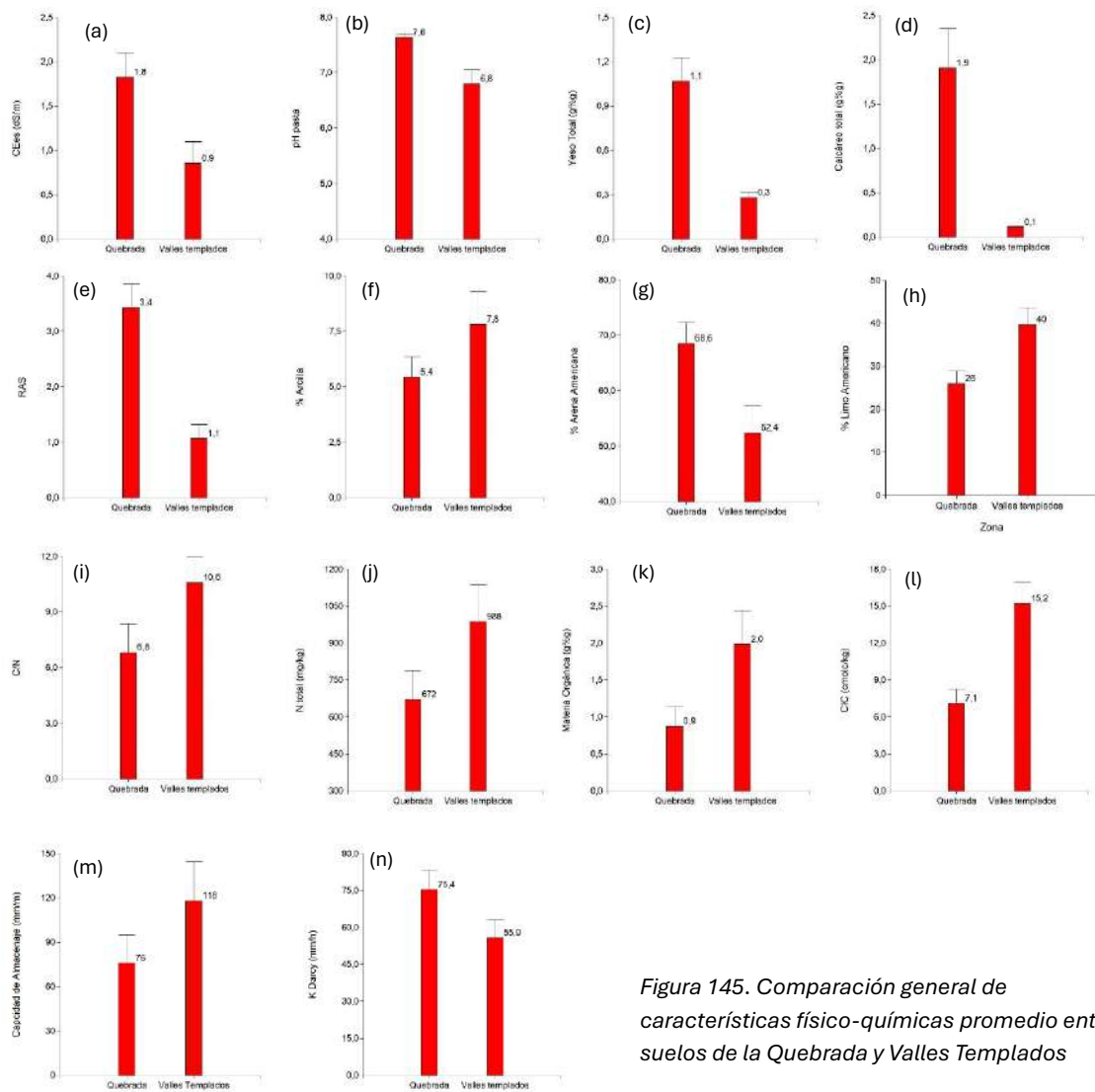


Figura 145. Comparación general de características físico-químicas promedio entre suelos de la Quebrada y Valles Templados

Cuadro 13. Comparación cualitativa de las principales características físico químicas suelos vitícolas

| Variable | QUEBRADA | VALLES |
|----------------|----------|--------|
| CEes | + | - |
| pH | + | - |
| RAS | + | - |
| N | - | + |
| MO | - | + |
| CIC | - | + |
| Calcáreo total | + | - |
| Yeso total | + | - |
| Capac Almac | - | + |
| K Darcy | + | - |
| % arcilla | - | + |
| % limo | - | + |
| % arena | + | - |

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca O. 2010. Desarrollo de un modelo de geoprocesamiento para la valoración productiva y tributaria de tierras agrícolas en Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. de ingenieros en topografía geodesia y cartografía. Madrid; 247 p.
- Bianchi, A., 2005. Mapa de isoyetas del Noroeste Argentino sobre imágenes satelitales (2005 – Poster).
- Bianchi AR, Bravo GC. 2008. Ecorregión Norandina: Descripción, subregiones, agroecosistemas, sistemas productivos y cartografía regional. Ediciones INTA. EEA Salta. 60 pp.
- Boll, A. y Hernández, M., 1986. Interpretación estructural del área de Tres Cruces, BIP, p. 2-14.
- Brackebusch, L., 1981. Estudio sobre la Formación Petrolífera de Jujuy. Academia Nacional de Ciencias. Boletín 5:137-184. Córdoba.
- Castellanos, A., 1950. El Uquiense, sedimentos neógenos de Uquía (Senador Pérez) en la Provincia de Jujuy (Argentina). Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas y Naturales de la Universidad Nacional del Litoral. Publicación N° 36. Serie Técnico Científico, 55 pág., Rosario.
- Drăguț, L. and Blaschke, T. (2006) Automated Classification of Landform Elements Using Object-Based Image Analysis. *Geomorphology*, 81, 330-344.
- Estudio: Diagnóstico de las áreas de riego de la provincia de Jujuy. 2015. Proyecto de Desarrollo Institucional para la Inversión. Convenio UTF – PROSAP Proyecto de Desarrollo Institucional para la Inversión.
- Evaluación USBR de la capacidad para riego (The Irrigation Suitability Classification of the Unites States Bureau of Reclamation USBR, 1953/1973).
- Estudio Geológico Integrado de la Quebrada de Humahuaca. 1998. SEGEMAR Instituto de Geología y Recursos Minerales. Subsecretaría de Minería.
- Farr, T.G., et al. 2007. The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, 45, RG2004. <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>

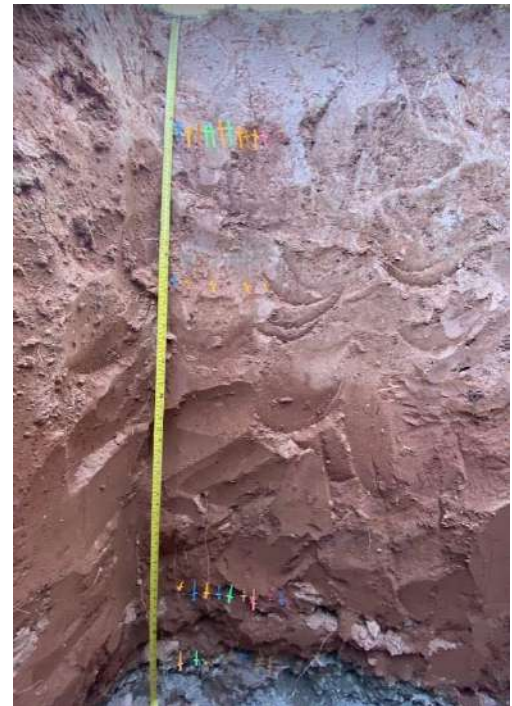
- Harrington, H.J. y LEANZA, A., 1957. Ordovician trilobites of Argentina. Special Publication. I. Dept. Of Geol. Univ. Kansas, Laurence.
- Hoja Geológica Salta 2566-II, 2019 del SEGEMAR.
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and rubel, F., 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorológico. Z., 15, pp. 259-263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- 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
- Martínez-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.
- Moreno, J.A., 1970. Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico superior en la Cuenca del Noroeste Argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. RAGA. XXV (1): 9-44.
- Nadir, A. and Chafatinos, T. 1990. Los suelos del N.O.A. (Salta y Jujuy), Tomos 1, 2, 3. Salta, Universidad Nacional de Salta.
- Olaya, V. (2004) A Gentle Introduction to SAGA GIS. 1.1 Edition, Olaya Victor and Pineda Javier Editors., Madrid, Spain.
- Paoli, P. 2003. Aprovechamiento de los recursos hídricos y tecnología de riego en el altiplano argentino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Pike, R.J., Evans I.S., Hengl, T. 2009. Chapter 1 Geomorphometry: A Brief Guide, Editor(s): Tomislav Hengl, Hannes I. Reuter, Developments in Soil Science, Elsevier, Volume 33, Pages 3-30, ISSN 0166-2481, ISBN 9780123743459, [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00001-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00001-9)
- Plan de Implementación Provincial (PIP) Jujuy. 2016. Proyecto de inclusión socioeconómica en áreas rurales. Secretaría de Agroindustria. Ministerio de Producción y Trabajo, Presidencia de la Nación.
- Puchulu, M.E. y Fernández, D.S. 2017. Suelos representativos del noroeste argentino. En: Muruaga, C.M. y Grosse, P. (Eds.), Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán: 874-912. ISBN 978-987-42-6666-8 874

- Ramos, V.A. y alemán, A. 2000. Tectonic evolution of the Andes. En: Cordani, U.J. et al, (Eds.), Tectonic evolution of South America. XXXI International Geological Congress, Río de Janeiro, 635-685
- Ramos, V.A. Y Coira, B. 2008. Evolución tectónica preandina de la Provincia de Jujuy y áreas aledañas. Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy. Asociación Geológica Argentina.
- Reyes, F.C. y Salfity, J.C., 1973. Consideraciones sobre la estratigrafía de Cretácico (Subgrupo Pirgua) del noroeste argentino. 5° Congreso Geológico Argentino. Actas (3): 355-385.
- Roa Lobo, J.; 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, 49 (1)
- Rolleri, E.O. 1976. Sistema de San Bárbara. VI Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 240-255. Salfity, J.A. y Marquillas, R.A. 1994. Tectonic
- Russo, A., 1972. Estratigrafía terciaria del noroeste. Resúmenes de los trabajos presentados al 5° Congreso Geológico Argentino.
- Salfity, J. A.; S. Malanca; M. Brandan; C. Monaldi y M. C. Moya, 1984. La fase Guandacol (Ordovícico) en el Norte de la Argentina. 9° Congreso Geológico Argentino. Actas I: 555-567. San Carlos de Bariloche.
- Salfity, J.A., Omarini, R.H., Baldis, B. Y Gutiérrez, W.J., 1975. Consideraciones sobre la evolución geológica del precámbrico y paleozoico del norte argentino. 2° Congreso Ibero- Americano de Geología Económica, 4:341-363.
- Segemar. Instituto De Geología y Recursos Minerales. Subsecretaría De Minería. 1998. Estudio geológico integrado de la Quebrada de Humahuaca. Geología regional y Geomorfología.
- Turner, J.C., 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias, Bol. Academia de Ciencias de Córdoba. Vol.41, p.163-169, Córdoba.
- Turner, J.C.M. Y mon, R. 1959. Cordillera Oriental. En: Turner, J.C.M. (Ed), Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba: 57-94.
- Vallone, R.C: Olmedo, G.F.; Maffei, J.A.; Morábito, J.A.; Mastrantonio, l.; 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.
- Vilela, R. C. 1951. Acerca del hallazgo del horizonte calcáreo dolomítico en la Puna Salto- Jujeña y su significado geológico. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 6 (2): 101 - 107

10. ANEXO: FICHAS DE CAMPO

| | | | |
|--------------|------------|----------|--------------|
| Calicata | 1 | Finca | Don Milagro |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,50505556 |
| Departamento | Tumbaya | Longitud | - |
| Localidad | Purmamarca | Altitud | 23,74375 |
| | | | 2367 |

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Relieve | Normal (N) |
| Posición | Media loma (m) |
| Pendiente | 3-10% |
| Escurrimiento | medio |
| Erosión: | H 1 (ligera) |
| Drenaje | Bien drenado |
| Peligro de Anegamiento | Áreas no inundables |
| Permeabilidad | 4 (moderada) |
| Pedregosidad | Grado 0 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a agricultura |
| Reacción al calcáreo | Fuertemente calcáreo |



| Capa | Limite Superior | Limite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 35 | 2,5YR 5/4 | 2,5YR 4/4 | Franco limoso | 12 | 52 | 36 |
| 2 | 35 | 103 | 5YR 6/4 | 2,5YR 4/4 | Franco limoso | 13 | 55 | 32 |
| 3 | 103 | 153 | 5YR 6/6 | 2,5YR 4/6 | Franco arenoso | 6 | 28 | 66 |
| 4 | 153 | 180 | 2,5YR 6/6 | 2,5YR 4/6 | Franco arenoso | 6 | 25 | 69 |
| 5 | 180 | 200 | 5YR 7/3 | 5YR 5/3 | Franco arenoso | 2 | 14 | 84 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g/g) | Yeso Total (g/g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 1,15 | 7,42 | - | 2,12 | 4,15 | 2,12 | 9,60 |
| 2 | 0,88 | 7,64 | 41 | 4,58 | 3,04 | 1,70 | - |
| 3 | 0,90 | 7,63 | - | 3,19 | 3,32 | 3,43 | - |
| 4 | 1,14 | 7,75 | - | 4,52 | 3,18 | 2,57 | - |
| 5 | 1,24 | 7,78 | - | 4,58 | 2,17 | 1,28 | - |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g/g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 1344 | 1,90 | 8,20 | 26,4 | 137 |
| 2 | - | - | - | 22,9 | |
| 3 | - | - | - | 71,4 | |
| 4 | - | - | - | 74,9 | |
| 5 | - | - | - | 134,1 | |

| | | | |
|--------------|------------|----------|-----------------|
| Calicata | 2 | Finca | Amanecer Andino |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,47363889 |
| Departamento | Tumbaya | Longitud | -23,76183333 |
| Localidad | Purmamarca | Altitud | 2187 |

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Relieve | Normal (N) |
| Posición | Media loma baja (mlb) |
| Pendiente | 3-10 % |
| Escurrimiento | 4 (Rápido) |
| Erosión: | H3 (Severa) |
| Drenaje | 5 (Algo excesivamente drenado) |
| Peligro de Anegamiento | Clase 5 (Área no inundable) |
| Permeabilidad | 5 (Moderadamente rápida) |
| Pedregosidad | Grado 2 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a agricultura |
| Reacción al calcáreo | Levemente calcáreo |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 60 | 5 YR 6/4 | 2,5 YR 4/4 | Franco arenoso | 1 | 15 | 84 |
| 2 | 60 | 110 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/3 | Franco arenoso | 7 | 30 | 63 |
| 3 | 110 | 160 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/3 | Franco arenoso | 4 | 23 | 73 |
| 4 | 160 | 200 | 2,5 YR 6/4 | 2,5 YR 4/4 | Franco arenoso | 5 | 25 | 70 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 5,77 | 7,69 | 37 | 8,87 | 0,50 | 0,37 | 8,7 |
| 2 | 1,37 | 7,78 | 68 | 4,05 | 0,58 | 0,42 | - |
| 3 | 6,37 | 6,94 | 50 | 2,97 | 0,19 | 0,76 | - |
| 4 | 2,27 | 7,40 | 39 | 3,23 | 0,04 | 0,54 | - |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _d (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 714 | 1,3 | 10,8 | 134,1 | |
| 2 | - | - | - | 62,5 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|------|----|--|
| 3 | - | - | - | 95,0 | 33 | |
| 4 | - | - | - | 83,1 | | |

| | | | |
|---------------------|------------|-----------------|-----------------|
| Calicata | 3 | Finca | Viña Purmamarca |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,46555556 |
| Departamento | Tumbaya | Longitud | -23,74038889 |
| Localidad | Purmamarca | Altitud | 2230 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Relieve | <i>Pronunciado</i> |
| Posición | <i>Medía loma</i> |
| Pendiente | <i>10-25 %</i> |
| Escurrimiento | <i>Medio</i> |
| Erosión: | <i>H1 (Ligera)</i> |
| Drenaje | <i>Bien drenado</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Áreas no inundables</i> |
| Permeabilidad | <i>Moderadamente rápida</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 4</i> |
| Uso de Tierra | <i>Tierras dedicadas a agricultura</i> |
| Reacción al calcáreo | <i>Moderadamente calcáreo</i> |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 60 | 5YR 5/3 | 5YR 4/3 | Franco arenoso | 6 | 45 | 49 |
| 2 | 60 | 120 | 5YR 6/3 | 5YR 4/3 | Franco arenoso | 4 | 20 | 76 |
| 3 | 120 | 180 | 5YR 6/3 | 5YR 4/3 | Franco arenoso | 6 | 40 | 54 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 2,17 | 7,77 | - | 6,03 | 2,13 | 2,11 | 7,80 |
| 2 | 1,24 | 7,68 | 61 | 3,26 | 0,89 | 0,70 | - |
| 3 | 1,14 | 7,78 | - | 3,49 | 0,00 | 0,84 | - |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _d (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 420 | 1,19 | 16,48 | 52,8 | 103 |
| 2 | - | - | - | 99,6 | |
| 3 | - | - | - | 58,2 | |

| | | | |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Calicata | 4 | Finca | Moya |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,31141667 |
| Departamento | Humahuaca | Longitud | -23,34744444 |
| Localidad | Humahuaca | Altitud | 3203 |

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Relieve | Normal |
| Posición | Media loma alta |
| Pendiente | 25-45 % |
| Escurrimiento | Rápido |
| Erosión: | H2 Moderada |
| Drenaje | Moderadamente bien drenado |
| Peligro de Anegamiento | Áreas no inundables |
| Permeabilidad | Moderada |
| Pedregosidad | Grado 1 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a agricultura |
| Reacción al calcáreo | Moderadamente calcáreo |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 30 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/2 | Franco | 17,5 | 32 | 50,5 |
| 2 | 30 | 80 | 2,5 YR 5/4 | 2,5 YR 4/4 | Franco arenoso | 10 | 30 | 60 |
| 3 | 80 | 180 | 7,5 YR 6/4 | 7,5 YR 4/4 | Franco arenoso | 2 | 15 | 83 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g/g) | Yeso Total (g/g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|--------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 2,16 | 7,21 | - | 1,6440 | 0,25 | 1,01 | 15.20 |
| 2 | 0,83 | 7,33 | 27 | 0,9647 | 0,29 | 0,27 | - |
| 3 | 2,76 | 6,25 | 34 | 0,6596 | 0,21 | 0,11 | - |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g/g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 1106 | 2,74 | 14,37 | 20,8 | 108 |
| 2 | - | - | - | 46,5 | |
| 3 | - | - | - | 132,3 | |

| | | | |
|---------------------|-----------|-----------------|---------------|
| Calicata | 5 | Finca | Yacorait e |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,35466667 |
| Departamento | Tilcara | Longitud | -23,38102778 |
| Localidad | Huacalera | Altitud | 2772 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Relieve | <i>Pronunciado</i> |
| Posición | <i>Medía loma alta</i> |
| Pendiente | <i>10-25 %</i> |
| Escurrimiento | <i>Muy rápido</i> |
| Erosión | <i>H2 (Moderada)</i> |
| Drenaje | <i>5 (Algo excesivamente drenado)</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Clase 5 (Área no inundable)</i> |
| Permeabilidad | <i>7 (Muy rápida)</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 4</i> |
| Uso de Tierra | <i>Tierras dedicadas a agricultura</i> |
| Reacción al calcáreo | <i>Levemente calcáreo</i> |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 130 | 5 YR 6/4 | 5 YR 4/3 | Franco arenoso | 3 | 16 | 81 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total | RAS | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|-----|--------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 1,06 | 7,7 | 75 | 3,41 | 0,52 | 0,42 | 3,3 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-----|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 280 | 0,2 | 3,8 | 117,1 | 16 |

| | | | |
|---------------------|-----------|-----------------|--------------|
| Calicata | 6 | Finca | Huacalera |
| Provincia | Jujuy | Latitud | - |
| Departamento | Tilcara | Longitud | 65,34325 |
| Localidad | Huacalera | Altitud | -23,44422222 |
| | | | 2656 |

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Relieve | Normal |
| Posición | Pie de loma |
| Pendiente | 1-3 % |
| Escurrimiento | Medio |
| Erosión: | H 0 (Nula) |
| Drenaje | Bien drenado |
| Peligro de Anegamiento | Áreas no inundables |
| Permeabilidad | Moderada |
| Pedregosidad | Grado 2 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a agricultura |
| Reacción al calcáreo | Moderadamente calcáreo |



| Capa | Limite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 25 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/3 | Franco | 9 | 43 | 48 |
| 2 | 25 | 70 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/3 | Arenoso | 1 | 8 | 91 |
| 3 | 70 | 100 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/3 | Arenoso | 2 | 6 | 92 |
| 4 | 100 | 180 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/3 | Franco arenoso | 2,1 | 17 | 80,9 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 1,80 | 7,97 | 38 | 3,99 | 1,02 | 1,26 | 7,80 |
| 2 | 1,04 | 7,90 | 48 | 2,20 | 0,45 | 0,28 | 4,30 |
| 3 | 0,94 | 7,86 | 55 | 2,72 | 0,43 | 0,31 | - |
| 4 | 1,63 | 7,85 | 53 | 4,18 | 0,72 | 0,84 | - |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 966 | 0,29 | 1,72 | 41,1 | 43 |
| 2 | 252 | 0,18 | 4,26 | 77,0 | |
| 3 | - | - | - | 149,4 | |
| 4 | - | - | - | 128,5 | |

| | | | |
|--------------|-----------|----------|---------------|
| Calicata | 7 | Finca | Huichair a |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,43638889 |
| Departamento | Tilcara | Longitud | -23,58055556 |
| Localidad | Huichaira | Altitud | 2667 |

| | |
|------------------------|--|
| Relieve | <i>Pronunciado (P)</i> |
| Posición | <i>Media loma (ml)</i> |
| Pendiente | <i>3-10 %</i> |
| Escurrimiento | <i>4 (Rápido)</i> |
| Erosión | <i>H1 (Ligera)</i> |
| Drenaje | <i>4 (Bien drenado)</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Clase 5 (Área no inundable)</i> |
| Permeabilidad | <i>5 (Moderadamente rápida)</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 1</i> |
| Uso de Tierra | <i>Tierras dedicadas a agricultura</i> |
| Reacción al calcáreo | <i>Moderadamente calcáreo</i> |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 45 | 5 YR 6/3 | 5 YR 4/3 | Franco limoso | 15 | 55 | 30 |
| 2 | 45 | 180 | 5 YR 5/3 | 2,5 YR 3/4 | Franco arenoso | 1 | 17 | 83 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 0,85 | 7,78 | - | 1,61 | 3,51 | 1,26 | 10,4 |
| 2 | 0,87 | 7,78 | 83 | 1,59 | 2,82 | 1,28 | - |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _d (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-----|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 1050 | 1,23 | 6,8 | 19,3 | 79 |
| 2 | - | - | - | 40,6 | |

| | | | |
|---------------------|----------|-----------------|-------------------|
| Calicata | 8 | Finca | Dupont |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,3974444444444 |
| Departamento | Tilcara | Longitud | -23,6081111111111 |
| Municipio | Maimará | Altitud | 2438 |

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Relieve | Normal (N) |
| Posición | Planicie |
| Pendiente | 1-3 % |
| Escurrimiento | 2 (Lento) |
| Erosión: | H1 (Ligera) |
| Drenaje | 4 (Bien drenado) |
| Peligro de Anegamiento | Clase 5 (Área no inundable) |
| Permeabilidad | 6 (Rápida) |
| Pedregosidad | Grado 1 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a la agricultura |
| Reacción al calcáreo | Fuertemente calcáreo |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 20 | 5 YR 6/4 | 5 YR 4/3 | Arenoso | 1 | 8 | 91 |
| 2 | 20 | 190 | 5 YR 6/4 | 5 YR 4/3 | Arenoso | 1 | 9 | 90 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 2,25 | 8,20 | 62 | 10,0 | 9,86 | 0,63 | 3,3 |
| 2 | 1,21 | 7,85 | 45 | 2,2 | 6,40 | 1,71 | 3,3 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-----|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 644 | 0,2 | 22 | 40,6 | 25 |
| 2 | 294 | 0,1 | 2,3 | 40,6 | |

| | | | |
|---------------------|----------|-----------------|--------------|
| Calicata | 9 | Finca | Yanay |
| Provincia | Jujuy | Latitud | - |
| Departamento | Tilcara | Longitud | 65,44325 |
| Municipio | Maimará | Altitud | -23,67386111 |
| | | | 2347 |

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Relieve | Normal |
| Posición | Media loma |
| Pendiente | 3-10 % |
| Escurrimiento | Medio |
| Erosión: | H 2 (moderada) |
| Drenaje | Bien drenado |
| Peligro de Anegamiento | Áreas no inundables |
| Permeabilidad | Moderadamente rápida |
| Pedregosidad | Grado 2 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a agricultura |
| Reacción al calcáreo | Fuertemente calcáreo |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 50 | 5YR 6/3 | 5YR 4/3 | Franco arenoso | 4 | 35 | 61 |
| 2 | 50 | 140 | 5YR 6/3 | 5YR 4/4 | Areno-francoso | 1 | 13 | 86 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | CIC (cmolc/kg) | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 2,73 | 7,75 | 68 | 1,94 | 4,80 | 1,73 | 1,20 |
| 2 | 1,78 | 7,88 | 84 | 1,22 | - | 1,22 | 0,39 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-----|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 322 | 0,25 | 4,5 | 77,7 | 15 |
| 2 | - | - | - | 115,1 | |

| | | | |
|---------------------|------------|-----------------|--------------|
| Calicata | 10 | Finca | Pampa Blanca |
| Provincia | Jujuy | Latitud | - |
| Departamento | El Carmen | Longitud | 65,088 |
| Municipio | Monterrico | Altitud | -24,52369444 |
| | | | 788 |

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Relieve | Normal |
| Posición | Planicie |
| Pendiente | 0-1 % |
| Escurrimiento | Lento |
| Erosión: | H0 (Nula) |
| Drenaje | Moderadamente bien drenado |
| Peligro de Anegamiento | Áreas no inundables |
| Permeabilidad | Moderadamente bien drenado |
| Pedregosidad | Grado 1 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a agricultura |
| Reacción al calcáreo | No calcáreo |



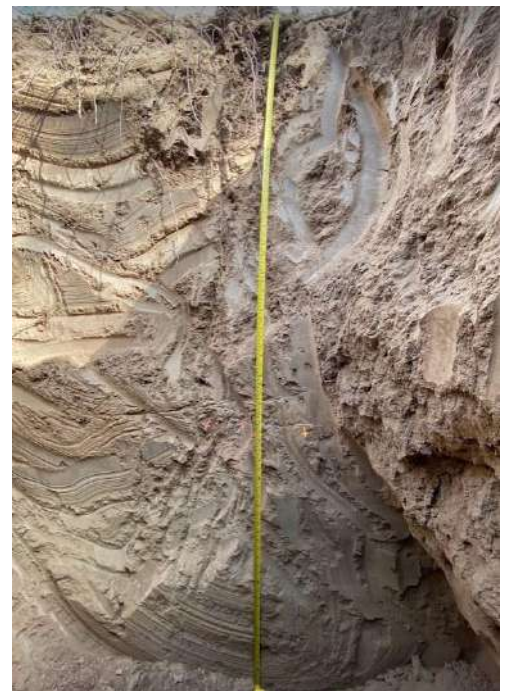
| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 45 | 7,5YR 5/2 | 7,5YR 3/2 | Franco arenoso | 4 | 36 | 60 |
| 2 | 45 | 160 | 5YR 4/2 | 5YR 3/3 | Franco arenoso | 1 | 25 | 74 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | CIC (cmolc/kg) | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 0,91 | 7,14 | - | 0,54 | 13,00 | 0,07 | 0,24 |
| 2 | 0,65 | 7,51 | 78 | 0,49 | - | 0,11 | 0,48 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-----|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 980 | 1,53 | 9,1 | 76,5 | 76 |
| 2 | - | - | - | 96,5 | |

| | | | |
|---------------------|--------------|-----------------|--------------|
| Calicata | 11 | Finca | El Milagro |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,00788889 |
| Departamento | El Carmen | Longitud | -24,47716667 |
| Municipio | Puesto Viejo | Altitud | 740 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Relieve | <i>Normal</i> |
| Posición | <i>Planicie de inundación</i> |
| Pendiente | <i>0-1 %</i> |
| Escurrimiento | <i>Medio</i> |
| Erosión: | <i>H 0 (Nula)</i> |
| Drenaje | <i>Pobremente drenado</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Áreas no inundables</i> |
| Permeabilidad | <i>Moderadamente lenta</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 0</i> |
| Uso de Tierra | <i>Tierras dedicadas a agricultura</i> |
| Reacción al calcáreo | <i>Levemente calcáreo</i> |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 120 | 10YR 5/3 | 10YR 3/4 | Franco arenoso | 6 | 45 | 49 |
| 2 | 120 | 140 | 7,5YR 5/2 | 5YR 4/2 | Franco arenoso | 7 | 35 | 58 |
| 3 | 140 | 200 | 10YR 5/3 | 10YR 3/4 | Franco arenoso | 4 | 43 | 53 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) | CIC (cmolc/kg) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------------|------------------|----------------|
| 1 | 0,63 | 7,36 | - | 1,42 | 0,08 | 0,27 | 10,40 |
| 2 | 0,69 | 7,62 | - | 1,43 | 0,26 | 0,62 | - |
| 3 | 0,63 | 7,89 | - | 1,67 | 0,06 | 0,41 | - |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _d (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|-----|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 938 | 0,71 | 4,4 | 52,8 | 158 |
| 2 | - | - | - | 57,4 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|------|--|
| 3 | - | - | - | 73,2 | |
|---|---|---|---|------|--|

| | | | |
|---------------------|------------|-----------------|--------------|
| Calicata | 12 | Finca | Yañez |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,19472222 |
| Departamento | El Carmen | Longitud | -24,41169444 |
| Municipio | Monterrico | Altitud | 1048 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Relieve | <i>Subnormal</i> |
| Posición | <i>Planicie de inundación</i> |
| Pendiente | 1-3 % |
| Escurrimiento | <i>Muy lento</i> |
| Erosión: | <i>H 0 (Nula)</i> |
| Drenaje | <i>Excesivamente drenado</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Áreas no inundables</i> |
| Permeabilidad | <i>Rápida</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 3</i> |
| Uso de Tierra | <i>Tierras dedicadas a agricultura</i> |
| Reacción al calcáreo | <i>Levemente calcáreo</i> |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 30 | 7,5YR 4/2 | 10YR 2/2 | Franco arenoso | 10 | 12 | 78 |
| 2 | 30 | 160 | 10YR 5/2 | 10YR 3/3 | Arenoso | 1 | 6 | 93 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | CIC (cmolc/kg) | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 0,54 | 7,49 | 55 | 0,57 | 11,30 | 0,07 | 0,14 |
| 2 | 0,76 | 7,58 | 68 | 0,78 | - | 0,08 | 0,20 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _b (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 1022 | 2,45 | 13,9 | 61,0 | 18 |
| 2 | - | - | - | 69,3 | |

| | | | |
|---------------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| Calicata | 13 | Finca | Potrero de Río Blanco |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,38 |
| Departamento | San Antonio | Longitud | -24,41647222 |
| Municipio | San Antonio | Altitud | 1480 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Relieve | <i>Pronunciado</i> |
| Posición | <i>Pie de loma</i> |
| Pendiente | <i>3-10 %</i> |
| Escurrimiento | <i>Medio</i> |
| Erosión: | <i>H2 (Moderada)</i> |
| Drenaje | <i>Moderadamente bien drenado</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Áreas no inundables</i> |
| Permeabilidad | <i>Moderadamente lenta</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 0</i> |
| Uso de Tierra | <i>Tierras dedicadas a agricultura</i> |
| Reacción al calcáreo | <i>Levemente calcáreo</i> |



| Capa | Limite Superior | Limite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 15 | 7,5YR 5/2 | 7,5YR 3/2 | Franco limoso | 20 | 52 | 28 |
| 2 | 15 | 70 | 7,5YR 4/2 | 10YR 2/2 | Franco limoso | 18 | 52 | 31 |
| 3 | 70 | 90 | 7,5YR 5/2 | 7,5YR 3/2 | Franco arenoso | 4 | 33 | 63 |
| 4 | 90 | 190 | 7,5YR 5/2 | 7,5YR 3/2 | Franco arenoso | 3 | 14 | 83 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | CIC (cmolc/kg) | Calcáreo Total (g/g) | Yeso Total (g/g) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 0,30 | 6,99 | - | 0,37 | 19,60 | 0,11 | 0,20 |
| 2 | 0,54 | 7,04 | - | 0,47 | - | 0,11 | 0,21 |
| 3 | 0,32 | 7,00 | 72 | 0,77 | - | 0,18 | 0,31 |
| 4 | 0,29 | 6,99 | 89 | 0,54 | - | 0,06 | 0,28 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g/g) | C/N | K _p (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 1652 | 3,87 | 13,6 | 13,5 | 142 |
| 2 | 1092 | 2,99 | 15,9 | 16,0 | |
| 3 | - | - | - | 80,5 | |
| 4 | - | - | - | 120,7 | |

| | | | |
|--------------|-------------|----------|--------------|
| Calicata | 14 | Finca | El Ceibal |
| Provincia | Jujuy | Latitud | -65,2785556 |
| Departamento | San Antonio | Longitud | -24,31886111 |
| Municipio | San Antonio | Altitud | 1266 |

| | |
|------------------------|--|
| Relieve | Normal |
| Posición | Pie de loma |
| Pendiente | 1-3 % |
| Escurrimiento | Lento |
| Erosión: | H 0 (Nula) |
| Drenaje | Pobremente drenado |
| Peligro de Anegamiento | Áreas muy poco o excepcionalmente inundables |
| Permeabilidad | Lenta |
| Pedregosidad | Grado 0 |
| Uso de Tierra | Tierras dedicadas a agricultura |
| Reacción al calcáreo | Moderadamente calcáreo |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 15 | 10YR 5/2 | 10YR 3/2 | Franco limoso | 23 | 55 | 23 |
| 2 | 15 | 70 | 10YR 6/2 | 7,5YR 4/2 | Franco limoso | 8 | 54 | 38 |
| 3 | 70 | 180 | 5YR 6/3 | 7,5YR 5/4 | Franco limoso | 9 | 53 | 38 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | CIC (cmolc/kg) | Calcáreo Total (g%g) | Yeso Total (g%g) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 0,58 | 6,51 | - | 0,67 | 20,70 | 0,15 | 0,15 |
| 2 | 0,56 | 7,56 | - | 1,84 | - | 0,39 | 0,54 |
| 3 | 0,81 | 7,33 | - | 4,93 | - | 0,13 | 0,27 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g%g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 1596 | 3,66 | 13,3 | 10,7 | 203 |
| 2 | 322 | 0,44 | 7,9 | 36,6 | |
| 3 | - | - | - | 34,0 | |

| | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| Calicata | 15 | Finca | El Algarrobal |
| Provincia | Jujuy | Latitud | - |
| Departamento | Belgrano | Longitud | 65,2345 |
| Municipio | San Salvador de Jujuy | Altitud | -24,18438889 |
| | | | 1236 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Relieve | <i>Pronunciado</i> |
| Posición | <i>Media loma alta</i> |
| Pendiente | <i>1-3 %</i> |
| Escurrimiento | <i>Medio</i> |
| Erosión: | <i>H 0 (Nula)</i> |
| Drenaje | <i>Moderadamente bien drenado</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Áreas no inundables</i> |
| Permeabilidad | <i>Moderada</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 0</i> |
| Uso de Tierra | <i>Tierras dedicadas a agricultura</i> |
| Reacción al calcáreo | <i>No calcáreo</i> |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Color Seco | Color Húmedo | Calificación textural | Arcilla (%) | Limo (%) | Arena (%) |
|------|-----------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 0 | 35 | 7,5YR 5/2 | 5YR 3/2 | Franco limoso | 4 | 53 | 43 |
| 2 | 35 | 120 | 10YR 5/3 | 7,5YR 3/2 | Franco limoso | 9 | 59 | 32 |
| 3 | 120 | 130 | 7,5YR 6/2 | 7,5YR 5/2 | Franco limoso | 8 | 52 | 40 |
| 4 | 130 | 180 | 10YR 5/3 | 10YR 3/4 | Franco arenoso | 3 | 36 | 61 |

| Capa | CEes (dS/m) | pH | Pedregosidad total (%) | RAS | CIC (cmolc/kg) | Calcáreo Total (g/g) | Yeso Total (g/g) |
|------|-------------|------|------------------------|------|----------------|----------------------|------------------|
| 1 | 0,21 | 5,77 | - | 0,70 | 16,30 | 0,08 | 0,12 |
| 2 | 0,16 | 5,71 | - | 0,83 | - | 0,02 | 0,21 |
| 3 | 2,28 | 4,94 | - | 0,74 | - | 0,02 | 0,20 |
| 4 | 4,53 | 4,09 | 58 | 0,49 | - | 0,01 | 0,19 |

| Capa | N Total (mg/kg) | MO (g/g) | C/N | K _D (mm/h) | Capacidad de almacenaje (mm/m) |
|------|-----------------|----------|------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 896 | 1,85 | 12,0 | 54,9 | |
| 2 | 392 | 0,37 | 5,5 | 30,0 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|------|-----|--|
| 3 | - | - | - | 37,8 | 174 | |
| 4 | - | - | - | 84,8 | | |

| | | | |
|--------------|-----------|----------|-----------|
| Calicata | 16 | Finca | MEC |
| Provincia | Jujuy | Latitud | - |
| Departamento | Tilcara | Longitud | 65,428906 |
| Municipio | Huichaira | Altitud | - |
| | | | 23,578844 |
| | | | 2629 |

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Relieve | <i>Pronunciado</i> |
| Posición | <i>Media Loma Alta</i> |
| Pendiente | <i>1-3%</i> |
| Escurrimiento | <i>Medio</i> |
| Erosión: | <i>H1 (Ligera)</i> |
| Drenaje | <i>Moderadamente bien drenado</i> |
| Peligro de Anegamiento | <i>Áreas no inundables</i> |
| Permeabilidad | <i>Moderada</i> |
| Pedregosidad | <i>Grado 1</i> |
| Uso de Tierra | <i>Agricultura y Misceláneas</i> |



| Capa | Límite Superior | Límite Inferior | Clasificación textural |
|------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| 1 | 0 | 60 | Franco limoso |
| 2 | 60 | 100 | Franco arcilloso |
| 3 | 100 | 120 | Franco (con acumulación de |

| | | | |
|---|-----|-----|----------------|
| 4 | 120 | 180 | Franco limoso |
| 5 | 180 | 200 | Franco arenoso |



CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE VITIVINÍCOLA PROVINCIA DE JUJUY

Informe Final
FEBRERO 2024



CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES



Coviar
CORPORACIÓN VITIVINÍCOLA
ARGENTINA

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 Jujuy. 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 rural productivo de quebradas y valles se expresa como de recintos aislados por su imponente entorno montañoso, variedad de microambientes. Son

marcados los estratos de altura en los paños de viñedo jóvenes repartidos en la hendidura de la Cordillera Oriental con rumbo norte-sur que se caracteriza por visuales enmarcadas por la montaña de colores. Los viñedos son de pequeña extensión con bordes irregulares se amoldan a los accidentes geográficos y los cursos de agua emergente en un pueblo tradicionalmente horticultor y floricultor. Los valles templados están moldeados y acotados por su orografía, paisajes verdes y frondosos, pequeñas parcelas uniformes con visuales amplias. Se observó recuperación de viñedos con historia, pueblo tabacalero y fruticultor. La cultura andina está ligada al territorio, música, pintores y poetas tienen mucha relación con la Quebrada, arraigo popular, religiosidad y Pachamama. Se destaca el vino artesanal, los vinos de altura y los emprendimientos familiares.

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | PROVINCIA DE JUJUY | 13 |
| 2. | QUEBRADA DE HUMAHUACA..... | 18 |
| 2.1 | Descriptores estructurales “el lugar es” | 18 |
| 2.1.1 | Infraestructura marrón | 19 |
| 2.1.2 | Infraestructura azul | 22 |
| 2.1.3 | Infraestructura gris | 24 |
| 2.1.4 | Infraestructura verde | 26 |
| 2.2 | Descriptores históricos culturales “el lugar habla” | 32 |
| 2.3 | Relaciones funcionales de sus componentes..... | 36 |
| 2.4 | Relaciones formales y estéticas..... | 41 |
| 3. | VALLES TEMPLADOS | 46 |
| 3.1 | Descriptores estructurales “el lugar es” | 46 |
| 3.1.1 | Infraestructura marrón | 47 |
| 3.1.2 | Infraestructura azul | 49 |
| 3.1.3 | Infraestructura gris | 50 |
| 3.1.4 | Infraestructura verde | 51 |
| 3.2 | Descriptores históricos culturales “el lugar habla” | 54 |
| 3.3 | Relaciones funcionales de sus componentes..... | 56 |
| 3.4 | Relaciones formales y estéticas..... | 57 |
| 4. | SÍNTESIS DESCRIPTIVA DEL CARÁCTER DIFERENCIAL DE LA QUEBRADA DE HUMAHUACA Y LOS VALLES TEMPLADOS DE JUJUY | 62 |
| 5. | SÍNTESIS COMPARATIVA PERCEPTUAL DE JUJUY | 68 |
| 6. | EMERGENTES SIGNIFICATIVOS | 77 |
| 7. | REFERENCIAS | 81 |
| 8. | FICHAS | 85 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa Vitivinícola de Jujuy. Detalle de emprendimientos vitivinícolas en los valles de altura y templados. Elaborado por Geografía del vino. G.C.17

| | |
|--|----|
| Imagen 2. Maqueta digital donde se detalla la Quebrada de Humahuaca con sus departamentos y los rangos de altitud que presentan. Elaborado por Wines of Argentina..... | 19 |
| Imagen 3. Maimará. Hendidura o cañadón dentro de la Cordillera Oriental con rumbo norte-sur, recorrida en sus 187 km por el Río Grande. Sus márgenes permiten el desarrollo de cultivos. Colores en la montaña, colores en los diferentes cultivos, se plasman en el territorio como tejidos en un telar. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 20 |
| Imagen 4. Purmamarca. Cañadón que por tramos se ensancha y en otros se estrecha como en “Angosto de Perchel”. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 21 |
| Imagen 5. Purmamarca. El Río Grande recorre el territorio de N a S. En sus márgenes los cultivos limitados por lo abrupto del relieve. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 23 |
| Imagen 6. Huacalera. Río Grande identitario de la Quebrada, en un tramo a mayor altura sobre el nivel del mar que Purmamarca. Cultivos de pequeña superficie se asientan en sus márgenes. Apertura visual con fuerte presencia de cordones montañosos que cobijan y encierran los diferentes parajes o localidades. Fuga visual en su recorrido. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 23 |
| Imagen 7. Huacalera. La ruta bordea las montañas que acompañan al visitante en su recorrido por la quebrada. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 24 |
| Imagen 8. Viñedos insertos en la trama montañosa de la puna, hacia el Oeste, con algunas de las bodegas representantes de los valles de altura desde Tumbaya hasta Humahuaca. Desde Pampa Blanca a San Salvador los valles templados con algunas de sus bodegas y viñedos con historia, los más antiguos. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje. | 27 |
| Imagen 9. Huacalera. Cactáceas (cardones) en el cerro pincelan la escena con formas verticales que se repiten en los forestales. Paisaje con vegetación nativa, espontánea en el interfilar con riego y exótica (sauces y álamos) acompañando arroyos. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 29 |
| Imagen 10. Purmamarca. Convivencia entre vegetación nativa e implantada. Habla de respeto por lo existente, lo heredado. Cuando lo autóctono y lo cultivado convergen. Cardones usados en las construcciones, como madera de techo o cubierta. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 30 |
| Imagen 11. Purmamarca. Vegetación nativa inserta en la trama de los cultivos. Especies con más exigencia hídrica acompañan los cursos de agua. Fotografía Nicolás Lazarte..... | 31 |

| | |
|---|----|
| Imagen 12. Huacalera. Populus nigra “álamo” y Salix babylonica “sauce” marcan líneas en el territorio, tramos acompañando los cauces de agua y en otros con riego por goteo acompañando los cultivos. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 32 |
| Imagen 13. Purmamarca. Tumbaya. Bodega Kindgard. Se conjugan componentes del paisaje de la quebrada, cerros de colores, pircas con la piedra del lugar, vegetación nativa como Schinus y el viñedo en pequeñas superficies, cursos de agua con álamos y sauces. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 33 |
| Imagen 14. Viñedos pequeños que deben amoldarse a los accidentes geográficos, siguen las caprichosas formas de la quebrada en la que se encuentran: van subiendo por sobre las pendientes, a la vez que esquivan las hondonadas por las que baja el agua cuando llueve. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 34 |
| Imagen 15. Maimará. Riego tecnificado por goteo. Aumento de la eficiencia en el uso del agua. Cuidado del recurso teniendo en cuenta su escasez. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 36 |
| Imagen 16. Purmamarca. Aplicación de productos con mochila por la escala del viñedo. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 37 |
| Imagen 17. Purmamarca. Vides conducidas en espaldero alto. El viñatero custodia su trabajo, lo acompaña y se enorgullece de los frutos de su esfuerzo. Escalas de viñedo que permiten caminarlo y un seguimiento personalizado. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 38 |
| Imagen 18. Maimará. Nuevos emprendimientos con sistema de conducción Gobelet..... | 39 |
| Fotografía: Nicolás Lazarte. | 39 |
| Imagen 19. Huacalera. Conducción en espaldero. El viñedo se cobija en la vegetación de su entorno. Árboles y arbustos se suman al paisaje del vino. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 39 |
| Imagen 20. Purmamarca. Manejo del interfilar del espaldero con coberturas verdes de vegetación espontánea. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 40 |
| Imagen 21. Huacalera. Espalderos perpendiculares a la pendiente del terreno con malla de protección. Nativas dispersas en el entorno. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 40 |
| Imagen 22. Hacedores de la poda. Lectura de la planta, análisis y toma de decisiones en receso vegetativo. Fotografía: Daniel Manzur. | 41 |
| Imagen 23. Maimará. Montañas que parecen volcarse sobre la quebrada. El río como eje de organización de la actividad humana. Paños de cultivo se distribuyen | |

| | |
|--|----|
| en teselas que parecen minuciosamente posicionadas. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 42 |
| Imagen 24. Huacalera. En la quebrada, los cultivos y parajes se desarrollan en las márgenes del río. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 42 |
| Imagen 25. Maimará. Cultivos de distintas especies se encastran a modo de rompecabezas. Las unidades productivas poseen formas regulares y bordes rectos en esta imagen. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 43 |
| Imagen 26. Cultivos de textura fina realzan el marco de la montaña áspera y gruesa. Los álamos columnares se funden en la textura fina. Los forestales de copa globosa brindan una textura media. Fotografía: Daniel Manzur. | 44 |
| Imagen 27. Líneas que brindan carácter, marcas en el territorio dibujan el paisaje. | 44 |
| Fotografía: Daniel Manzur. | 44 |
| Imagen 28. Purmamarca. Marrones en las montañas y los suelos áridos. Rojos y naranjas se desprenden en algunos afloramientos de los mismos. Una gama de verdes completa el paisaje, aportada por los cultivos, el arbolado y la vegetación nativa. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 45 |
| Imagen 29. Maimará. La montaña como telón de fondo, parece no tener fin. Álamos pincelan la composición, prolongan la sensación de verticalidad de los postes que sostienen el viñedo y dirigen la mirada hacia ese cielo azul turquesa. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 45 |
| Imagen 30. Purmamarca. Paisajes que parecen austeros pero enmascaran complejidad, interacciones, cursos. Coexisten, coalescen, montañas, árboles, pastos, flores, viñas, historias. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 46 |
| Imagen 31. Mapa de unidades edáficas de los Valles Templados. Elaborado por Vallone, en informe COVIAR 2022..... | 49 |
| Imagen 32. Paisaje rural urbano productivo. La principal actividad es la tabacalera. Paños de cultivos extensos y uniformes. Visuales amplias, profundas. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 50 |
| Imagen 33. Ecorregiones de Jujuy. Viñedo Algarrobal “viñedo de la yunga”. Elaborado por Geografía del vino..... | 52 |
| Imagen 34. Arbolado en alineaciones o cortinas forestales definen los límites de los paños de cultivo, marcan los callejones internos y tejen la trama de cultivo. Visuales amplias se destacan con el marco de la cordillera lejana, en un plano de fondo de un azul apaciguante. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 53 |

| | |
|---|----|
| Imagen 35. Acequias que permanecen y dan testimonio de su existencia en la zona. Dupla de arbolado y acequia como patrimonio vivo. Ejemplares de Casuarina cunninghamiana se destacan en las alineaciones entre otros como Populus nigra. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 53 |
| Imagen 36. Sistema de conducción en espaldero alto. Manejo a escala hombre en pequeñas extensiones de viñedo. Cobertura en el interfilar de vegetación espontánea. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 57 |
| Imagen 37. Riego por canales y acequias suplementan el agua de lluvia, con una frecuencia de 3 veces al año. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 57 |
| Imagen 38. Paños de cultivo con límites rígidos se unen a zonas con bosque nativo. Rigidez de líneas que se ablanda con la silueta de la montaña a lo lejos. Fotografía: Nicolás Lazarte. | 59 |
| Imagen 39. Postal de los Valles templados. Líneas, colores, texturas y amplias visuales caracterizan el paisaje de los valles templados. La vegetación arbórea impregna el recorrido por los valles. Fotografía: Nicolás Lazarte..... | 60 |
| Imagen 40. Palmeras al pie del cultivo, en línea acompañando los callejones, son exponentes de las selvas de yungas, clima más cálido y húmedo, alta precipitación anual (1300 mm). Fotografía: Nicolás Lazarte. | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Informe anual de superficies de viñedos 2021. Elaborado por INV. | 17 |
| Tabla 2. Proporción de tierra fina y esqueleto grueso en los perfiles de suelo en la Quebrada de Humahuaca. Elaborado por Vallone, 2022. Cooperación Técnica “Caracterización de las regiones vitivinícolas de la Argentina” COVIAR y Consejo Federal de Inversiones (CFI) – Informe. Provincia de Jujuy. Pág. 95. | 22 |

ÍNDICE DE MAPAS

| | |
|--|----|
| Mapa 1. Elaborado por el equipo de Edafología en su informe COVIAR-CFI, 2022, pág. 20. | 16 |
| Mapa 2. Para el presente estudio se establecen dos regiones: Quebrada de Humahuaca y Valles Templados. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje. | 18 |

PROVINCIA DE JUJUY

Esta provincia del NO del país presenta dos grandes ecorregiones, la Puna y La Yunga con sus complejos ecosistémicos.

La Ecorregión Puna es la que posee, junto con la Altoandina, la mayor proporción de afloramientos rocosos con ausencia de suelos. Las geoformas de los pisos más altos de cada Complejo de Ecosistemas, ubicadas en las cumbres, faldeos y abanicos de acarreo, carecen de suelos; en las posiciones más bajas, el suelo tiene un bajo desarrollo del perfil (Mateucci en Morello, 2012, pág .90). Los suelos con mejor capacidad productiva son los Molisoles, que son suelos negros o pardos desarrollado a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedo a semiárido, aunque también se presentan en regímenes fríos y cálidos.

El Complejo Prepuna, de Norte a Sur, atraviesa los departamentos Santa Victoria, Iruya y Oran de la provincia de Salta; Valle Grande, Tilcara, Dr. Manuel Belgrano y San Antonio de la provincia de Jujuy es el deslinde oriental del altiplano y comprende cinco fragmentos alargados bordeados por otros Complejos de la Puna hacia el Oeste y las Ecorregiones Selva de Yungas y Monte de Sierras y Bolsones, al Este. El 59 % de su recorrido linda con la Ecorregión Selvas de Yunga, de mayor altitud y el 41 %, hacia el Sur, linda con los valles secos del Monte de Sierras y Bolsones, como los Valles Calchaquíes (Morello 2012, pág.97).

El clima es árido, y se caracteriza por variaciones interanuales de la precipitación muy marcadas y por su alta insolación. La precipitación media anual es de 780 mm y el 75 % se concentra en enero. El clima de la Prepuna es mucho menos lluvioso que el registrado en la estación de la Selva de Yungas y, sin duda, La Poma se aproxima más a las condiciones del Complejo. Sin embargo, la prepuna se extiende desde los 22 a los 26° Lat Sur, por lo tanto, es de esperar que exista un gradiente de temperaturas decrecientes de N a S. El relieve irregular con pendientes fuertes

genera condiciones locales muy variables de humedad y temperatura, dependiendo de la exposición, la altitud y la geoforma. Por ejemplo, en el extremo Norte el clima puede clasificarse en tres tipos, templado frío al Oeste, templado con mayor pluviosidad al centro y templado cálido al Este (Morello 2012, pág.98).

La Fundación Ecoandina, aprovechando la potente radiación solar, trabaja para promover entre los pobladores el uso de la energía solar térmica y fotovoltaica como fuente alternativa de energía y de ese modo proteger la biodiversidad de plantas, la erosión de los suelos y abaratar los altos costos que implica el uso de la garrafa de gas (Morello, 2012, pág.95).

El relieve es montañoso. De Oeste a Este aparece como un plano inclinado desde los 5000 msnm (Sierra de Santa Victoria) hasta los 2000 m de altitud media en el extremo Oriental. Presenta grandes superficies de abanicos de acarreos y piedemonte. Este plano inclinado está interrumpido por vegas y valles, las primeras ubicadas a mayor altitud sobre cursos de agua menores, los valles de ríos y arroyos se encuentran a menor altitud. La heterogeneidad topográfica genera una variedad de microambientes.

Como todo ecotono tiene tipos de vegetación, bioformas y especies del altiplano dominando en las alturas y del Monte en las bajadas. Sus singularidades incluyen dominancia de cactáceas columnares, frecuencia y diversidad de bromeliáceas saxícolas, a veces formando mantos que cubren las rocas, abundancia de matorrales y bosques de árboles bajos en riberas o rodeando manantiales en cabeceras de valles húmedos. Los patrones de la vegetación responden a los pisos altitudinales, grado de pendiente y a condiciones edáficas (Mateucci en Morello, 2012).

El Complejo Puna Desértica posee el 30% de su superficie protegida como Reservas de la Provincia, con el objetivo de proteger la vicuña y otras especies de la zona, así como el patrimonio arqueológico.

La otra ecorregión mencionada es la Yunga, debido al fuerte gradiente altitudinal, las Yungas presentan una gran variación de sus condiciones climáticas, desde las áreas

pedemontanas calientes y secas, hasta los bosques montanos templado-fríos, muy húmedos y con nevadas invernales (Rodríguez en Morello, 2012, pág 131).

Son áreas productoras de caña de azúcar, tabaco, citrus, frutales, hortalizas y legumbres, cultivos cuyo procesamiento demanda gran cantidad de mano de obra y por ello la concentración poblacional en relación al trabajo que se genera.

Además de la heterogeneidad ecológica y de biodiversidad de los Complejos de vegetación generada por la dispersión fragmentada en el sistema montañoso, la Ecorregión es rica en endemismos; en el Complejo de Bosques y pastizales montanos se ha encontrado que en cada cerro hay un endemismo específico en familias como las Malváceas (Rodríguez, en Morello, 2012, pág 133).

Para el citado estudio el paisaje del viñedo de Jujuy se enmarca en los valles de altura “Quebrada de Humahuaca” y en los Valles templados. La superficie cultivada con vid son 56,1 ha según INV 2021. La provincia de Jujuy es Indicación Geográfica a partir del año 2002. Resolución INV N° C.32/2002. Los valles de altura lo conforman los departamentos de Humahuaca, Tilcara y Tumbaya. Los valles templados se encuentran en los departamentos Dr. Manuel Belgrano, San Antonio y El Carmen.



Mapa 1. Elaborado por el equipo de Edafología en su informe COVIAR-CFI, 2022, pág. 20.

En la siguiente tabla se detallan la superficie de viñedos y la cantidad en cada departamento de ambos valles mencionados, los de altura y los templados. En la Imagen 1 (Geografía del vino, 2020) se detallan los emprendimientos en cada zona.

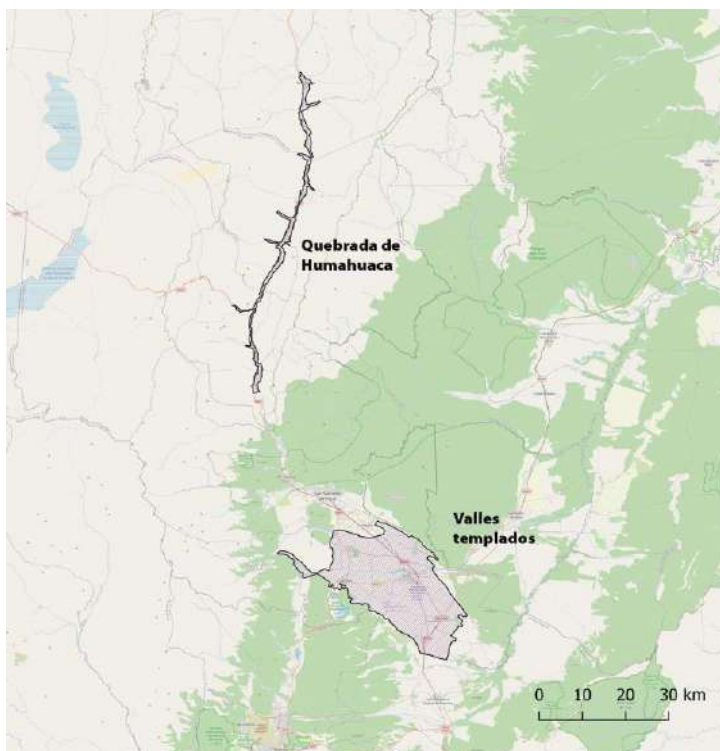
Tabla 1. Informe anual de superficies de viñedos 2021. Elaborado por INV.

| PROVINCIA: JUJUY | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--|----------|----------|----------|-----------|
| DEPARTAMENTOS | SUPERFICIE DE VID SEGÚN ESCALA DE SUPERFICIE (ha) | | | | | CANTIDAD DE VIÑEDOS SEGÚN ESCALA DE SUPERFICIE | | | | |
| | 0 a 0,5 | 1 a 2,5 | 2,5 a 5 | 5 a 10 | TOTAL | 0 a 0,5 | 1 a 2,5 | 2,5 a 5 | 5 a 10 | TOTAL |
| TILCARA | 1,3 | 4,2 | 19,1 | 7,9 | 32,6 | 6 | 2 | 5 | 1 | 14 |
| TUMBAYA | 0,7 | 1,6 | - | 8,0 | 10,3 | 8 | 1 | - | 1 | 10 |
| EL CARMEN | - | 2,7 | 3,1 | - | 5,8 | - | 2 | 1 | - | 3 |
| HUMAHUACA | - | 2,4 | 2,6 | - | 5,0 | - | 1 | 1 | - | 2 |
| DOCTOR MANUEL BELGRANO | - | 1,3 | - | - | 1,3 | - | 1 | - | - | 1 |
| SAN ANTONIO | - | 1,1 | - | - | 1,1 | - | 1 | - | - | 1 |
| Total Jujuy | 2,0 | 13,3 | 24,8 | 15,9 | 56,1 | 14 | 8 | 7 | 2 | 31 |

Los viñedos más antiguos se encuentran en los Valles Templados, donde unos siete productores obtienen uvas para la elaboración de vinos de mesa.



Imagen 1. Mapa Vitivinícola de Jujuy. Detalle de emprendimientos vitivinícolas en los valles de altura y templados. Elaborado por Geografía del vino. G.C.



Mapa 2. Para el presente estudio se establecen dos regiones: Quebrada de Humahuaca y Valles Templados. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje.

QUEBRADA DE HUMAHUACA

2.1 Descriptores estructurales “el lugar es”

En 2003 la UNESCO declaró a la Quebrada de Humahuaca Patrimonio Cultural de la Humanidad gracias al importante arraigo cultural de la región y, desde 2015, la zona cuenta con Indicación Geográfica propia para los vinos elaborados con uvas de sus viñedos, Resolución INV N° C.39/2015. Se incluyen en la Quebrada de Humahuaca los departamentos de Humahuaca, Tilcara y Tumbaya en relación al informe presentado por Edafología y sus áreas de estudio.



Imagen 2. Maqueta digital donde se detalla la Quebrada de Humahuaca con sus departamentos y los rangos de altitud que presentan. Elaborado por Wines of Argentina.

Tumbaya (1720 msnm-2280 msnm) presenta localidades y parajes como: Bárcena (139 hab.), El Moreno (154 hab.), Purmamarca (891 hab.), Tumbaya (428 hab.), Volcán (1121 hab.).

Tilcara (2280 msnm-2790 msnm) otro departamento que forma parte de la Quebrada de Humahuaca con localidades como Juella, Huacalera y Maimará.

Humahuaca (2720 msnm-3329 msnm) con localidades y parajes, a saber: Coctaca (141 hab.), El Aguilar (2.264 hab.), Humahuaca (10.256 hab.), Iturbe (456 hab.), Tres Cruces (376 hab.), Uquía (508 hab.).

2.1.1 Infraestructura marrón

Topografía o forma del terreno: la Quebrada de Humahuaca se ubica entre los 23° 10' y 23° 50' de Latitud Sur y en dirección al meridiano 65° 20' de Longitud Oeste. Las alturas varían desde los 600 m hasta los 3.700 m de altitud. Constituye una hendidura o cañadón dentro de la Cordillera Oriental con rumbo norte-sur, recorrida en sus 187 km por el Río Grande cuyas márgenes definen su desarrollo, siendo la cuenca principal en la que derivan todos los cauces que surcan quebradas de menor envergadura (Vallone, 2022, pág. 20).



Imagen 3. Maimará. Hendidura o cañadón dentro de la Cordillera Oriental con rumbo norte-sur, recorrida en sus 187 km por el Río Grande. Sus márgenes permiten el desarrollo de cultivos. Colores en la montaña, colores en los diferentes cultivos, se plasman en el territorio como tejidos en un telar. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 4. Purmamarca. Cañadón que por tramos se ensancha y en otros se estrecha como en “Angosto de Perchel”. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Suelo: “En la Quebrada han quedado definidas 5 unidades edáficas denominadas como: Purmamarca, Tilcara, Huichaira, Huacalera y Humahuaca, cuyas características externas, de paisaje y perfiles de suelo se amplían y documentan con fotos de perfiles modales en el documento” (Vallone, 2020, pág.12).

“Los suelos de la Quebrada son poco fértiles y escasamente desarrollados. En la zona de terraza fluvial y vías de escurrimiento, con un clima Mésico-árido, predominan suelos poco desarrollados, denominados Entisoles” (Vallone, 2022, pág.11).

“Las texturas de los perfiles van de arenosos a francos, con algunas capas de textura franco limosas. En Huacalera se presentan los perfiles de texturas más gruesas y en Huichaira los más finos. Dentro de la Quebrada, predominan en las distintas subzonas evaluadas las arenas muy gruesas en general (500 a 1000 μ), pero en Huacalera el fraccionamiento indicó mayor proporción de arena media (250 a 500 μ). Los suelos de Purmamarca poseen más limo y arcillas. Pero el viñedo que se ubica en la parte media de un abanico aluvial formado en margen izquierda del arroyo de la Quebrada de Huichaira, que tiene como nivel de base local al río Grande, es de perfil limo arcilloso de coloración rojiza por la riqueza en óxido férrico y su ubicación al pie de un cerro del Grupo Salta, siendo uno de los de textura más fina observado en la Quebrada y contrastante con el que está del otro lado del arroyo Huichaira de textura franco-arenosa” (Vallone, 2022, pág.93).

Se evidencian la gran variabilidad de texturas, pedregosidad y profundidad efectiva a lo largo de la quebrada según cercanías a los grupos de material madre, a su posición en taludes y terrazas y en función de la potencia de los aluviones que acarrearón los sedimentos en tiempos pretéritos. La presencia de este material muy grueso disminuye la retención de agua del suelo y constituye una resistencia mecánica a la penetración de las raíces, siendo determinante de la profundidad efectiva de enraizamiento a partir de la clase grava gruesa en adelante (Vallone, 2022, pág.94).

Tabla 2. Proporción de tierra fina y esqueleto grueso en los perfiles de suelo en la Quebrada de Humahuaca. Elaborado por Vallone, 2022. Cooperación Técnica “Caracterización de las regiones vitivinícolas de la Argentina” COVIAR y Consejo Federal de Inversiones (CFI) – Informe. Provincia de Jujuy. Pág. 95.

| Sitio | Finca | Calicata | Capa | Limite superior (cm) | Limite inferior (cm) | % Tierra Fina vs esqueleto grueso | | | |
|------------|-----------------|----------|------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|
| | | | | | | Tierra Fina (< 0,2 cm) | grava fina a media (0,2 a 2 cm) | grava gruesa (2 a 6 cm) | roca (6 a 20 cm) |
| Purmamarca | Don Milagro | 1 | 2 | 35 | 103 | 59,0 | 15,0 | 6,0 | 20,0 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 1 | 0 | 60 | 62,8 | 34,9 | 2,3 | 0,0 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 2 | 60 | 110 | 32,3 | 8,1 | 19,4 | 40,3 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 3 | 110 | 160 | 50,0 | 46,9 | 3,1 | 0,0 |
| Purmamarca | Amanecer Andino | 2 | 4 | 160 | 200 | 61,4 | 2,3 | 2,3 | 34,1 |
| Purmamarca | Viña Purmamarca | 3 | 2 | 60 | 180 | 38,9 | 8,3 | 25,0 | 27,8 |
| Humahuaca | Moya | 4 | 2 | 30 | 80 | 73,2 | 0,0 | 2,4 | 24,4 |
| Humahuaca | Moya | 4 | 3 | 80 | 180 | 66,3 | 22,4 | 7,1 | 4,1 |
| Huacalera | Yacoraité | 5 | 1 | 0 | 130 | 24,6 | 18,8 | 13,0 | 43,5 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 1 | 0 | 25 | 62,5 | 25,0 | 12,5 | 0,0 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 2 | 25 | 70 | 51,8 | 21,4 | 8,9 | 17,9 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 3 | 70 | 100 | 45,2 | 35,7 | 11,9 | 7,1 |
| Huacalera | Huacalera | 6 | 4 | 100 | 180 | 47,4 | 21,1 | 10,5 | 21,1 |
| Huichaira | Huichaira | 7 | 2 | 45 | 180 | 16,7 | 74,1 | 9,3 | 0,0 |
| Maimará | Dupont | 8 | 1 | 0 | 20 | 38,5 | 38,5 | 23,1 | 0,0 |
| Maimará | Dupont | 8 | 2 | 20 | 190 | 55,3 | 25,5 | 19,1 | 0,0 |
| Maimará | La Diabla | 9 | 1 | 0 | 50 | 32,3 | 40,3 | 24,2 | 3,2 |
| Maimará | La Diabla | 9 | 2 | 50 | 140 | 16,1 | 61,3 | 22,6 | 0,0 |

2.1.2 Infraestructura azul

Cursos de agua: el Río Grande recorre la Quebrada de Humahuaca y atraviesa la ciudad de San Salvador de Jujuy, tiene una longitud de 278 km. Recibe el aporte de numerosos afluentes que descienden de las sierras pertenecientes a la Cordillera Oriental o Precordillera Salto-Jujeña, por la margen derecha; y por la margen izquierda los ríos Quebrada de Coxtaca, Quebrada de Calcete, por ambas márgenes aportan numerosos arroyos menores.

El régimen pluvial de la Quebrada de Humahuaca es monzónico y está influenciado por la orografía: en el ascenso a la Quebrada desde S.S. de Jujuy, el valor medio anual es de 850 mm/año a partir de allí se produce una disminución (en cuesta de Volcán sólo se registran 392 mm anuales) desde Tumbaya hasta Humahuaca, trayecto en el cual las precipitaciones alcanzan menos de 200 mm.



Imagen 5. Purmamarca. El Río Grande recorre el territorio de N a S. En sus márgenes los cultivos limitados por lo abrupto del relieve. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 6. Huacalera. Río Grande identitario de la Quebrada, en un tramo a mayor altura sobre el nivel del mar que Purmamarca. Cultivos de pequeña superficie se asientan en sus márgenes. Apertura visual con fuerte presencia de cordones montañosos que cobijan y encierran los diferentes parajes o localidades. Fuga visual en su recorrido. Fotografía: Nicolás Lazarte.

2.1.3 Infraestructura gris

Infraestructura vial: la principal vía de acceso es la RN 9 que atraviesa el departamento en su totalidad y en cercanías de la cual se ubican la mayor parte de las localidades. La RN 52 recorre hacia el oeste parte del departamento de Tumbaya, desde la localidad de Purmamarca.



Imagen 7. Huacalera. La ruta bordea las montañas que acompañan al visitante en su recorrido por la quebrada. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Configuración edilicia:

“El arqueólogo Eric Boman (1991 [1908], pág. 429) observó las viviendas del norte del país y las definió como "rectangulares, casi todas de las mismas dimensiones, alrededor de 6 m de largo por 3 m de ancho, edificadas de adobes [...]. El techo de paja [...] está soportado por una cimera a dos aguas". Más de veinte años después de los primeros viajeros, Luciano Catalano, especializado en geología, mineralogía y física, realizó viajes financiado por la Dirección General de Minería, Geología e Hidrología de la Nación; continuó en la misma línea que sus antecesores y agregó que estos "miseros ranchos de adobe o simples pircas de piedra [...] carecen de todo

lo que pudiera llamarse la menor comodidad y [sus habitantes] viven en la más absoluta carencia de higiene" (Catalano, 1930, en Tomasi 2010, pág. 111).

Se admiraron las "hurañas iglesuchas" por su rusticidad y por su "maridaje de lo religioso español con el panteísmo quichua" (ANBA, 1940, pág. 7).

Entre las décadas de 1920 y 1940, los arquitectos e ingenieros buscaron en las tipologías religiosas con sabor prehispánico las esencias y raíces nacionales. Esa búsqueda de valores identitarios tomó forma dentro del movimiento de "restauración nacional", también llamado "movimiento neocolonial" o "renacimiento colonial" (Gutiérrez, 1978) liderado por Ricardo Rojas, con la participación de arquitectos como Martín Noel y Ángel Guido, que proponían una edificación capaz de recuperar "el más puro sabor hispano-americano" (Academia Nacional de Bellas Artes (ANBA) 1939, pág. 8).

Nicolini definió las edificaciones con formas simples, ángulos rectos y planta rectangular, apoyadas en la calle siempre por su lado mayor y en constante proceso de ampliación, que por la agregación de locales irá adaptando progresivamente la forma de L, U y O en torno a un patio. Este mismo autor describió el predominio de los muros de adobes y, en la parte inferior, la presencia de pirca unida con barro. Los techos en pendiente registrados fueron construidos con madera de cardón, con un manto de ramas y cubiertos con paja, mientras que en algunos casos se trataba de techos de paja con una capa de torta. Y aclaró: "no existen transiciones arquitectónicas (galerías) entre el interior y el exterior" (1964b, pág. 30).

En la década de 1960, Nicolini reconoció dos tipos de viviendas en Purmamarca, de acuerdo a los materiales utilizados y la forma resultante: el tipo tradicional, de piso de tierra, muros revocados a bolsa y encalados, estructura a dos aguas de algarrobo, cubierta de caña o cardón sosteniendo la torta de barro, y el tipo más moderno, que trasluce un nivel económico mayor, de piso de mosaicos, muros fratachados y pintados, y estructura de madera industrial escuadrada y cubierta de zinc a una sola agua. Dos décadas después, el mismo autor reformuló sus tipos iniciales para el valle del río Grande de Jujuy: la tradición hispánica, de techos a dos aguas, fachadas desnudas y encaladas y alguna que otra ventana; y la tradición del siglo XIX, que esconde los techos detrás de pretilos donde asoman gárgolas de zinc y cuyas

fachadas tienen composiciones con pilastras "ordenando" toda su extensión y ritmando las aberturas (1984, pág. 75).

También se destacó la presencia de diseños que recuperan "la arquitectura simple de la gente de los pastores", la cual "se incorpora al paisaje e intenta fundirse en él" (Antoráz, 2009, en Tella, 2009, pág. 2)" (Tommei, 2018).

En nuevos emprendimientos se destaca una arquitectura más moderna e incipiente en bodegas, residencias, hosterías, cabañas, que ofrecen gastronomía y hospedaje al viajero.

Edificaciones destacadas:

- Capillas de Purmamarca, Huacalera, Tumbaya y Abra Pampa
- Iglesias de Humahuaca, Tilcara, Uquía y Yavi
- Museo arqueológico e histórico de Huacalera
- Mercado Artesanal de Volcán
- Museo Posta de Hornillos

2.1.4 Infraestructura verde

Superficie cultivada: 47,9 ha cultivadas con viñedos en los "valles de altura" o Quebrada de Humahuaca. En Tilcara, a 2415 msnm, se cultivan 32,6 ha de viñedos, su localidad de Maimará alberga la mayor cantidad de viñedos productivos.

En cabeceras de cuencas con agua permanente se habilitan sistemas de cosecha y distribución de agua y se riega produciendo hortalizas y productos de granja para los centros mineros. En varios valles se han rehabilitado andenería y canales de riego prehispánicos para producción de subsistencia y en Salta, Jujuy y Tucumán tienen importancia creciente cultivos como la quinoa (*Chenopodium quino*), el tarwi (*Lupinus sp*), el amaranto (*Amaranthus mantegazzianus*) y la papa. Para alimentación de animales de corral y en pesebre se cultiva alfalfa sobre bordes de lechos

temporarios. En el fondo de quebradas crecen álamos, manzanos y membrillos (Morello, 2012, pág 95).

En la imagen a continuación, se localizan gran parte de los emprendimientos vitivinícolas de ambos valles, los de altura (Quebrada de Humahuaca) y los templados. La mayor cantidad de viñedos y bodegas se concentran en la zona de la puna, donde se desarrollan otros cultivos principalmente hortícolas. En los valles templados, con viñedos más antiguos, se destaca la actividad tabacalera además de otros cultivos.



Imagen 8. Viñedos insertos en la trama montañosa de la puna, hacia el Oeste, con algunas de las bodegas representantes de los valles de altura desde Tumbaya hasta Humahuaca. Desde Pampa Blanca a San Salvador los valles templados con algunas de sus bodegas y viñedos con historia, los más antiguos. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje.

Vegetación nativa: se destacan dos ecorregiones, la Puna como área montañosa con vegetación de estepa de altura y la ecorregión de las selvas de Yungas a lo largo del flanco oriental de los Andes centrales. Se localiza desde el norte del Perú, atraviesa Bolivia y llega hasta el norte de Argentina y se caracteriza por ser una región de bosque de montaña, nuboso, lluvioso y tropical (Corona, 2022).

La ecorregión de Puna, meseta que se encuentra a mayor altitud en el mundo y la segunda en altitud y extensión después del Tibet. En Mateucci, 2012, se cita que la Puna es uno de los 6 lugares del mundo con energía solar incidente mayor de 2200 KW/m²/ año (Rojo, 2010) y que las características tan particulares y únicas de la puna (y de los Altos Andes) han convertido a esta región en un laboratorio, en el cual se prueban hipótesis referidas a diversos aspectos del conocimiento, especialmente geología (Allmendiger et al., 1997), biología (Mosca Torres y Puig, 2010; Borgnia et al., 2010), arqueología (Angiorama y Becerra, 2010), economía y conservación de especies útiles (McAllister et al., 2009), antropología (Giménez et al., 2006).

En el Complejo Prepuna la vegetación característica es cardonal de *Trichocereus pasacana* y *T. terscheckii*, que ocupa los faldeos escarpados de roca viva o parcialmente descompuesta y los derrubios de laderas, entre los 1900 y 3100 m de altitud. En los sitios menos escarpados el cactus columnar forma parte de un matorral-arbustal de *Larrea divaricata*, *Opuntia sp*, *Cercidium sp*, *Prosopis sp* (Mateucci en Morello, 2012, pág.97).



Imagen 9. Huacalera. Cactáceas (cardones) en el cerro pincelan la escena con formas verticales que se repiten en los forestales. Paisaje con vegetación nativa, espontánea en el interfilas con riego y exótica (sauces y álamos) acompañando arroyos. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 10. Purmamarca. Convivencia entre vegetación nativa e implantada. Habla de respeto por lo existente, lo heredado. Cuando lo autóctono y lo cultivado convergen. Cardones usados en las construcciones, como madera de techo o cubierta. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Arbolado: la vegetación nativa como gran exponente, inserto en callejones o lugares residuales y en el entorno como el molle, chañar, algarrobo. Especies exóticas como el álamo y el sauce de mayor exigencia hídrica a orillas de arroyos en alineaciones o con riego suplementario en el viñedo.



Imagen 11. Purmamarca. Vegetación nativa inserta en la trama de los cultivos. Especies con más exigencia hídrica acompañan los cursos de agua. Fotografía Nicolás Lazarte.



Imagen 12. Huacalera. *Populus nigra* “álamo” y *Salix babylonica* “sauce” marcan líneas en el territorio, tramos acompañando los cauces de agua y en otros con riego por goteo acompañando los cultivos. Fotografía: Nicolás Lazarte.

2.2 Descriptores históricos culturales “el lugar habla”

Puede identificarse una secuencia de ocupación de la quebrada, que a su vez puede dividirse en un momento de ocupación preincaica (denominado Período de Desarrollos Regionales, 900-1430 d.C.), un segundo momento propiamente incaico (1430-1536 d.C.), y finalmente un momento denominado “hispanico”, subdividido en una primera instancia de contacto hispano indígena (entre los siglos XVI y XVII) y una segunda instancia colonial (en el siglo XVIII) (Sofía, 2019).

La Quebrada de Humahuaca es “Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad”, se destacan sus fiestas populares de Pascua y de Carnaval, sus vinos de altura, lugar de poesía y pintura, música, arte en telar, queso de cabra, su antiguo ferrocarril, costumbres religiosas muy arraigadas y de la “pachamama”. Los pueblos originarios de la zona siguen trabajando allí con uvas criollas, en pérgolas plantadas hace más de 100 años, parrales familiares. Son vinos que antiguamente se elaboraban en ánforas y tienen mucho encanto por detrás (Niven en Braga, 2023).

Procesiones religiosas se realizan frecuentemente, una de las más importantes en la zona es la Virgen de “Punta Corral”, al subir hacia el Este se llega al Santuario de la Virgen y se baja en procesión desde Tilcara y en otra margen desde Tumbaya, colorido, cuadro de flores, música y oración en las estaciones de Vía Crucis, Semana Santa en Tilcara ... recuerdos del entrevistado que pasó su niñez y parte de su adolescencia en Jujuy, manifiesta además que es un lugar especial de música, arte, poesía, comparsas, de acequias y la imagen del “juez del agua que la distribuía para los cultivos hortícolas y de flores, de “ir a la quebrada en tren”, de “ver la lluvia de estrellas en agosto, en un cielo límpido con estrellas fugaces” (Martiarena, 2023).

La agricultura no es una novedad en el lugar, en esta zona hay una acequia histórica cuyas aguas durante muchos años han servido para regar zonas de cultivo recostadas sobre la serranía y a la vera del Río Grande. Allí hay varias quebradas,

cuyas tierras son especialmente adecuadas para plantar la vid en el pedregal, además de viñedos hay cultivos hortícolas (Bodega Kindgard).



Imagen 13. Purmamarca. Tumbaya. Bodega Kindgard. Se conjugan componentes del paisaje de la quebrada, cerros de colores, pircas con la piedra del lugar, vegetación nativa como *Schinus* y el viñedo en pequeñas superficies, cursos de agua con álamos y sauces. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Valle andino enmarcado por dos cordones montañosos con picos que pueden llegar a los 4500 metros, se erigió en una de las regiones vitivinícolas más exóticas del mundo, donde ya existen 60 hectáreas de viñedos entre los 2200 y los 3330 msnm. La ruta del vino de la Quebrada se extiende por 80 kilómetros y atraviesa los pueblos de Tumbaya, Purmamarca, Maimará, Huichaira, Tilcara, Huacalera, Yacoraite, Perchel y Uquía, donde una decena de productores conformó la Asociación de Bodegas de Quebrada de Humahuaca” (Iglesias, 2021).

La Quebrada de Humahuaca se va pintando de vides: viñedos pequeños que obligadamente deben amoldarse a los accidentes geográficos de las sierras, los

cerros, las quebradas y el paso de los numerosos cursos de agua que bajan desde éstas en el verano. (Ángel del vino, 2022). Los cuadros de viñedos siguen las caprichosas formas de la quebrada en la que se encuentran: van subiendo por sobre las pendientes, a la vez que esquivan las hondonadas por las que baja el agua cuando llueve (Bodega Dupont).



Imagen 14. Viñedos pequeños que deben amoldarse a los accidentes geográficos, siguen las caprichosas formas de la quebrada en la que se encuentran: van subiendo por sobre las pendientes, a la vez que esquivan las hondonadas por las que baja el agua cuando llueve. Fotografía: Nicolás Lazarte.

En Santa Rosa Chuschuyok “lugar muy seco en quechua” con 80 mm/año se emplaza la bodega Kingarden, a pocos km de Purmamarca (2300 msnm), con vistas al río Grande. Etiquetas con cerros de colores.

En la Quebrada de Humahuaca comenzó a plantarse a partir de los 2000 metros, en la zona de Volcán, donde ya comienzan a verse algunos viñedos. Subiendo hacia Purmamarca, Maimará, Huacalera y Uquía. Los viñedos en Maimará (Tilcara), a 2400 metros de altura, son los primeros en plantarse allí de la mano de Fernando Dupont. Se destaca el cerro “Paleta del pintor”, el río Grande con sus curvas que debe cruzarse para llegar y el oratorio a la “Virgen de Punta Corral”. Cinco ha plantadas de

viñedo, con un vino distinto como nueva oportunidad que da esperanzas, crecimiento cultural de las familias asociadas a los emprendimientos.

En la quebrada de Huichaira, el emprendimiento de la familia Nieva con 4 ha de viñedos a 2750 msnm, pequeño valle rodeado de cerros que tienen como fondo una formación natural arenosa “Castillos de Huichaira”. Se destaca su etiqueta de colores reflejo de su entorno natural.

En el corazón de la histórica Quebrada de Humahuaca, en el pequeño paraje Villa el Perchel, situado entre Huacalera y Tilcara, se plantan las Viñas del Perchel en el año 2005, proyecto familiar de 6 ha de los Vargas, primeros en implantar variedades finas para la producción de vinos en la Quebrada, a más de 2.625 metros sobre el nivel del mar. Emplazada en el angosto valle del perchel, punto más angosto de la Quebrada de Humahuaca, defensa natural contra las heladas. Etiquetas con componentes del paisaje identitarios como cactus y cerros.

Actualmente, el viñedo en producción más alto del país se encuentra en Uquía, Jujuy, a 3329 metros de altitud, otro “dato curioso es que no fue plantado en los típicos conos aluviales que hay en las regiones desérticas del oeste argentino, sino que lo hizo sobre los faldeos de un cerro cuyas rocas son areniscas y lutitas de origen marino asignadas al Grupo Santa Victoria, de edad ordovícica. Otra curiosidad es que al transitar el camino que une Uquía con los viñedos, se debe sortear un cerro que no es más que un despegue de una falla inversa de vergencia oriental que afecta al mencionado Grupo. Como ven, viñedos interesantes desde el punto de vista altimétrico, climático y geológicos” (Corona, 2021).

La combinación entre los procesos de patrimonialización, el crecimiento de la industria turística a escala regional y las ventajas relativas para el receptivo interno; redundan en un contexto inmejorable para promover el turismo local y enológico. No obstante, dicho impulso no cuenta con una política de promoción nítida desde el estado, ni desde el sector privado. Más bien, se trata de esfuerzos individuales y vinculaciones desarticuladas, que no poseen una visión integral de las potencialidades y los desafíos que supone esta clase de promoción turística. De todos modos, se observan incipientes avances que son prometedores. En este sentido, la “ruta del vino de extrema altura” cuenta con un recorrido en 360° e

información completa de ocho bodegas de la quebrada; aproximadamente, la mitad de las existentes (Braticevic, 2022).

2.3 Relaciones funcionales de sus componentes

Riego: acumulan el agua en reservorios a partir de vertientes y pozos. Las aguas son de excelente calidad y provienen del Río Grande o bien, de pozo. Las mismas son conducidas por sistemas de riego por goteo en la gran mayoría de los proyectos vitivinícolas (Bellone, 2021).



Imagen 15. Maimará. Riego tecnificado por goteo. Aumento de la eficiencia en el uso del agua. Cuidado del recurso teniendo en cuenta su escasez. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Prácticas productivas: pequeñas parcelas con manejo orgánico en algunos establecimientos, “vida sana”. Escalas de viñedo que permiten caminarlo y recorrerlo con un seguimiento planta por planta. Tela antigranizo en algunos cultivos.

Equipamiento y herramientas acorde a la escala. Interfilares con coberturas verdes en viñedos ya implantados, pocos sitios con suelo desnudo.



Imagen 16. Purmamarca. Aplicación de productos con mochila por la escala del viñedo. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 17. Purmamarca. Vides conducidas en espaldero alto. El viñatero custodia su trabajo, lo acompaña y se enorgullece de los frutos de su esfuerzo. Escalas de viñedo que permiten caminarlo y un seguimiento personalizado. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Sistemas de conducción del viñedo: espalderos con diferentes números de alambres, espalderos altos y bajos. Sistema de conducción Gobelet en equilibrio con el perfil del suelo.



Imagen 18. Maimará. Nuevos emprendimientos con sistema de conducción Gobelet. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 19. Huacalera. Conducción en espaldero. El viñedo se cobija en la vegetación de su entorno. Árboles y arbustos se suman al paisaje del vino. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 20. Purmamarca. Manejo del interfilas del espaldero con coberturas verdes de vegetación espontánea. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 21. Huacalera. Espalderos perpendiculares a la pendiente del terreno con malla de protección. Nativas dispersas en el entorno. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 22. Hacedores de la poda. Lectura de la planta, análisis y toma de decisiones en receso vegetativo. Fotografía: Daniel Manzur.

2.4 Relaciones formales y estéticas

Organización del territorio: pequeños valles o parajes que encuentran su lugar entre las imponentes montañas, se distribuyen, a lo largo del río Grande y la ruta que lo acompaña, en diferentes direcciones. Inmensidad del entorno y pequeños emprendimientos de 1,5 a 5 ha. Formas rectangulares uniformes emergen en los valles de mayor amplitud con diferentes colores según su cultivo. En otros parajes, paños de cultivo con bordes irregulares delimitados por los cordones montañosos y el río.



Imagen 23. Maimará. Montañas que parecen volcarse sobre la quebrada. El río como eje de organización de la actividad humana. Paños de cultivo se distribuyen en teselas que parecen minuciosamente posicionadas. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 24. Huacalera. En la quebrada, los cultivos y parajes se desarrollan en las márgenes del río. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Formas: diversidad de formas en cañadones, quebradas, lomas, cerros y montañas. Uniformidad en parcelas de cultivo con bordes netos o irregulares. Elementos verticales que se acentúan en alineaciones de álamos y se repiten atomizados en los cardones del campo nativo o inmersos en el viñedo. Muchas etiquetas de vinos

reflejan este paisaje del viñedo con montaña y vegetación nativa como elementos identitarios.



Imagen 25. Maimará. Cultivos de distintas especies se encastran a modo de rompecabezas. Las unidades productivas poseen formas regulares y bordes rectos en esta imagen. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Textura: fina de los cultivos en contraste con la textura gruesa del relieve surcado por arroyos y ríos. Árboles acompañan calles y dan un aspecto mullido al paisaje.



Imagen 26. Cultivos de textura fina realzan el marco de la montaña áspera y gruesa. Los álamos columnares se funden en la textura fina. Los forestales de copa globosa brindan una textura media. Fotografía: Daniel Manzur.

Líneas: líneas rectas de los lindes de las fincas, curvas de cauces de ríos y arroyos, líneas superficiales de huellas y profundas de cerros surcados. Líneas rectas duras por su materialidad en caminos pavimentados. Líneas zigzagueantes que invitan a recorrerlo. Líneas que grafican una forma de cultivo en terrazas envuelven el cerro. Líneas rectas paralelas en los sistemas de conducción en espaldero. Líneas que se levantan en verticales de postes en un sistema de conducción en gobelet imprimen un ritmo diferente.



Imagen 27. Líneas que brindan carácter, marcas en el territorio dibujan el paisaje. Fotografía: Daniel Manzur.

Color: montañas de colores naranjas, rojos, verdes, cielo límpido turquesa. Suelos rojos por el óxido férrico también deja verse en el agua de arroyos y ríos, siendo testigos de su paso. Marrones y verdes, contraste fuerte de ambas ecorregiones de Puna y Yunga de la quebrada.



Imagen 28. Purmamarca. Marrones en las montañas y los suelos áridos. Rojos y naranjas se desprenden en algunos afloramientos de los mismos. Una gama de verdes completa el paisaje, aportada por los cultivos, el arbolado y la vegetación nativa. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Vistas: coloridas ventanas se abren en los viñedos, miran hacia montañas y cerros como la “paleta del pintor” en Maimará. Las cadenas de cerros y montañas se imponen por su cercanía, sus colores dan sensación de calidez. Panorámicas hacia la quebrada muestran el curso del río y el sutil acompañamiento que hacen los asentamientos humanos a su lado.



Imagen 29. Maimará. La montaña como telón de fondo, parece no tener fin. Álamos pincelan la composición, prolongan la sensación de verticalidad de los postes que sostienen el viñado y dirigen la mirada hacia ese cielo azul turquesa. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 30. Purmamarca. Paisajes que parecen austeros pero enmascaran complejidad, interacciones, cursos. Coexisten, coalescen, montañas, árboles, pastos, flores, viñas, historias. Fotografía: Nicolás Lazarte.

VALLES TEMPLADOS

3.1 Descriptores estructurales “el lugar es”

La zona de los valles ocupa la región centro-sur de la provincia, donde se encuentran vertientes de aguas calientes y frías, lagunas, diques y paisajes verdes y frondosos. Una enorme franja de altas montañas encierra el valle de Jujuy, que está surcado por abundantes cursos de agua y cubierto por bosques.

Los “Valles Templados”, se encuentran ubicados en la provincia geológica de Cordillera Oriental. En la provincia de Jujuy presenta unos 80 km de ancho y un rumbo general NNO (Vallone, 2022, pág.41).

En los Valles Templados se encuentra San Salvador de Jujuy, la capital de la provincia y comprende los departamentos de Dr. Manuel Belgrano, El Carmen y San Antonio. Su superficie representa apenas el 7% de la superficie provincial. En esta región se asienta más del 62% de la población de Jujuy (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca & Gobierno de Jujuy).

3.1.1 Infraestructura marrón

Topografía o forma del terreno: en relación con la altitud, de mayor a menor altura se encuentra el departamento de DR. Manuel Belgrano a 1840 msnm. Luego San Antonio a 1340 msnm y en el extremo Sur de la provincia el departamento El Carmen a 1180 msnm, el segundo más poblado luego de la ciudad Capital.

Suelo: la zona de valles, es una zona más fértil que la correspondiente a la Quebrada; es el sector más bajo de la provincia.

Las unidades edáficas definidas en los Valles templados fueron seis (Vallone, 2022, pág. 137):

El Milagro: son suelos desarrollados en el extremo distal del abanico fluvial del río Perico de moderado desarrollo genético, francos arenosos, profundos y sin limitantes hasta los 2 m de profundidad, moderadamente bien drenados, escurrimiento medio, sin evidencias de erosión hídrica.

Monterrico: se encuentra asociada a los paleocauces y derrames subcrecientes del río Perico, por eso son poco desarrollados, de texturas gruesas y presentan un manto pedregoso más o menos cercano a la superficie que controla la profundidad útil de enraizamiento entre 50 a 70.

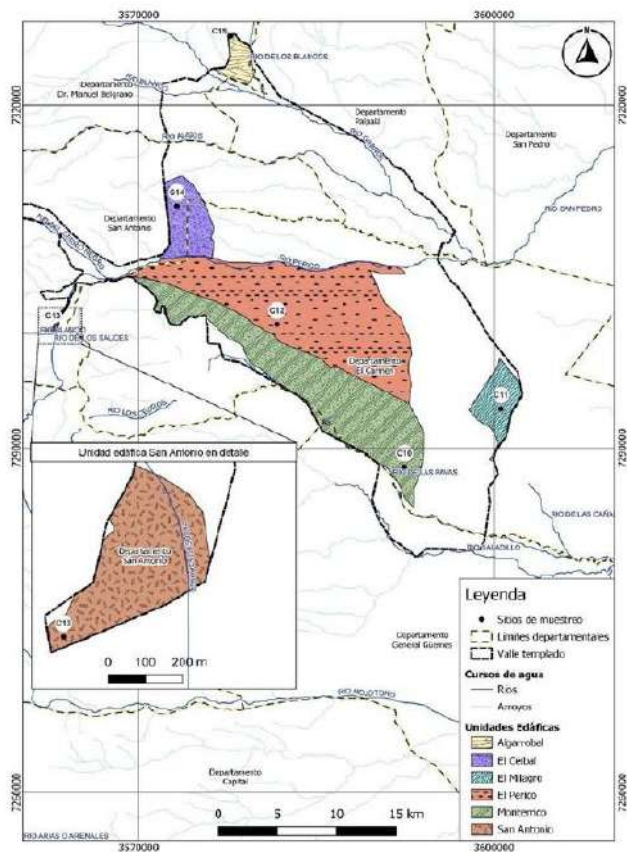
El Perico: los materiales rocosos sobre la superficie del viñedo indican la dinámica actual de los procesos de remoción en masa, los que se sucedieron en el tiempo de

acuerdo a los materiales encontrados en todo el perfil evaluado. Son los suelos más arenosos observados en los valles.

San Antonio: formado a partir de los materiales depositados por el cauce del río San Antonio y corrientes de flujos rápidos. Las dimensiones de los materiales, tales como bloques y gravas gruesas son propias de geoformas en las que actúa conjuntamente la dinámica fluvial y los procesos gravitacionales, en estos casos flujos rápidos.

El Ceibal: son suelos de drenaje interno moderado (se observó a campo alta humedad del perfil, casi saturado en profundidad) por la presencia de arcilla desde la superficie que dificulta la infiltración del agua de lluvia y riego. El riesgo de anegamiento, sin embargo, se ve reducido por la pedregosidad interior y la textura más gruesa en profundidad. La textura es franco limosa hasta los 70 cm de profundidad y franco arenosa en profundidad.

Algarrobal: ubicada en el Departamento General Manuel Belgrano. Geomorfológicamente está ubicada sobre depósitos de piedemonte y de llanuras aluviales modernas. En el área vitícola evaluada, los suelos son profundos, franco limosos, con gran proporción de la fracción limo (54 g%g), el más alto de los UE en los Valles. En el área vitícola evaluada, los suelos son profundos, franco limosos hasta los 130 cm y luego franco arenosos en profundidad.



**Imagen 31. Mapa de unidades edáficas de los Valles Templados.
Elaborado por
Vallone, en informe COVIAR 2022.**

3.1.2 Infraestructura azul

Cursos de agua: estos valles están recorridos por dos ríos muy aprovechados por los pobladores: el Grande y el Xibi Xibi o Chico, este último nacido en las estribaciones del Nevado del Chañi, el pico más elevado de Jujuy con 6.200 msnm. Ambos torrentes confluyen en la ciudad de San Salvador y continúan unidos rumbo noreste hasta los ríos Lavayén – San Francisco (afuentes del río Bermejo e integrantes de la Cuenca del Plata) (Geografía – Gobierno De La Provincia De Jujuy).

El Valle de los Pericos, con su Río Perico ofrece gran atractivo visual. La actividad del lugar se vincula con la crianza de vacunos, cultivo de cereales, plantaciones de viñedo y tabaco.

En cercanías de la localidad de El Carmen se encuentran los diques La Ciénaga y Las Maderas. Ambos ofrecen posibilidades turísticas y deportivas, como la práctica de deportes acuáticos y la pesca.

El paisaje es muy ondulado y disectado por los numerosos valles de ríos y arroyos lo que hace que las pendientes locales sean muy pronunciadas. Son de destacar los rasgos de erosión acelerada en los valles que los surcan, en manto y cárcavas (Vallone, 2022, pág.110).

3.1.3 Infraestructura gris

Infraestructura vial: la Ruta 9 es la principal vía de comunicación de esta zona, conecta la ciudad de San Salvador de Jujuy con el norte del país. Se destaca también el rol de la Ruta Nacional 52, la Ruta Provincial 73 y la Ruta Provincial 83.



**Imagen 32. Paisaje rural urbano productivo. La principal actividad es la tabacalera. Paños de cultivos extensos y uniformes. Visuales amplias, profundas.
Fotografía: Nicolás Lazarte.**

Configuración edilicia: La ciudad capital de la provincia ofrece, a simple vista, un paisaje urbano anclado en la época colonial por su exquisita arquitectura pero sin dejar atrás los aires modernos de edificios recientemente construidos (El Tribuno, 2018). La ciudad misma muestra profundos contrastes entre estilos coloniales y modernos dispersados en las calles angostas, que relatan la historia de un pueblo pujante, alberga numerosos edificios históricos, que constituyen el testimonio viviente de un pasado glorioso: la Iglesia Catedral, con su púlpito laminado en oro; la Casa de Gobierno, custodio de la Bandera legada por el Gral. Manuel Belgrano en la gesta patriótica del Éxodo Jujeño; el Cabildo; los Museos Histórico y Arqueológico y la Iglesia San Francisco, son algunos testigos de la identidad jujeña. El Departamento El Carmen se menciona como el más antiguo de los Valles templados.

Edificaciones destacadas:

- Iglesia Catedral (San Salvador de Jujuy)
- Casa de Gobierno
- Cabildo de San Salvador de Jujuy
- Iglesia San Francisco
- Museo Histórico Provincial “Juan Galo Lavalle”
- Museo Arqueológico “Eduardo Casanova”
- Museo de Pinturas "José Antonio Terry"

3.1.4 Infraestructura verde

Superficie cultivada: el área cultivada de esta zona es de 50.251,3 ha, de las cuales un 63 % (31.505 ha) se encuentra bajo riego. La principal actividad productiva es la tabacalera, que, junto a la producción de caña de azúcar, abarcan un 32 % de la superficie cultivable. La horticultura se realiza a pequeña escala, destacándose los cultivos de tomate, pimiento, papa, zapallito, chaucha, poroto, haba, choclo, berenjena y arveja (Curzel & Paredes, 2021).

La superficie cultivada con viñedos en los Valles templados es de 8,2 ha, donde el Departamento de Belgrano posee sólo un viñedo de 1,3ha, San Antonio 1 viñedo de 1,1 ha y El Carmen 3 viñedos con un total de 5,8ha (INV, 2021).

Vegetación nativa: dos ecorregiones, puna y yungas. Las yungas son ecorregiones de bosque andino y selva de montaña a lo largo del flanco oriental de los Andes centrales. Se localiza desde el norte del Perú, atraviesa Bolivia y llega hasta el norte de Argentina y se caracteriza por ser una región de bosque de montaña, nuboso, lluvioso y tropical.

Hay dos áreas naturales municipales protegidas: el Parque botánico Barón Carlos María Schüel y la reserva natural Río Xibi-Xibi. San Salvador de Jujuy está dentro del perímetro de la reserva de biosfera de las Yungas. Potrero de Yala fue la primera reserva natural protegida de la provincia.



Imagen 33. Ecorregiones de Jujuy. Viñedo Algarrobal “viñedo de la yunga”.
Elaborado por Geografía del vino.

Arbolado: en callejones internos y límites de propiedades rurales se observa la especie *Casuarina cunninghamiana*, de primera magnitud, follaje persistente y porte columnar. Persisten algunos canales de riego o acequias para distribuir el agua. Valor patrimonial del sistema de riego. Bosque natural inmerso en la ciudad.



Imagen 34. Arbolado en alineaciones o cortinas forestales definen los límites de los paños de cultivo, marcan los callejones internos y tejen la trama de cultivo. Visuales amplias se destacan con el marco de la cordillera lejana, en un plano de fondo de un azul apaciguante. Fotografía: Nicolás Lazarte.



Imagen 35. Acequias que permanecen y dan testimonio de su existencia en la zona. Dupla de arbolado y acequia como patrimonio vivo. Ejemplares de *Casuarina cunninghamiana* se destacan en las alineaciones entre otros como *Populus nigra*. Fotografía: Nicolás Lazarte.

3.2 Descriptores históricos culturales “el lugar habla”

“Desde la capital del Virreinato del Perú se intentaba ocupar esta zona, territorio de los jujuí o jujués para proporcionar una crucial escala para el comercio del Tucumán con el Alto Perú. En este sitio hubo tres fundaciones: Ciudad de Nieva: el Conde de Nieva (1500-1564), virrey del Perú, ordenó que se fundara una nueva localidad en el valle de Jujuy. En 1561, en las tierras altas de la orilla norte del río Xibi Xibi (que los españoles llamaron río Chico, por comparación con el río Grande, que se encuentra a 1,5 km al norte) Juan Pérez fundó una ciudad a la que bautizó Nieva (actualmente el barrio Ciudad de Nieva). San Francisco de la Nueva Provincia de Álava: en 1575, en la confluencia de los ríos Grande y Xibi Xibi, en el lugar conocido como Punta Diamante, se fundó la aldea de *San Francisco en la Nueva Provincia de Álava*. Esta ranchería duró siete meses y también fue incendiada. San Salvador de Velazco en el Valle de Jujuy: en 1593, a dos cuadras al norte del río Xibi Xibi, Francisco Argañaraz y sus cuarenta soldados fundaron la ciudad de San Salvador de Velazco en el Valle de Jujuy. Esta vez se inició el cierre del cerco en torno a los jujuyes. A lo largo del siglo siguiente, los jujuyes y omaguacas fueron esclavizados, y los españoles fueron ganando las regiones de la Puna, la quebrada de Humahuaca y lo que se dio en llamar Ramal.

San Salvador se convirtió en capital de la provincia de Jujuy cuando se separó de Salta, en 1834. La evolución demográfica fue creciente, hacia 1930, la inmigración europea prácticamente estaba declinando en el país. Su lugar fue ocupado por los grandes movimientos internos de masas originarias del medio rural, que migraba hacia los centros urbanos y con el arribo de la migración interna -principalmente provenientes de otras provincias del noroeste argentino, al igual que de las distintas localidades del interior de la provincia-, y de países limítrofes, en especial de la República de Bolivia” (*Municipalidad de San Salvador de Jujuy*).

Variadas festividades de tinte religioso tienen lugar en los parajes y pueblos de los Valles Templados. Se destaca la peregrinación náutica que tiene lugar en El Carmen. Allí, todos los años, la noche previa a la Fiesta Patronal del 16 de Julio, se realiza la Serenata en Honor a la Virgen del Carmen, patrona del pueblo, que preside una peregrinación en las aguas de los diques. Los fieles la acompañan en catamaranes y lanchas, surcando los espejos de agua de La Ciénaga y Las Maderas, todo

ornamentado de colores celeste, blanco y amarillo. Al llegar a tierra son recibidos por los gauchos que la custodian en un recorrido a caballo de 4 kilómetros hasta la parroquia local, donde campanas y pañuelos dan la bienvenida a su amada patrona y al día siguiente tiene lugar la fiesta principal (*Ministerio De Cultura Y Turismo De Jujuy*).

“Lluvioso malbec. Algarrobal está en el Valle Templado jujeño, muy cerquita de San Salvador y llueven 1300 mm anuales. Allí se cultiva malbec de la yunga, rodeado de un frondoso monte” (Corona, abril 2021).

“El caso de los valles templados, se enmarca en un contexto bien diferente a la Quebrada. Esta región se compone de zonas más cálidas y lluviosas, donde habitualmente se desarrollaron prácticas agrícolas tales como la frutícola y la tabacalera. En esta zona, la actividad turística cumple un papel menor y el receptivo suele ser local” (Braticevic, 2022).

Villa Jardín de Reyes, en el Departamento de Dr. Manuel Belgrano se describe como una zona de frescas tonalidades de verde, primavera todo el año, con costumbres gauchescas autóctonas y tradición artesana nativa enriquecen la propuesta ecoturística.

“Gaston Yañez propulsor del viñedo en Monterrico, puede continuar con el legado de su abuelo que hacía vino para su consumo, con apoyo del Gobierno de la Provincia”.

Valles templados en su recuperación de viejos cultivos e inversión en proyectos turísticos y gastronómicos asociados a la producción. Potencial de crecer por su superficie, zona en la que detalló se tiende a una vitivinicultura sustentable, y crece al recuperar una actividad antigua, antes de ser zona tabacalera (Alfaro, 2022).

Monterrico, vincula producción y elaboración de vinos artesanales y el turismo, tras una recuperación de los viñedos y la inversión en la refacción de un establecimiento para recibir visitantes. Al respecto Paul Farfán explicó el origen del proyecto: “La finca cumplió cien años, la familia de mi esposa (Sandra Anze) nació en la finca, trabajó y

nosotros la adquirimos en 2006, con una propuesta de elaborar vinos finos y con un emprendimiento turístico, visitas al viñedo y degustación, hospedaje y gastronomía además de otras actividades como cabalgatas (Alfaro, 2022).

3.3 Relaciones funcionales de sus componentes

Riego: riegan en las yungas, 3 o 4 veces al año, como suplemento del agua de lluvia (1200 mm de lluvia al año).

“En los Valles Templados de Jujuy, el riego se encuentra intensificado a partir del emplazamiento de los diques Las Maderas y La Ciénaga, que permiten el riego durante la estación seca” (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca & Gobierno de Jujuy).

Las aguas son conducidas por sistemas de riego en una red organizada de canales y acequias.



Imagen 36. Sistema de conducción en espaldero alto. Manejo a escala hombre en pequeñas extensiones de viñedo. Cobertura en el interfilas de vegetación espontánea. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Prácticas productivas: labores intensivas no mecanizadas, con corte manual de los racimos, en viñedos de poca extensión.

Sistemas de conducción del viñedo: la totalidad de la superficie cultivada con viñedos (8,2 ha) presenta conducción en espaldero (informe INV, 2021).



Imagen 37. Riego por canales y acequias suplementan el agua de lluvia, con una frecuencia de 3 veces al año. Fotografía: Nicolás Lazarte.

3.4 Relaciones formales y estéticas

Organización del territorio: valle extenso, con parcelas tabacaleras de mayor envergadura, reducidos paños de viñedos. Paños rectangulares uniformes, marcados por límites rígidos de cortinas forestales. Convivencia de lo nativo y lo cultivable.



**Imagen 38. Paños de cultivo con límites rígidos se unen a zonas con bosque nativo. Rigidez de líneas que se ablanda con la silueta de la montaña a lo lejos.
Fotografía: Nicolás Lazarte.**

Formas: rectangulares de bordes netos, se desdibujan cuando limita con la vegetación nativa.

Textura: fina del cultivo del viñedo, líneas paralelas de espalderos. Textura gruesa de las cortinas forestales de aspecto rugoso marcan los límites. Textura media de palmeras despeinadas de color verde más claro y vivo.



Imagen 39. Postal de los Valles templados. Líneas, colores, texturas y amplias visuales caracterizan el paisaje de los valles templados. La vegetación arbórea impregna el recorrido por los valles. Fotografía: Nicolás Lazarte.

Líneas: líneas rectas de cultivos y forestales contrastan con las curvas de azules de las montañas lejanas y brindan dinamismo al paisaje.

Color: se destaca el color verde en sus diferentes tonalidades.

Vistas: amplias y profundas.



Imagen 40. Palmeras al pie del cultivo, en línea acompañando los callejones, son exponentes de las selvas de yungas, clima más cálido y húmedo, alta precipitación anual (1300 mm). Fotografía: Nicolás Lazarte.

SÍNTESIS DESCRIPTIVA DEL CARÁCTER DIFERENCIAL DE LA QUEBRADA DE HUMAHUACA Y LOS VALLES TEMPLADOS DE JUJUY

| | | |
|--|---|---|
| | <p>JUJUY “valles moldeados y acotados por su orografía” “recintos aislados por su imponente entorno montañoso” “estratos de altura” “descubrimiento y renacer” “arraigo popular, Pachamama y religiosidad” “respeto” “heterogeneidad topográfica genera variedad de microambientes” “vinos de altura” “arte de autores” “vino artesanal, emprendimiento familiar” “viviendas bajas” “pequeñas parcelas de cultivo”</p> | |
| | <p>“VALLES DE ALTURA” Quebrada de Humahuaca: Tumbaya, Tilcara, Humahuaca</p> | <p>“VALLES TEMPLADOS” Dr. Manuel Belgrano, San Antonio, El Carmen</p> |
| | <p>“paisaje de valles muy estrechos, con parajes y viñedos accesibles y en altura” “viñedos jóvenes” “pueblo principalmente horticultor y floricultor” “música, pintores y poetas tienen mucha relación con la Quebrada”</p> | <p>“Recuperación de viñedos con historia” “pueblo tabacalero, fruticultor” “costumbres gauchescas y tradición artesana” “valles que incluyen San Salvador” “enoturismo comunitario con población estudiantil”</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | “espacios de borde” | |
| Altitud msnm | Tumbaya 1720-2280 Tilcara 2280-2790 Humahuaca 2790 - 3329 | Dr. Manuel Belgrano 1840 San Antonio 1340 El Carmen 1180 |
| Sup. con viñedos en hectáreas | “valles de altura”: 47 Tumbaya: 10,3 Tilcara: 32,6 Humahuaca: 5 | “valles templados”: 8,2 Dr. Manuel Belgrano: 1,3 San Antonio: 1,1 El Carmen: 5,8 |
| Tipo de paisaje | Rural productivo | Rural urbano productivo |
| Rutas y ciudades Límites | Ruta 9, corre paralela al Río Grande. Localidades como Humahuaca y Uquía; Maimará y Huacalera; Purmamarca, Tumbaya y Volcán. | La ruta 9 es la principal vía de comunicación de esta zona, atraviesa las yungas. Se destacan también la Ruta Nacional 52, la Ruta Provincial 73 y la Ruta Provincial 83. |
| Relieve- geomorfología unidades de paisaje | Cañadón o hendidura en la Cordillera Oriental, recorrida por el río Grande en 187 km, cuyas márgenes definen el desarrollo de cultivos. Se evidencia la gran variabilidad de texturas, pedregosidad y profundidad, determinando | Región de valles en el sector centro-sur de la provincia, una enorme franja de altas montañas encierra el valle de Jujuy, que está surcado por abundantes cursos de agua y cubierto por bosques. Heterogeneidad en los suelos, seis unidades edáficas se distinguen en una superficie de cultivo que no supera las 8,2 ha. |

| | | |
|--|--|--|
| | cuatro unidades edáficas. | |
| Visuales | Visuales encajonadas con puntos de fuga, en imponentes paredes del cordón montañoso. Visuales espectaculares, llamativos colores. | Valles extensos y visuales muy amplias, profundas. |
| Flora nativa | Ecorregión Puna y Ecorregión de las selvas de Yungas. Paños de cultivos inmersos en el campo nativo. | Ecorregión de las selvas de Yungas, la ruta la atraviesa, un emprendimiento vitivinícola inmerso en esta ecorregión. |
| Arbolado de calles y callejones internos | Ejemplares nativos y exóticos se entremezclan en el paisaje del viñedo. En alineaciones del cultivo y lugares residuales hacen presencia en forma sutil, como si lo imponente del entorno influyera en tal decisión. | En callejones internos y límites de propiedades rurales se observa la especie <i>Casuarina cunninghamiana</i> . Persisten algunos canales de riego o acequias para distribuir el agua. Valor patrimonial del sistema de riego. Bosque natural inmerso en la ciudad. Verdor, sensación de frescura. |
| Singularidad | Cañadón o quebrada con muchos parajes para descubrir en su recorrido el terruño de cada sitio. Ruta del Vino. | "Ruta enoturística", 45 km conectados de viñedos y bodegas, de modo que se potencien el vino, la riqueza paisajística y la gastronomía" "valles cercanos a San Salvador de Jujuy" |

| | | |
|---|--|--|
| | <p>Quebradeño que pone en valor sus saberes y quiere ofrecer un vino en su cultura de la mano de quienes tienen experiencia en vinos finos.</p> <p>“lluvia de estrellas, cielo límpido y estrellas fugaces en agosto”</p> | |
| Escalas de viñedos gde-med-chico | Productores con viñedos de pequeña superficie “espacios de borde”, visuales con fuerte presencia de la montaña. | Pequeñas superficies de viñedo en paños uniformes con amplias visuales . |
| Arquitectura a-casas bodeg | Construcciones bajas, rectangulares, sencillas, se mimetizan con el paisaje. | Construcciones en general bajas de mayor densidad que en la quebrada. Zona de valles con historia, casonas con galerías, incipiente arquitectura en bodegas y hospedajes. |
| Aprovechamiento enoturístico experiencial - otras actividades | <p>Hospedajes y gastronomía en el paisaje del viñedo y sus vinos de altura.</p> <p>Lugar de poesía y pintura, música, arte en telar, queso de cabra.</p> <p>Costumbres religiosas muy arraigadas y de la “pachamama”.</p> <p>Fiestas populares de Pascua y Carnaval.</p> | <p>Fiesta Patronal del 16 de Julio, se realiza la Serenata en Honor a la Virgen del Carmen, patrona del pueblo, que preside una peregrinación en las aguas de los diques.</p> <p>Dique La Ciénaga y Las Maderas, actividad de pesca de pejerreyes.</p> <p>Actividades deportivas, paseos botánicos, senderos en cabalgatas, campamentismo.</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | Palpalá con minas de mineral de hierro y explotación caliza. |
| El lugar habla | Lugares de belleza escénica y viñedos a pequeña escala se conjugan en un paisaje respetuoso y equilibrado. “Semana Santa en Tilcara”, y sus procesiones. Saberes populares muy arraigados, “Pachamama”. | “Recuperar viejos cultivos, inversión en proyectos turísticos y gastronómicos asociados a la producción” |
| Lugar significativo Reconocimiento como patrimonio | La Quebrada de Humahuaca es “Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad”. “Ruta del Vino”. | Miradores, como el de Alto la Viña o el del Cristo de la Hermandad, ubicado en el cerro Las Rosas. Circuito de los Valles, parajes, lagunas, diques, vegetación exuberante. Departamento El Carmen, aparece en el circuito como poblado más antiguo. |
| Social | Comunidad muy comprometida con su ambiente, su historia, sus valores. | Consejo Provincial de Vitivinicultura creado en 2021, en el marco de la Ley de promoción y fomento al cultivo vitivinícola, formado por sectores vinculados al turismo, la Universidad de Jujuy, productores |

| | | |
|--|--|---|
| | | vitivinícolas y bodegueros de la provincia. |
|--|--|---|

SÍNTESIS COMPARATIVA PERCEPTUAL DE JUJUY

La actividad vitivinícola en Jujuy es muy nueva, de menos de 20 años, y se espera que la misma siga creciendo. En la Quebrada de Humahuaca, aparece traccionada por Dupont. Personas entrevistadas relatan que la vitivinicultura inició en 2003 con un intento fallido de un grupo de técnicos que promovía la diversificación de cultivos. Ese intento se perdió por falta de organización institucional, pero sobrevivió un emprendimiento, la bodega en Maimará (Dupont), quien movilizó y abrió mercado y permitió que la Quebrada "fuese mirada y valorada" como área con potencial vitivinícola. Siendo una provincia nueva en cuanto a desarrollo vitivinícola, los costos de elaboración y de distribución son elevados.

Jujuy abarca las regiones de la puna, quebrada, valles y yungas (parque Nacional Calilegua), por lo que en menos de 200 km de ruta hay paisajes muy diferentes. Se podría describir la ruta del paisaje vitivinícola de Jujuy de la siguiente manera: se ingresa a Jujuy por la zona de Valles Templados, desde Salta. Por la ruta 9 se va a la Quebrada y hacia el oeste a la Puna. El río grande atraviesa la provincia y permite los cultivos en la Quebrada de Humahuaca, donde se diferencian 3 subregiones: alta, media y baja.

En la Quebrada de Humahuaca la vitivinicultura se desarrolla luego de la declaración en 2003 de Patrimonio cultural y natural de la humanidad (UNESCO). A partir de esto crece la actividad turística y la población y se generan cambios en la utilización del suelo. Pasa de ser un lugar con pequeñas parcelas de cultivo bajo riego a ser un destino turístico nacional e internacional; se genera un mercado de tierras para inversión hotelera y desarrollos turísticos de media y alta gama, al tiempo que las zonas de cultivo se desplazan hacia sectores rurales más alejados, como Villa El Perchel, Huacalera, Uquía y las afueras de Humahuaca, antes de Purmamarca ya se ven al costado viñedos y emprendimientos turísticos. Los viñedos se ven al pie del cerro y en los conos de deyección sobre todo en Tilcara, Tumbaya y Purmamarca. La población local se desplaza hacia áreas periféricas incluso algunas de riesgo geomorfológico. En la bibliografía el complejo proceso de las dinámicas territoriales

se asocia a varias causas y se vinculan a lo que se denomina turistificación y gentrificación.

La actividad en la Quebrada era frutihortícola inicialmente, luego deriva en florihorticultura por planificación estatal. La viticultura aparece como una actividad nueva a descubrir. La Secretaría de agricultura familiar incluye la vitivinicultura para los pequeños productores. Las instituciones (universidades, INTA) buscan incluir esta actividad para que la matriz productiva local pueda contar con un producto para almacenar y comercializar luego, proponiendo que los productores participen en toda la cadena de valor, es decir que produzcan su propio vino. El proceso de incorporación de la vitivinicultura a la comunidad es nuevo, no se conoce el cultivo para este producto, aunque sí se cuenta con saberes agrícolas porque los parrales de criolla están incorporados como uva en fresco, hay ferias donde la venden. Al momento de tomar contacto con la elaboración del vino, se la relaciona con la chicha, bebida alcohólica a base de maíz.

En los Valles Templados la génesis de la vitivinicultura es diferente. Se relata que las vides fueron traídas por los colonos italianos que comenzaron a llegar a Jujuy a fines del siglo XIX y principios del XX. Aquellos nonos trajeron sus sarmientos en los barcos, y con ellos también se trasladaron prácticas agrícolas y la cultura de hacer el vino.

En el siguiente cuadro comparativo se sintetiza lo global del contenido recogido de cuatro entrevistas no estructuradas realizadas en julio de 2023 a personas jujeñas relacionadas directamente con la vitivinicultura de ambas regiones. Se entrevistó a un enólogo y agricultor jujeño que actualmente trabaja para emprendimientos vitivinícolas como asesor y posee un emprendimiento propio en la Quebrada de Humahuaca, a una persona referente en trabajo con los pequeños productores de la Quebrada en el área de economía familiar, y a dos productoras, una de cada zona.

Se sistematizó en un cuadro comparativo con las siguientes categorías formuladas luego de las entrevistas. Las frases entre comillas corresponden a citas textuales de entrevistados.

Percepción global: concepción general, metáfora, sensación que decanta tras el recorrido por cada región.

Valores de identidad percibida: características generales observadas y valores de identidad destacados por actores.

Cualidades escénicas y sensoriales: aspectos visuales, escenográficos y sensoriales que se destacan.

Vinculaciones: relaciones con lo local (economía, población, territorio, geomorfología, sistema hídrico, flora, etc.) y con el exterior de la provincia y del país.

Vulnerabilidad percibida: aspectos, situaciones, condiciones, eventos, etc. que resaltan los actores como dañinos, que perjudican o ponen en riesgo la actividad, y con ello el paisaje vitivinícola local.

Proyección: Perspectivas, demandas, necesidades o aspectos que según las personas entrevistadas habría que mantener, potenciar o promover desde políticas públicas, con miras a la sostenibilidad del paisaje vitivinícola local.

Narrativas visuales y estéticas: aspectos arquitectónicos y paisajísticos en instalaciones vitivinícolas, valoración de la representatividad de imágenes estereotipo, imágenes significativas (expresiones orales surgidas de las entrevistas que podrían ser trasladadas a imágenes o propuestas de imágenes sugeridas por personas entrevistadas).

Otros: aspectos o situaciones que ameritan ser destacadas y no están contempladas en las categorías precedentes.

Finalmente se comparten Voces, a modo de un collage de frases textuales registradas en las entrevistas, que se consideran significativas para este estudio.

| Regiones | Quebrada de Humahuaca | Valles Templados |
|-------------------|---|---|
| Percepción global | <p>Lineal, estrecho, profundo, árido, soleado, colorido, ancestral, emergente.</p> <p>Zona con raíces profundas de los pueblos andinos, con historia antigua y una nueva vitalización (y gentrificación) a partir de la declaración de Unesco. Cultura tradicionalmente fruti y florihortícola, con técnicas y creencias ancestrales aun fuertemente vigentes.</p> <p>Árido, soleado, extremo, clima con gran amplitud térmica (amplitud de 10°C, 120 mm anuales, lluvias con régimen monzónico) y rango de altitudes (entre 2100 a 2800 msnm) donde los emprendimientos se alojan en parcelas pequeñas a lo largo del eje de la Quebrada, en una serie de localidades, todas alineados bajo el IG Quebrada de Humahuaca. Producen “vinos de altura” entre el silencio y la algarabía festiva, integrando la vitivinicultura como actividad que se está estableciendo, vinculada a la actividad de turismo que moviliza fuertemente la dinámica económica de la región. La producción de vino es nueva, aunque se cultivan vides “desde antes”, las vides familiares de los antecesores que llegaron “con sus mandatos de cultivo”, en la ruta del Alto Perú.</p> <p>Zona compuesta por micro-regiones, cada productor y cada finca tiene sus características debido a los microclimas y la variabilidad de suelos.</p> <p>Cultura andina, ligada al territorio. Comunidades sincréticas y aborígenes con prácticas agrícolas ancestrales, no extractivistas. Gente apasionada, que trabaja con el alma, y sienten suyo todo lo que hacen. Se percibe la empatía.</p> | <p>Fértil, frutado, cálido, vergel, colorido, resurgir, nostalgia, tradición, colonos.</p> <p>Zona con hitos de la historia argentina y fuerte presencia de inmigración italiana, con tradición de cultura frutihortícola, con técnicas traídas por los colonos.</p> <p>Valle fértil de menor altitud (800-950 msnm, 1500 mm anuales), busca recuperar “el espíritu alegre y la camaradería de otros tiempos”, honrando los nonos y buscando nuevos vinos que entusiasman a los jóvenes. Zona de primicias y muy alta cantidad de producción, por el clima. La vitivinicultura de los nonos era para consumo propio, y se perdió cuando se instaló el tabaco. La vitivinicultura actual se plantea como un resurgir con miradas renovadas, con vinos suaves, jóvenes, que además del abastecimiento familiar se orientan también a comercialización de segmentos especializados, en sinergia con turismo, buscando posicionarse desde Monterrico, un valle pintoresco conocido por su perfil productivo agrícola.</p> |

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| | Conocen la tierra desde hace miles de años y recuerdan que se aprende trabajando en el lugar. | |
| Valores de identidad percibida | <p>La identidad andina y el sincretismo se percibe en todos lados, desde cómo consumen los alimentos y que consumen, como los guardan, donde viven, su vestimenta. Manejo de conocimientos empíricos, y del territorio. “La relación con la naturaleza está en los genes, es un contacto de convivencia”</p> <p>Cultura viva y Transmisión. Siguen manteniéndose algunas prácticas ancestrales: preparación de la tierra con abonos, uso del calendario lunar para cosechar, para podar, etc. No extraer todo, “hay que dejar un poco de fruta para los pájaros”. Especialistas en horticultura, y manejo del riego en este modelo productivo.</p> <p>Han sido menospreciados, por lo que la gente es muy desconfiada. Última zona en cosechar, que es otra identidad geográfica. Importancia de las fiestas patronales, festejo de la Pachamama. En agosto comienza su ciclo productivo, agradecen a la pacha y piden por el próximo año, es algo muy sagrado, todo agosto en modo festividad.</p> <p>Importante rol de las mujeres en el sostén de los emprendimientos familiares y en la transmisión de la cultura de labranza y conexión con la tierra.</p> | <p>La historia, la cultura de descendientes de italianos y el resurgir de las tradiciones familiares. La línea de tiempo desde la llegada los colonos con sus sarmientos, la comunidad contenedora, donde “cada casa del pueblo tenía su vino propio y su sótano”. Y el paso de la vid al tabaco que instaló otros valores en la sociedad. El tabaco ha sido un cultivo muy rentable (aún se cultiva), con productores con un alto poder adquisitivo. Derivó en potenciar un perfil competitivo e individualista donde “el espíritu colaborativo es difícil” de lograr en la actualidad. “Las personas son cerradas”. Esto se traslada al momento de la elaboración de los vinos, y se hace difícil el manejo. Los emprendimientos vitivinícolas actuales plantean un resurgir de la mano del vino, que promueva también una revinculación social y que asocie el vino a otras actividades, como el arte y la gastronomía.</p> <p>Se obtiene en esta región el primer vino del año, de toda Sudamérica. En diciembre se hace la cosecha y en marzo ya se tiene el vino. Vinos frescos, jóvenes, espumantes. La uva de Monterrico fue famosa, eran vides de producción generosa, aún quedan algunas en pie. Importante rol de las mujeres en la tracción y difusión de la actividad y en la impronta de los nuevos emprendimientos, “son varias las mujeres que están al frente de los emprendimientos, eso le da la mirada del glamour que tienen los vinos”.</p> |
| Cualidades escénicas y sensoriales | La Quebrada se define por sus Cerros de colores. Va paralelo a la ruta el Río grande y a los costados los cerros inmensos. el sol, el cielo | La zona es tropical, al lado de las uvas hay palmeras, bananos, cítricos. “El valle es bonito, colorido, al pie de la precordillera, |

| | | |
|--------------------------|---|--|
| | <p>que es azul, los colores y su intensidad.</p> <p>Vides plantadas sobre conos aluvionales, en las laderas, sobre suelos vírgenes y con riego por goteo que permite llevar la viticultura a lugares impensables e improductivos. Variabilidad alta en cada lote. Otros viñedos plantados reemplazando cultivos hortícolas, sobre suelos con materia orgánica producto del riego gravitacional.</p> <p>Lugar seco rodeado de cardones. cactus “chiquitos” y los cardones.</p> <p>Baja superficie implantada debido a que la topografía lo impide.</p> | <p>crecen lapachos y jacarandáes”. Es una zona con diques, vegetación frondosa, y hay hitos y edificios históricos. Los recorridos con oferta gastronómica ofrecen la exploración de sabores y aromas.</p> |
| Vinculaciones | <p>Estructura de distribución de la tierra conformada por: sistemas empresariales constituidos por grandes productores (de hasta 12 has). Sistema de Agricultura familiar, la vitivinicultura integrada a sus cultivos, son pequeños productores (0.5 o 0.25 has.) con unidades productivas de 1 ò 2 has máximo por productor donde conviven con cultivos de flores y hortalizas.</p> <p>Hay pocas explotaciones agrícolas grandes. Registradas 16 bodegas y 30 pequeños productores.</p> <p>“Asociación de viticultores de la quebrada de Humahuaca”.</p> <p>Elaboran el vino a través de bodegas móviles, y hacen vino casero.</p> <p>“Asociación de bodegueros”, nuclea a los empresarios.</p> | <p>La zona está a un costado del epicentro “Unesco” que es la Quebrada. El aeropuerto está en Perico (ciudad industrial). Piden ser integrados al circuito de turismo de vino, proponen generar una puerta de llegada desde los valles, que diversifique la oferta de los paisajes del vino jujeño.</p> <p>Diversifican las ofertas con recorridos gastronómicos y otros productos como jugos, frutas y la valorización de lo histórico, para crear experiencias más integrales e interesar a distintos públicos.</p> <p>Están lejos de los centros de consumo y provisión. En un futuro cercano “el corredor bioceánico va a ayudar a la exportación”, también la feria franca y la nueva infraestructura aeroportuaria que se prevé.</p> <p>Iniciativas de vincularse con otras mujeres del valle y de la Quebrada. “Las comadres del vino” dinamizan, hacen eventos y ferias.</p> |
| Vulnerabilidad percibida | <p>No todos los emprendimientos respetan la geografía.</p> <p>Al ser una actividad nueva aún falta formación local. Los productores locales conocen muy bien el manejo hortícola y frutícola, y aún están incorporando el paquete</p> | <p>Costos elevados de elaboración y de distribución. La distancia a centros “fuertes” de provisión y de comercialización es una dificultad.</p> <p>Hay más productores de uva que bodegas. Vinifican en Mendoza para</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>tecnológico ligado a la producción vitícola, que llega de la mano de universidades y organismos nacionales de desarrollo agrícola. Falta inversión para acompañar al pequeño productor y ayuda para equipamiento e infraestructura básica para servicio a turismo. La actividad vitivinícola resulta costosa para las economías familiares y de pequeña escala, quienes además de cultivar y producir el vino deben cubrir múltiples funciones (promoción, atención, comercialización, gestiones, etc). Se expresa miedo a no tener fondos para continuar, o no tener fondos para lograr hacer un salto de calidad a la velocidad necesaria o deseada.</p> <p>La distancia es una vulnerabilidad importante, encarece fletes, traslados, conseguir insumos y dificulta accesos. “Las políticas estatales parecen nacionales, pero se centralizan en zonas fuertes (provincias cuyanas), nosotros quedamos marginales, no les movemos la aguja”. Los planes de fomento o apoyo en el formato pensado para grandes productores o lugares centralizados de producción, que “piden tantos papeles” resultan inaccesibles para emprendimientos pequeños y diversificados de estas regiones alejadas y nuevas.</p> <p>El agua es otra de las grandes problemáticas, la canalización no está bien mantenida, el régimen monzónico tapa los canales, desarma el sistema de conducción. No hay inversiones suficientes por parte del estado. “El cambio climático está mermando el agua, el río se nutre por manantiales y deshielo”. Sistema de goteo poco utilizado, solo en el sistema empresarial. Algunos productores, pocos, hacen pozos.</p> <p>Se teme a la vitivinicultura de gran escala, que no se respeten los</p> | <p>lograr mayor calidad, “allá hay mejor tecnología”.</p> <p>Como sinergias comparten maquinarias con productores de otras regiones, aprovechando que las épocas de cosecha son diferentes y les permiten no solaparse.</p> <p>El cambio climático se vislumbra, la estrategia estatal apunta a optimizar el sistema hídrico de canales y acequias, menos de la mitad de los productores tienen implementado goteo.</p> |
|--|--|---|

| | | |
|---------------------------------|--|--|
| | <p>territorios y los recursos. Hay temor de que se ocupen tierras con modelos que desplacen a los pequeños productores. Existe un proceso de gentrificación rural. Los grandes hoteles no generan desarrollo local, sino que la comunidad comienza a trabajar como empleados luego de vender sus propiedades.</p> <p>Se percibe una vulnerabilidad en términos de tensión social latente, en relación con “políticas de desarrollo local que son elitistas” y componentes de conductas sociales discriminantes según cultura, aspecto, procedencia.</p> | |
| Proyección | <p>La vitivinicultura atrapó mucho a las generaciones jóvenes. El hijo del productor ya no quiere trabajar como se trabajaba, entonces arriendan las tierras o se van a la ciudad, la vitivinicultura permite el arraigo de los jóvenes, debido a cómo se relaciona con el turismo, tiene mucha salida y mucha demanda.</p> <p>La profesionalización debido a la presencia de escuelas agrotécnicas en la región permite la participación de los jóvenes en los emprendimientos.</p> <p>Hay gente que quiere trabajar en los campos como fuente laboral.</p> <p>El sistema empresarial usa esta estructura como un negocio para el enoturismo, no se pierde entonces la cultura local porque es lo que resulta atractivo para el turismo.</p> <p>Es una zona vitivinícola nueva que puede iniciarse de otra forma, contemplando el saber hacer propio, es importante rescatar esto y no pasarse a la dependencia del insumo. Que incorporen tecnología que es buena, como la eficiencia hídrica.</p> | <p>La importancia de la calidad en la elaboración y fraccionamiento para lograr calidad, estabilidad en los vinos.</p> <p>Se trabaja en conocer variedades que se adapten a este clima. Tienen potencial las variedades blancas, por su acidez natural, sin agregado de tartárico u otros.</p> <p>La zona puede ser comparable a regiones de Francia.</p> <p>Poco a poco asumen que tienen que trabajar en conjunto como una región.</p> |
| Narrativas visuales y estéticas | <p>El paisaje natural de la Quebrada es particular. Los colores cálidos de los cerros, de la tierra, de las ropas. Y los verdes relacionados con el</p> | <p>La frondosidad, la época tabacalera y los viñedos de la tradición de los nonos, el amor en todas las tareas “desde el sarmiento”, la</p> |

| | | |
|-------|---|---|
| | <p>agua, campos rayados, el verde de los álamos y de los campos hortícolas. El agricultor, el trabajo entre los surcos.</p> <p>Los foráneos se meten en este mundo y empiezan a escuchar, al principio con descreimiento, y luego se emocionan. Las creencias, saberes, calendarios ancestrales se adoptan para el trabajo en el viñedo, también las fiestas patronales. Los lugareños creen en el cultivo, agradecen a la pacha tener una buena producción.</p> <p>Emoción, nostalgia, admiración, “los veo trabajar allí”; los paisajes al lado de los cerros, y el sol que los ilumina.</p> | <p>dedicación, la historia de capítulos de la Argentina y el resurgir del vino, “el sueño de encontrar la tierra prometida”.</p> <p>Estéticas que valorizan el pasado pero que apuntan a lo joven, a lo fresco.</p> <p>Refuncionalización de edificaciones (Bodega el Molle, en Monterrico, construida en antiguas estufas de tabaco. “Cuenta la historia del tabaco, cuando la gente la visita puede cerrar un ciclo”.</p> |
| Otros | <p>Muy presente la cultura andina, comunidades aborígenes. La cultura muy arraigada al territorio, probablemente se hayan perdido muchas cosas, pero es algo que se sigue transfiriendo. La pachamama, el carnaval, fechas festivas, se ve mucho en el paisaje en épocas especiales de la quebrada. En agosto la pachamama. Terminan los cultivos y empieza el frío. La gente descansa, prepara la tierra. Tienen las prácticas de fertilización, manejos de la agricultura de forma natural. Hubo mucho uso de agroquímicos con la instalación del paquete tecnológico de producción en la región.</p> <p>Es una ambigüedad, desconocen los fertilizantes orgánicos.</p> <p>Aprendizaje bidireccional.</p> | <p>Suelos francos y pesados, que retienen mucha humedad.</p> <p>Viognier, Sauvignon Blanc, Torrontés, Pinot Noir y otras bases para espumantes.</p> |
| Voces | <p>“Adaptarse al relieve”</p> <p>“Esta es la gente que se merece disfrutarlo”</p> <p>“Cada vez estoy más tiempo arriba”</p> <p>“Amo la quebrada mal”</p> <p>“El estado se dice presente, pero con una magnitud de pautas que son imposibles de cumplir”</p> | <p>“Que la gente diga <i>esto es Jujuy</i> cuando beba un vino”</p> <p>“Vinos bien cuidados”</p> <p>“Cuando obsequio una botella de mis vinos obsequio una parte de mi esencia, de mi historia”</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>“No es turismo enológico, es turismo rural enológico, les contamos de nuestra vida, de la historia, la familia, la comunidad, el vino no es producto en sí, sino que es parte integrada a nuestra vida”.</p> <p>“Hemos sido callados, representamos lo acallado por siglos, pechamos por tener un lugar y desarrollarnos en este ámbito también, siendo quienes somos”</p> | |
|--|---|--|

EMERGENTES SIGNIFICATIVOS

Del estudio perceptual surge que entre las dos regiones vitivinícolas de Jujuy son importantes las diferencias en cuanto al origen y al proceso de desarrollo que está aconteciendo.

En el caso de los Valles se trata de una recuperación de la cultura del vino traída por los inmigrantes italianos. Si bien pudo estar presente desde antes por motivo de la colonia y los jesuitas, la vitivinicultura de los Valles se reconoce a partir de la pregnancia que adquirió con la inmigración italiana y que hoy se recupera con nostalgia, proponiendo una nueva versión de las tradicionales prácticas vitivinícolas que tenían aquellos nonos sanmarinenses. La vitivinicultura de los Valles está en el ADN de las personas descendientes de aquellos que trajeron consigo los sarmientos y el hacer vino como parte de su cultura, de su forma de ser. Esta recuperación se está haciendo como reconversión a partir de la merma de la actividad tabacalera, en una zona con historia frutícola y agrícola. La vitivinicultura es actualmente traccionada por pocos emprendimientos con historia local, que buscan poner en valor las características del Valle para hacer crecer sinérgicamente vitivinicultura y turismo.

En el caso de la Quebrada de Humahuaca se trata de una actividad muy reciente, que deviene desde una propuesta de desarrollo para la diversificación de las economías locales, y converge con el proceso de gran afluencia turística desencadenada por la declaratoria de patrimonio. En este sentido se percibe que la vitivinicultura en la Quebrada tiene un origen exógeno a la comunidad local, pues la producción de vinos no surge desde raíces culturales propias sino como posibilidad

económica potenciada en relación con el turismo. La cultura del vino está empezando a hacer pie en este territorio y aparecen algunas alertas a considerar.

En la Quebrada la patrimonialización desencadenó un proceso de gentrificación que generó un desplazamiento de población y de las pequeñas parcelas agrícolas hacia sectores más alejados. Se provocó un mercado de tierras para inversión turística de media y alta gama, principalmente en Tilcara y Purmamarca, y con ello las áreas de cultivo bajo riego se desplazaron a otros sitios. Se destaca que en la Quebrada las producciones son de pequeña escala y usualmente diversificadas (frutas, flores y horticultura) y que la actividad del vino es incipiente y está en etapa “de aprendizaje”, por lo que se precisan políticas públicas para contener a los pequeños productores, fomentar que se mantengan los formatos diversificados de los emprendimientos, y para regular el uso del suelo y acceso a la tierra.

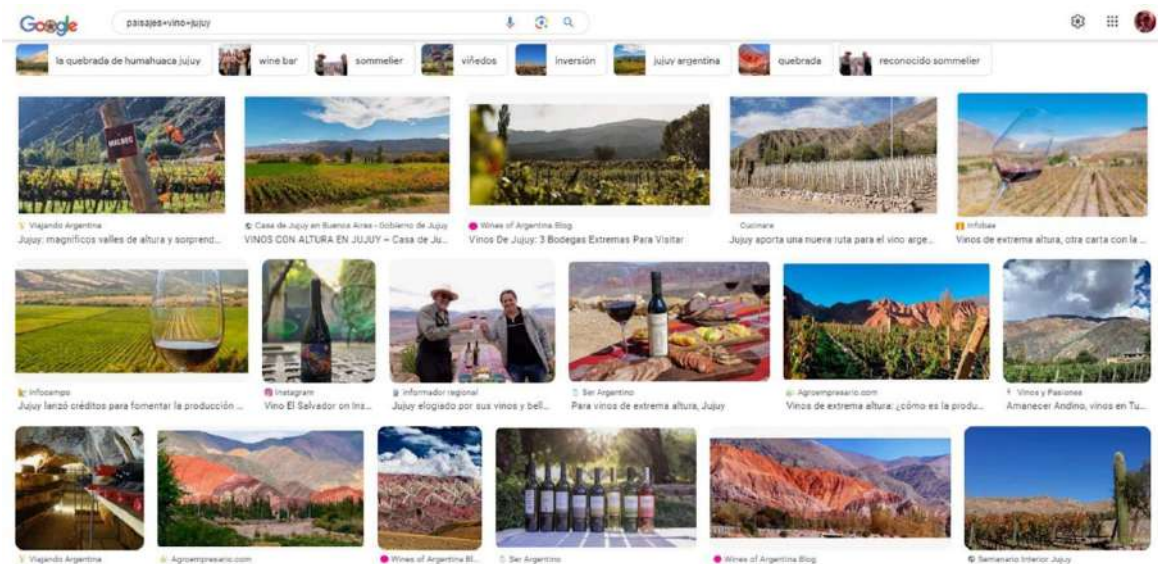
También aparece un riesgo que puede ser convertido en oportunidad: la comunidad local de la Quebrada cuenta con prácticas ancestrales que actualmente se comprenden como agroecológicas, técnicas de laboreo que la población ha mantenido y que ameritan ser rescatadas para así poner en valor la cultura local, evitando que se instale un modelo de paquete tecnológico de tipo agroindustrial y que con ello produzca una transculturación tecnológica impuesta por traspaso de tecnologías desarrolladas en, y para, otros contextos. Se resalta que aparece mencionada en las entrevistas la necesidad de potenciar respuestas técnicas y de política pública en función de las necesidades propias de las comunidades locales, y no promover una vitivinicultura montada sobre un proceso transferido que puede erosionar los valores culturales y paisajísticos que han sustentado la designación de la Quebrada como Bien del Patrimonio Mundial. En el caso de la Quebrada lo que atrae al turismo es la cultura local, no es el vino en sí, por lo cual esa cultura prioritariamente debe ser respetada, valorada y conservada. Está ocurriendo un asentamiento de la vitivinicultura sobre un territorio que tiene sus propias cualidades de interés y una dinámica cultural histórica particular, que no tiene asimiladas las prácticas vitivinícolas como en otras regiones del país. Es un desafío para la incipiente vitivinicultura humahuagueña generar una impronta local y evitar que estas comunidades y su cultura resulten erosionadas por una vitivinicultura de mayor escala. Es necesario que en la convivencia de lo nuevo y lo ancestral se preserve el patrón de paisaje de pequeñas parcelas, la diversificación de cultivos, la forma de relacionarse con la tierra que tienen las comunidades locales, como características

culturales y paisajísticas que hacen a la identidad de la Quebrada y son fundamento de la declaratoria.

La producción de vinos resulta atractiva para los jóvenes, en ambas zonas. En el caso de la Quebrada resulta significativo pues contribuiría a reducir la migración de jóvenes que no quieren ser agricultores y que, aprovechando el aumento del valor de la tierra prefieren vender sus terrenos y migrar hacia centros urbanos para dedicarse a otras actividades. Por otro lado, hay inmigrantes que llegan a la Quebrada desde distintas ciudades, y hasta de otros países, que compran tierras y traen consigo otras miradas, saberes y culturas, que reemplazan o mixturán con los saberes locales, y generan emprendimientos que aportan a las dinámicas económicas locales, dando trabajo a los jóvenes que decidieron quedarse.

Imágenes estereotipo

Primeras imágenes que arroja la búsqueda en Google con la frase paisajes+vino+Jujuy



• YouTube
 Visitando JUJUY, Argentina en | Tour de ...

• Saha Roy
 Jujuy: Bodega El Bayeh presenta la p...

• Ministerio de Cultura y Tur...
 'Vinos de altura - Ministe...

• Somos Jujuy
 Jujuy muestra sus vinos de altura y pais...

• Jujuy el día
 Jujuy elogiado por sus vinos y belleza paisa...

• Prensa Jujuy
 Jujuy muestra sus paisajes y sus vin...

Búsquedas relacionadas

- vinos de jujuy
- tomando vino en el campo
- yungas paisajes de jujuy

• Vines of Argentina Blog
 Quebrada De Humahuaca, Un Terroir Singular

• Perfil
 Con el sol de mañana | Perfil

• Via País
 Etiquetas jujeñas tienen su espacio en el M...

• Diario Progen de Jujuy
 Huichaina Vineyard lanzó su primer vino: Cielo Ar...

• ENOLIFE
 Jujuy tiene el segundo vitigno más alto del mundo ...

• Jujuy Cultura y Gente
 EXPOSICIÓN Y DEGUSTA...

• Sitio por Gusto
 Intensos vinos del norte argentino ...

• Facebook
 Amanecer Andino | Tu...

• El Tribuna
 Presentan vinos de altura jujeños ...

• Diario Popular
 Jujuy: algo más que pais...

• Fondo de Olla
 Jujuy en la ruta del vino ...

REFERENCIAS

Alfaro, L. (2022, Junio 16). Crece la vitivinicultura y apuestan a una ruta turística. El Tribuno. <https://www.eltribuno.com/jujuy/nota/2022-6-16-1-0-0-crece-la-vitivinicultura-y-apuestan-a-una-ruta-turistica>

Bellone, E. (2021, Junio 2). Terruños jujeños: Quebrada de Humahuaca y Valles templados. Todo Jujuy. <https://www.todojujuy.com/terrunos-jujenos-quebrada-humahuaca-y-valles-templados-n204566>

Borrás, I. (2022, Marzo 5). Así son los vinos de los valles y quebradas de Jujuy. Memo. <https://www.memo.com.ar/economia/degustacion-vinos-jujuy-mendoza/>

Braticevic, S. (2023, Febrero 1). GEOFRONTER. PORTAL DE PERIÓDICOS DA UEMS. <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF>

Corona, G. (2020, Mayo 11). "Jujuy. Mapa Vitivinícola". " Geografía del vino". <https://geografiadelvino.com/2020/05/11/jujuy-mapa-vitivinicola/#jp-carousel-1191>

Corona, G. (2022, Junio 30). "Jujuy: el viñedo de las yungas". "Geografía del vino". <https://geografiadelvino.com/2022/06/30/jujuy-el-vinedo-de-las-yungas/>

Corona, G. (2023, Mayo 9). El viñedo más alto del mundo. . - YouTube. <https://geografiadelvino.com/2019/06/03/el-vinedo-mas-alto-del-mundo/>

Corona, G. (2023, Mayo 9). Los límites del Malbec. Internet/ Instagram. <https://geografiadelvino.com/2021/04/20/los-limites-del-malbec/>

COVIAR y Consejo Federal de Inversiones (CFI) & Vallone, R. (2022). “Caracterización de las regiones vitivinícolas de la Argentina”. Informe Provincia de Jujuy.

Curzel, V., & Paredes, M. (2021, Enero). La actividad frutícola en los Valles Templados de Jujuy, Argentina: caracterización del sector. SciELO Uruguay.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2730-50662021000201303

El Angosto de Perchel, un fascinante lugar de la Quebrada. (2019, Julio 6). Jujuy Al Momento. <https://www.jujuyalmomento.com/turismo-local/el-angosto-perchel-un-fascinante-lugar-la-quebrada-n83726>

Exquisita arquitectura en edificios que cuentan su historia. (2018, Abril 15). El Tribuno. <https://www.eltribuno.com/jujuy/nota/2018-4-15-0-0-0-exquisita-arquitectura-en-edificios-que-cuentan-su-historia>

Geografía – Gobierno de la Provincia de Jujuy. (n.d.). Gobierno de Jujuy.
<http://jujuy.gob.ar/geografia/>

Giménez, A. M., & Moglia, J. G. (2003). Provincia Chaqueña. En *Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico*.

Historia. (n.d.). Municipalidad de San Salvador de Jujuy.
<https://www.municipalidaddesansalvador.gob.ar/?q=historia>

Iglesias, A. (2021, Febrero 22). *Quebrada De Humahuaca, Un Terroir Singular*. Wines Of Argentina Blog. <https://blog.winesofargentina.com/es/sin-categorizar/vinos-de-la-quebrada-de-humahuaca/>

Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2021). *Informe anual* (PDF) [Laboratorio estadístico del INV. Relevamiento Vitivinícola argentino del INV. Contexto Regional,

Nacional y Externo de la Vitivinicultura] [on line]. INV(Instituto Nacional de Vitivinicultura)

La Patrona de El Carmen en Peregrinación Náutica | Ministerio de Cultura y Turismo de Jujuy. (n.d.). turismo.jujuy.gob.ar. <http://www.turismo.jujuy.gob.ar/event/la-patrona-de-el-carmen-en-peregrinacion-nautica/>

Los vinos de la Quebrada de Humahuaca. (2023, Enero 12). Mariano Braga. <https://marianobraga.com/blog/los-vinedos-de-la-quebrada-de-humahuaca/>

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca & Gobierno de Jujuy. (n.d.). *PLAN PROVINCIAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS.*

Morello, J., Matteucci, S., & Rodríguez, A. (2012). *Ecorregiones y Complejos ecosistémicos argentinos* (PDF, Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora ed.) [GEPAMA (Grupo de Ecología del paisaje y medio ambiente) FADU (Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo)] [on line].

Ramos, A. (2022, Mayo 25). El vino en Jujuy. El ángel del vino. Blog de vinos. <https://angelyvino.blogspot.com/2022/05/el-vino-en-jujuy.html>

Regiones de Jujuy: de la puna a las yungas - Norte.com. (n.d.). Norte Argentino. <https://www.norte.com/regiones-de-jujuy-de-la-puna-a-las-yungas/>

Rubiolo, D., Gonzalez Díaz, E., Sruoga, P., Prieri, A., Seggiaro, R., Hongn, F., Fernández Seveso, F., & Velasco, M. S. (2003). Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina.

Sofía, J. (2019). 1º Congreso Internacional de Ciencias Humanas - Humanidades entre pasado y futuro. Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín, Gral. San Martín, 2019. [Universidad Católica Argentina Instituto de

Investigaciones de la Facultad de Ciencias Sociales (CONICET-UCA-IICS), Programa de Investigaciones Arqueológicas (PRIA)].

<https://www.aacademica.org/1.congreso.internacional.de.ciencias.humanas/1227>

Valles | Ministerio de Cultura y Turismo de Jujuy. (n.d.). [turismo.jujuy.gob.ar](http://www.turismo.jujuy.gob.ar).

<http://www.turismo.jujuy.gob.ar/valles-2/>

Vallone, R. (2022, Diciembre). “Caracterización de las regiones vitivinícolas de la Argentina” COVIAR y Consejo Federal de Inversiones (CFI) [Caracterización geológica, geomorfológica y edafológica de zonas vitícolas argentinas]. Informe CFI-COVIAR. Mendoza, Argentina.

Tommei, C. I. (2018, Marzo). Arquitectura de tierra de la Quebrada de Humahuaca: Interpretaciones, descripciones y categorías a lo largo de los siglos XX y XXI. SciELO (Argentina). http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2362-20242018000100005

FICHAS

QUEBRADA DE HUMAHUACA (VALLES DE ALTURA)

Huacalera - Maimará - Purmamarca

DESCRIPTORES ESTRUCTURALES - ESCÉNICOS

Presenta una altitud entre 1720 y 3329 msnm, marcados estratos de altura en los paños de viñedo. Constituye una hendidura o cañadón dentro de la Cordillera Oriental con rumbo Norte-Sur. El relieve es montañoso, de Oeste a Este aparece como un plano inclinado con grandes superficies de abanicos de acarreo y piedemonte. Este plano inclinado está interrumpido por vegas y valles. Pertenece a la región fitogeográfica de la Puna y de las Yungas. Surcada por el Río Grande, cuyas márgenes definen su desarrollo, siendo la cuenca principal en la que derivan todos los cauces que surcan quebradas de menor envergadura. Ruta 9 como eje vertebrador en sentido Norte- Sur.

Paisaje rural-productivo. Visuales enmarcadas por la cordillera oriental, con algún punto de fuga sobre el Río Grande. Viñedos pequeños con bordes irregulares que se amoldan a los accidentes geográficos de las sierras, los cerros, las quebradas y el paso de los numerosos cursos de agua. Edificaciones simples con planta rectangular, apoyadas en la calle siempre por su lado mayor. Uso de materiales como adobe, pirca unida con barro, madera de cardón, ramas y paja.

DESCRIPTORES HISTÓRICO - CULTURALES

La Quebrada de Humahuaca es "Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad", se destacan sus fiestas populares de Pascua y de Carnaval, sus vinos de altura, lugar de poesía y pintura, música, arte en telar, queso de cabra, su antiguo ferrocarril, costumbres religiosas muy arraigadas y de la Pachamama. Los pueblos originarios de la zona siguen trabajando allí con uvas criollas.

Pequeños productores. Vides plantadas sobre conos aluvionales, en las laderas, sobre suelos vírgenes y con riego por goteo que permite llevarlas a lugares impensables, otras dentro de la matriz agrícola tradicional. Predomina la conducción en espalderos. Canales de riego prehispánicos para conducción del agua de regadío y riego presurizado en emprendimientos vitivinícolas nuevos con variedades finas.

Sitios destacados: Cerro de los Siete Colores - Paleta del Pintor - Sitio arqueológico Pucará de Tilcara - Iglesia de San Francisco de Paula de Urquía - Museo arqueológico e histórico de Huacalera - Mercado Artesanal de Volcán.

COMPONENTE PERCEPTUAL - SINGULARIDAD

El lugar se define por sus cerros de colores. El sol, el cielo azul, el frío, el calor, todo es intenso en la Quebrada. Cultura andina, ligada al territorio y con prácticas agrícolas ancestrales, no extractivistas. Especialistas en horticultura y manejo del riego en este modelo productivo. Manejan conocimientos empíricos y ligados al territorio. El sitio es festivo, celebran y honran a sus Santos, a la tierra, a la Pachamama, en ritos que conjugan gran parte de la identidad de quienes lo habitan.



SABERES ANCESTRALES - ARIDEZ - ARRAIGO - EXTREMO - COLORES



Montañas que parecen volcarse sobre la quebrada. El río como eje de organización de la actividad humana. Paños de cultivo se distribuyen en teselas que parecen minuciosamente posicionadas.



Hendidura o cañadón dentro de la Cordillera Oriental con rumbo Norte-Sur, recorrida en sus 187 km por el Río Grande. Sus márgenes permiten el desarrollo de cultivos. Por tramos se ensancha y en otros se estrecha como en "Angosto de Perchel". Colores en la montaña, colores en los diferentes cultivos, se plasman en el territorio como tejidos en un telar.



Río Grande, identitario de la Quebrada, en un tramo a mayor altura sobre el nivel del mar que Purmamarca. Cultivos de pequeña superficie se asientan en sus márgenes. Apertura visual con fuerte presencia de cordones montañosos que cobijan y encierran los diferentes parajes o localidades. Fuga visual en su recorrido.



Líneas que brindan carácter, marcas en el territorio dibujan laderas aterrazadas y taludes con marcas del agua que escurre.

Juego de texturas y colores entramados en el paisaje de algunos parajes. Reflejan el espíritu de la Quebrada, inquieto, vivaz, festivo.



El lecho del río como fondo, viñedos que se encastran para conformar un tejido verde en el territorio. Cortinas forestales marcan un ritmo, enmarcan.



Cultivos circunscriptos a los espacios que el río deja para su crecimiento. Se acompañan en armonía, enmarcados por las montañas que abruptamente se elevan a los lados.



Vino y turismo se conjugan en establecimientos preparados para brindar a quienes visitan una experiencia inigualable. Organicidad en las formas, dada por las curvas de la plantación y el aparente desorden del arbolado acompañante.



La montaña como telón de fondo, parece no tener fin. Álamos pincelan la composición, prolongan la sensación de verticalidad de los postes que sostienen el viñedo y dirigen la mirada hacia ese cielo azul turquesa.



Paisajes que parecen austeros pero enmascaran complejidad, interacciones, cursos. Coexisten, coalescen, montañas, árboles, pastos, flores, viñas, historias.

Cactáceas (cardones) en el cerro pincelan la escena con formas verticales que se repiten en los forestales. Paisaje con vegetación nativa, espontánea en el interfilas con riego, y exótica (sauces y álamos) acompañando arroyos.



Álamos y sauces acompañan cultivos hortícolas y viñedos con el fondo imponente de la montaña. Aportan color, frescura y organicidad al paisaje humahuaqueño.



Vides conducidas en espaldero alto. El viñatero custodia su trabajo, lo acompaña y se enorgullece de los frutos de su esfuerzo. Escalas de viñedo que permiten caminarlo y un seguimiento personalizado.



Riego tecnificado por goteo. Aumento de la eficiencia en el uso del agua. Cuidado del recurso teniendo en cuenta su escasez.



Se conjugan componentes del paisaje de la quebrada, cerros de colores, pircas con la piedra del lugar, vegetación típica como *Schinus* y el viñedo en pequeñas superficies, cursos de agua con álamos y sauces.



Convivencia entre vegetación nativa e implantada. Habla de respeto por lo existente, lo heredado. Cuando lo autóctono y lo cultivado convergen. Cardones usados en las construcciones, como madera de techo o cubierta.

Manejo del interfilas del espaldero con coberturas verdes de vegetación espontánea. Líneas de plantación dirigen la mirada hacia el horizonte, con rugosos cerros y un cielo impoluto.



Hacedores de la poda. Lectura de la planta, análisis y toma de decisiones en receso vegetativo.



VALLES TEMPLADOS

Monterrico

DESCRIPTORES ESTRUCTURALES - ESCÉNICOS

En relación a la altitud, de mayor a menor altura, los departamentos Dr. Manuel Belgrano a 1840 msnm, San Antonio a 1340 msnm y en el extremo Sur El Carmen a 1180 msnm. Se encuentran ubicados en la provincia geológica de la Cordillera Oriental. En la provincia de Jujuy presenta unos 80 km de ancho y un rumbo general NNO. Destacan terrazas aluviales disectadas por valles de numerosos ríos y arroyos. Están recorridos por dos ríos: el Grande y el Xibi Xibi o Chico. Pertenecen a la región fitogeográfica de las Yungas. La Ruta 9 es la principal vía de comunicación de esta zona.

Paisaje rural urbano productivo, principalmente tabacalero, en menor escala horti-floricultor, fruticultor y viticultor. Ocupa la región centro-sur de la provincia, donde se encuentran vertientes de aguas calientes y frías, lagunas, diques y paisajes verdes y frondosos. Visuales amplias enmarcadas por montañas a la distancia. Arquitectura ecléctica, donde conviven relictos coloniales con elementos contemporáneos.

DESCRIPTORES HISTÓRICO - CULTURALES

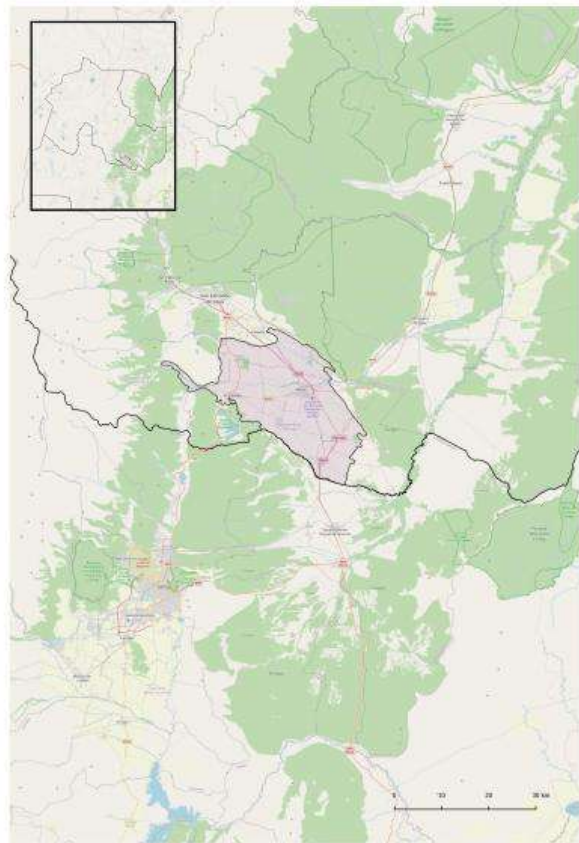
En esta región se asienta más del 62 % de la población de Jujuy. La ciudad de San Salvador de Jujuy es parte de dichos valles y constituye la capital de la provincia desde 1834, cuando la misma se separó de Salta. Variadas festividades de tinte religioso tienen lugar en los parajes y pueblos de los Valles Templados. Se destaca la peregrinación náutica que tiene lugar en El Carmen.

Superficie vitivinícola en aumento, recuperación de viñedos antiguos, reconversión y viñedos jóvenes. Paños de viñedos de pequeña escala, uniformes y con amplitud de visuales. Se obtiene en esta región el primer vino del año, de toda Sudamérica. Predomina la conducción en espalderos con variedades de calidad enológica. Riego presurizado en emprendimientos vitivinícolas nuevos. Las aguas son conducidas por sistemas de riego en una red organizada de canales y acequias.

Sitios destacados: diques La Ciénaga y Las Maderas - Museo Histórico Provincial "Juan Galo Lavalle" - Museo Arqueológico "Eduardo Casanova" - Iglesia Catedral de San Salvador de Jujuy - Reserva natural Río Xibi-Xibi.

COMPONENTE PERCEPTUAL - SINGULARIDAD

Valles cercanos a San Salvador. Se definen por su frondosidad, por su cercanía a las Yungas. Los suelos son pesados y retienen mucha humedad. Región casi tropical. Recuperación de viñedos con historia, junto a ellos crecen palmeras, bananos y cítricos. Pueblo tabacalero, fruticultor. Verdor. Lo urbano y los cultivos inmersos en lo nativo. Enoturismo comunitario. Costumbres gauchescas y tradición artesana. La cultura es la del productor tabacalero, descendiente de italianos mayoritariamente.



PRÍSTINO - FRONDOSO - DINAMIZANTE - HETEROGENEIDAD



Paisaje rural urbano productivo. La principal actividad es la tabacalera. El territorio en consonancia, se parcela en paños de cultivos extensos y uniformes. Visuales amplias, profundas.



Paños de cultivo con límites rígidos se unen a zonas con bosque nativo. Rigidez de líneas que se ablanda con la silueta de la montaña a lo lejos. En varios planos, en varios azules, se eleva y se funde con el cielo.



Arbolado en alineaciones o cortinas forestales definen los límites de los paños de cultivo, marcan los callejones internos y tejen la trama de cultivo. Visuales amplias se destacan con el marco de la cordillera lejana, en un plano de fondo de un azul apaciguante.



Postal de los Valles templados. Variedad de líneas, colores, texturas y amplias visuales caracterizan el paisaje. La vegetación arbórea impregna el recorrido por los valles, se vuelca sobre los caminos, refresca, da vida.

Palmeras al pie del cultivo, en línea, acompañando los callejones. Remiten a las Yungas, hablan de un clima más cálido y húmedo. Custodian el viñedo, diversifican, imprimen un sello en el imaginario de quienes se adentran en el verdor de los valles.



Conducción de viñedos en espaldero. Riego por canales y acequias suplementan el agua de lluvia, con una frecuencia de 3 veces al año en zona de Yungas. Emprendimientos jóvenes con riego presurizado por goteo.



Sistema de conducción en espaldero alto. Manejo a escala hombre, en pequeñas extensiones de viñedo. Cobertura de vegetación espontánea en el interfilas. Estratos de vegetación escalonan la vista, envuelven, abrazan, en su estadía, al visitante.



Acequias que permanecen y dan testimonio de su larga data como parte de la infraestructura del sitio. Dupla de arbolado y acequia como patrimonio vivo. Ejemplares de *Casuarina cunninghamiana* se destacan en las alineaciones, entre otros como *Populus nigra*.



Verdor y frescura invitan a recorrer y descubrir los Valles Templados. La diversidad de elementos en el paisaje lleva implícita una experiencia multisensorial en su percepción.

