

**INTREPID MINERALS CORPORATION**

**PROYECTO CASPOSO  
INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL  
ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

**SECCIÓN 2.0 – LÍNEA DE BASE  
(Ref. No. SA202-000133/1-4)**

Preparado para:

Intrepid Minerals Corporation

***Knight Piésold Argentina Consultores S.A.***

*25 de Mayo 234 (Oeste)-Capital San Juan, Argentina*

*Fono: 0054-262-421 0014*

*E-mail: sanjuan@knightpiesold.com*

***Knight Piésold***  
**CONSULTING**



**INTREPID MINERALS CORPORATION  
PROYECTO CASPOSO  
INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL  
ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

**SECCIÓN 2.0 – LÍNEA DE BASE  
(Ref. No. SA202-000133/1-4)**

**TABLA DE CONTENIDO**

SECCIÓN 2.0 – LÍNEA DE BASE	1
2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AMBIENTE	1
2.1.1 Localización	1
2.1.2 Accesos	1
2.1.3 Área de Estudio	2
2.1.4 Área de Influencia	3
2.1.5 Derechos Superficiales, Pertenencias Mineras y Servidumbres Afectadas	3
2.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	5
2.2.1 Marco Geológico Regional	5
2.2.2 Geología Local	6
2.2.3 Geología del Depósito	9
2.2.4 Geomorfología	14
2.2.5 Peligros Geológicos Potenciales	20
2.2.6 Sismicidad y Amenazas Sísmicas	29
2.2.7 Intensidades Máximas Promedio	39
2.2.8 Conclusiones	40
2.3 CLIMATOLOGÍA	41
2.3.1 Clima	41
2.3.2 Meteorología	41
2.3.3 Calidad del Aire	54
2.3.4 Ruido y Vibraciones Terrestres	59
2.4 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	64
2.4.1 Descripción del Medio Físico – Geográfico	64
2.4.2 Descripción de los Cuerpos de Aguas Superficiales	67
2.4.3 Descripción de los Cuerpos de Aguas Subterráneas	73
2.4.4 Pozos de Monitoreo de Agua Subterránea	76
2.4.5 Calidad del Agua Superficial	77
2.4.6 Calidad del Agua Subterránea	90
2.4.7 Uso Actual del Agua	92
2.4.8 Estudio Piezométrico Estático para Cuerpos de Aguas Subterránea	93
2.4.9 Estudio Piezométrico Dinámico para Fuentes de Aguas Subterránea	94



2.5	SUELOS / EDAFOLOGÍA	96
2.5.1	Descripción General de los Suelos	96
2.5.2	Características Físicoquímicas	97
2.5.3	Clasificación de los Suelos	100
2.5.4	Uso Actual y Potencial del Suelo	101
2.5.5	Resumen de las Características de los Suelos en el Área de Influencia	101
2.5.6	Nivel de Degradación de Suelos	102
2.6	FLORA Y VEGETACIÓN	103
2.6.1	Introducción	103
2.6.2	Unidades Vegetales	104
2.6.3	Especies de Interés Prioritario para la Conservación	113
2.7	FAUNA	114
2.7.1	Introducción	114
2.7.2	Composición, Diversidad y Abundancia	114
2.7.3	Localización y Descripción de Áreas de Alimentación, Refugio y Reproducción	122
2.7.4	Especies de Interés Prioritario para la Conservación	124
2.8	BIOLOGÍA ACUÁTICA	126
2.8.1	Introducción	126
2.8.2	Flora Acuática	128
2.8.3	Fauna Acuática	141
2.8.4	Conclusiones	152
2.9	DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA	152
2.9.1	Bioma del Monte	152
2.9.2	Ecotono entre la Zona Montañosa y el Piedemonte	153
2.9.3	Piso Inferior del Bioma Altoandino	154
2.10	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	155
2.11	PAISAJE	157
2.11.1	Introducción	157
2.11.2	Unidades del Paisaje	158
2.11.3	Las Cuencas Visuales	158
2.11.4	Análisis de la Calidad y Fragilidad Visual	161
2.12	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES	165
2.12.1	Introducción	165
2.12.2	Centros Poblacionales Afectados por el Proyecto	165
2.12.3	Distancia y Vinculación de los Centros Poblados	167
2.12.4	Macroeconomía Argentina	168
2.12.5	Economía Provincial	168
2.12.6	Socioeconomía: Departamento de Calingasta	169



2.13 SITIOS DE VALOR HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO	192
2.13.1 Sitios de Valor Histórico, Cultural y Arqueológico	192
2.13.2 Sitios de Valor Paleontológico	198
2.14 DESCRIPCIÓN DE LAS TENDENCIAS EVOLUTIVAS DEL MEDIO AMBIENTE NATURAL (HIPÓTESIS DE NO CONCRECIÓN DEL PROYECTO)	199

## **TABLAS**

Tabla 2.1	Secuencia Estratigráfica de la Región
Tabla 2.2	Registro Precipitación Mensual Estación Las Cortaderas - Barreal
Tabla 2.3	Registro Precipitación Mensual Estación San Juan Pocito
Tabla 2.4	Registro Precipitación Mensual Estación San Juan Aeródromo
Tabla 2.5	Registro Precipitación Mensual Estación Casposo
Tabla 2.6	Registro Evaporación Mensual Estación Las Cortaderas - Barreal
Tabla 2.7	Registro Evaporación Mensual Estación San Juan Pocito
Tabla 2.8	Terremotos Históricos de Chile entre los 70° y 73°30'O y 26° y 34° S en el período 1575-1985 y Ms. > 7
Tabla 2.9	Terremotos Históricos Destructivos de Cuyo de 1782-1977 Ms. >6,5
Tabla 2.10	Sismicidad Histórica Instrumental en las Adyacencias al Valle de Uspallata- Barreal-Calingasta-Iglesia. Período 1894-2006 Ms. ≥5.
Tabla 2.11	Lista de Fauna de Vertebrados Terrestres

## **FIGURAS**

Figura 2.1	Geología Regional
Figura 2.2	Sistema de Vetas Proyecto Casposo

## **MAPAS**

Mapa 2.1	Ubicación General y Área de Influencia del Proyecto
Mapa 2.2	Mapa de Derechos Superficiales
Mapa 2.3	Mapa Geológico Distrital
Mapa 2.4	Geología Yacimientos Kamila y Mercado
Mapa 2.5	Mapa Geomorfológico
Mapa 2.6.1	Mapa de Pendientes
Mapa 2.6.2	Peligros Geológicos
Mapa 2.7	Sitios de Monitoreo del Medio Atmosférico
Mapa 2.8	Red de Monitoreo de Agua
Mapa 2.9	Hidrogeología
Mapa 2.10	Mapa de Hidroquímica



Mapa 2.11	Unidades de Suelo Identificadas
Mapa 2.12	Sitios de Monitoreo de Flora y Fauna
Mapa 2.13	Mapa de Vegetación
Mapa 2.14	Habitats de Fauna
Mapa 2.15	Unidades de Paisaje
Mapa 2.16	Ubicación de Sitios Arqueológicos Identificados

## **APÉNDICES**

Apéndice 2.1	Informes de Geomorfología, Peligros de Remoción en Masa, Análisis Neotectónico y Amenaza Sísmica
Apéndice 2.1a	Informe Análisis Geomorfológico
Apéndice 2.1b	Informe Análisis del Peligro de Remoción en Masa
Apéndice 2.1c	Informe Análisis Neotectónico
Apéndice 2.1d	Informe Evaluación de la Amenaza Sísmica
Apéndice 2.2	Análisis de Precipitaciones
Apéndice 2.3	Análisis de Slug Tests
Apéndice 2.4	Información Complementaria para Hidrología e Hidrogeología
Apéndice 2.5	Informe de Pruebas de Bombeo de Magnata
Apéndice 2.6	Fichas Edafológicas
Apéndice 2.7	Perfiles de Suelos
Apéndice 2.8	Album Fotográfico
Apéndice 2.8a	Álbum Fotográfico Geomorfología
Apéndice 2.8b	Álbum Fotográfico Peligros
Apéndice 2.8c	Álbum Fotográfico Sismicidad
Apéndice 2.8d	Álbum Fotográfico Agua
Apéndice 2.8e	Álbum Fotográfico Limnología
Apéndice 2.8f	Álbum Fotográfico Paisaje
Apéndice 2.8g	Álbum Fotográfico Aspectos Socioeconómicos y Culturales
Apéndice 2.9	Planillas con Resultados de Censo de Tránsito
Apéndice 2.10	Reconocimiento Arqueológico en el Área de Casposo
Apéndice 2.11	Reconocimiento Paleontológico en el Área de Casposo



**INTREPID MINERALS CORPORATION  
PROYECTO CASPOSO  
INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL  
ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

**SECCIÓN 2.0 – LÍNEA DE BASE**

A continuación se presenta la descripción de las componentes ambientales que conforman el área de influencia del Proyecto Casposo. En la Sección 7.0 de este informe se presenta un resumen de las metodologías empleadas en la caracterización de cada una de las componentes del ambiente.

**2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AMBIENTE**

**2.1.1 Localización**

El Proyecto Casposo se ubica, aproximadamente a 30 km de Villa Calingasta en la Provincia de San Juan en el Departamento de Calingasta. Este sector está caracterizado por la Cordillera de los Andes y la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. La zona del proyecto se encuentra sobre la margen oeste del Valle de Iglesia-Calingasta-Uspallata, en el cual se tiene una orientación norte-sur caracterizando el límite entre Precordillera y Cordillera Frontal.

En el Mapa 2.1, se muestra la ubicación general del área del proyecto.

**2.1.2 Accesos**

El acceso al área del yacimiento, se logra desde la ciudad de San Juan a través de la Ruta Nacional N° 40, hacia el norte y luego tres rutas alternativas:

- a) Ruta Provincial N° 436 – Ruta Provincial N° 414 – Ruta Provincial N° 12; bordeando la Quebrada de Las Burras, el Río San Juan y pasando por Villa Calingasta y Villa Corral.
- b) Ruta Provincial N° 436 – Ruta Provincial N° 425 – Ruta Nacional N° 149; a través de las localidades de Villa Nueva y Puchuzún.
- c) Ruta Provincial N° 436 – Ruta Nacional N° 149; a través de las localidades de Bellavista, Tocota, Villa Nueva y Puchuzún.

El Mapa 2.1 presenta la ubicación de estas rutas. De las tres alternativas de acceso presentadas, se utilizarán preferentemente las dos primeras, dejando la tercera ruta sólo para eventos de contingencia. Se organizará el tránsito de vehículos por estas rutas, de



manera de minimizar los impactos del tránsito sobre el medio circundante y evitar situaciones de riesgo que podrían afectar los recursos del lugar.

También existe la Ruta Nacional N° 149 que une Uspallata y Barreal, desde donde se empalma con la Ruta Provincial N° 149 hasta Villa Calingasta, cuyo uso no se descarta por que podría ser considerada durante la operación del proyecto como una ruta alternativa de abastecimiento de insumos. (Ver Mapa 2.1).

### **2.1.3 Área de Estudio**

Dos son las áreas de estudio definidas para este proyecto: (a) Área Mina – Planta y (b) las localidades y pueblos que forman parte del área de influencia socioeconómica.

#### ***a) Área Mina – Planta***

El área Mina – Planta se ha definido sobre la base de las potenciales obras y actividades que comprende el proyecto y corresponde al área de emplazamiento de los yacimientos Kamila y Mercado, de las obras mineras propiamente tal (escombrera, depósito de colas, planta de proceso, entre otras), así como de las obras para el suministro de agua (pozos y tubería de suministro de agua).

El Mapa 2.1 presenta la ubicación del área Mina – Planta. Se observa que comprende básicamente la cuenca del Río de la Puerta. El yacimiento y las obras mineras se ubican al borde norte de esta cuenca.

#### ***b) Área Camino Acceso al Proyecto***

Esta área se ha definido sobre la base del trazado del camino minero de exploración actual, el cual conecta el sitio del proyecto con la Ruta Nacional N° 149, justo frente al poblado de Villa Corral. Este camino será mejorado para la etapa de explotación del proyecto. El Mapa 2.1 presenta el área del trazado de camino.

### ***Localidades y Pueblos del Área de Influencia (AI) Socioeconómica***

El proyecto se localiza en el Departamento de Calingasta, tal como se puede observar en el Mapa 2.1. Las localidades y poblados más próximos a éste se detallan en la Sección 2.12.

Adicionalmente, se incluyó dentro del área de influencia, a la Capital de la Provincia San Juan, como parte del área de estudio. Esta ciudad es relevante en cuanto a su posición como centro capital de la Provincia y por la oferta de empleo, servicios e insumos que puede proporcionar al proyecto.



#### **2.1.4 Área de Influencia**

El área de influencia del proyecto se enmarca en función de dos conceptos: área de influencia directa y área de influencia indirecta.

El área de influencia directa corresponde al área donde se emplazarán todas las obras del proyecto. Por ejemplo, incluye el emplazamiento de los rajes, escombrera, depósito de relaves, planta de proceso e instalaciones anexas; así como tubería y pozos de suministro de agua y camino de acceso (Mapa 2.1).

El área de influencia indirecta corresponde a las áreas que podrían estar afectadas por las obras o actividades del proyecto, aun cuando no correspondan al área de emplazamiento de ellos.

En el Mapa 2.1 se muestra el área de influencia determinada para la etapa de explotación del proyecto. Dicha área, que corresponde a la “suma agregada” de las áreas de influencia que se prevén para cada una de las componentes ambientales, las cuales han sido determinadas sobre la base de un conjunto de criterios que se resumen en la Sección 7.0 del presente informe para lo cual se ha empleado la superposición cartográfica de las obras e impactos.

#### **2.1.5 Derechos Superficiales, Pertenencias Mineras y Servidumbres Afectadas**

El Proyecto Casposo explotará la mina llamada “Kamila”, Expediente N° 520-0438-M-1998, conformada por 35 pertenencias de 100 has cada una, y denunciada por oro y plata y con mensura aprobada por Resolución N° 280 – HCM-05 de fecha 19/12/2005. En cuanto al inmueble, que abarca una superficie de 72.098 ha con 7.729 m<sup>2</sup>, identificada con Nomenclatura Catastral 16-20-600400 (Ver Mapa 2.2) es un condominio del cual Intrepid Minerals Corp. tiene el 91.66% del mismo.

En el cuadro siguiente se muestra el total de pertenencias y servidumbres afectadas cuyo titular actual es Intrepid Minerals Corporation.



**Cuadro 2.1-1**  
**Pertenencias Mineras y Superficies Afectadas**

<b>Expediente N°</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Extensión</b>	<b>Titular Actual</b>	<b>Fecha Solicitud</b>	<b>Observaciones</b>
520-0438-M-98	Dpto. Calingasta - Pampa de la Puerta - DM N° 6	Mina	3497 has	Intrepid Minerals Corp.	15/10/98	Denunciada por oro, plata y cobre diseminado
520.0538-M-98	Dpto. Calingasta - Pampa de la Puerta - DM N° 6	Servidumbre de Camino	22 km.	Intrepid Minerals Corp.	27/10/2005	KAMILA- Expte. N° 5200438-M-98
414.1349-V-05	Dpto. Calingasta - Pampa de la Puerta - DM N° 6	Servidumbre de Camino	21 km.	Intrepid Minerals Corp.	21/11/1998	KAMILA- Expte. N° 5200438-M-98 (acceso Julieta)
425.214-B-00	Dpto. Calingasta - Pampa de la Puerta - DM N° 6	Servidumbre de Facilidades Mineras - Campamento	814 has. 8857 m <sup>2</sup>	Intrepid Minerals Corp.	05/06/2000	KAMILA- Expte. N° 5200438-M-98
5200430-B-99	Dpto. Calingasta - Pampa de la Puerta - DM N° 6	Servidumbre de Agua	No corresponde	Intrepid Minerals Corp.		KAMILA- Expte. N° 5200438-M-98



## **2.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

### **2.2.1 Marco Geológico Regional**

Diversos trabajos estratigráficos han sido realizados en el ámbito de la Cordillera Frontal durante la última década, entre los más destacados merecen citarse los de Caballé (1986, 1990), Rodríguez Fernández et al. (1996) y Cegarra et al. (1998 a, b). A éstos cabe añadir los estudios de Llambías (1999) sobre los eventos magmáticos gondwánicos y de Ramos (1999) referidos al tectonismo de los Andes Centrales, entre otros.

La geología del área se muestra en la Figura 2.1. La secuencia estratigráfica de la región (Tabla 2.1) comprende un basamento sedimentario de ambiente marino somero asignado al Carbonífero superior-Pérmico inferior (Formación La Puerta, Caballé, 1986), sobre el que se disponen en discordancia angular vulcanitas y piroclásticas mesosilíceas a ácidas (andesítico-riolíticas) del Grupo Choiyoi de edad pérmica inferior-triásica media. Ambas unidades están intruidas por plutones granítico-granodioríticos que, al igual que las rocas efusivas, se asignan al evento magmático del Grupo Choiyoi (Llambías, 1999). Todo el conjunto está atravesado por sistemas de diques mesosilíceos a básicos, sincrónicos o ligeramente posteriores. Sobre las unidades citadas se disponen en discordancia vulcanitas y piroclásticas de composición variada del período Cretácico-Terciario (Formación Las Chinchas, Caballé, 1986) que al igual que en el caso anterior, son intruidas por plutonitas de composición diversa.

Hacia el este, los niveles pedemontanos y cauces de agua temporarios que descienden desde el frente montañoso hacia el Valle de Calingasta-Uspallata, están cubiertos por sedimentos terrígenos y lacustres de la Formación Cambachas y por conglomerados de la Formación Las Minutas de edad cenozoica a reciente (Caballé, 1986).

La evolución tectono-magmática de los Andes Centrales es consecuencia de sucesivos episodios de subducción de la corteza oceánica sobre el margen continental chileno, acaecidos durante el Paleozoico superior-Cenozoico (Ramos, 1999; Mpodozis y Ramos, 1989).

Durante el Carbonífero, tiene lugar un evento magmático vinculado a un ambiente de margen continental activo sobre el borde occidental de Gondwana, que culmina con los movimientos compresivos de la fase orogénica San Rafael durante el Pérmico inferior. Un nuevo ciclo magmático post-orogénico relacionado a una etapa de distensión supracortical, da lugar a la evolución de la provincia magmática del Grupo Choiyoi (Llambías, 1999) que se extiende entre el Pérmico superior-Triásico medio. Las condiciones de relajamiento y distensión se prolongan hasta el Cretácico medio con formación y migración hacia el oeste de cuencas tipo “rift”. A fines del Cretácico, otro ciclo orogénico compresivo debido probablemente a cambios en el ángulo de



subducción de la placa, genera un nuevo arco magmático que avanza progresivamente hacia el este durante el Mioceno. A este último se asocian muchos de los depósitos epitermales y sistemas de pórfidos existentes en la zona del límite argentino-chileno, hasta el ámbito de las Sierras Pampeanas (Ramos, 1995).

La morfología actual de la Cordillera de Los Andes refleja una compleja superposición de dominios estructurales. La deformación epidérmica y los fuertes acortamientos por esfuerzos compresivos caracterizan al Paleozoico superior, la generación de fallas normales que culminan con “rifting” es diagnóstica de la etapa de extensión del Pérmico superior-Triásico medio. Un nuevo ciclo tectonomagmático compresivo (ciclo ándico), de características estructurales epidérmicas tipo “thick skinned”, con reactivación e inversión tectónica y sobrecorrimientos, tiene lugar durante el Cenozoico (Cegarra et al., 1998 a, b). Como resultado del mismo se reactivan los sistemas de fallas y estructuras penetrativas dominantes en la región con direcciones N-S, NO-SE, E-O y NE-SO con vergencia o fuerte inclinación al O-SO.

## **2.2.2 Geología Local**

### **2.2.2.1 Estratigrafía**

Las rocas más antiguas se disponen al este del área de estudio, en afloramientos discontinuos y topográficamente bajos que infrayacen a las vulcanitas permo-triásicas y son intruidos por plutones granítico-granodioríticos y diques (Mapa 2.3). Comprenden areniscas, ortocuarcitas y lutitas de tonos grises oscuros a verdes localmente afectadas por metamorfismo de contacto leve, a las que Caballé (1986) incluye en la Formación La Puerta de edad carbonífera superior-pérmica inferior. Están plegadas y buzan fuertemente como consecuencia de los corrimientos gondwánicos (Cegarra et al., 1998 b). En algunos sectores constituyen las rocas de caja de vetas subverticales y angostas (1-2 m de potencia) de cuarzo blanco lechoso con mineralización de metales base, particularmente cobre, pero de escasa importancia económica.

La secuencia volcánico-piroclástica se dispone en discordancia sobre las sedimentitas neopaleozoicas, representa volumétricamente la mayor parte de los afloramientos de la zona y es la roca huésped de la mineralización de oro y plata (Mapa 2.3). Los niveles inferiores están compuestos por flujos de andesitas, tobas andesíticas, brechas, aglomerados y escasas dacitas de la Formación Vega de Los Machos (Caballé, 1986), que continúan con intercalaciones pseudoconcordantes de flujos ignimbríticos, riolitas, flujos dacíticos y tobas cristalinas, en ocasiones brechados en la parte superior, correspondientes a la Formación El Palque (Caballé, 1986). El contacto entre ambas formaciones es levemente discordante. En la Formación Vega de Los Machos predominan los tonos grises verdosos oscuros y morados que varían a grises claros y ocreos en los componentes más ácidos, producto de la intensa



alteración hidrotermal y oxidación que afecta a estas litologías. Todo el conjunto mantiene una disposición homoclinal de rumbo N-S a N40°E y buzamientos suaves entre 10°-25° al este, con algunos bloques dislocados por fallas. Hacia el este las vulcanitas se encuentran por debajo de los sedimentos carboníferos debido a fallamiento normal (sistema de falla Casposo, Cegarra et al., 1998 a), el cual parece repetirse hacia el oeste con bloques descendidos e inclinaciones del plano de falla al O-SO.

En discordancia angular sobre las vulcanitas del Grupo Choiyoi yace otra secuencia volcánico-piroclástica integrada por flujos ignimbríticos y tobas de tonos claros con textura fluidal, intercalaciones de andesitas-basaltos y sedimentos arenoso-calcareos bien estratificados. Se dispone sobre las cumbres de los cerros al oeste y noroeste del área de Mercado y se la correlaciona con la Formación Arroyo Las Chinchas (Mapa 2.3), asignada al intervalo Cretácico inferior-Mioceno (Caballé, 1986).

Sedimentos modernos atribuidos a la Formación Cambachas de edad terciaria superior (Caballé, 1986), están expuestos en Pampa de La Puerta y rodean por el este a los cuerpos intrusivos graníticos. Comprenden niveles delgados de limos y diatomeas de tonos amarillentos claros, estratificados, con disposición horizontal y extensión areal restringida.

Niveles de agradación antiguos, terrazas y abanicos aluviales disectados por cauces fluviales actuales, constituyen la Formación Las Minitas de edad pleistocena (Caballé, 1986). Se trata de bancos gruesos de conglomerados con rodados de rocas intrusivas y vulcanitas en matriz limo-arcillosa, con espesores superiores a los 200 m, que ocupan todo el ambiente de bajada pedemontana.

#### **2.2.2.2 Rocas Intrusivas**

Cuerpos intrusivos de edad permo-triásica intruyen a las sedimentitas neopaleozoicas y a la mayor parte de las rocas volcánicas del Grupo Choiyoi. Los afloramientos principales se observan en el borde oriental del área del proyecto, en los Cerros Casposo y El Colorado (Plutón Casposo, Cegarra et al., 1998 b).

Las granodioritas que conforman la porción más elevada del Cerro Casposo se caracterizan por su tonalidad rosado-grisácea pálida. Presentan diferenciaciones a tonalitas, monzodioritas y dioritas porfíroides en las zonas de borde. En general no están alteradas salvo meteorización o sectores piritizados u oxidados, coincidentes con estructuras.

Más hacia el este, principalmente coronando el Cerro Los Colorados, se encuentran afloramientos de granito de menores dimensiones. Esta roca plutónica posee



tonalidad rojiza intensa, textura equigranular de grano medio, y suele presentar venas de cuarzo blanco o de calcita y cantidad significativa de pirita diseminada.

### 2.2.2.3 Diques y Cuerpos Filonianos

Un rasgo destacable en el área de Casposo es la presencia de sistemas de diques y cuerpos hipabisales de diversa magnitud y orientación que, de acuerdo con sus relaciones con las rocas de campo y las estructuras mineralizadas, se generan en etapas tempranas, sin-magmáticas y tardías. Entre ellos cabe destacar:

- **Domo félsico:** es el cuerpo subvolcánico más destacado del área y se emplaza unos 500 m al S-SO del sector Kamila, extendiéndose varios kilómetros hacia el sur. Posee forma irregular, orientación N-S y contactos fuertemente inclinados al oeste ( $\cong 80^\circ$ ). Su potencia máxima en afloramiento es de unos 200 m. Localmente presenta numerosas ramificaciones con forma de diques y apófisis de textura aplítica. En su extremo septentrional, en el área Mercado, este cuerpo asimila parcialmente las vetas de cuarzo y atraviesa la estructura mineralizada central. El domo se habría generado aparentemente en una etapa post-hidrotermal pero muy próxima a la que originó la mineralización de oro y plata (Ver Mapas 2.3 y 2.4).
- **Diques félsíticos:** se agrupan en enjambres de más de 20 m de espesor dispuestos según la orientación estructural penetrativa norte-sur y, en el sector Mercado, cortan nítidamente a las brechas y vetas de cuarzo mineralizadas. Tienen color rosado claro, grano muy fino y textura ligeramente fluidal. Se los considera genéticamente relacionados con el domo félsico (Ver Figura 2.2 y Mapa 2.3).
- **Diques riolíticos porfíricos:** por su abundancia y continuidad longitudinal (varios cientos de metros) constituyen un rasgo morfológico distintivo de la región. Los espesores varían entre 20 a 30 m e inclinan unos  $60^\circ$  a  $80^\circ$  al oeste. Se disponen siguiendo los lineamientos submeridionales y algunas veces E-O e intruyen todos los afloramientos y estructuras previas, inclusive los filones de cuarzo. No poseen alteración destacable y en ocasiones se los observa asociados con los diques andesíticos, conformando estructuras “dique en dique”. Son de carácter netamente post-mineralización.
- **Diques andesíticos:** tienen color gris verdoso oscuro y alcanzan un par de metros de potencia como máximo. Intruyen toda la secuencia volcánica con orientación preferencial N170° a N125°. Poseen textura porfírica de grano fino y alteración propilítica moderada a intensa con la paragénesis clorita-calcita-pirita. Evidencian una fase de alteración regional de carácter tardío con respecto a las vetas de cuarzo-calcita.



El análisis preliminar de los sistemas de diques contribuye a delimitar temporalmente varios acontecimientos dentro del antiguo sistema geotermal. El conjunto de fracturas originado por deformación extensional-compresional desde el Pérmico superior-Triásico al Cenozoico, fue reactivado y aprovechado por los sucesivos eventos magmático-hidrotermales.

### **2.2.3 Geología del Depósito**

En el área del Cerro Casposo la mineralización de oro y plata ocurre tanto por reemplazo como por relleno de espacios abiertos, si bien este último proceso es por lejos el más importante (Sotarello et al., 2004). La mineralización se hospeda en vetas de cuarzo, filones de brecha multifase, zonas de fallas y fracturas que afectan a las vulcanitas riolíticas, andesíticas y a las piroclastitas de las formaciones Vega de los Machos y El Palque. Las leyes más altas se encuentran por lo general en vetas de cuarzo de relleno de fisura de >1 m de espesor y en filones de brecha multifase. La mineralización de baja ley aparece en vetas aisladas de <1 m de potencia y en “stockwork”. Leyes superiores a los 10 g/t de oro se han obtenido en zonas superficiales con abundante “limonita” y óxidos supergénicos de manganeso, y en profundidad relacionadas con cuarzo microgranular gris oscuro y alta concentración de opacos pulverulentos en nidos y bandas. Los valores de oro disminuyen por debajo de los 150-200 m de profundidad, incrementándose la concentración de plata según la relación Ag/Au desde 10/1 a >100/1. Hasta la profundidad alcanzada por los sondeos, no se detectan contenidos importantes de metales base, sólo valores anómalos.

Los minerales de mena reconocidos son: oro, plata nativa, electrum, acantita, acantita cuprífera, argentotetraedrita, tetraedrita con bajo contenido en plata y sulfosales de plata. En cantidad subordinada se han identificado stromeyerita, iodargirita, cervelleita y hessita. Entre los sulfuros la piritita es el más abundante, finamente diseminada, en venillas o agregados, con cantidades menores de calcopirita, esfalerita rica en Fe y ocasionalmente galena, arsenopirita, antimonita y digenita. La mineralización metalífera se concentra especialmente en las bandas de cuarzo microgranular gris oscuro. La intensa piritización de grano fino es un rasgo diagnóstico en las rocas de caja, con contenidos que alcanzan hasta 30 %.

Las vetas están compuestas principalmente por cuarzo±calcita con cantidades menores de otros minerales de ganga. Reflejan varias fases de apertura, brechamiento y relleno hidrotermal, con las consecuentes variaciones texturales y mineralógicas.

Las texturas reconocidas son típicas de vetas epitermales, prevalecen las crustificadas-coloformes en las que se suceden capas de cuarzo de diferente color y granulometría con superficies arriñonadas. La crustificación refleja fluctuaciones en la composición y/o en las condiciones físicas del fluido hidrotermal durante la precipitación, que se



atribuyen a episodios periódicos de ebullición (“boiling”) de la solución hidrotermal (Morrison et al., 1990):

Los minerales de ganga relacionados con la fase de relleno incluyen además de cuarzo, adularia, sericita, calcita y calcedonia. La sílice se presenta con diversos hábitos y grados de cristalinidad lo que confirma la existencia de varios pulsos mineralizadores, aunque las relaciones temporales entre los mismos no han sido aún establecidas (Sotarello et al., 2004). Entre las variedades se encuentran: cuarzo sacaroide gris claro, cuarzo microgranular gris oscuro, cuarzo blanco lechoso, cuarzo hialino pardo oscuro, cuarzo calcedónico y, excepcionalmente, amatista.

La adularia es escasa y se encuentra como cristales rómbicos de color blanco a rosa pálido que alcanzan hasta 6 mm de largo, casi siempre dispuesta en las salbandas de las venas de cuarzo con textura de peine. Su aspecto terroso se debe a la alteración arcillosa supergénica.

La calcita es el componente esencial de venillas muy delgadas (<0,30 mm de potencia) que sellan microfisuras en las rocas de caja y en las vetas. Agregados de este carbonato suelen observarse en las bandas crustificadas de cuarzo hialino. Es notorio el reemplazo pseudomórfico de la calcita por cuarzo±adularia a lo largo de los planos de clivaje, con preservación de la estructura reticular del carbonato (“parallel bladed texture”) (Morrison et al., 1990).

La sericita sólo aparece en raras oportunidades como agregados de folias que acompañan al cuarzo blanco lechoso.

Los minerales arcillosos que se encuentran en las vetas se vinculan en mayor medida a la alteración regional que al relleno de fisuras.

En los sectores Kamila y Mercado (Ver Mapa 2.4 y Figura 2.2), los valores altos de oro y plata se encuentran en clavos mineralizados relacionados con flexuras, bifurcaciones y/o cruceros de estructuras. Alcanzan valores de hasta 250 g/t oro y 1500 g/t plata, aunque el rango más común es entre 5-40 g/t oro y 100-400 g/t de plata (Sotarello et.al., 2005). La potencia de estas estructuras varía entre 1-8 m y se extienden en el sentido del “plunge” hasta 150 m debajo de la superficie. Los sectores de bonanza (>10 g/t Au) se encuentran preferentemente en las bandas de cuarzo microcristalino gris oscuro de vetas con textura crustificada. En el caso de los “stockworks” y vetas brechadas, los valores en las zonas de alta ley oscilan entre 0,5-3 g/t oro y 20-150 g/t plata.

No se descarta que los sectores de alta ley puedan estar relacionados con oxidación profunda de las estructuras y/o con procesos de enriquecimiento secundario que habrían



afectado los patrones de distribución primaria de los metales preciosos. Si bien la presencia de sulfuros secundarios de cobre es escasa, la ocurrencia de “limonita”, jarosita y abundantes minerales oxidados de manganeso asociados frecuentemente con las altas leyes, podría ser indicativa de dichos procesos. La Figura 2.2 presenta un modelo longitudinal en tres dimensiones de las vetas en el sector Kamila.

Las vetas se observan como crestones en las cimas y flancos de los cerros, fuertemente teñidas por óxidos de hierro y manganeso. La profundidad de la oxidación es variable y puede extenderse más de 100 metros por debajo de la superficie en zonas permeables por fracturación. El ancho de la zona oxidada en las rocas de caja adyacentes, medido en superficie, puede alcanzar unas decenas de metros estrechándose a menos de 10 metros hacia los niveles inferiores. A menudo los filones están brechados por fallas modernas.

Las rocas de caja en contacto con las estructuras se encuentran silicificadas y argilitizadas y muestran una importante fracturación con venilleo en “stockwork”. En algunos casos la mineralización se presenta en brechas tectónicas y jaboncillo de falla que incluyen fragmentos de roca de caja alteradas y de vetas de cuarzo con sulfuros. La mineralización de baja ley aparece en vetas aisladas de < 1 m de potencia y en “stockwork”.

#### **2.2.3.1 Estructuras Mineralizadas en *Vein Sets***

La mineralización de oro-plata en vetas de cuarzo y brechas del área de Casposo está asociada a tres juegos de estructuras principales de direcciones, las cuales se nombran a continuación y se pueden apreciar en la Figura 2.2 y el Mapa 2.4:

- NO-SE (N110°-135°): estructuras principalmente con relleno de cuarzo blanco lechoso y cuarzo microcristalino gris bandeado que en profundidad suelen estar acompañadas por calcita. Este sistema es dominante en los sectores Kamila-Mercado y Kamila Oeste.
- N-S (N160°-180°): estructuras con relleno de cuarzo hialino a microcristalino gris bandeado que constituyen el núcleo del “*ore shoot*” Kamila así como otras vetas menores, pero están pobremente definidas en el sector Mercado.
- E-O (N45°-90°): comprende mayormente vetas de cuarzo microcristalino gris bandeado asociado con calcita, que se emplazan en el Cerro Norte y en el sector Oveja Negra, al norte del distrito.

Dos estructuras mineralizadas subparalelas de considerables dimensiones llamadas “*B Vein*” e “*Inca-Mercado Vein*”, se localizan a lo largo de más de 1.500 metros siguiendo la orientación dominante NO-SE con inclinación al SO. Las mismas están controladas por cizallamiento sinistral de azimuth N140° (Moisy, 2000), y se



interpretan como el primer estadio de apertura de las fisuras con relleno de cuarzo blanco lechoso y formación de brechas cuarzo-cementadas con textura en escarpela. La reactivación continua de las estructuras NO-SE posibilitó la depositación en pulsos sucesivos de capas de cuarzo de espesores milimétricos a centimétricos con texturas crustificadas-coloformes, características de este tipo de depósito. Durante este proceso las fisuras permanecieron abiertas debido a la presión del fluido hidrotermal. Algunas vetas experimentaron reapertura con brechamiento y mineralización en las fases póstumas del evento metalogenético.

El “ore shoot” del sector Kamila, denominado “Aztec Vein”, con dirección N-S e inclinación 60°-80° O, corresponde a una estructura sigmoide múltiple desarrollada entre las dos anteriores aunque sin cortarlas. Esta zona de deformación progresiva se asocia con fracturas de tensión (“tensional gash veins”) (Corbett y Leach, 1998). El enjambre de vetas resultante con relleno de cuarzo bandeado y salbandas brechadas abarca unos 200 metros de largo por 10 metros de ancho promedio.

Los sectores con mineralización de interés económico tienen longitudes entre 50 y 200 m y potencias variables de 1 a 15 m. Las vetas de cuarzo y las fallas se anastomosan localmente tanto a lo largo del rumbo como en profundidad, dando lugar a estructuras lentiformes y ramificadas.

El último episodio mineralizante se relaciona con la dirección N45°-75°E y genera conjuntos de vetas de cuarzo microcristalino dentro de las zonas de dirección E-O abiertas por movimientos de rumbo sinistral. Estas vetas también se interpretan como “tensional gashes”. La cristalización de calcita en venillas que sellan las microfisuras indica la etapa final del proceso hidrotermal.

Fallas normales con orientación meridiana, posteriores a la formación de las vetas, modifican notablemente la geometría de las mismas. Los movimientos de reactivación desplazan hacia abajo vetas y rocas de caja con rechazos verticales del orden de varias decenas de metros.

Un cizallamiento póstumo de rumbo E-O produce desplazamientos menores de las estructuras y provoca en algunos casos la repetición en pocos metros de la misma secuencia de vetas.

### **2.2.3.2 Alteración**

La intensidad de la alteración asociada al proceso metalogenético está controlada estructural y litológicamente.



El análisis petrográfico de testigos de sondajes permite diferenciar a priori dos episodios de alteración-mineralización principales, separados por una fase de brechamiento. El primero tiene carácter penetrativo y extensión areal amplia, el segundo está relacionado estrictamente con el relleno de fisuras y la cementación de brechas.

La alteración propilítica, con intensidad moderada a fuerte, se observa fundamentalmente en las rocas andesíticas con la paragénesis: clorita-calcita-epidoto±esmectita (?) -caolinita y abundante pirita de grano fino diseminada. A esta alteración se sobreimpone una silicificación penetrativa de cuarzo microgranular con sericitización subordinada. La silicificación abarca sólo un par de metros de ancho alrededor de las vetas y se sobreimpone a la anterior.

En las rocas ácidas (riolitas y piroclastitas) la alteración alcanza varias decenas de metros de ancho y las mismas adquieren color blanco grisáceo debido a la presencia de la asociación mineral: cuarzo-sericita-caolinita-illita-pirita/hematita. La silicificación penetrativa, con intensidad moderada a fuerte, es más notoria a medida que nos aproximamos a las estructuras de veta, pero disminuye con la profundidad y al pasar a las rocas andesíticas.

La sericita sólo aparece en raras oportunidades, como agregados de folias que acompañan al cuarzo blanco lechoso.

### **2.2.3.3 Conclusiones**

- Las estructuras, texturas y asociaciones minerales reconocidas en el área del Cerro Casposo son típicas de sistemas epitermales de baja sulfuración. Predomina el relleno de fisuras, con vetas y filones de brechas cementados por cuarzo-calcidonia-adularia-calcita±sericita, con texturas crustificadas-coloformes dominantes.
- El movimiento sinistral de fallas tensionales de dirección N140° generó zonas de dilatación y brechamiento que facilitaron la circulación y el intercambio de los fluidos hidrotermales mineralizantes.
- Las múltiples etapas de brechamiento y relleno de fisuras se asocian en mayor o menor grado con la precipitación de los metales preciosos.
- El sistema evidencia un nivel de erosión considerable. De manera ocasional se encuentran remanentes aislados de un posible sinter silíceo, así como escasos bloques de roca de caja con alteración argílica y cuarzo-sericítica estériles, propios de niveles superiores. Acorde con Morrison et al. (1990), el análisis



preliminar de texturas y asociaciones minerales sugiere que el sector Kamila estuvo comprendido en la parte inferior de la superzona crustificada-coloforme (CC) a más de 2.300 m s.n.m. Dicho sector se caracteriza por dominio del cuarzo cristalino sobre el calcedónico con persistente bandeamiento y brechamiento de las vetas. El sector Mercado, por su parte, coincide con la transición de la superzona crustificada-coloforme (CC) a la superzona cristalina (X) por debajo de 2.350 m s.n.m., con amplio desarrollo de texturas cristalinas en cuarzo y carbonato.

- Las texturas de reemplazo pseudomórfico de calcita por cuarzo±adularia confirman la existencia de al menos un nivel de “boiling” en el sistema, con precipitación de oro y plata.
- Un posible paleonivel freático estaría localizado entre las cotas de 2.650 y 2.550 m s.n.m., aproximadamente donde finaliza el nivel de oxidación que acompaña al buzamiento regional (15°-25° E) de la secuencia volcánico-piroclástica.
- Depósitos epitermales de baja sulfuración con vetas tipo bonanza similares a las de Cerro Casposo, son mencionados por Hedenquist et al. (1996, 2000) y Sillitoe (2002), quienes los relacionan con el magmatismo bimodal y la tectónica distensiva supracortical propias del ciclo orogénico-metalogénico gondwánico (Pérmico-Triásico). La edad de  $280\pm 9$  Ma (método K/Ar sobre adularia) determinada para la mineralización de Au-Ag de Casposo, corrobora esa vinculación.

En la sección bibliografía se pueden encontrar las referencias consultadas para la elaboración de este acápite.

## **2.2.4 Geomorfología**

### **2.2.4.1 Geomorfología Regional**

Aparicio (1966) dividió a la provincia de San Juan en “elementos positivos y negativos”. Como elementos positivos incluyó, de oeste a este, a la Cordillera Principal, la Cordillera Frontal, la Precordillera y a las Sierras Pampeanas.

Entre los elementos negativos describió, de oeste a este, la depresión Barreal-Calingasta-Iglesia-Rodeo, la depresión de La Travesía (que comprende los Valles de Tulum y de Bermejo) y el Gran Bajo Oriental, cerca del límite con La Rioja.

Regairaz et al. (1987), dividen el territorio San Juanino en tres sectores, a partir de sus características climáticas, morfoestructurales y altitudinales en: Región occidental, central y oriental.



#### **2.2.4.2 Geomorfología Local**

En la zona del proyecto se ubican dos grandes dominios morfoestructurales: la vertiente oriental de la Cordillera Frontal y el borde occidental del Valle de Calingasta-Iglesia. Fuera del área de proyecto, por el este, se eleva la Precordillera Occidental, perteneciente a una unidad mayor denominada Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza (Ver Mapa 2.5).

El relieve de la zona de estudio y sus alrededores está definido por dos frentes montañosos de disposición paralela y rumbo norte-sur; la Cordillera Frontal al oeste y la Precordillera Occidental al este, ambas de relieve montañoso, abrupto y recortado, rejuvenecido por movimientos tectónicos que llegan hasta el presente.

Entre ambas unidades orográficas positivas se ubica la depresión del Valle de Calingasta que forma parte de la depresión intermontana regional que se desarrolla desde el Valle de Uspallata por el sur, hasta el de Iglesia al norte.

Al norte del Río Calingasta, los cordones montañosos poseen un rumbo NO-SE y están controlados por fracturas, tal es el caso de la quebrada de las Burras, El Palque y La Puerta. En las cabeceras de estos ríos se encuentra la Cordillera de Manrique, con su máxima elevación al oeste y norte del Portezuelo de Las Burras, de aproximadamente 5.000 m s.n.m. Producto del control tectónico, los cordones montañosos poseen un perfil marcadamente asimétrico, con un flanco suroeste abrupto y uno noreste más suave.

El área de proyecto se encuentra en el flanco oriental de la Cordillera Frontal con elevaciones que fluctúan entre los 2.600 m s.n.m. y los 1.900 m s.n.m. Las principales elevaciones al oeste del sector corresponden al Cerro Potrerito (3.959 m s.n.m.) y en las proximidades al proyecto se destaca el Cerro Casposo (2.379 m s.n.m.) y el Cerro Los Colorados (1.989 m s.n.m.). Hacia el este, las serranías descienden conformando cuchillas o lomadas, éstas luego pasan a conformar pampas; La Puerta al norte y Las Minutas al sur, fuera del área de proyecto aunque conectadas entre sí y surcadas de oeste a este por los Ríos Manrique, de la Burras, de La Puerta y Calingasta. La importancia del aporte y el volumen de material de estas pampas provocó que tanto las cuencas del Río de los Patos por el sur como del Castaño por el norte fueran desplazadas hacia el este, recostándose en la Precordillera.

Se destacan en la región las siguientes unidades geomorfológicas:



- ***Área Montañosa***

Morfológicamente el tramo de Cordillera Frontal cercano al área del proyecto está integrado por tres cordones y serranías principales, que han evolucionado respondiendo a distintos estilos estructurales. Furque y Caballé, (1986) los denominan de norte a sur del siguiente modo:

- Tronco Montañoso Manrique
- Tronco Montañoso Las Burras
- Tronco Montañoso Pedrazal

El área de proyecto se encuentra dentro del Tronco Montañoso Las Burras. Consiste en un conjunto de serranías orientadas en dirección NO-SE debido al fuerte control estructural de fracturas que han intervenido la red de drenaje. Estos ríos, de carácter subsecuente, forman un diseño de avenamiento paralelo en los cauces principales y subrectangular en su aspecto regional.

En el Río de La Puerta se produjo un fenómeno de captura, en ángulo casi recto que provocó un cambio de dirección en su cauce, de NO-SE a SO-NE, quedando esta porción de piedemonte sin alimentación, actualmente surcada por torrentes que progresivamente van provocando su destrucción.

El relieve en general se encuentra en estado juvenil, aunque con cierta madurez en las cumbres de los cordones que se encuentran redondeadas, sobre todo en los sectores donde predominan los afloramientos de edad carbonífera (Fotografía 2.8a-1 del Apéndice).

- ***Montes Isla***

También llamados monadnock o inselberg, son las elevaciones residuales de pequeñas dimensiones, compuestas de rocas más resistentes al intemperismo y denudación que las que las rodean (Fotografía 2.8a-2 del Apéndice).

Se trata de elementos positivos que se levantan por sobre las Bajadas que descienden de la Cordillera Frontal y que se ubican al oeste de Villa Corral. En general son cuerpos graníticos, siendo el más elevado el que corresponde a los Cerros Colorados, alargados en sentido NE-SO, con mayor pendiente hacia el SE que al NO y afectado por fallas de rumbo NO-SE.

- ***Lomadas***

Otros elementos positivos que se destacan en el piedemonte de Cordillera Frontal son las lomadas, pequeñas elevaciones de terreno que poseen una configuración suave y aborregada de sus laderas y bases, generalmente con alturas relativas entre 50-100 m.



Se destacan las ubicadas sobre el margen derecho del Río Castaño, una de las cuales posee un rumbo N-S, probablemente debido a un control estructural por la falla Villa Corral.

- ***Bad Lands***

También llamadas Huayquerías, se originan en los depósitos finos del Terciario superior-Pleistoceno, con débil cementación y red de drenaje densa (del tipo pinnada o en pluma) y fuertemente incidida. La disección por los barrancos ha sido intensa, formando aristas agudas aunque generalmente se encuentran cubiertas por los depósitos de abanicos (Fotografía 2.8a-4 del Apéndice). En las lomadas ubicadas al oeste de Puchuzúm afloran probablemente por falla.

- ***Primer Nivel de Piedemonte o Abanico Aluvial 1***

Estos terrenos cubren una amplia zona al oeste del Río Castaño. Litológicamente están compuestos por aglomerados, con clastos de rocas provenientes de Cordillera Frontal, como granitos, granodioritas y riolitas. Presentan rodados esferoidales y elipsoidales de tamaños variables que van de gravas gruesas a bloques grandes con matriz arenosa. Poseen un importante desarrollo de pavimento y barniz del desierto (Fotografía 2.8a-5 del Apéndice).

Su espesor varía en el borde montañoso entre los 15 y 50 m, aunque en el centro del valle debe ser mayor. Este primer nivel tiene como característica principal el tamaño del clasto (bloque) comprendido entre 0,25 a 0,5 m de diámetro, y la matriz arenosa cementada en las zonas distales por carbonato de calcio.

Estos terrenos se acumularon en conos aluviales coalescentes con ápices en la Cordillera Frontal. En la actualidad ocupan posiciones elevadas debido a los distintos episodios tectónicos posteriores. Sus partes proximales están sometidas a erosión por haber ascendido a causa del diastrofismo, con una red de drenaje divergente fuertemente incidida.

- ***Segundo Nivel de Piedemonte o Abanico Aluvial 2***

Este nivel se encuentra ubicado en una posición topográfica más baja que el Primer Nivel de Piedemonte aunque ocupa una mayor extensión areal. Los depósitos que reciben este nombre se encuentran en el sector occidental del Río Castaño; en parte provienen de la destrucción y transporte de rocas de la Cordillera Frontal, y en parte de la redepositación del primer nivel, en unión con el cual forman extensas pampas, con desarrollo de pavimento del desierto (Fotografía 2.8a-6 del Apéndice). Sus características litológicas son similares a las del primer nivel pero con granulometría menor. También se han acumulado estos terrenos en conos aluviales, en parte coalescentes.



En facies distales, deben hallarse también debajo del subsuelo del Valle del Río Castaño, con espesores desconocidos, probablemente varias decenas de metros

- ***Nivel Reciente y Actual***

Dentro de esta unidad se agrupan los aglomerados inconsolidados, gravas y arenas que cubren los valles de ríos y los fondos de las quebradas, formados por rocas que provienen de la Cordillera Frontal. La integran rodados de rocas ígneas efusivas e intrusivas y de rocas sedimentarias tales como areniscas, grauvacas y lutitas. Corresponde a los cauces actuales de los arroyos que drenan la región (Fotografía 2.8a-7 del Apéndice).

- ***Bajada pedemontana***

Es una superficie débilmente inclinada desde el frente montañoso de Cordillera Frontal, compuesta por el material detrítico que se extiende hasta las terrazas del Río Castaño. Se ha originado a partir de la fusión o coalescencia de los abanicos aluviales del segundo nivel de piedemonte. Posee una red de drenaje divergente del tipo arroyada en manto o difusa. Es típica de los climas áridos de esta parte del territorio sanjuanino.

- ***Terrazas***

Son las superficies planas a ligeramente inclinadas y elongadas en dirección del Río Castaño (N-S), ubicadas principalmente en su margen derecha, alternando con depósitos más modernos. Sus afloramientos más notables se ubican en Villa Corral y Puchuzum. Están compuestos por material limo arenoso a conglomerádico y arenas finas a medianas, de poco espesor. Los niveles limoarcillosos son lenticulares y poco extendidos. Se destacan al menos dos niveles de terraza, el más antiguo ubicado topográficamente más alto. Estas terrazas son aprovechadas para cultivos.

El conjunto, finamente estratificado en capas horizontales, presenta material orgánico carbonoso no identificado. Su espesor oscila entre los 1,5 y 6 m.

#### **2.2.4.3 Análisis de Pendientes**

Se confeccionaron dos mapas de pendientes, el primero de carácter regional que involucrara a todo el Valle de Calingasta, parte de la Cordillera Frontal y de la Precordillera Centro-Occidental y el segundo de carácter local, en el área de proyecto.

Según el mapa de isopendientes regional (Apéndice 2.1a y Mapa 2.6.1) se observa una distribución de las pendientes entre 70°-90°, en las zonas más elevadas de los cordones montañosos tanto de Precordillera como en Cordillera Frontal.



También se observa un fuerte cambio de pendiente entre el bloque montañoso y el piedemonte, destacándose las pendientes del orden de 30° a 50°, mientras que en las áreas correspondientes a la bajada pedemontana, predominan las pendientes entre 30° y 20°. Sobresalen las elevaciones originadas por los montes isla y lomadas que son elementos geomorfológicos positivos, de menor altura que las sierras y de menor pendiente.

Por último las pendientes entre 0° y 20° se observan en los cauces de arroyos intermitentes, llanura aluvial, superficies peneplanizadas y cauces actuales de los Ríos Castaño, de los Patos y San Juan.

En el mapa de pendientes local (Apéndice 2.1a y Mapa 2.6.1) confeccionado a partir de un mapa topográfico con equidistancia de 10 m, es posible observar que en el área de proyecto las zonas montañosas son las de mayor pendiente, las que en general se encuentran en el rango entre 44° y 66°. Se trata de pendientes moderadas, ubicadas principalmente en la porción occidental del proyecto.

En el rango de pendientes entre 30° y 50° se ubican las elevaciones correspondientes a los cerros testigos o montes isla que sobresalen entre los depósitos cuaternarios correspondientes a los niveles aluviales 1 y 2 cuyas pendientes oscilan entre 30° y 10°.

#### **2.2.4.4 Conclusiones**

El Valle de Calingasta constituye una depresión elongada en dirección norte sur, limitada por el oeste por la unidad montañosa de Cordillera Frontal, mientras que por el este limita con la provincia geológica Precordillera Occidental.

Se pueden reconocer de oeste a este las siguientes unidades geomorfológicas:

- Una unidad montañosa perteneciente a la Cordillera Frontal, formada por rocas sedimentarias, intrusivas y efusivas con un relieve controlado por estructuras regionales.
- Un nivel intermedio, o piedemonte, conformado por tres niveles aluviales, interrumpidos en algunos sectores por remanentes rocosos denominados montes isla o cerros testigos.
- Una bajada pedemontana, en la que coalescen los abanicos aluviales provenientes de la Cordillera.
- Una unidad de lomadas, cuyas alturas relativas no superan los 100 m, y formadas principalmente por depósitos neógenos.



Se han reconocido al menos dos niveles de terrazas en la margen derecha del Río Castaño, sobre los que se ubican las áreas cultivadas y pobladas de la región. Las pendientes reconocidas en el sector en general no superan los 60°, destacándose los relieves redondeados en el sector montañoso y las formas transicionales entre el ambiente de montaña y la llanura de inundación de los ríos que constituyen el nivel de base local.

## **2.2.5 Peligros Geológicos Potenciales**

### **2.2.5.1 Introducción**

Los flujos aluviales (flujos diluidos de agua, flujos de detritos y flujos de barro que ocurren en forma violenta y repentina denominados “flash flood” en la literatura norteamericana), son uno de los principales peligros geológicos que afectan a las localidades de Calingasta y Barreal en el Departamento de Calingasta.

Los eventos de remoción en masa – caída de rocas, rodados, bloques, flujos de detritos, deslizamientos, etc. – pueden estar asociados a sismos y precipitaciones pluviales de la época estival, los que se pueden definir como “factores causales” que influyen en la frecuencia de dichos fenómenos.

La topografía, las características de las estructuras geológicas (regionales y locales), la permeabilidad, la presencia o ausencia de agua y el grado de homogeneidad litológica son otros factores que también influyen sensiblemente.

La ruptura es generada por acción de la gravedad, de fuerzas externas (sísmicas, hidráulicas, etc.) o por una modificación de las condiciones limitantes (antrópicas).

Entre los factores desencadenantes de este fenómeno se mencionan estructuras geológicas desfavorables, masa importante y relativamente homogénea de materiales de características mecánicas débiles, intercalación de un nivel aislado con rasgos litológicos mediocres, modificación de las condiciones limitantes geométricas e hidráulicas por acción natural o antrópica, etc.

Los terremotos actúan como el principal disparador de deslizamientos, donde de acuerdo Keefer (1984):

El sismo más pequeño capaz de producir un deslizamiento tiene una  $M = 4.0$ . Estos movimientos son capaces de ocasionar caída de rocas, deslizamientos de rocas y deslizamientos de materiales no consolidados.

Para producir derrumbes y deslizamientos de bloques de suelo la magnitud mínima es  $M = 4.5$ .



Para derrumbes de rocas, deslizamientos de bloques, flujos de tierra lentos, derrames laterales, licuefacción de suelos el sismo mínimo es  $M = 5.0$ .

Las magnitudes mínimas para avalanchas de rocas son  $M = 6.0$  y para avalanchas de suelos  $M = 6.5$  respectivamente.

Los factores desencadenantes o “gatilladores” de una caída en masa están representados básicamente por la ubicación relativa de las discontinuidades o debilidades estructurales con respecto del talud, morfología de la ladera, el ángulo de inclinación de la pendiente natural, presiones intersticiales y sismos. La actividad antrópica puede en ocasiones, activar estos movimientos.

La caída de rocas (rock falls) son el fenómeno de remoción en masa más común provocado por un terremoto; en la mayoría de los casos ocurren en laderas con pendientes mayores a  $40^\circ$ , involucrando materiales muy diaclasados o débilmente cementados.

Los derrumbes se generan cuando las formaciones rocosas presentan discontinuidades con pendientes empinadas y rumbo paralelo al valle. En este fenómeno de remoción en masa, desempeña un papel muy significativo la estratificación ya que permite a la masa rocosa deslizamientos de un banco sobre otro.

Los flujos se definen como el movimiento de una masa de materiales de naturaleza polifásica – fragmentos sólidos + agua y/o fragmentos sólidos + aire – que podría asimilarse a un fluido de viscosidad variable.

El análisis del área de influencia del proyecto señala la presencia de dos tipos de peligros, a saber:

Peligro sísmico, fundado en la ocurrencia de sismos históricos e instrumentales en áreas cercanas a la zona (analizados en el capítulo 2.2.6);

Peligros de remoción en masa asociados principalmente a la presencia de flujos, avenidas o flash floods.

La caída de rocas y los deslizamientos no constituirían un peligro potencial para el área, dada las características del macizo rocoso (rocas intrusivas), las pendientes y la presencia de vegetación en las laderas montañosas, excepto en aquellos sectores donde la actividad antrópica ha movilizó el material dejándolo en situación de equilibrio inestable.



### **2.2.5.2 Análisis de las Pendientes**

Utilizando un software especializado y la carta topográfica 1:5000 con equidistancia de 10 m se confeccionó un mapa de pendientes de carácter local (Apéndice 2.1a y Mapa 2.6.1). En él es posible observar que las zonas montañosas son las de mayor pendiente, las que en general se encuentran en el rango entre 44° y 66°. Se trata de pendientes moderadas, ubicadas principalmente en la porción occidental del proyecto. Estas pendientes favorecerían en caso de lluvias torrenciales el rápido escurrimiento de las aguas debido a la impermeabilidad de la roca.

En el rango de pendientes entre 30° y 50° se ubican las elevaciones correspondientes a los cerros testigos o montes isla que sobresalen entre los depósitos cuaternarios correspondientes a los niveles aluviales 1 y 2 cuyas pendientes oscilan entre 30° y 10° (Apéndice 2.1a y Mapa 2.6.1). Se observa así un fuerte cambio de pendiente entre el bloque montañoso y la bajada pedemontana.

La variación de la pendiente entre la zona montañosa y la de la planicie de piedemonte, daría origen a la descarga de sedimentos bajo la forma de conos aluviales y/o abanicos aluviales que es por donde se encauzan los flujos aluviales.

### **2.2.5.3 Aluviones o Avenidas**

En la literatura existen innumerables definiciones de aluviones; en este estudio se abordan las crecientes encauzadas en ríos y las crecientes laminares.

Las remociones en referencia, caracterizadas como “aluviones” en la terminología geológica sudamericana, pueden ser englobados en el concepto de “flash-floods” de la literatura geológica norteamericana: “Flujo local y repentino o torrente de volumen relativamente grande y de corta duración, que desborda los cauces de ríos en valles secos, en zonas semiáridas, transportando una enorme cantidad de barro y fragmentos rocosos; generalmente vinculados a lluvias muy esporádicas, de corta duración y gran intensidad, cubriendo una zona reducida, con morfología empinada” (American Geological Institute, 1950).

Consideraciones prácticas aconsejan utilizar un término de amplio uso en la terminología geológica sudamericana: “aluvión”. Define una enérgica remoción de suelo, rocas o ambos, en la que el medio acuoso crea una masa sin cohesión que fluye normalmente a gran velocidad, por cauces preexistentes bien desarrollados (Hauser, 1993).

### ***Flujos que Intervienen en Crecientes y Aluviones***

Dentro de un mismo evento aluvional se pueden generar distintos flujos, esto va a depender de la intensidad y duración de la lluvia, de si hubo lluvias en días



anteriores, de la composición litológica de las zonas de aporte, de las pendientes, de la tectónica, etc.

El término “flujo” es utilizado para designar movimientos de masas de mayor o menor velocidad, propios de materiales sin cohesión, que tienen lugar en suelos muy susceptibles de experimentar una considerable pérdida de resistencia al movimiento. Los materiales involucrados actúan temporalmente como un fluido, experimentan una deformación continua y no presentan una superficie de rotura definida. Los dos tipos de flujos más comunes en la región son:

- Flujos de Barro
- Flujos Detríticos

Los primeros corresponden a flujos lentos, conformados, predominantemente, por materiales de grano fino y homogéneo, con alto contenido de agua (Varnes, 1978). El término flujo de barro, corresponde a una subcategoría de flujos detríticos con menos de 50% de grava; los segundos, a movimientos en masa, que incluyen materiales granulares inorgánicos y orgánicos saturados, que fluyen rápidamente ladera abajo confinados en cursos preexistentes.

Debido a las elevadas concentraciones y escasa selección de sus fracciones sólidas, los flujos detríticos, normalmente exhiben altas resistencias al corte y elevadas viscosidades. Esta resistencia responde a una combinación entre fuerzas cohesivas producidas por la interacción electroquímica entre las partículas de arcillas y las fuerzas friccionantes debido al deslizamiento y al entrecruzamiento de los clastos mayores. Esta propiedad explica su capacidad para transportar, en suspensión, bloques de gran tamaño. La elevada resistencia al corte de los flujos detríticos, les permite mantener su espesor cuando escurren en superficies inclinadas, en la medida que su ángulo de fricción interna se aproxime al ángulo de la pendiente local. Se dispone de registros que permiten establecer que los flujos detríticos se movilizan sobre terrenos con pendientes inferiores a 1°.

#### **2.2.5.4 Factores Hidrológicos**

Las características hidrológicas son esencialmente importantes en el caso de los estudios de peligrosidad de los flujos aluviales. Los cauces de arroyos temporarios, permanentes y ríos permanentes son los caminos preferenciales seguidos por los flujos (Apéndice 2.1b y Mapa 2.6.1)

El principal aporte de agua en el área de estudio corresponde a las precipitaciones, las cuales se manifiestan en forma de lluvias intensas de corta duración que saturan a los materiales de las laderas y aumentan su peso. La cantidad de precipitaciones



caída en el área varía de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar, siendo mayor en las zonas más elevadas donde se ubican las cabeceras de las quebradas. Además, la saturación de los depósitos detríticos (que componen el 50% del área de estudio), por lluvias anteriores, no permite la infiltración del agua, la que consecuentemente, escurre en superficie, removiendo las partículas y clastos pendiente abajo, hacia el canal de escurrimiento.

Para evaluar cuantitativamente el factor hidrológico en la generación de flujos aluviales, se han considerado algunas características morfométricas (área, longitud, forma y diferencia altimétrica entre punto mas elevado y punto mas bajo de la cuenca) que son indicadores cuantitativos de las cuencas por donde se encauzan los flujos y que influyen en la magnitud y variabilidad de los procesos hidrológicos.

Una de las características comunes en todas las cuencas es su forma (Apéndice 2.1b), en casi todas predomina la forma alargada, lo que permite una rápida descarga, esto provoca rápidos flujos, característica principal en los aluviones. En general la red de drenaje en las distintas cuencas presenta dos diseños predominantes, uno es el diseño paralelo subdendrítico en el área montañosa para tomar un diseño divergente al salir del frente montañoso en la zona de abanicos aluviales. El diseño paralelo está relacionado íntimamente con el fuerte control estructural que presenta el área.

A continuación se detallan cada una de las cuencas con sus características anteriormente enunciadas.

- Cuenca Quebrada Vallecito - de La Puerta
- Cuenca Area Cerro Casposo
- Cuenca Mercado

a) Cuenca Quebrada Vallecito - de La Puerta

Está compuesta por el arroyo de la Quebrada Vallecito y arroyo de Potrerito. Se encuentra enclavada en la vertiente nororiental del Cerro Potrerito en la Cordillera Frontal, entre los paralelos 31° 08' 23.5" y 31° 15' 2.11" de latitud sur y los meridianos 69° 43' 10.16" 69° 39' 16.29" de longitud oeste.

Atraviesa principalmente una sucesión de volcanitas y piroclastitas del Pérmico superior-Triásico medio y a la salida del frente montañoso cruza las sedimentitas neopaleozoicas (areniscas y pelitas) de la Formación La Puerta. Su forma es alargada en dirección noroeste-sureste, con tributarios E-W. Este río de diseño subdendrítico, se encuentra fuertemente controlado por la estructura regional denominada Falla de La Puerta. Drena al Río Castaño a la altura de la localidad de Villa Corral.



El punto más alto de la cuenca se encuentra a unos 3.500 m s.n.m., la cota mínima es 1.350 m s.n.m., coincidentemente con el nivel de base regional que es el Río Castaño. El ancho máximo de la cuenca es de 5 km y posee una longitud aproximada de 12 km en el área montañosa y una superficie de 58,4 km<sup>2</sup>.

b) Cuenca Área Cerro Casposo

Está integrada esta cuenca por una serie de arroyadas paralelas subdendríticas que descienden desde las serranías ubicadas al suroeste del Cerro Casposo. Su posición geográfica es entre los paralelos 31°12' 44.60" y 31° 13' 51" de latitud sur y los 69° 39' 32.69 y 69° 36' de longitud oeste. Sus cauces se desarrollan sobre rocas sedimentarias del Carbonífero-Pérmico (areniscas y lutitas) en sus cabeceras e intrusivos granodioríticos, para luego descender sobre depósitos de los paleoabánicos que conforman la bajada pedemontana de Cordillera Frontal.

La altura máxima de la cuenca es de 2.800 m s.n.m., mientras que la mínima es de 1.350 m s.n.m., antes de desembocar en el Río Castaño. La orientación dominante de los cauces es W-E.

Es una cuenca redondeada con un ancho máximo de 4,5 km y un área aproximada a 21 km<sup>2</sup> (Apéndice 2.1b y Fotografías 2.8a-7 y 2.8a-8 del Apéndice).

c) Cuenca Mercado

La cuenca Mercado, ubicada en la porción norte del proyecto es una cuenca elongada en dirección Oeste-Este que atraviesa rocas sedimentarias del Carbonífero-Pérmico (areniscas y lutitas) e intrusivos granodioríticos para luego descender a través de depósitos cuaternarios hasta su desembocadura en el Río Castaño a unos 1.350 m s.n.m. Se ubica entre los 31° 9' 50" y 31° 12' lat. Sur y 69° 41' a 69° 35' Longitud Oeste.

La cuenca posee una longitud media de casi 9 km, un ancho de 3,5 km, y una superficie aproximada de 35 km<sup>2</sup> (Apéndice 2.1b y Fotografía 2.8a-8 del Apéndice)

Los valores obtenidos del análisis morfométrico para las tres cuencas se resumen en el Cuadro 2.2-1.



**Cuadro 2.2-1****Resumen de los Principales Parámetros de las Cuencas en el Área del Proyecto**

<b>Cuenca</b>	<b>Altura Máxima y Mínima (m s.n.m.)</b>	<b>Longitud (km)</b>	<b>Ancho (km)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
Cuenca Qda. Vallecito-de la Puerta	3.500 y 1.350	12	5	58,4
Cuenca Área Cerro Casposo	2.800 y 1.350	4	4,5	21
Cuenca mercado	3.500 y 1.350	9	3,5	35

**2.2.5.5 Peligrosidad**

La peligrosidad (Ayala, 1990) puede definirse como el conjunto de aspectos físicos que caracterizan a un fenómeno potencialmente dañino, especialmente su tipología, probabilidad de ocurrencia, dimensión espacial, duración y características dinámicas, que pueden definirse cualitativa y cuantitativamente.

Peligro Geológico: Condición geológica potencial que supone una amenaza a personas, o a la economía, o al bienestar de una comunidad.

Peligro: Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un cierto tiempo en un lugar dado.

Mapa de peligrosidad geológica de aluviones: Se realizó un mapa de peligros geológicos (Mapa 2.6.2), a partir del análisis de la información generada a por los mapas geomorfológico, de pendiente, hidrológico y del mapa geológico.

Las trayectorias de los flujos aluviales – aluviones (“tracks”) fueron marcadas en el sector montañoso, abarcando los cauces activos donde predominan estos eventos y su zona de influencia.

La zonificación de la peligrosidad fue clasificada en tres categorías:

- Zonas de alta peligrosidad
- Zonas de media –moderada peligrosidad
- Zonas de baja-nula peligrosidad.

Esta clasificación fue establecida en función de los mapas anteriormente señalados, la frecuencia de los eventos registrados históricamente y el área de aporte que presenta cada cuenca.



### ***Zona de Alta Peligrosidad***

Corresponden a las quebradas del Río Vallecito-de La Puerta a partir de considerar entre otros factores, las importantes dimensiones de las cuencas de aportes (sobre todo la de Quebrada Vallecito), también la forma de las cuencas, casi todas alargadas lo que permite un rápido escurrimiento, las altas pendientes en las zonas de cabeceras de las cuencas y la abundancia de depósitos inconsolidados que se encuentran como zonas de aporte. También se han tenido en cuenta los datos del último verano, durante el cual se registraron dos eventos en los primeros días del mes de enero y febrero de 2007. Estas crecientes, del tipo laminar, provocaron numerosos daños en los primeros kilómetros del camino de acceso al yacimiento.

Otras cuencas que si bien no se encuentran ubicadas en el área de proyecto atraviesan los caminos de acceso, principalmente la Ruta Nacional N° 149 que une la localidad de Calingasta y Villa Nueva, son las de la quebrada de las Burras y Arroyo Manrique.

En el verano del año 1983 (año El Niño) se produjo una creciente en el Río Castaño que destruyó los cultivos localizados aún en las terrazas más altas, por su enorme poder erosivo. En caso de una creciente con similares características, los daños en las localidades de Villa Corral y Puchuzum podrían ser cuantiosos.

### ***Zona de Media - Moderada Peligrosidad***

Estos sectores abarcan áreas intermedias entre las zonas de alta peligrosidad y baja peligrosidad, por lo general se encuentran sobre cauces inactivos. Pueden llegar a ser afectadas por flujos excepcionales cuyas trayectorias excedan las áreas afectadas por los flujos precursores o históricos (> 100 años). Estos sectores pueden incrementar su peligrosidad, y aumentar la vulnerabilidad del área, con la intervención del factor antrópico. Generalmente, las trayectorias de los flujos aluvionales se ven afectadas por la construcción de estructuras de contención, la edificación de infraestructuras sobre los cauces inactivos, el mal diseño de las obras de mitigación, etc.

En este informe se considera que las cuencas de Mercado y del área de Casposo deben ser consideradas dentro de este grupo, ya que si bien no se han registrados eventos aluvionales de envergadura durante la etapa de exploración del proyecto, existen evidencias de campo de la ocurrencia de bajada de crecientes en épocas recientes. Por otro lado, sus características morfométricas (principalmente la cuenca Mercado), permiten asignarlas a este grupo. Esta cuenca puede afectar principalmente las tareas de explotación de esta parte del yacimiento en lo que respecta a accesos y transporte desde y hacia el área.



Se han mapeado en el área proyectada de construcción del depósito de colas y la escombrera, pequeños cauces que en caso de ocurrir lluvias torrenciales, serán las vías naturales de circulación de los flujos.

***Zona de Baja – Nula Peligrosidad***

Comprende las fajas longitudinales elevadas de ancho variable que se extienden hacia el este desde el frente montañoso de la Cordillera Frontal. Hacia este sector se debe apuntar la construcción de accesos al yacimiento, ya que no es afectada por los flujos estacionales.

***Otros Peligros de Remoción en Masa***

Al evaluar el peligro de caída de rocas y deslizamientos de terreno, es posible inferir que el mismo es bajo, ya que en el sitio del proyecto (Mapa 2.6.2) predominan las pendientes inferiores a 40°. La litología predominante en los sectores montañosos (rocas intrusivas) y la vegetación existente en las laderas montañosas favorecen la estabilidad de las laderas.

Las áreas con inestabilidad de laderas en general se deben fundamentalmente a la actividad antrópica durante la etapa de exploración.

**2.2.5.6 Conclusiones**

En el área de proyecto los fenómenos de remoción en masa más frecuentes son los flujos de detritos y las avenidas de agua o aluviones.

El factor desencadenante principal son las precipitaciones de tipo torrencial, de gran intensidad y corta duración.

El resto de los fenómenos de remoción en masa tales como caída de rocas, avalanchas, deslizamientos, etc., no constituyen un peligro elevado de ocurrencia, ya que las pendientes moderadas, presencia de vegetación y tipo de rocas, no favorecen su manifestación.

La inestabilidad de las laderas en el área se debe principalmente a la acción antrópica que ha movilizó los materiales que han quedado en equilibrio inestable.

La actividad sísmica no sería un factor desencadenante de estos fenómenos de remoción en masa, excepto en los sectores en donde se acumula el material movilizó por la actividad minera.



Las quebradas que presentan un peligro elevado de avenidas son principalmente la quebrada del arroyo Vallecito-de La Puerta que afecta principalmente el camino de acceso al yacimiento.

Otras quebradas con un peligro elevado de avenidas son las quebradas de Las Burras y Manrique, las cuales, si bien se encuentran fuera del área de proyecto, atraviesan la Ruta Nacional N° 149, único acceso al proyecto.

Las cuencas cuyos arroyos atraviesan el proyecto poseen un peligro moderado de aluviones.

Los eventos severos son de baja a escasa frecuencia de ocurrencia por lo que son los más difíciles de mitigar y prevenir.

El principal elemento ambiental responsable de la generación y dinamismo de los flujos aluviales corresponde al clima en general, y en particular a las lluvias de gran intensidad. En relación con esta materia, se ha establecido que estos fenómenos están acotados en épocas estivales, por lo que la situación de peligro aluvial se manifiesta para ese periodo en todo el Departamento de Calingasta.

Se trata de fenómenos de difícil evaluación precisa, y que se producen de acuerdo a prolongados periodos de recurrencia, sin estaciones meteorológicas o con registros muy cortos en el tiempo, lo que dificulta efectuar análisis probabilísticos.

## **2.2.6 Sismicidad y Amenazas Sísmicas**

### ***Introducción***

En este capítulo se analiza a través de datos históricos, geológicos, geomorfológicos y sismológicos la presencia de fuentes sismogénicas potenciales en un radio de 100 km respecto del sitio de proyecto. Utilizando distintas relaciones empíricas se estima la magnitud del sismo máximo probable para cada falla y en los casos en que se cuenta con dataciones absolutas, la tasa de deslizamiento e intervalo de recurrencia.

Se analiza también la sismicidad histórica de la región, tanto en territorio argentino como chileno, evaluando principalmente aquellos sismos de magnitud superior a 7.

Se indican los sismos instrumentales en un radio de 100 km del epicentro, según su magnitud y profundidad.

Finalmente se evalúa la existencia o no de una relación entre los sismos superficiales y los diseños de fallas regionales presentes en el área.



La información ha sido extraída de los informes “Análisis Neotectónico en el Proyecto Casposo realizado por la Dra. Laura Perucca para Intrepid Minerals Corporation en el año 2007, quien forma parte del equipo del Instituto de Investigaciones Antisísmicas “Aldo Bruschi” de la Universidad Nacional de San Juan a cargo de los informes “Consideraciones Sismológicas para el área del Proyecto Casposo” y Evaluación de la Amenaza Sísmica para el Proyecto Minero Casposo”, los cuales se encuentran en los Apéndices 2.1c y 2.1d.

La caracterización sísmica de una región se refiere a la evaluación del potencial sísmico de una determinada falla, o estructura tectónica singular, desde el punto de vista de la aplicación al cálculo de la peligrosidad sísmica. Interesan aquellas fallas que presenten evidencias de actividad en el Cuaternario y/o claras asociaciones con la actividad sísmica. Para incorporar de modo efectivo una falla en el cálculo de la peligrosidad es necesario estimar en primer lugar el terremoto máximo (o magnitud máxima) que la falla es capaz de producir de acuerdo a las dimensiones de los segmentos tectónicos en que ésta pueda dividirse. En segundo lugar, para el cálculo probabilístico, es necesario estimar, al menos, la recurrencia media de tal evento.

El terremoto máximo que una falla es capaz de producir es directamente proporcional al área máxima de rotura, desplazamiento cosísmico y módulo de rigidez de la corteza (Aki, 1966). Sin embargo, si se conoce o se puede estimar el área máxima, o la longitud máxima de la rotura, se puede obtener empíricamente, por correlación estadística con terremotos reales, la magnitud del evento máximo. Las regresiones empleadas en el análisis de la peligrosidad sísmica son las de Wells y Coppersmith (1994) en Perucca (2007).

La estimación de la recurrencia media del terremoto máximo puede realizarse a partir de la tasa de deslizamiento de la falla en el Cuaternario. Si ésta se desconoce, se puede estimar a partir de la edad de los últimos materiales Cuaternarios deformados. Si éstos son del Pleistoceno Inferior o Medio, o Pleistoceno Superior, puede admitirse una recurrencia muy superior a 10.000 años o superior a 10.000 años, respectivamente. En el cálculo probabilista interesan principalmente fallas con evento máximo de recurrencia inferior a 10.000 años. Fallas con recurrencia mayor pueden ser importantes en una evaluación determinista de la peligrosidad. Conociendo la tasa de deslizamiento de la falla puede obtenerse una muestra de estimaciones de la recurrencia media aplicando las tablas de Cluff y Cluff (1984) y las curvas empíricas de Slemmons (1982).

Prácticamente toda la costa oeste de Sudamérica está delineada por el borde oriental de la Placa de Nazca y se caracteriza por su extrema sismicidad.



La interacción de placas en los Andes Centrales de Argentina está caracterizada por la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana.

La interacción de placas define un segmento de subducción horizontal entre los 27° y 33° de latitud, que determina diferentes características tectónicas y morfológicas respecto a los segmentos ubicados al norte y al sur del mismo (Barazanghi e Isacks, 1976, Jordan et al., 1983) y en el que se concentran aproximadamente el 80% de las deformaciones cuaternarias actualmente conocidas en el territorio Argentino (Costa et al., 2000). En esta región, la Placa de Nazca subduce a aproximadamente 100 km de profundidad y luego se extiende horizontalmente por varios cientos de kilómetros hacia el este hasta descender en el manto. Esa horizontalización de la placa se habría iniciado hace 8-10 Ma (Jordan y Gardeweg, 1987; Kay et al., 1991). Este proceso también se asocia con la ausencia de un arco volcánico entre esas latitudes, la migración de la Precordillera hacia el este y el ascenso del basamento de Sierras Pampeanas.

En la Provincia de San Juan, una sección vertical tipo muestra una distribución bimodal de la sismicidad. Los eventos de profundidad intermedia corresponden a la sismicidad de intraplaca a lo largo de la zona de Wadati-Benioff de la Placa de Nazca subductada (90-120 km). Los eventos superficiales corresponden a deformaciones corticales localizadas en la parte superior de la placa (5-35 km) y es el sector donde se generan los sismos que pueden constituir una amenaza para vidas humanas y construcciones. Otra zona de baja actividad sísmica aparece también entre 40 y 95 kms. (INPRES, 1982, Smalley e Isacks, 1987).

### ***Configuración Sismológica Regional***

La actividad sísmica regional presenta las siguientes características (Ver Figura 3 Apéndice 2.1d):

- Una alta concentración de sismos moderados e intensos, asociados a la fosa tectónica chileno- peruana.
- Baja concentración de actividad sísmica en los niveles subyacentes del orógeno Andino entre los 69° y 71° O. y hasta los 100 km. de profundidad.
- Alta densidad sísmica al este de Los Andes con profundidades menores de 60 km., entre los 67° 30' y 69° 30 oeste (sismicidad asociada al fallamiento activo).
- Alta concentración de la actividad sísmica entre los 100 y 150 km. de profundidad (zona de Benioff horizontal debajo de la Provincia de San Juan).
- Sismicidad de Benioff al este de los 67° O y brecha sísmica entre los 320 y 525 km. de profundidad.



### ***Marco Tectónico Neógeno***

Una “falla activa” o asociada a actividad sísmica “es una falla que ha tenido desplazamiento en el presente régimen sismo-tectónico y es posible que tenga un renovado desplazamiento en el futuro” (Slemmons; 1977).

Una falla que afecta unidades litológicas cuaternarias implica un potencial sísmico cuya importancia dependerá del ritmo de actividad de la falla. Para considerar su actividad los trazos de falla deben presentar evidencias geomorfológicas o estratigráficas de desplazamiento reciente, tener una probabilidad de recurrencia en el tiempo y estar asociadas a alguna actividad sismotectónica. La reorganización de los esfuerzos corticales tiende a generar fallas de mayor longitud en el tiempo y a disminuir o inactivar las estructuras no adecuadas al régimen predominante. La menor complejidad geométrica implica mayor potencial sismogénico.

Se reconocieron y ubicaron aquellos rasgos geomorfológicos que indicaran una actividad tectónica moderna. De esta manera se encontraron escarpas de falla muy bien preservadas, frescas y rasgos muy jóvenes, tales como drenajes obturados y barreales de falla indicativos de una actividad tectónica holocena, con una probable recurrencia en el tiempo.

Perucca y Paredes (2004) resumieron en la Figura 4 (Apéndice 2.1c) las principales estructuras con evidencias de actividad tectónica durante el Cuaternario, las que se ubican principalmente en la Precordillera.

Se consideraron aquellas fallas con actividad tectónica durante el Cuaternario a partir de sus longitudes y proximidad al área de proyecto (Figura 5, Apéndice 2.1c). Se determinaron los sismos máximos posibles para cada falla a partir de las longitudes de ruptura superficial y sus principales características (tipo de falla, rumbo, unidades afectadas, etc.)

### ***Estructuras Neotectónicas***

#### ***a) Falla El Tigre***

La zona de Falla El Tigre se ubica entre los Ríos Jáchal y San Juan. Esta es la falla más importante del área. Se destacan: cauces fluviales y abanicos aluviales desplazados, trincheras, barreales de falla, escarpas, vertientes y vegetación alineadas.

Las escarpas de falla poseen la cara libre al este, sus alturas varían entre 0.80 y 50 m y el desplazamiento máximo lateral derecho es de 280 metros medido en unidades cuaternarias (Fotografías 2.8c-1 y 2.8c-3 del Apéndice). El sistema de fallas El Tigre posee en esta zona un trazo rectilíneo y es donde se producen los principales desplazamientos horizontales. Este se encuentra a poco más de 30 km al este del área de



proyecto. Bastias et al. (1990) en el Cuadro 2.2.2 resumen las principales características de los distintos tramos de la falla El Tigre.

**Cuadro 2.2-2**  
**Resumen Características Falla El Tigre**

Zona de falla- sitio y rasgo afectado	Desplazamiento horizontal (m)	Desplazamiento Vertical (m)	Edad inferida (años)	Rango de movilidad (mm/año)
El Tigre (Qda. Seca) ballenas	200+/- 10	-----	200.000	1
El Tigre (Qda Seca cursos	30+/- 5	-----	10.000	3
El Tigre (Los Morros) terraza	280+/-10	25	200.000	1.4
El Tigre trincheras	-----	0,80	5.000	0.16

A este sistema (pero al norte del Río Jáchal) se asocia la ocurrencia del denominado “Terremoto Argentino” del 27 de octubre de 1894 cuya magnitud se estimó en  $M=8,2$ .

Costa et al. (2000) establecen para la Falla El Tigre una longitud de 153 km, un rumbo promedio  $N10^{\circ}E\pm6^{\circ}$  y una inclinación promedio medida en una trinchera de  $75^{\circ}-80^{\circ}E$ .

La edad del último movimiento sería holocena y post-glacial ( $<15.000$  años). La longitud de rotura holocena ha sido estimada en 55 km y si bien no se han descrito rupturas históricas comprobadas, varios terremotos importantes han tenido lugar en las cercanías (Costa et al. 2000).

***b) Estimación del Terremoto Máximo para la Falla el Tigre***

A partir de los datos obtenidos por diferentes autores para la falla El Tigre y al utilizar las relaciones empíricas obtenidas por Slemmons (1982) y Wells and Coppersmith (1994), se determinaron los resultados mostrados en el Cuadro 2.2.3

**Cuadro 2.2-3**  
**Magnitud sismo maxima probable**

Falla El Tigre	Bodenbender (1894)	Bastias (1986)	Perucca (2007)
Magnitud sismo máx probable	8,2	7,5	7,7-7,9

Para el caso de la Falla El Tigre, considerando una magnitud de 7,5 o mayor y una tasa de deslizamiento entre 1-5mm, permitiría considerarla una Falla tipo A, con un intervalo de recurrencia entre 500 y 2.000 años. Se trata de una tasa de actividad elevada, con evidencias geomorfológicas de actividad abundantes aunque discontinuas.



Si se considera la clasificación de Cluff y Cluff (1984) que indica el grado de actividad de una falla, es posible estimar que la Falla El Tigre pertenece a la Clase 2 a partir de considerar su longitud, magnitud máxima y tasa de deslizamiento determinada por Bastias (1986) y Siame et al. (1997). Es una falla cuya longitud se encuentra entre 50 y 200 km, con una tasa entre 1-5mm/año y un sismo máximo probable > 7,0.

Al sur del Río San Juan los principales rasgos neotectónicos en el Valle de Calingasta se localizan en el piedemonte occidental de Precordillera Occidental Casposo.

Las evidencias de deformación cuaternaria provienen de dos ámbitos morfotectónicos distintos. En la porción más oriental, el sector montañoso correspondiente a la Sierra del Tontal, Hilario y de Ansilta, constituido por cordones y estrechas depresiones intermontanas y hacia el oeste el frente de las serranías bajas y las extensas cuchillas y pampas correspondientes a la Sierra de Cepeda, Cuchillas del Carrizal y Pampas de Hilario y del Peñasco.

En Cuadro 2.2-4 se resumen las características de las principales fallas cuaternarias activas:

**Cuadro 2.2-4**  
**Fuentes sismogenicas relevantes para el Proyecto Casposo**

Fuente /Fallas	Tipo	Long Tot (1) km	r (2) km	R (3)	Buz (3)	r <sub>rup</sub> (4) km	L <sub>rup</sub> (5) km	M (6) km	M+1 (6)	M <sub>w</sub> (7)	IR (8) Mm/año
El Tigre	Normal Rumbo Dextral	>200	34	N9°E	80E°	34	153	7,6	7,9	8,0	1,0 – 5,0
La Cantera	Inversa	47	52	N20E°	45°W	37	25	6,7	7,0	7,0	0,35
Sistema Maradona -La Dehesa	Inversa	150	72	N6°E	35°W	41	20	6,6	6,9	6,9	0,01- 0,03
Sistema Pre- Cordillera Oriental	Inversa	140	98	N12°E	35°E	98	20	6,6	6,9	7,5	2
Falla Carrizal	Inversa	24	28	N14°W	50°W	22	20	6,6	6,9	6,9	
Grupo Tontal- Horqueta - Jarillal-Ansilta	Inversa	103	35	N8°W	>70°E	35	17	6,5	6,8	6,8	0,01- 0,02
Sistema Alcazar- Mosquitos	Inversa	29	31	N5°W	65°E	33	11	6,3	6,6	6,6	
Falla Cepeda	Inversa	13	56	N15°W	45°W?	55	13	6,4	6,6	6,7	
Grupo Yalguaraz	Inversa	25	88	N0°	34°W	85	25	6,7	7,0	7,0	0,01- 0,02
Falla Va.Corral	Inversa	5	15	N0°	E?	16	5	5,9	6,1	6,1	0,01



Fuente /Fallas	Tipo	Long Tot (1) km	r (2) km	R (3)	Buz (3)	r <sub>rup</sub> (4) km	L <sub>rup</sub> (5) km	M (6) km	M+1 (6)	M <sub>w</sub> (7)	IR (8) Mm/año
Falla Castaño	Inversa	10	27	N32°E	40°E	28	10	6,2	6,5	6,5	
Falla Cantaro de Oro	Inversa	12	30	N10°E	E?	30	10	6,2	6,5	6,5	

- (1) Longitud total de la falla o sistema de fallas
- (2) Distancia mínima entre la traza de la falla y el proyecto (en superficie)
- (3) Rumbo promedio de la traza de falla y buzamiento del plano de falla.
- (4) Distancia mínima entre el plano de ruptura y el sitio del proyecto
- (5) Máxima longitud de ruptura esperada.
- (6) Magnitud Media y Media + 1 desviación estándar obtenida a partir de la correlación de Wells y Coppersmith (1994) con la longitud de ruptura en superficie.
- (7) Magnitud momento máxima asignada a cada falla en base a los rasgos neotectónicos y la sismicidad histórica.
- (8) Tasas de deslizamiento estimadas

La distancia mínima entre el proyecto y el plano de ruptura se calculó teniendo en cuenta el rumbo y buzamiento promedios de cada falla. Para asignar la magnitud máxima se tuvieron en cuenta los resultados de la correlación propuesta por Wells y Coppersmith (1994) con la longitud de ruptura en superficie, adoptando los valores correspondientes a la media más una desviación estándar. También se tuvo en cuenta la sismicidad histórica, en aquellos casos en los que eventos históricos han podido vincularse a una falla en concreto (Falla El Tigre y Sistema de la Precordillera Oriental). Los valores de tasa de deslizamiento se reproducen en el Cuadro 2.2-4 sólo a título indicativo del nivel de actividad de la falla. En general, la falta de información paleosismológica impide asignar intervalos de recurrencia a la mayoría de las fallas estudiadas incluidas en el Cuadro 2.2-4. Las únicas excepciones a esto son la Falla El Tigre (M = 7,5 a 8,0 c/2000 años) y el Sistema de la Precordillera Oriental (M = 7,5 c/ 400 años).

#### **Cuadro 2.2-5**

#### **Magnitudes Maximas esperadas en Fallas ubicadas en el Flanco Oeste de Pre-Cordillera Occidental Sur Río San Juan**

FALLAS	L	Ms	M	TR	UDE	Distancia al Proyecto	Actividad de la falla
	(Km)	(Slemmons, 1982)	Wells y Coppersmith (1994)			(km)	
El Carrizal	20	6,9	6,6	Desconocido	<1,6Ma	27	-----
Tontal	7	6,4	6,0	Desconocido	<1,6Ma	65	MODERADA
La Horqueta	7	6,4	6,0	Desconocido	<1,6Ma	70	-----
Jarillal-Ansilta	17	6,8	6,5	Desconocido	<1,6Ma	85	MODERADA
El Alcazar	11	6,6	6,3	Desconocido	<1,6Ma	30	-----



FALLAS	L	Ms	M	TR	UDE	Distancia al Proyecto	Actividad de la falla
	(Km)	(Slemmons, 1982)	Wells y Coppersmith (1994)			(km)	
Mosquito	11	6,6	6,3	Desconocido	<1,6Ma	45	-----
Cepeda	13	6,7	6,4	Desconocido	<1,6Ma	60	-----
Grupo	25	7,0	6,7	Desconocido	<1,6Ma	80-95	MODERADA
Yalguaraz							

Perucca, 2007

***Evaluación Determinística de la Amenaza Sísmica para el Sitio de Emplazamiento del Proyecto Casposo.***

Se realizó una evaluación determinística de la amenaza sísmica en el sitio de emplazamiento del Proyecto Casposo, considerando la situación más desfavorable (magnitud máxima/distancia mínima) para cada una de las fuentes sísmogénicas identificadas en el Cuadro 2.2-4. Se incluyó además, la zona de Benioff como una fuente sísmogénica independiente. Para la zona de Benioff se asumió que la magnitud máxima es de 7,5 y que el evento más desfavorable sería un terremoto con hipocentro bajo el sitio de proyecto y a una profundidad mínima de 80 km.

Para estimar el movimiento sísmico que provocarían los eventos considerados en cada una de las fuentes, se utilizaron las leyes de atenuación propuestas por Abrahamson y Silva (1997) para terremotos de corteza y la de Youngs et al (1997) para los terremotos de subducción (zona de Benioff).

Las dos relaciones de atenuación utilizadas permiten estimar el espectro de respuesta de pseudolaceleración para el 5% de amortiguamiento, en función de la magnitud del evento, la distancia mínima a la ruptura y el tipo de falla.

La amenaza puede resultar controlada por los cuatro eventos mayores:

- M = 8,0 en la Falla el Tigre, a una distancia mínima de 34 km
- M = 6,9 en la Falla el Carrizal, a una distancia mínima de 22 km
- M = 6,1 en la Falla de Va. Corral, a una distancia mínima de 16 km
- M = 7,5 en la Zona de Benioff, a una profundidad mínima de 80 km

El evento de la falla El Tigre controla la amenaza para los periodos largos, en tanto que los otros tres eventos lo hacen para periodos intermedios y cortos.

Evidentemente, además de las fuentes sísmogénicas consideradas, existe la posibilidad de que un terremoto de magnitud importante (6-6,5) ocurra a una distancia menor del proyecto de la que se encuentra la falla de Villa Corral (16 km). Apoya esta hipótesis el



hecho de que en la zona de la Cordillera Frontal los catálogos de sismicidad instrumental incluyan un número de sismos con magnitudes de ese orden.

***Criterio Histórico: Documentos de Sismicidad Histórica***

Dada la imprecisión de los datos contenidos en los catálogos, es importante recopilar toda la información existente sobre los daños de terremotos históricos, que en zonas de sismicidad como San Juan, pueden ser determinantes de la peligrosidad. La disponibilidad y fiabilidad de estos documentos depende de la zona y de su patrimonio histórico y son numerosas las fuentes de procedencia. La revisión de estos datos es especialmente importante en el caso de evaluaciones de peligrosidad en un emplazamiento específico para instalaciones de especial importancia, que requieran estimaciones muy fiables (Tablas 2.6.1, 2.6.2 y 2.6.3).

***Mapas de Isosistas***

Debido a la subjetividad en las evaluaciones de intensidad, ésta puede ser variable entre diferentes fuentes, con diferentes resultados dados por distintos autores. Sin embargo, los mapas de intensidades sentidas de un terremoto o de distribuciones de daños son de particular interés, ya que indican la extensión geográfica de los daños y su variación espacial. Generalmente el nivel más alto de intensidad observado corresponde a la intensidad epicentral  $I_0$ , que refleja la severidad del terremoto y los mapas de  $I_0$  pueden ser usados como una indicación de la localización de fuentes de los sismos más severos.

Sin embargo, estos mapas se han construido a partir de datos en un intervalo de tiempo relativamente corto (en el caso de Argentina sólo se dispone de mapas de isosistas para terremotos en los últimos 400 años) y por ello es difícil asegurar que los terremotos en el futuro ocurran dentro de las zonas indicadas, ya que pueden no estar contemplados en ellas los mayores sismos ocurridos.

A través del análisis de los datos de las fuentes históricas se puede determinar la historia e intensidad de terremotos para el periodo anterior al uso del instrumental y para definir si hubo una superficie de rotura durante el mismo.

El terremoto del 27 de octubre de 1894 cuyo epicentro fue en el noroeste de las provincias de San Juan y La Rioja y se considera uno de los más importantes ocurridos en territorio argentino. Bodenbender (1894) lo llamó "Terremoto Argentino". Le asignó una magnitud de 8,2. Bastias, (1986) determinó una magnitud de 7,5 considerando longitudes de rotura probables en la falla y un dato máximo de 8,5 considerando el momento sísmico de probables roturas históricas. Las zonas más afectadas fueron las provincias de La Rioja y San Juan, con alrededor de un centenar de muertos. Este sismo ha sido relacionado al Sistema de Fallamiento El Tigre (Área Norte) por Bastias et al. (1990) y Perucca (1995).



El terremoto del 12 de agosto de 1903 a las 23 hrs, se produjo un violento sismo que afectó principalmente a la población de Las Heras, ocasionó destrucción parcial de casas, la caída de algunas iglesias y la ocurrencia de fenómenos de licuefacción en las zonas deprimidas. Las calles más afectadas fueron las orientadas en dirección norte-sur. El epicentro se localizó en la Precordillera entre Uspallata y el Cordón del Plata en 32° 1' Latitud y 69° 1' Longitud a una profundidad de 70 km. La magnitud fue de Ms 6.3 y la intensidad en la escala Mercalli varió entre VII-VIII.

Terremoto del 14 de abril de 1927. A las 2 hrs 35' se produjo un fuerte sismo que provocó daños similares en poblaciones argentinas como chilenas, incluyendo las ciudades de Mendoza y Santiago. En Argentina los mayores daños se produjeron en Las Heras (Mendoza). La edificación de las calles con rumbo norte-sur fue la más afectada. El epicentro se localizó a los 32° 4' Latitud y 69° 3' Longitud a una profundidad entre 60 y 110 km y la magnitud del sismo fue de Ms 7,1 e intensidad en la escala Mercalli de VIII. (Figura 9, Apéndice 2.1c).

Para el primer sismo, el área de proyecto se encuentra en la región de intensidad VII en la escala Mercalli Modificada, mientras que para el terremoto de Uspallata, el área se ubica en la Intensidad VI (EMM) (Modificado de Perucca et al. 2007).

***Criterio Sismológico:***

Mediante las distribuciones de los epicentros sísmicos, basadas en métodos instrumentales, es posible delinear fallas activas. Debe tenerse en cuenta que la ausencia de sismos en un área fallada, no necesariamente significa que la falla es inactiva.

Desde el punto de vista de la sismicidad, esta porción del territorio argentino tiene un registro prehispánico de terremotos nulo y también hay muy poca información en los 300 años subsiguientes a la colonización española. Esta falta de información afecta al intervalo del registro sismológico de la región.

Se reconocen tres áreas con actividad sísmica elevada:

- En los sectores mar adentro y cercanos a la costa chilena, a lo largo del contacto entre las placas, a poca profundidad.
- En los sectores profundos de la placa de Nazca, entre los 100 y 150 km de profundidad, abarcando territorio de Chile y el oeste de Argentina.
- En los sectores de profundidad intermedia, entre 0 y 60 km.



Se ubicaron los sismos en un radio de 100 km en un mapa (Figura 10, Apéndice 2.1c), según su magnitud. Se observó que se han registrado 4 sismos de  $M > 6$ , dos en el flanco occidental de la Sierra del Tontal, uno en Cordillera Frontal al oeste del proyecto y otro en el piedemonte de Cordillera Principal en la provincia de Mendoza.

También se registraron los sismos de  $M > 5$  localizados en un radio de 100 km alrededor del proyecto, contabilizándose 3 superficiales (entre 0 y 30 km), 7 de profundidad intermedia (entre 30-70 km) y 32 profundos (entre 100-150 km).

El terremoto más importante ubicado a menos de los 100 km de proyecto se produjo el 14 de abril de 1927, a una profundidad de 110 km y con una magnitud 7,1, al sursureste del proyecto. El sismo registrado en el sector más cercano al proyecto ocurrió el 11 de octubre de 1946, a 40 km al noroeste del proyecto, con una magnitud 6,3 y profundidad hipocentral de 120 km.

Otros sismos incluidos en el registro y que deben destacarse son el ocurrido en la madrugada del 24 de septiembre de 2002; de 6,2 en la escala Richter e intensidad 5 en la escala Mercalli. Este sismo tuvo una profundidad intermedia, entre 115-120 km.

El sismo del 18 de septiembre de 2003, a las 8,26, con epicentro en la Sierra del Tontal de magnitud de 5,5 en la escala de Richter e intensidad 5, a una profundidad de 114 km.

El sismo del 9 de septiembre de 2005 con el mismo epicentro en la Sierra del Tontal, de  $M_b$  5,7 a 112 km de profundidad.

Se ubicaron además aquellos sismos superficiales de magnitud mayor a 3 ocurridos desde el año 1903 hasta la actualidad y los segmentos activos ubicados en la región (Figura 11, Apéndice 2.1c).

Si bien no es posible observar una clara relación entre las fallas y los sismos registrados en los últimos 150 años, la sismicidad superficial con profundidades menores a 30 km y potencialmente más destructiva, muestra una suave tendencia a orientarse en dirección norte sur, en el área de Precordillera.

### **2.2.7 Intensidades Máximas Promedio**

En la estimación de las amplitudes de movimiento del suelo, expresadas en grados de Intensidad Mercalli Modificada (IMM) para toda la provincia de San Juan, a partir de los parámetros obtenidos de las fuentes sismogénicas, INPRES (1982) obtuvo un mapa de intensidades máximas (MM) con probabilidad de excedencia de 10% en 50 años (Periodo de recurrencia 475 años), tal como se observa en la Figura 12, Apéndice 2.1c.



Para el área de proyecto, se estima una Intensidad Máxima Probable de VIII (IMM) con probabilidad de excedencia de 10% en 50 años.

### **2.2.8 Conclusiones**

La estructura del margen precordillerano occidental es compleja y variada ya que, al norte del Río San Juan se expresa en fallas con componente de desplazamiento de rumbo dextral y normal. Al sur de este río predominan los corrimientos y retrocorrimientos longitudinales combinados con fallas oblicuas de orientación noroeste asociados a una notoria reactivación cuaternaria del relieve.

Los datos disponibles acerca de edades de los depósitos y fallas cuaternarias son sumamente escasos, excepto para la Falla El Tigre, así como resulta insuficiente el conocimiento sobre la geometría, cinemática y paleosismología de las principales fallas activas ubicadas en el flanco suroccidental de la Precordillera.

El área de proyecto no se considera expuesta directamente a severos problemas de remoción en masa inducidos por sismicidad, excepto en las áreas de mayor pendiente. Tampoco los fenómenos asociados a licuefacción constituyen un factor de riesgo significativo, por encontrarse el área ubicada sobre material grueso, tal como arenas y gravas.

Por lo tanto, es probable que los mayores daños en caso de ocurrencia de un sismo de elevada magnitud, sean directamente producidos por la sacudida sísmica, más que por procesos secundarios.

Los tramos de falla considerados como fuentes sismogénicas potenciales son los correspondientes a la falla El Tigre, ubicada a escasos 30 km al noreste del proyecto y cuyo sismo máximo probable, considerando 153 km de longitud, podría alcanzar una magnitud  $M_s$  7,7 (Wells y Coppersmith 1994). La tasa de deslizamiento para esta falla ha sido estimada entre 1-5mm, por lo que se considera una falla tipo A, con elevada actividad y con rasgos geomorfológicos con evidencias de actividad abundantes aunque a veces discontinuos (Slemmons 1982) o una falla Clase 2 (Cluff y Cluff 1984). El intervalo de recurrencia máximo probable para esta falla se encontraría entre 500 y 2.000 años.

Otra fuente sismogénica cercana es la Falla Carrizal, ubicada a unos 27 km al oeste del área del proyecto y cuyo sismo máximo probable al utilizar las relaciones empíricas de Wells y Coppersmith tendría una magnitud  $M_s$  6,6.

Para la Falla Alcázar, situada a 30 km al sureste del proyecto, el sismo máximo probable sería de magnitud  $M_s$  6,3.



En estas fallas no ha sido posible determinar las tasas de deslizamiento e intervalos de recurrencia pero se considera que sería fuentes sismogénicas con actividad Moderada debido a que en general afectarían superficies pleistocenas (<700 ma).

Otra falla de importancia por su proximidad al sitio de proyecto es la denominada en este informe Falla Villa Corral, a la cual se le asigna un sismo potencial máximo de magnitud 5,9. Esta falla afecta depósitos del Pleistoceno aunque se ubica a escasos kilómetros al este del proyecto, por lo que debe ser evaluado su potencial como fuente sismogénica. También debe considerarse la falla inversa ubicada en el abanico del Río Castaño a sólo 25 km al noreste del sitio del proyecto.

Finalmente, se debe tener en cuenta la ocurrencia de terremotos en la región central del territorio chileno, ya que los sismos acontecidos en décadas pasadas originaron serios problemas en los diques de colas de diferentes minas ubicadas en áreas cercanas al epicentro.

## **2.3 CLIMATOLOGÍA**

### **2.3.1 Clima**

El régimen climático de la región es desértico con estación seca en invierno, con temperatura media anual 16° (BWwk), de acuerdo a la clasificación de Koeppen (Poblete et al., 1999), en el cual la evapotranspiración potencial excede ampliamente a la precipitación durante la mayoría de los años. Estas condiciones limitan la cantidad y la duración del movimiento de agua en el suelo y por consiguiente la influencia sobre la biota del suelo (Buol, Hole y Cracken, 1991).

### **2.3.2 Meteorología**

A continuación se presenta la descripción de la meteorología del Proyecto Casposo en base a registros de dos estaciones meteorológicas:

- Estación Casposo: Ubicada en el sitio del proyecto, con registros durante el periodo enero-diciembre 2006.
- Estación Barreal: Ubicada en la escuela del poblado de Barreal, con registros durante el periodo enero-diciembre 2006. Esta estación complementó el registro de información de la estación Casposo.

Para ambas estaciones, el monitoreo meteorológico se realizó en distintos periodos durante el año 2006, indicados en el Cuadro 2.3-1. Lo anterior debido a desperfectos mecánicos producidos en la estación meteorológica, provocando que la estación Casposo no registrase información en los meses de septiembre y octubre de 2006.



**Cuadro 2.3-1**  
**Periodos de Registro de Estaciones Meteorológicas**

Mes	Estación Barreal	Estación Casposo
Enero	Sin registro	25/01 - 31/01
Febrero	21/02 - 22/02	01/02 - 28/02
Marzo	08/03 - 10/03 y 27/03 - 31/03	01/03 - 04/03
Abril	Completo	04/04 - 30/04
Mayo	Completo	01/05 - 02/05
Junio	01/06 - 20/06 y 26/06 - 30/06	15/06 - 30/06
Julio	01/07 - 06/07 y 26/07 - 31/07	01/07 - 16/07
Agosto	01/08 - 17/08	15/08 - 31/08
Septiembre	01/09 - 14/09 y 18/09 - 30/09	Sin Registro
Octubre	01/10 - 26/10	Sin Registro
Noviembre	01/11 - 07/11 y 15/11 - 30/11	06/11 - 30/11
Diciembre	Completo	01/12 - 15/12

Los parámetros registrados en ambas estaciones son: Temperatura (promedio, máxima y mínima), Humedad Relativa, Precipitación, Presión Atmosférica, Velocidad del Viento, Ráfaga de Viento, Dirección del Viento. La Radiación Solar sólo se monitoreó en la estación Casposo a partir de abril de 2006.

Las coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas se indican en el Cuadro 2.3-2 y la ubicación de estas se presenta en el Mapa 2.7. A su vez, el resumen de los registros de la estación Casposo se presenta en el Cuadro 2.3-3, mientras que los de la estación Barreal se indican en el Cuadro 2.3-4.

**Cuadro 2.3-2**  
**Ubicación de Estaciones Meteorológicas**

Estación	Coordenadas Gauss Kruger		Altitud m s.n.m.
	E (m)	N (m)	
Casposo	2.440.090	6.548.129	2.330
Barreal	2.455.550	6.499.920	1.630



**Cuadro 2.3-3**  
**Resumen de Registros Meteorológicos de la Estación Casposo 2006**

Parámetros Meteorológicos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Promedio [°C]	22,0	18,5	14,0	14,3	9,5	11,4	10,8	8,8	s/r	s/r	17,3	18,2	14,5
Temperatura Máxima [°C]	29,9	29,9	21,7	25,2	16,0	21,3	22,5	19,8	s/r	s/r	29,1	27,9	29,9
Temperatura Mínima [°C]	14,5	7,8	6,2	2,0	3,7	0,3	-1,5	-3,9	s/r	s/r	5,0	8,2	-3,9
Humedad Relativa Promedio (%)	37,2	41,6	40,5	29,5	40,8	21,5	31,0	22,4	s/r	s/r	23,0	26,5	31,4
Precipitación (mm)	3,8	19,4	0,0	0,0	0,0	6,6	57,4	0,0	s/r	s/r	0,0	0,8	88,0
Presión Atmosférico Promedio [mbar]	771,0	770,0	769,0	769,0	774,0	769,0	768,0	769,0	s/r	s/r	768,0	768,0	769,5
Velocidad del Viento Promedio [m/s]	3,1	3,0	3,4	2,9	2,0	3,4	3,7	2,0	s/r	s/r	4,0	3,6	3,1
Velocidad del Viento Ráfaga [m/s]	19,9	25,6	22,3	26,7	6,1	32,3	34,9	21,0	s/r	s/r	26,0	29,1	34,9
Radiación Solar Promedio [W/m²]	s/r	s/r	s/r	211,0	179,8	138,6	123,9	201,8	s/r	s/r	574,1	547,2	282,3
Radiación Solar Máxima [W/m²]	s/r	s/r	s/r	1071,9	685,6	738,1	660,6	838,1	s/r	s/r	1.276,9	1.276,9	1.276,9



**Cuadro 2.3-4**

**Resumen de Registros Meteorológicos de la Estación Barreal 2006**

<b>Parámetros Meteorológicos</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Anual</b>
Temperatura Promedio [°C]	s/r	24,0	18,3	15,5	11,5	11,1	8,0	11,5	14,2	19,4	19,4	22,6	16,0
Temperatura Máxima [°C]	s/r	32,2	31,9	29,8	28,8	25,2	25,5	25,0	30,3	31,4	33,3	35,3	35,3
Temperatura Mínima [°C]	s/r	12,2	5,7	1,8	-1,6	-2,5	-5,7	-4,2	-2,4	2,0	3,7	6,8	-5,7
Humedad Relativa Promedio (%)	s/r	38,1	36,3	40,1	36,9	32,5	29,7	23,2	23,9	22,7	26,8	27,2	30,7
Precipitación (mm)	s/r	0,0	0,0	9,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	15,8
Presión Atmosférica Promedio [mbar]	s/r	833,0	838,0	839,0	841,0	835,0	841,0	837,0	838,0	837,0	835,0	835,0	837,2
Velocidad del Viento Promedio [m/s]	s/r	1,7	1,8	1,8	1,5	2,6	2,7	5,4	5,3	3,7	4,5	4,3	3,2

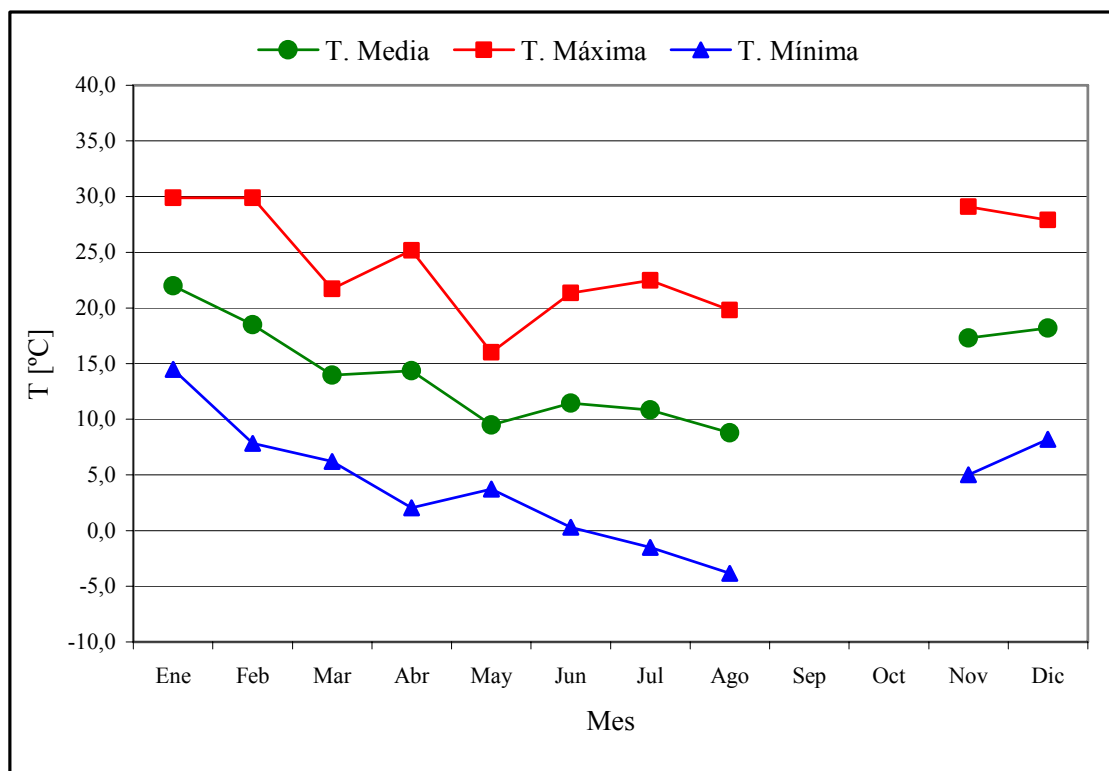


### 2.3.2.1 Temperatura

La representación gráfica de los registros de temperatura se muestra en las Ilustraciones 2.3-1 y 2.3-2. La Ilustración 2.3-1 muestra los ciclos anuales de temperatura de la estación Casposo, mientras que la Ilustración 2.3-2, los registros de la estación Barreal.

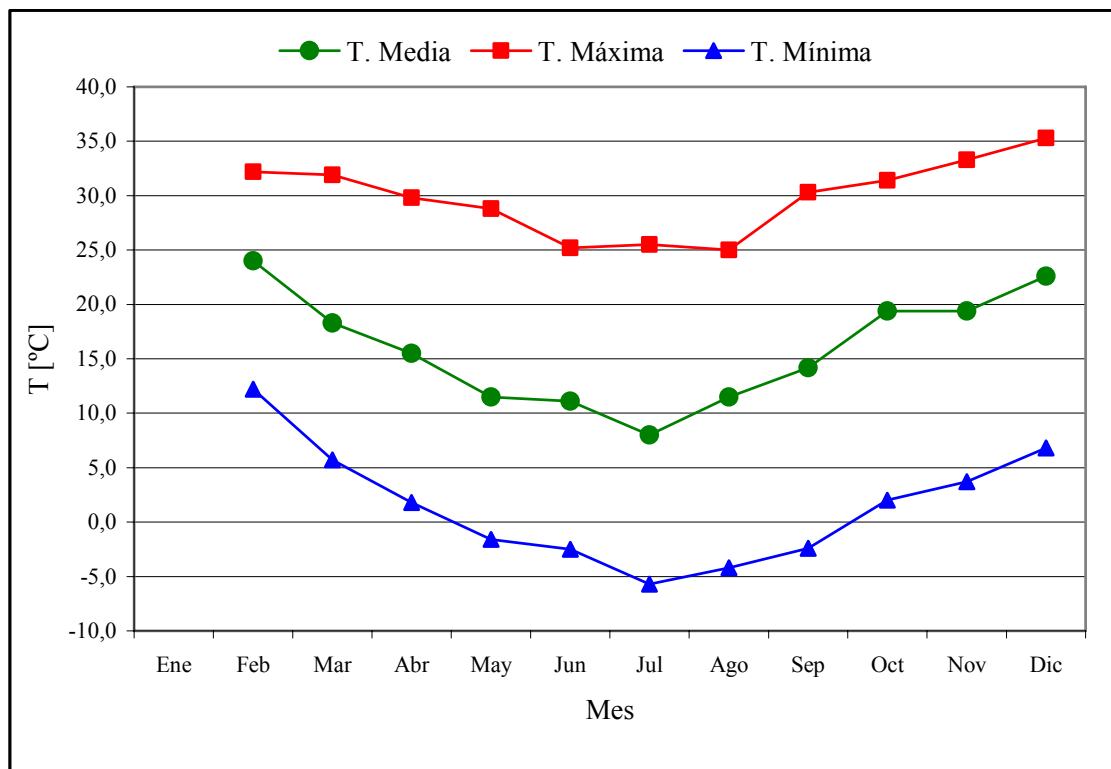
Según se observa en los gráficos, la temperatura en las estaciones meteorológicas analizadas es cíclica, con un valor promedio anual entre los 14 y 16 °C. Las más altas temperaturas promedio mensuales se registran entre los meses de diciembre y febrero alcanzando los 24°C; mientras que las más bajas se producen en los meses de julio-agosto.

Durante los meses más cálidos (diciembre - marzo), se alcanzan temperaturas máximas en torno a los 30°C para la estación Casposo y 35°C para Barreal, mientras que las temperaturas mínimas alcanzan los -3,9°C (Casposo) y los -5,4°C (Barreal), respectivamente.



**Ilustración 2.3-1. Temperatura Ambiente (T), Estación Casposo.  
Año 2006.**





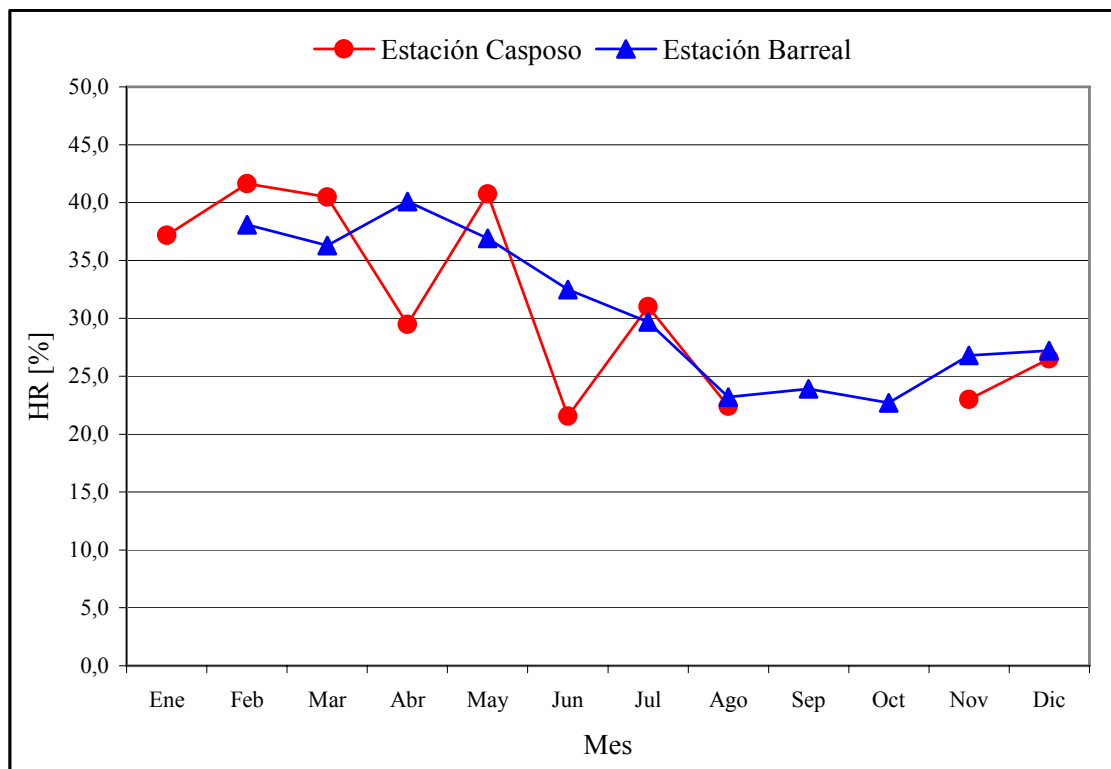
**Ilustración 2.3-2. Temperatura Ambiente (T), Estación Barreal.  
Año 2006.**

En términos particulares, los registros de la estación Casposo indican que la zona en la que se sitúa la estación posee una temperatura media anual de 14,5°C, con valores extremos máximos y mínimos de 29,9°C y -3,9°C respectivamente, presentando una gran amplitud térmica.

### **2.3.2.2 Humedad Relativa**

La representación gráfica de los registros de humedad relativa para ambas estaciones se muestra en la Ilustración 2.3-3.





**Ilustración 2.3-3. Humedad Relativa (HR) Estación Casposo y Barreal.  
Año 2006.**

La humedad relativa mantiene un patrón relativamente cíclico en ambas estaciones, presentando los más altos registros durante los meses marzo hasta mayo y disminuyendo hacia finales de año de acuerdo a los valores promedio mensual.

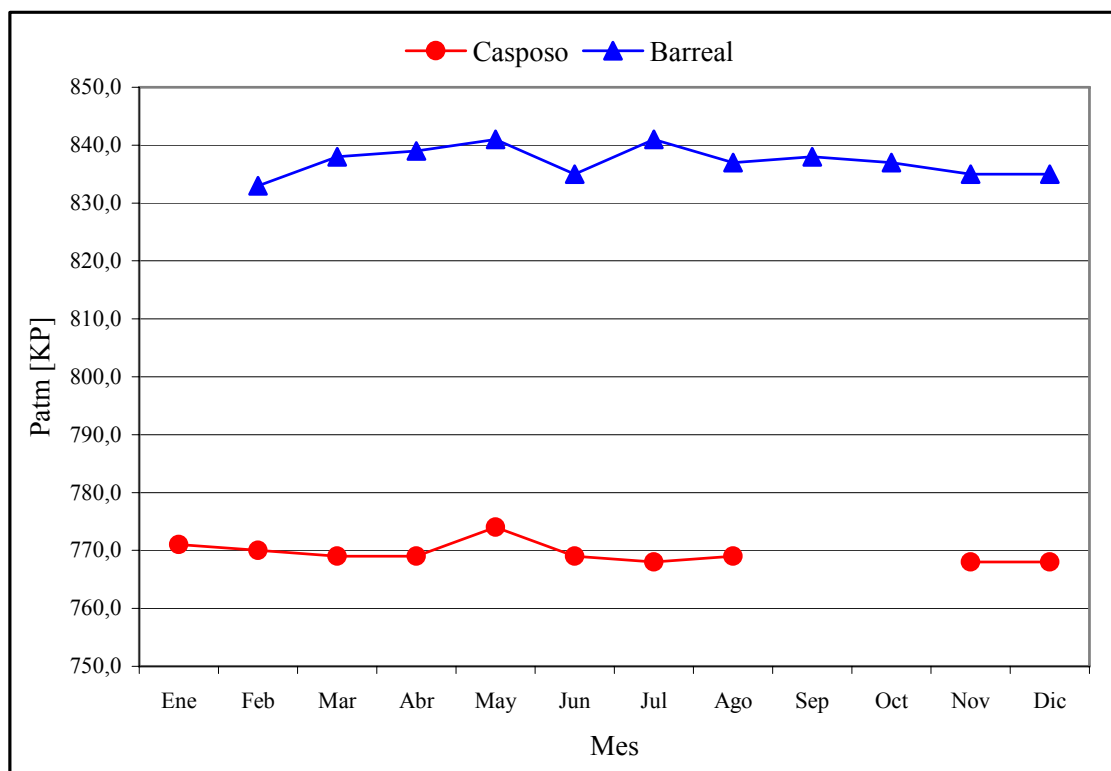
Para ambas estaciones la humedad relativa promedio mensual se sitúa en torno al 31%, con valores promedio máximo y mínimo de 40% (mayo) y 22% (junio) para la estación Casposo, y 40% (abril) y 23% (agosto) para la estación Barreal respectivamente.

### **2.3.2.3 Presión Atmosférica Local**

La presión atmosférica en la estación Casposo, se sitúa en torno a los 769 mbar, con bajas fluctuaciones entre 768 a 774 mbar, mientras que la estación Barreal registra mediciones mayores que bordean los 837 mbar.

La Ilustración 2.3-4 resume la presión atmosférica local promedio medida en las zonas correspondientes de las estaciones Casposo y Barreal.





**Ilustración 2.3-4. Presión Atmosférica (P atm.) Registrada.  
Año 2006.**

En general se observa que los valores de presión atmosférica local responden a la condición altitudinales del sector o área. En efecto, la mayor presión atmosférica de Barreal responde a la menor altitud que se encuentra esta estación (1.630 m s.n.m.), en relación a la estación Casposo (2.330 m s.n.m.).

#### **2.3.2.4 Radiación Solar**

Como se muestra en el Cuadro 2.3-3, el parámetro de radiación solar sólo se registró en la estación Casposo a partir de abril de 2006. El valor promedio anual de radiación solar es de  $280 \text{ W/m}^2$ , con valor mensual máximo de  $570 \text{ W/m}^2$  registrado en el mes de noviembre de 2006.

Los valores promedio mínimos mensuales de radiación solar se registraron en los meses cercanos a la época de invierno ya que en el mes de agosto se registró  $123 \text{ W/m}^2$ .

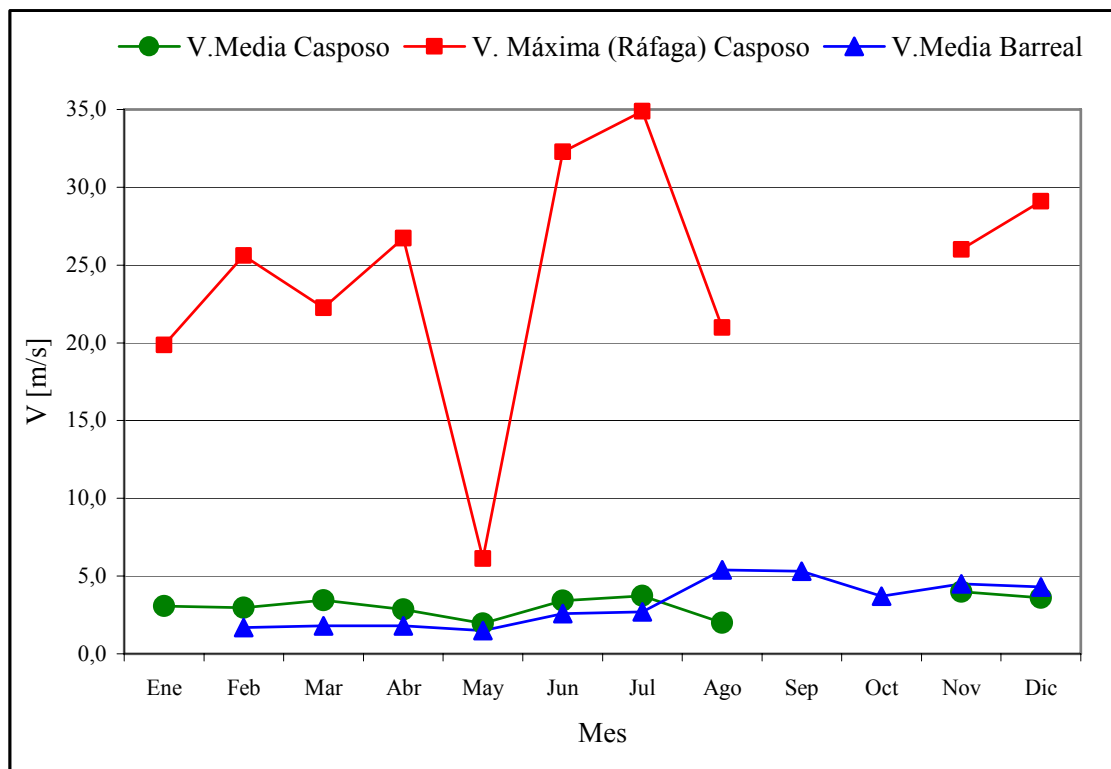
Los valores máximos de radiación solar registrados se encuentran en torno a  $1.250 \text{ W/m}^2$ , el cual es un valor típico de sectores cordilleranos. Los mismos se registraron durante los meses de noviembre y diciembre.



### 2.3.2.5 Velocidad y Dirección del Viento

#### *Velocidad del Viento*

Las representaciones gráficas de los registros de velocidad del viento se muestran en la Ilustración 2.3-5. En ella se incluyen los registros de velocidad del viento promedio para las estaciones Casposo y Barreal, así como los registros de velocidades máximas (ráfagas) para la estación Casposo.



**Ilustración 2.3-5. Velocidad del Viento (V).**  
**Año 2006.**

Para la estación Casposo se determinó una velocidad promedio anual de 3,1 m/s, con velocidades media mensual máximas y mínimas de 4,0 y 2,0 m/s respectivamente, con ráfagas que alcanzaron los 35 m/s, durante el mes de julio. No se observa para esta estación un ciclo de vientos, sino una variación en torno al promedio anual.

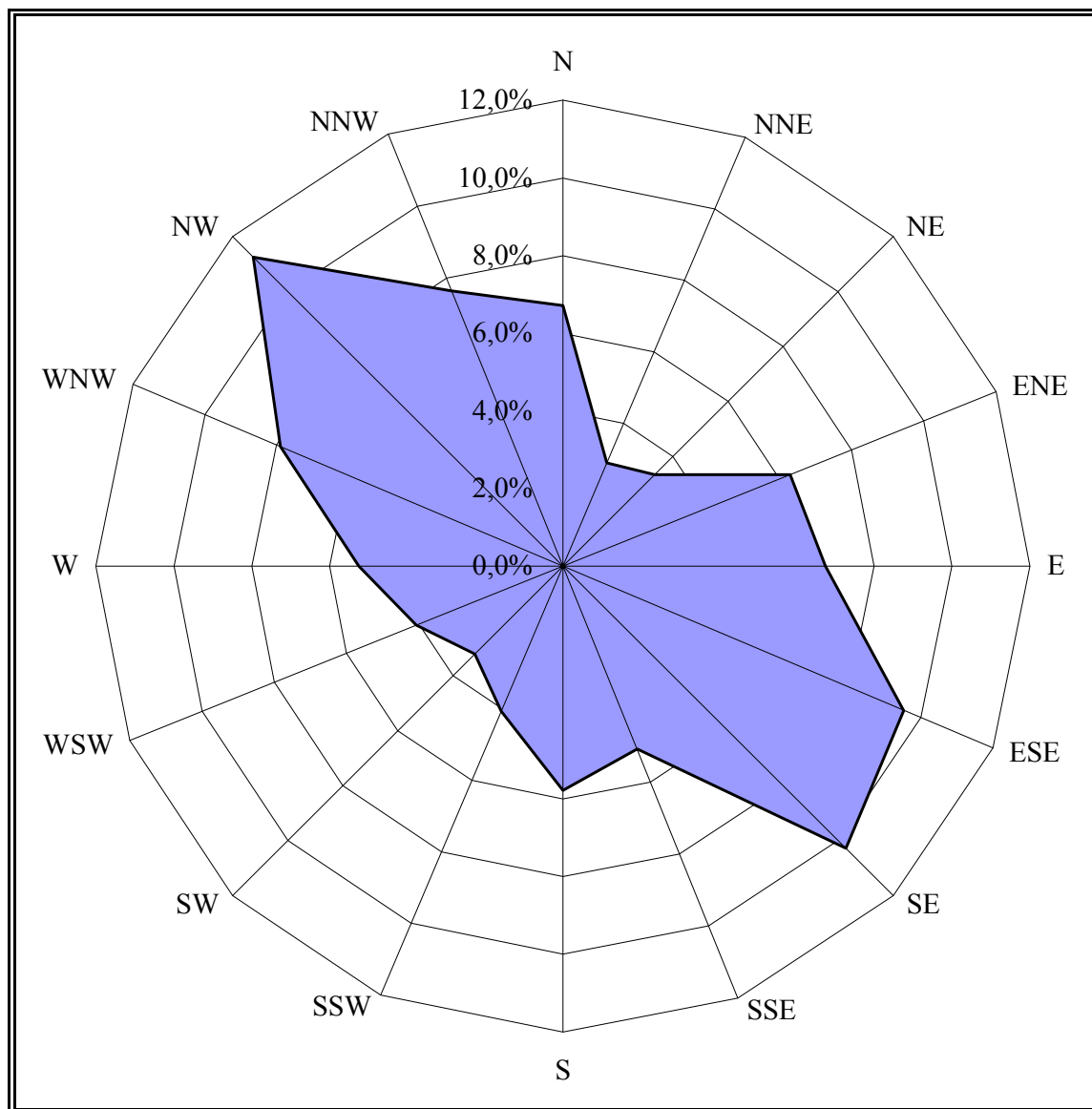
Por su parte, la estación Barreal registró un valor promedio de 3,2 m/s para los meses de registro, con valores máximos y mínimos de 5,4 y 1,5 m/s, respectivamente. Se observa un ciclo de vientos en que las velocidades máximas se alcanzan entre los meses de agosto y octubre, mientras que los menores valores se presentan entre marzo y mayo.



A pesar de que ambas estaciones presentan velocidades de vientos muy similares, se observa una mayor amplitud de los valores de velocidad para la estación Barreal. Lo anterior puede estar dado por las condiciones topográficas locales, que definen el régimen de viento en la estación Barreal.

#### ***Dirección del Viento***

La rosa de viento para la estación Casposo se presenta en la Ilustración 2.3-6.



**Ilustraciones 2.3-6. Rosa de Vientos Estación Casposo.**

Los registros de dirección del viento de la estación Casposo muestran que la dirección reinante en el sector de esta estación es NW, SE y ESE. Se observa que en general, el resto de las direcciones del viento están presentes, aunque en una proporción menor.



Con respecto a la estación Barreal, un análisis preliminar a las direcciones de viento registradas en esta estación, indican que las direcciones predominantes son ESE y NW, presentando un comportamiento similar al de la estación Casposo.

### 2.3.2.6 Caracterización Pluviométrica

Para la caracterización pluviométrica del área, se han considerado los registros históricos de cinco (5) estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de estudio (Apéndice 2.2). Una de ellas ubicada en el área específica del proyecto, dos (2) estaciones en la localidad de Barreal y dos (2) estaciones existentes en San Juan.

Los períodos de datos disponibles se indican en el Cuadro 2.3-5 y la ubicación de las estaciones se muestra en el Mapa 2.7. Las figuras y tablas que se señalan a continuación se encuentran en el Apéndice 2.2.

**Cuadro 2.3-5**  
**Estaciones Meteorológicas Zona de Estudio**  
**Datos Diarios**

Estación	Coordenadas Gauss Kruger		Altitud m s.n.m.	Extensión de Datos	
	E (m)	N (m)		Evaporación	Precipitación
Proyecto Casposo	2.440.090	6.548.129	2.330	--	2006
Las Cortaderas Barreal	2.454.276	6.499.028	1.720	1989-2001	1966-1987** 1988-2006
Escuela Aerotécnica de Barreal	2.455.550	6.499.920	1.630	--	2002-2007
San Juan – Pocito	2.544.401	6.502.694	618	1969-2005**	1968-2005**
San Juan Aeródromo	2.556.201	6.526.698	597	--	1972-2007

Fuente: Elaboración Propia. Información en Tablas 2.3-1 a 2.3-6

\*\*Sólo datos mensuales

\*\*\* Registros puntuales

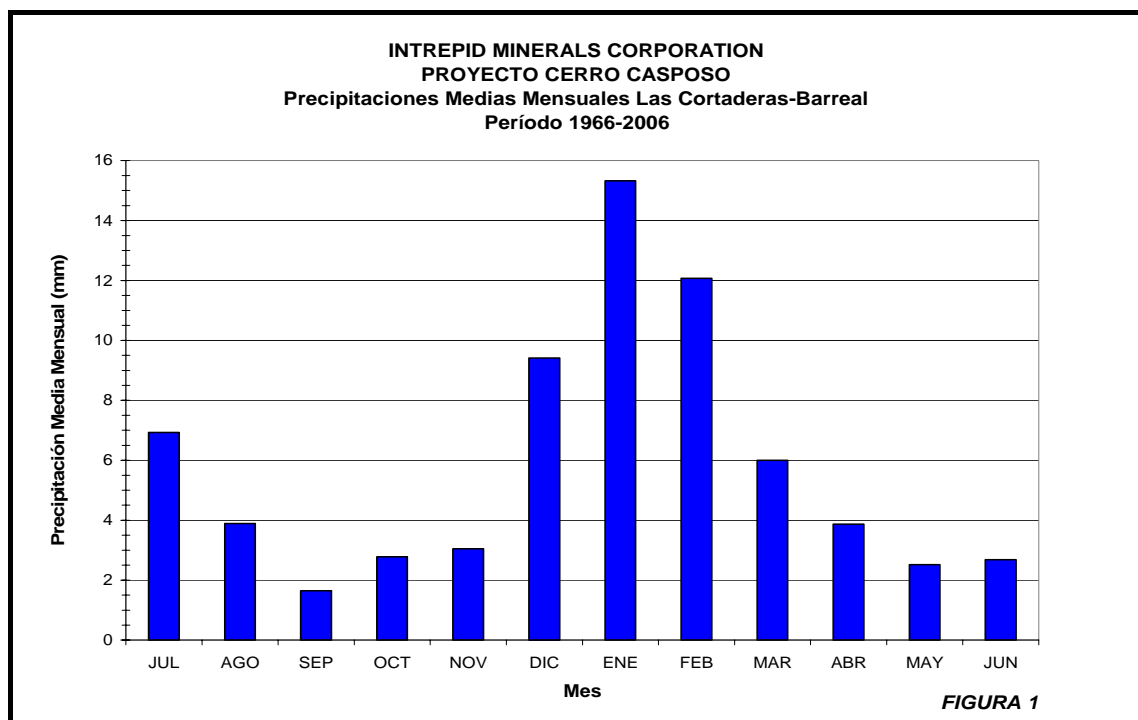
En las Tablas 2.3-1 a 2.3-6 se presentan los valores de Precipitación y Evaporación Mensual para todo el período de información disponible.

### ***Precipitación Media***

Se han considerado como representativos del régimen pluviométrico del área de proyecto los registros de precipitación disponible en la estación Las Cortaderas (1966 a 2006), ubicada en el poblado de Barreal, y operada por el Servicio Meteorológico Nacional. La estación Proyecto Casposo no puede ser utilizada debido al corto período de información disponible, al igual que la estación de la Escuela Aerotécnica de Barreal (Tablas 2.3-3 y 2.3-4).



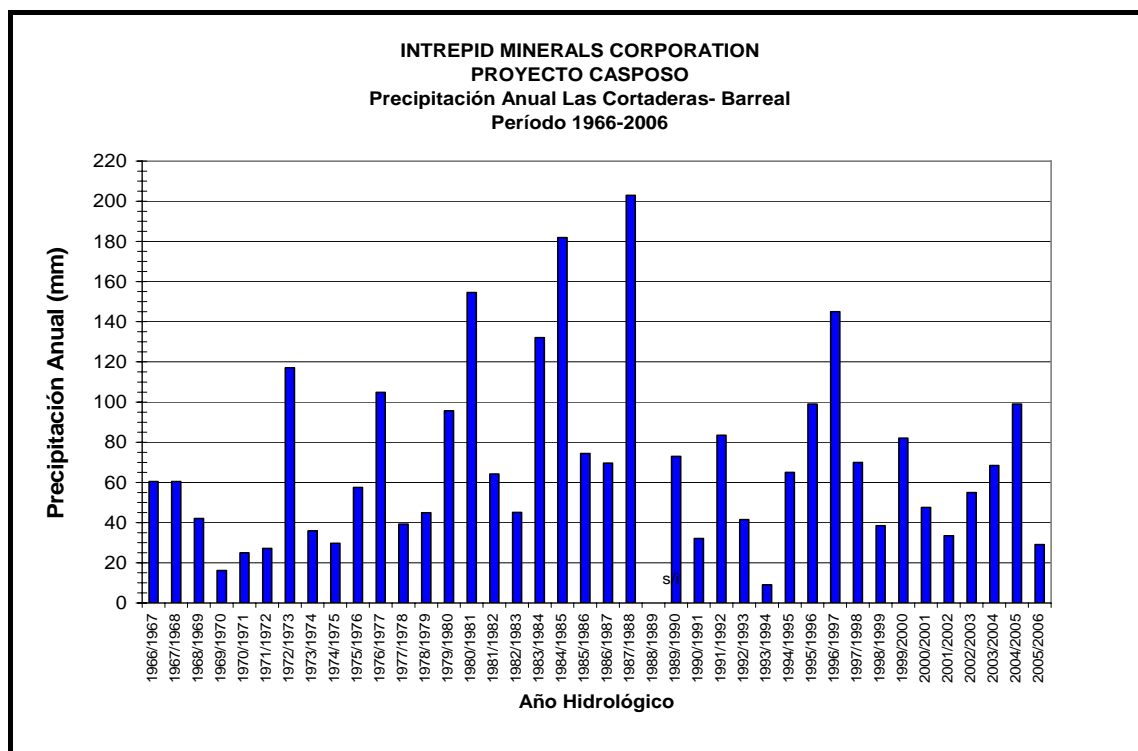
Considerando toda la información disponible en Las Cortaderas (1966 a 2006), se determina un valor de precipitación media anual de 70,8 mm. Este valor es bajo y permite adelantar la existencia de un déficit hídrico marcado por la alta evaporación (la que alcanza un valor promedio anual de 2.103 mm). En la Ilustración 2.3-7 se muestra la distribución de las precipitaciones medias mensuales a lo largo del año para todo el período de información disponible: 1966 a 2006. El elevado promedio del mes de julio resulta por las elevadas precipitaciones ocurridas en los años 1984 y 1987, las que totalizaron 80,7 y 109,7 mm, respectivamente.



**Ilustración 2.3-7. Precipitaciones Medias Mensuales Las Cortaderas.**

En la Ilustración 2.3-8 se muestran las precipitaciones anuales para todo el período considerado. En ésta, se puede observar que el año más seco se registró en 1993 con 9,0 mm de precipitación caída y el más lluvioso 1987, en el que precipitaron 202,9 mm. La información para todos los meses del período se muestra en la Tabla 2.2.





**Ilustración 2.3-8. Registro Precipitación Anual Las Cortaderas.**

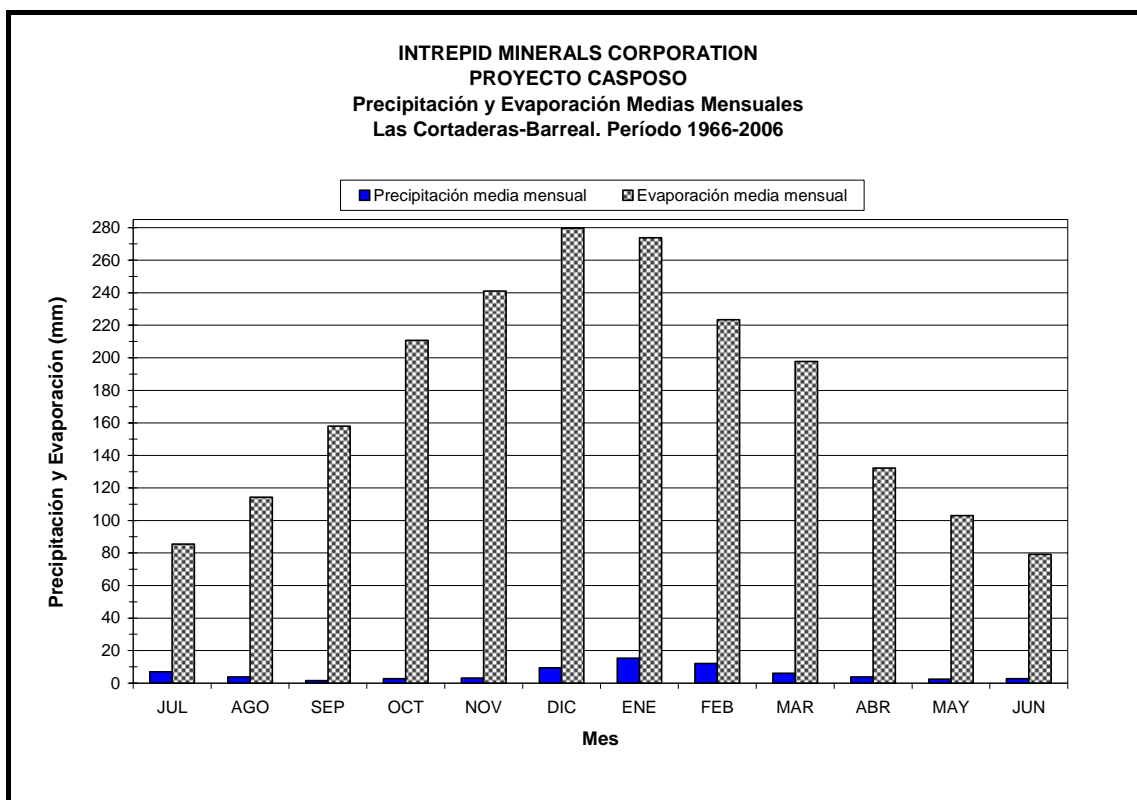
### **Evaporación**

Los registros de evaporación disponibles corresponden a la estación Las Cortaderas, ubicada en el poblado de Barreal, y operada por el Servicio Meteorológico Nacional. El registro histórico disponible de este parámetro comprende el período entre 1966 a 2001.

La Tabla 2.6 contiene los datos de evaporación medidos. Se puede ver en ella que el valor medio anual alcanza 2.103 mm, es decir casi 30 veces más que la precipitación media anual. En la Ilustración 2.3-9 se muestran los montos medios mensuales de precipitación y evaporación. La diferencia entre esos valores cuantifica el déficit hídrico de la región y se observa que es muy elevado en todos los meses del año. En definitiva, la región presenta un elevado déficit hídrico, lo que claramente queda de manifiesto por la extrema aridez del paisaje.

A modo de referencia, también se dispone de antecedentes de evaporación en la estación cercana ubicada en San Juan, en el sector de Pocito. Estos antecedentes se muestran en la Tabla 2.7.





**Ilustración 2.3-9. Precipitación y Evaporación Media Mensual Las Cortaderas.**

### 2.3.3 Calidad del Aire

La caracterización de la calidad del aire del área del proyecto se efectúa en términos del contenido de material particulado respirable (material particulado de diámetro aerodinámico inferior o igual a 10 micrones, o MP10), en el aire y del contenido de algunos elementos traza presentes en éste.

En esta sección se resumen los resultados de la campaña de monitoreo de calidad de aire fue llevada a cabo por INDUSER, durante el período febrero 2006 a enero 2007. Bajo la referencia normativa ambiental Ley N° 24.585 de la República de Argentina, se investigó el parámetro de Material Particulado 10 µg (MP10) y ciertos elementos químicos en dos estaciones de monitoreo: Finca El Despunte (ED) y Finca El Remanso (ER).

Al inicio del estudio se analizó una estación ubicada en Finca Frutales (EF), de la cual sólo se obtuvo registro en el primer monitoreo. Lo anterior se debió a que la estación fue reemplazada por una ubicada cerca de la plaza principal de Villa Calingasta, la cual es más representativa del área de influencia del proyecto.

En el Cuadro 2.3-6 se detalla la ubicación geográfica de las estaciones y en el Mapa 2.7 la distribución de estas.



**Cuadro 2.3-6**  
**Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire**

Punto	Coordenadas Gauss Kruger		Altitud m s.n.m.	Observaciones
	E [m]	N [m]		
ED	2.457.890	6.542.623	1.361	En finca el despunte de Intrepid a 150 metros de la Ruta N° 436. Villa Corral
EF	2.456.519	6.546.332	1.375	En finca frutales, 400 m al norte de ingreso a proyecto y a 100 m de la Ruta N° 436.
ER	2.459.491	6.533.332	1.362	En finca El Remanso aproximadamente 700 m de la plaza principal de Villa de Calingasta.

Además del muestreo de MP10, se caracterizó químicamente las muestras de este parámetro para determinar el contenido de los siguientes elementos:

- Arsénico Total (As);
- Mercurio Total (Hg);
- Cadmio Total (Cd);
- Sílice (SiO<sub>2</sub>); y
- Plomo Total (Pb).

El Cuadro 2.3-7 resume los resultados del monitoreo de MP10 en cada una de las estaciones de monitoreo. Cabe destacar que se han omitido los meses de marzo, mayo y septiembre del año 2006, debido a que en los dos primeros sólo se realizó una medición en el mes y que correspondía al último registro del mes anterior; mientras que en septiembre de 2006 no se realizaron mediciones.

**Cuadro 2.3-7**  
**Resumen de los Registros de Calidad del Aire, MP10**

Estación	Feb-06	Abr-06	Jun-06	Jul-06	Ago-06	Oct-06	Nov-06	Dic-06	Ene-07
<b>Estación Finca El Despunte (ED)</b>									
Max [µg/m³N]	129	43	180	109	57	269	837	288	285
Min [µg/m³N]	5	21	5	5	10	5	24	<5	<5
Promedio [µg/m³N]	38	31	50	27	36	99	162	91	55
N° Registros	8	6	7	7	5	8	7	10	11
<b>Estación Finca El Remanso (ER)</b>									
Max [µg/m³N]	s/r	69	104	58	57	82	48	25	30
Min [µg/m³N]	s/r	11	32	15	16	24	10	5	<5
Promedio [µg/m³N]	s/r	42	52	31	32,2	44	29	12	11
N° Registros	s/r	7	7	7	5	7	8	10	11

Fuente: Monitoreo de Calidad del Aire INDUSER



En el Cuadro 2.3-8 se resume el contenido de elementos traza en el MP10 durante el período octubre 2006 – enero 2007.

**Cuadro 2.3-8**  
**Resumen de Elementos Traza en MP10**

Estación	Oct-06	Nov-06	Dic-06	Ene-07
<b>Estación Finca El Despunte (ED)</b>				
As	s/r	<0,1	<0,1	<0,1
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cd	s/r	<0,001	<0,001	<0,001
SiO <sub>2</sub>	s/r	<10	<10	<10
Pb	s/r	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Estación Finca El Remanso (ER)</b>				
As	s/r	<0,1	<0,1	<0,1
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cd	s/r	<0,001	<0,001	<0,001
SiO <sub>2</sub>	s/r	<10	<10	<10
Pb	s/r	<0,01	<0,01	<0,01

Fuente: Monitoreo de Calidad del Aire INDUSER

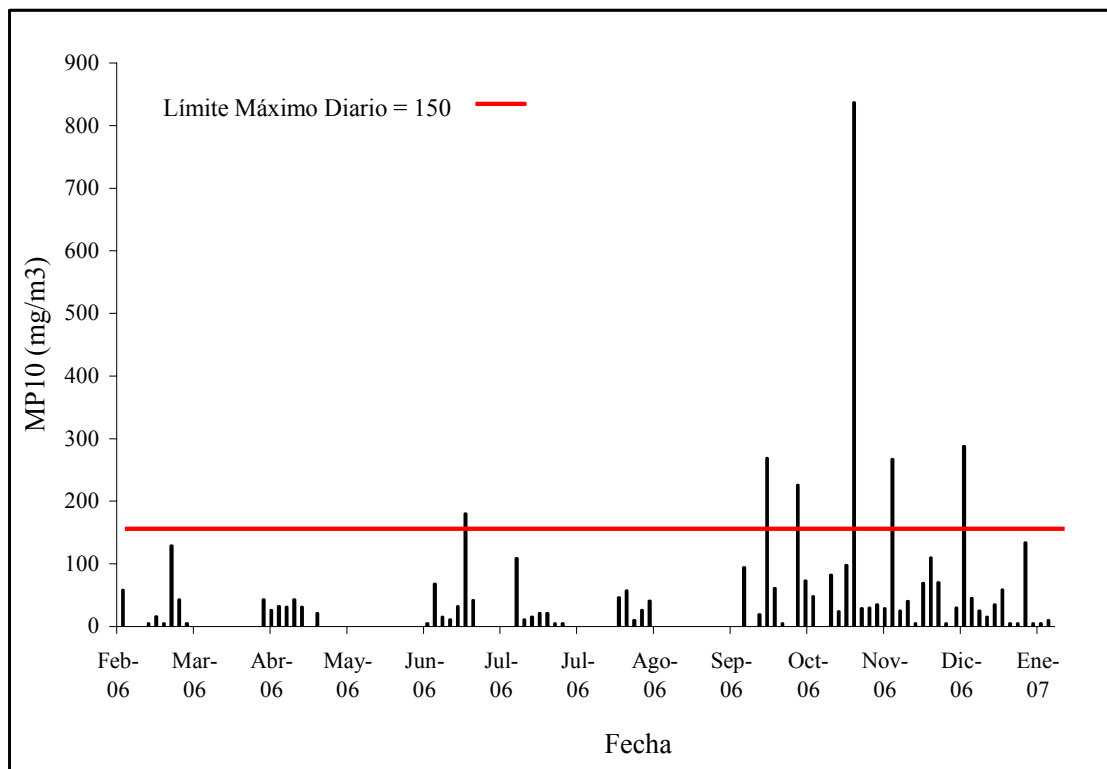
### **MP10**

Los registros de material particulado MP10 se han llevado a cabo en las Estaciones El Despunte ubicada en Villa Corral y El Remanso localizada en Villa Calingasta. Con fines de contar con un registro de mediciones de MP10 en la futura zona de operaciones, desde finales del mes de marzo se cuenta con una estación adicional para medición de este parámetro en la ubicación de la estación meteorológica.

#### ***Finca El Despunte (Villa Corral)***

Los registros disponibles a la fecha indican que la concentración media de la estación Finca El Despunte (ED) es de 65,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , con valores extremos mínimo y máximo de <5 y 837  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  respectivamente. Como se indica en el Cuadro 2.3-6, el valor máximo se registró durante noviembre de 2006, pero no fue la única medición que sobrepasó la norma diaria de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . En efecto, durante los meses de junio (180  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), octubre (269 y 226  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) y diciembre (268 y 288  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), también se registraron mediciones que superan la normativa ambiental, siendo en total 6 los casos. En la Ilustración 2.3-10 se grafica la variación de los niveles de MP10 registrados a la fecha.





**Ilustración 2.3-10. Concentración de MP10 – Estación ED**  
**Período Febrero 2006 – Enero 2007.**

Lo anterior indica que las causas no obedecerían a un hecho puntual ya que prácticamente durante todo el segundo semestre se detectó esta situación y probablemente estaría relacionado con las condiciones naturales del sector, ya que no se registró actividad antrópica importante en el mismo.

En efecto, la única fuente de material particulado detectado en el sector corresponde a la Ruta Nacional N° 149, que es asfaltada, y con un volumen de tráfico menor, por lo que se espera que las emisiones provenientes de la misma no sean significativas. Por otra parte el sector donde se encuentra la estación corresponde a un espacio árido, donde el viento fácilmente puede provocar la suspensión de partículas del suelo que pueden incrementar los niveles en la estación tal y como se muestra en la ilustración siguiente.





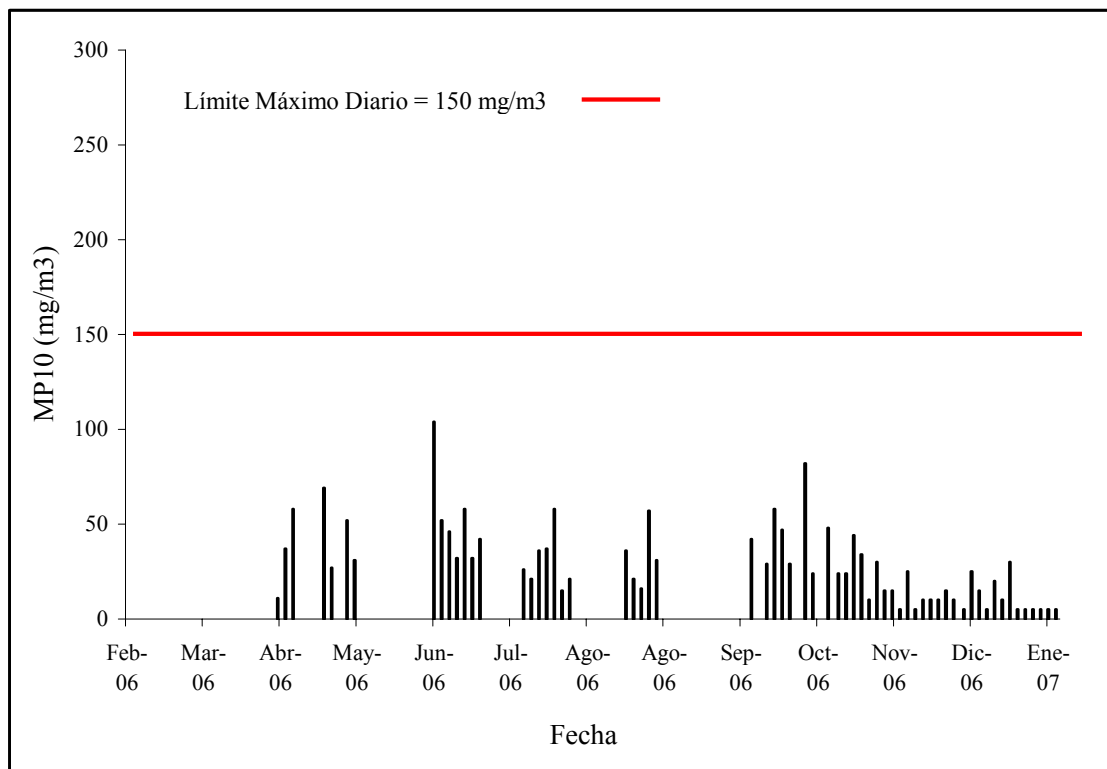
**Ilustración 2.3-11. Estación El Despunte**

***Finca El Remanso (Calingasta)***

En la estación Finca El Remanso se han registrado las más bajas concentraciones de material particulado, donde el nivel promedio alcanza los  $31,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  con valores mínimo y máximo de  $<5$  y  $104 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  respectivamente. De acuerdo al nivel máximo determinado, en la estación no se ha sobrepasado en ninguna ocasión la normativa ambiental de referencia. En la Ilustración 2.3-11 se presentan los resultados obtenidos hasta la fecha.

Al igual que en la estación ED, las características del sector donde se encuentra el equipo de medición pueden incidir directamente en los registros. La estación se encuentra rodeada de vegetación creando una “barrera natural”, por lo que el efecto del viento no tendría incidencia.





**Ilustración 2.3-11: Concentración de MP10 – Estación ER**  
**Período Febrero 2006 – Enero 2007.**

#### ***Análisis de Elementos Trazas en MP10***

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 2.3-7, en las dos estaciones monitoreadas (ED y ER), no hubo registros que sobrepasaran los límites de detección de los equipos utilizados para las mediciones. De esta forma, las concentraciones de Arsénico, Mercurio en el aire son menores a  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y las de Sílice, Plomo y Cadmio menores a 10, 0,01 y  $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente.

### **2.3.4 Ruido y Vibraciones Terrestres**

#### **2.3.4.1 Ruido**

Durante el mes noviembre de 2006 (días 12 y 13), se realizó la medición de ruido ambiental en distintas localidades del Departamento de Calingasta de la Provincia de San Juan.

Las mediciones se efectuaron con respuesta dinámica “lenta” (slow), tomando muestreos de 10 minutos de duración mínima, dentro de los horarios que se indican en el Cuadro 2.3-9.



**Cuadro 2.3-9**  
**Horarios de Medición**

Parte del día	Horas de Medición
Mañana	08:00 – 13:00
Tarde	15:00 – 20:00
Noche	21:00 – 02:00

Con respecto a los sitios monitoreados, en el Cuadro 2.3-10 se detalla la ubicación de cada uno de los puntos de medición.

**Cuadro 2.3-10**  
**Ubicación de los Puntos de Muestreo**

Punto de Monitoreo	Descripción del Punto	Coordenadas Gauss Kruegger	
		N (m)	E (m)
RC – 1	Hospital de Calingasta (Aldo Cantoni)	6.534.337	2.460.166
RC – 2	Iglesia “La Capilla” en Calingasta.	6.534.322	2.459.651
RC – 3	Dispensario de Puchuzún.	6.555.549	2.455.341
RC – 4	Dispensario de Villa Nueva	6.565.185	2.453.041
RC – 5	Hábitat – Quebrada cerca de Estación Meteorológica	6.54.8378	2.440.487

El Mapa 2.7, muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido.

Los Cuadros 2.3-11 a 2.3-15, presentan los resultados obtenidos en cada uno de los sitios en los distintos horarios de medición. Si bien, la normativa de ruido nacional nos referiría a la norma IRAM 4062/01 en estos cuadros, se comparan los niveles de ruido medidos con los valores guía dados por el Banco Mundial (“General Environmental Guidelines, Pollution Prevention and Abatement Handbook”, Julio 1998), debido a que los ruidos de la actividad minera relacionados al tránsito de vehículos los cuales son fuentes fijas y no móviles.

**Cuadro 2.3-11**  
**Mediciones en Hospital de Calingasta**

Punto de Medición	Fecha	Horario	Nivel Guía (dBA)	L <sub>eq</sub> (dBA)	L <sub>max</sub> (dBA)	L <sub>min</sub> (dBA)	L <sub>10</sub> (dBA)	L <sub>90</sub> (dBA)
RC – 1	12/11/06	Mañana	55	60	78	48,5	61,5	51
RC – 1	12/11/06	Tarde	55	56	76	43	58	44
RC – 1	13/11/06	Noche	45	56	75	43	57,5	44,5

L max: nivel de presión sonora máximo

L mín: nivel de presión sonora mínimo

L eq: nivel de presión sonora equivalente



**Cuadro 2.3-12**  
**Mediciones en Iglesia “La Capilla”**

Punto de Medición	Fecha	Horario	Nivel Guía (dBA)	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	L 10 (dBA)	L 90 (dBA)
RC – 2	12/11/06	Mañana	55	57	77	40	55	42
RC – 2	12/11/06	Tarde	55	55	68,5	36,5	61	40
RC – 2	13/11/16	Noche	45	60	73	42	66	43

L max: nivel de presión sonora máximo

L mín: nivel de presión sonora mínimo

L eq: nivel de presión sonora equivalente

**Cuadro 2.3-13**  
**Mediciones en Dispensario de Puchuzum**

Punto de Medición	Fecha	Horario	Nivel Guía (dBA)	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	L 10 (dBA)	L 90 (dBA)
RC – 3	12/11/06	Mañana	55	38	48	30	40	33
RC – 3	12/11/06	Tarde	55	53	76	32	48	35
RC – 3	12/11/16	Noche	45	49	69	40,5	48,5	43

L max: nivel de presión sonora máximo

L mín: nivel de presión sonora mínimo

L eq: nivel de presión sonora equivalente

**Cuadro 2.3-14**  
**Mediciones en Dispensario de Villa Nueva**

Punto de Medición	Fecha	Horario	Nivel Guía (dBA)	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	L 10 (dBA)	L 90 (dBA)
RC – 4	12/11/06	Mañana	55	40	50	34	44	35
RC – 4	12/11/06	Tarde	55	55	63,5	45	58	49
RC – 4	12/11/16	Noche	45	51	72	45	50,5	47

L max: nivel de presión sonora máximo

L mín: nivel de presión sonora mínimo

L eq: nivel de presión sonora equivalente



**Cuadro 2.3-15**  
**Mediciones en Hábitat**

Punto de Medición	Fecha	Horario	Nivel Guía (dBA)	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	L 10 (dBA)	L 90 (dBA)
RC – 5	13/11/06	Diurno	55	50	65	28	54	33

L max: nivel de presión sonora máximo

L mín: nivel de presión sonora mínimo

L eq: nivel de presión sonora equivalente

De los cuadros anteriores, se observa que los mayores niveles de presión sonora durante la mañana se registraron en el Hospital de Calingasta (RC-1) y en la Iglesia (RC-2), excediendo en 10 y 7 dBA respectivamente, el nivel guía establecido por el Banco Mundial de 55 dBA. Durante la tarde, todos los niveles de ruido registrados se ubican en torno al nivel de referencia; mientras que en la noche, las mediciones registradas en los cuatro puntos de medición superaron el valor establecido de 45 dBA, alcanzándose el mayor valor en la Iglesia de Calingasta con 60 dBA.

Los niveles de ruido observados en el Hospital de Calingasta, pueden estar relacionados con la importante circulación de autos, camionetas, combis y motos, pertenecientes a los habitantes de la zona, que se registró durante la campaña de medición, siendo éstos probablemente la principal fuente de generación de ruido.

De otro lado, se debe destacar que la circulación de motos genera un elevado nivel de ruido, por un breve periodo de tiempo. En efecto, en la Iglesia de Calingasta se registró el paso de un auto y una moto en horario nocturno, y en el Dispensario de Puchuzum también se registró el paso de una moto en el mismo horario; superando en ambos casos los niveles de referencia para el ruido en horario nocturno. Presumiblemente, la trasgresión del nivel guía esté relacionado con el paso de estos vehículos.

Adicionalmente se llevó a cabo una sola medición de ruido en la futura zona de operaciones (RC-5) con la finalidad de registrar el nivel de presión sonora existente al cual se encuentran adecuados los habitat existentes en la influencia de las futuras operaciones.

#### **2.3.4.2 Estudio de Vibraciones**

Durante el mes de noviembre de 2006 (días 24 y 25), se realizaron mediciones de niveles de vibración en distintas localidades del Departamento de Calingasta de la Provincia de San Juan. Las mediciones estuvieron orientadas al registro de vibraciones por el tránsito de vehículos en estas localidades, para su comparación



con valores de referencia. Los sitios donde se realizaron las mediciones se presentan en el Cuadro 2.3-16.

**Cuadro 2.3-16**  
**Ubicación de los Puntos de Muestreo**

Punto de Monitoreo	Ubicación	Coordenadas Gauss Kruegger	
		E (m)	N (m)
VC-1	Puente sobre el Río San Juan en Pachaco	2.490.331	6.539.820
VC-2	Puente sobre el Río de los Patos a la entrada de Calingasta	2.460.665	6.534.450
VC-3	Hospital Aldo Cantoni de Calingasta	2.460.166	6.534.337
VC-4	Iglesia “La Capilla”	2.459.651	6.534.322
VC-5	Iglesia de Puchuzum	2.455.327	6.555.425
VC-6	Casa sobre la ruta en Villa Nueva (familia Caligoli)	2.452.369	6.564.150
VC-7	Puente sobre el Río Castaño (en Villa Nueva)	2.452.720	6.564.909

En los Cuadros 2.3-17 y 2.3-18 se presentan los valores globales obtenidos para los distintos puntos de medición y los vehículos registrados en cada punto de medición, respectivamente.

**Cuadro 2.3-17**  
**Mediciones de Velocidad Pico (mm/s)**

Frecuencia (Hz)	VC-1	VC-2	VC-3	VC-4	VC-5	VC-6	VC-7
Global	0,225	0,528	0,480	0,343	0,224	0,307	0,390

**Cuadro 2.3-18**  
**Vehículos Registrados**

Punto de Monitoreo	Ubicación	Vehículos
VC-1	Puente sobre el Río San Juan en Pachaco	Camioneta
VC-2	Puente sobre el Río de los Patos a la entrada de Calingasta	Camión de dos ejes, cargado.
VC-3	Hospital Aldo Cantoni de Calingasta	Camioneta
VC-4	Iglesia “La Capilla”	Camión con acoplado, cargado.
VC-5	Iglesia de Puchuzum	Camión semi-remolque, cargado.
VC-6	Casa sobre la ruta en Villa Nueva (familia Caligoli)	Colectivo
VC-7	Puente sobre el Río Castaño (en Villa Nueva)	Camión de dos ejes, cargado.



La caracterización de esta componente se efectuó en términos de valores de velocidad pico de vibración en la dirección vertical, tanto global como en bandas de tercios de octava desde los 1 Hz a los 80 Hz. Su análisis se realizó según la norma internacional DIN 4150:1999, para vibraciones en edificaciones. Esta normativa establece velocidades verticales de partículas máximas para la mantención de edificaciones y/o estructuras, tal como se indica en el Cuadro 2.3-19.

**Cuadro 2.3-19**  
**Valores Recomendados de Velocidad Vertical de Partícula (VVP)**

Clase	Descripción	VVP (mm/s)
I	Otras edificaciones y monumentos históricos.	2,4 – 4,4
II	Residencias, oficinas y otras similares construidas de forma tradicional y en condiciones normales.	4,8 - 8
III	Edificaciones estables en condiciones normales.	18 - 30

Comparando los valores obtenidos por las mediciones y con los dados por la norma DIN, se concluye que los niveles en todos los sitios de monitoreo son menores a los límites establecidos por la normativa.

## **2.4 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA**

La presente sección describe las condiciones de línea de base de los recursos hídricos existentes en el área de estudio del Proyecto Casposo. Para ello se describe el medio físico y geográfico de la zona, la hidrografía superficial y subterránea, y se indica además el estado actual de la calidad de las aguas de los cursos superficiales y subterráneos del área de estudio.

En los Apéndices 2.3 al 2.5 se presentan los distintos anexos que complementan el estudio de línea de base de hidrología e hidrogeología. El Apéndice 2.4 incluye las tablas y figuras que complementan el desarrollo de esta línea de base, además de un texto consolidado con los resultados de calidad de las aguas superficiales y subterráneas referidas en esta sección. El Apéndice 2.3 presenta los resultados de ensayos Slug Test realizados para la caracterización hidrogeológica del área. Finalmente el Apéndice 2.5, presenta los resultados de la prueba de bombeo realizada por Magnata en la zona de Vallecito. El Apéndice 2.8b presenta un álbum fotográfico con imágenes del área de estudios.

### **2.4.1 Descripción del Medio Físico – Geográfico**

El Proyecto Casposo se ubica aproximadamente a 30 km al oeste de la confluencia de los Ríos de Los Patos y Castaño, en la localidad de Calingasta, provincia de San Juan, en el Departamento de Calingasta. Este sector se ubica entre la Cordillera de los Andes y la Precordillera de San Juan. La zona del proyecto se encuentra sobre el margen oeste del Valle de Iglesia-Calingasta-Uspallata, el cual tiene una orientación norte-sur, igual que la Precordillera y Cordillera Frontal.



Esta zona posee un relieve montañoso con altitudes que van desde los 2.000 m s.n.m. en el límite de la zona de piedemonte, hasta más de 4.500 m s.n.m. en las cumbres que limitan las cuencas de Quebrada de Las Burras y Vallecito.

#### **2.4.1.1 Cuenca Zona de Proyecto**

El área específica del proyecto se ubica sobre la zona de piedemonte (2.500 m s.n.m), inmediatamente al noreste de Quebrada Vallecito, alcanzando cotas cercanas a los 3.600 m s.n.m. en el límite occidental. La cuenca asociada al proyecto, subcuenca de la zona alta del Río San Juan, alcanza un área aproximada de 40 km<sup>2</sup>, no presenta escurrimiento permanente y su capacidad de acumulación de agua subterránea es escasa.

Además posee las características típicas de las subcuencas más pequeñas del sistema Castaño-de Los Patos (áreas menores a 100 km<sup>2</sup>), y que se encuentran en las primeras elevaciones montañosas. En ellas, las áreas aportante alcanzan tamaños entre 10 y 50 km<sup>2</sup>, pero por la gran pendiente, corta longitud del drenaje principal (no mayores a 5 km) y ausencia de condiciones favorables para la acumulación de agua subterránea (suelos de alta conductividad hidráulica), la escorrentía producida por la fusión de la nieve o por las precipitaciones ocasionales drenan rápidamente hacia las zonas bajas. Cuando el caudal es suficiente, las aguas de este sector desembocan en el Río Castaño, al norte de Villa Corral.

Los cauces menores que se identifican en esta zona corresponden a la Aguada del Molle, Aguada de Mercado, Aguada del Nipe, Aguada El Berraco y Aguada Cerro Norte. En las tres primeras, los cauces se encontraron completamente secos durante las campañas de monitoreo de calidad de agua realizadas durante el año 2006. Los cauces restantes presentaron pequeños escurrimientos del orden de 2,0 a 3,0 l/s, principalmente asociados al deshielo de la escasa nieve que logra caer en este sector.

#### **2.4.1.2 Cuenca Quebrada Vallecito**

La cuenca de Quebrada Vallecito se ubica también sobre la zona de piedemonte (2.500 m s.n.m), inmediatamente al noreste de Quebrada de Las Burras, alcanzando cotas cercanas a los 4.500 m s.n.m. en el límite occidental. Esta cuenca alcanza un área aproximada de 58,4 km<sup>2</sup> y presenta escurrimiento permanente sólo en su parte alta debido a condiciones geológicas, con estrechuras de paredes rocosas que permiten el afloramiento de las aguas. Bajando hacia el valle, unos 3 km aguas arriba de la confluencia con Quebrada del Potrerito, la quebrada se hace más ancha y las aguas se infiltran completamente. Los caudales medidos en el sector alto oscilan entre 3,0 a 50 l/s y su variabilidad depende de las condiciones hidrológicas de la zona.



Una vez en la zona de piedemonte, la Quebrada Vallecito pasa a llamarse Río de La Puerta, el que presenta escurrimientos ocasionales (sólo durante tormentas), desembocando en el Río Castaño, al norte de Villa Corral.

#### **2.4.1.3 Cuenca Quebrada de Las Burras**

La cuenca de Quebrada de Las Burras se ubica más al interior de la zona montañosa (1.500 m s.n.m), inmediatamente al suroeste de Quebrada Vallecito y al norte de la cuenca del Río Calingasta, alcanzando cotas cercanas a los 4.600 m s.n.m. en el límite occidental. Esta cuenca alcanza un área aproximada de 147,3 km<sup>2</sup> y presenta escurrimiento permanente durante gran parte del año, con un régimen nivopluvial. Los caudales medidos en el sector alto, antes de la llegada a la zona de piedemonte, oscilan entre 100 y 700 l/s y su variabilidad depende de las condiciones hidrológicas de la zona.

La Quebrada de Las Burras nace de la confluencia de los Arroyos Taponcito y Los Tapones la que ocurre a una cota de 3.000 m s.n.m. Una vez en la zona de piedemonte, la Quebrada de Las Burras toma también el nombre de Arroyo Carrizal, el que desemboca en el Río Castaño, al sur de Villa Corral, y justo antes de la junta del Río Castaño con el Río de Los Patos.

#### **2.4.1.4 Otras Cuencas Asociadas al Proyecto**

Dentro de la zona general de estudio, también se identifican las cuencas del Río Castaño, de Los Patos y Calingasta. Estos ríos también nacen en la Cordillera Frontal, pero alcanzan un desarrollo más importante que las cuencas de Quebrada Vallecito o de Las Burras.

El Río Castaño nace de los aportes de los Ríos San Francisco, Melchor, de Los Patillos y Valle Hermoso, los cuales se forman en la divisoria de aguas en el límite con Chile, sobre los 5.000 m s.n.m., cubriendo un área aproximada de 7.330 km<sup>2</sup>. Su escurrimiento tiene un sentido principalmente Norte-Sur y a la altura de Calingasta, antes de la confluencia con el Río de Los Patos, alcanza un caudal medio del orden de 10,5 m<sup>3</sup>/s. Su régimen es nivopluvial.

El Río Calingasta, nace en el sector del límite con Chile y tiene un recorrido hacia el oriente en medio del Cordillera de Ansilta y el Cordón de Carrizalito. Sus cotas máximas superan los 4.000 m s.n.m., cubriendo un área aproximada de 1.500 km<sup>2</sup>. Su régimen hidrológico es nivopluvial. Al llegar al poblado de Calingasta confluye hacia el Río de Los Patos. En este punto, alcanza un caudal medio del orden de 2,0 m<sup>3</sup>/s.



Por su parte, el Río de Los Patos nace en el Cordón Espinacito, inmediatamente al norte del límite entre las provincias de San Juan y Mendoza. En su recorrido hacia el norte, recibe aportes de cuencas cordilleranas como el Río de Las Leñas, Río Blanco, Río de Ansilta y finalmente el Río Calingasta, justo antes de pasar por el poblado del mismo nombre. Al igual que el Río Castaño, las cotas de los sectores más altos logran superar los 5.000 m s.n.m., cubriendo un área aproximada de 11.500 km<sup>2</sup>. Antes de llegar a la junta con el Río Calingasta, el Río de Los Patos alcanza un caudal medio del orden de 49 m<sup>3</sup>/s. Al igual que el Castaño, su régimen es nivopluvial.

De la junta del Río de Los Patos y el Río Castaño nace el Río San Juan, que en esta zona alta mantiene las características nivopluviales de sus ríos afluentes, atravesando la provincia de San Juan en dirección hacia el oriente. Antes del Dique de Ullum, el caudal medio del río alcanza un valor del orden de los 56 m<sup>3</sup>/s. El área total de la cuenca del Río San Juan cubre aproximadamente 38.550 km<sup>2</sup>.

#### **2.4.2 Descripción de los Cuerpos de Aguas Superficiales**

Los recursos hídricos identificados en la zona de estudio están relacionados principalmente con el aporte de las cuencas de Quebrada Vallecito y de Las Burras, ubicadas en la Cordillera Frontal. Ambas presentan caudales permanentes cuya magnitud está condicionada por su área aportante y la cota que alcanzan, información que se muestra en el Cuadro 2.4 1. Estas quebradas forman parte de la cuenca del Río Castaño, el que junto al Río de Los Patos, son los principales afluentes de la zona alta del Río San Juan.

**Cuadro 2.4-1**  
**Características de las cuencas de la zona**

<b>Cauce</b>	<b>Caudal Medio* (l/s)</b>	<b>Cota Máxima (m s.n.m.)</b>	<b>Área Aportante (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Caudal Específico (l/s/km<sup>2</sup>)</b>
Queb. Vallecito	15,5	3.960	58,4	0,27
Queb. de las Burras	350,0	4.600	147,3	2,37

(\*) Caudal medio estimado con método de Curva Número.

Dado que no se dispone de estaciones fluviométricas en la zona de estudio que permitan evaluar y conocer el comportamiento histórico de la escorrentía en las quebradas donde se desarrollará el proyecto, fue necesario llevar a cabo un estudio que permitiera evaluar los recursos hídricos existentes en la zona. Para ello se han realizado aforos mensuales durante el período febrero 2006 a abril 2007, los que se han utilizado para caracterizar el comportamiento de las quebradas. Estos puntos de monitoreo se indican en el Cuadro 2.4-2 y en el Cuadro 2.4-3. En el Cuadro 2.4-4 se muestran los resultados



obtenidos. En las campañas desde noviembre 2006 en adelante se realizaron aforos adicionales en la zona de Vallecito y Potrerito, los que muestran que en esta época el agua es escasa y que en algunos sectores no se dispone superficialmente (toda el agua se infiltra). En el Mapa 2.8 se muestra la ubicación de los puntos de aforo.

**Cuadro 2.4-2**  
**Puntos de Aforo. Período Febrero 2006 a Abril 2007**

Denominación	Coordenadas Gauss-Kruger		
	N (m)	E (m)	Altitud (m s.n.m.)
V6 Quebrada Vallecito	6.548.369	2.434.366	2.705
V7 Afluente Arroyo Vallecito	6.548.727	2.433.955	2.765
VA2 Vertiente de Araya	6.543.428	2.457.900	1.348
RC Río Castaño	6.567.176	2.450.015	1.611
Rca Río Calingasta	6.529.751	2.449.020	1.566
LP1 Río de los Patos	6.534.263	2.460.856	1.364
QB Quebrada de las Burras	6.539.700	2.446.371	1.753

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 2.4-3**  
**Puntos de Aforo. Campañas Noviembre 2006 a Abril 2007.**

Denominación	Coordenadas Gauss-Kruger		
	N (m)	E (m)	Altitud (m s.n.m.)
AF-KP-00 Quebrada del Potrerito	6.545.199	2.433.502	2.950
AF-KP-01 Quebrada del Potrerito	6.544.412	2.435.486	2.650
AF-KP-02 Quebrada del Potrerito	6.544.066	2.435.956	2.580
AF-KP-03 Quebrada Vallecito	6.549.949	2.433.334	2.890
AF-KP-04 Quebrada Vallecito	6.548.462	2.434.195	2.780
AF-KP-05 Quebrada Vallecito	6.547.130	2.435.050	2.630
AF-KP-05a Quebrada Vallecito	6.547.794	2.434.661	2.690

Fuente: Elaboración propia



**Cuadro 2.4-4**  
**Caudales Medidos (l/s). Red de Aforo Proyecto Casposo (2006-2007)**

Punto	Campañas - Año 2006									Campañas - Año 2007				
	# 1 20 Feb	# 2 10 Abr	# 3 01 Jun	# 4 05 Jul	# 5 09 Ago	# 6 06 Sep	# 7 03 Oct	# 8 10 Nov	# 9 29 Nov	# 10 31 Ene	# 11 14 Feb	# 12 28 Feb	# 13 22 Mar	# 14 11 Abr
V6	14	9	5	4	38	21	14	33	10	7	< 1	seco	seco	seco
V7	7	4	2	2	8	5	5	4	3	< 2	< 1	< 1	< 1	< 1
VA2	2.590	2.057	1.811	1.714	1.546	1.822	1.509	1.675	1.690	1.811	1.796	1.879	1.770	1.632
RC	30.430	15.070	13.304	12.250	13.544	14.301	21.291	28.895	41.134	23.019	18.900	14.538	13.324	12.476
Rca	6.805	1.220	776	595	380	873	855	1.205	2.855	4.411	3.682	2.374	2.049	1.405
LP1	76.000	38.340	35.450	33.680	34.041	35.392	52.451	69.213	96.881	57.881	48.686	38.605	36.264	33.731
QB	-	-	-	-	-	114	154	373	713	396	319	225	192	121
AF-KP-00	-	-	-	-	-	-	-	-	3	< 2	< 1	< 1	< 1	< 1
AF-KP-01	-	-	-	-	-	-	-	-	4	< 2	< 1	< 1	< 1	< 1
AF-KP-02	-	-	-	-	-	-	-	-	2	seco	seco	seco	seco	seco
AF-KP-03	-	-	-	-	-	-	-	-	15	< 1	< 1	< 1	seco	seco
AF-KP-04	-	-	-	-	-	-	-	-	15	4	2	2	< 1	< 1
AF-KP-05	-	-	-	-	-	-	-	-	seco	seco	seco	seco	seco	seco
AF-KP-05a	-	-	-	-	-	-	-	-	4	seco	seco	seco	seco	seco

Fuente: Elaboración propia. (-): no se midió <: menor que



#### **2.4.2.1 Quebradas Zona de Proyecto**

Como se mencionó anteriormente, las cuencas de las quebradas en la zona de proyecto poseen una limitada extensión y alta pendiente, por lo que los escurrimientos ocasionales que ocurren durante las tormentas y posterior deshielo drenan con rapidez hacia la zona baja. Sólo en la Aguada El Berraco y Aguada Cerro Norte se han observado caudales del orden de 2 a 3 l/s, en cambio en la Aguada del Molle, Aguada de Mercado y Aguada del Nipe siempre se encontraron los cauces secos.

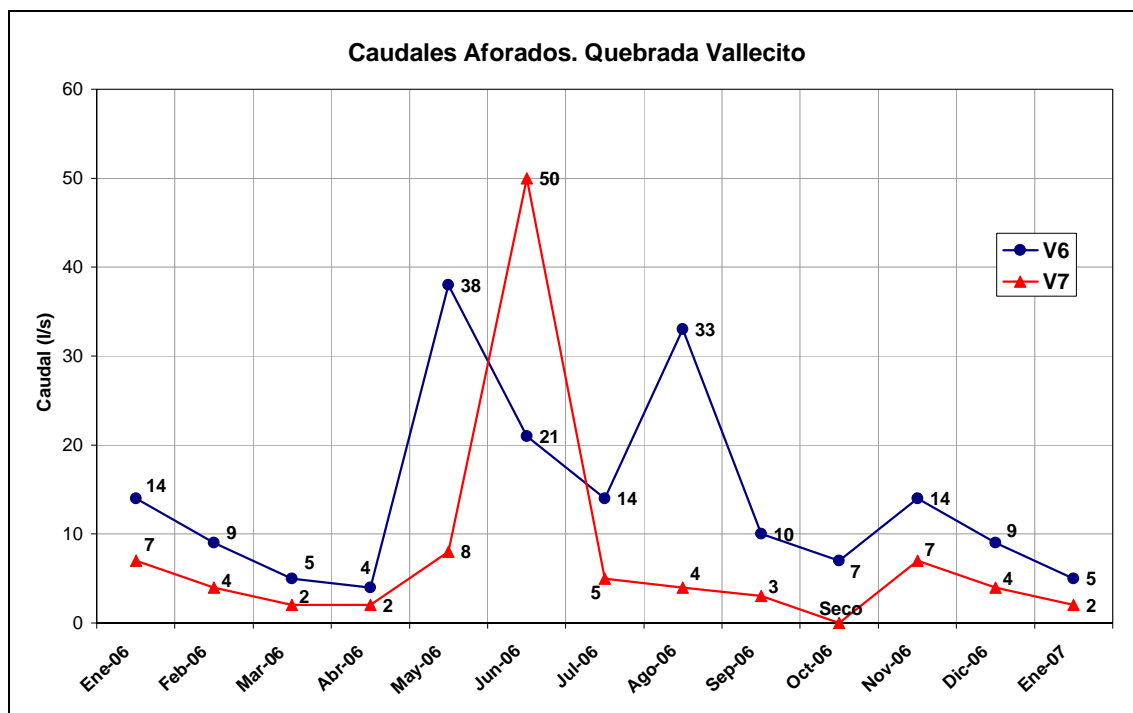
En el Álbum Fotográfico del Apéndice 2.8b se pueden observar estas quebradas.

#### **2.4.2.2 Quebrada Vallecito**

Particularmente importante por estar cerca del yacimiento es la Quebrada Vallecito. El curso de este arroyo se presenta en la zona alta con quebradas abruptas de paredes rocosas (punto aforo V7), lo que permite que el flujo subsuperficial aflore en los estrechamientos, observándose en el punto de aforo V6 valores de caudal que oscilan entre los 4 y 38 l/s (Cuadro 2.4-4). En la Ilustración 2.4-1 se observa que por lo general el caudal aumenta hacia la zona baja (desde V7 a V6).

Del mismo modo, más avanzado hacia el valle, el relleno sedimentario altamente permeable hace que el flujo se infiltre (aguas abajo de V6). En esta zona, los aportes hídricos de quebradas laterales, como Quebrada del Potrerito, provienen de escasos escurrimientos superficiales (no mayor a 3,0 l/s) y recursos subterráneos que aportan directamente al acuífero de Vallecito, por lo que sólo puede ser aprovechado a través de la habilitación de pozos. En la zona media-baja del valle, sólo se observa escurrimiento durante los eventos de lluvia.





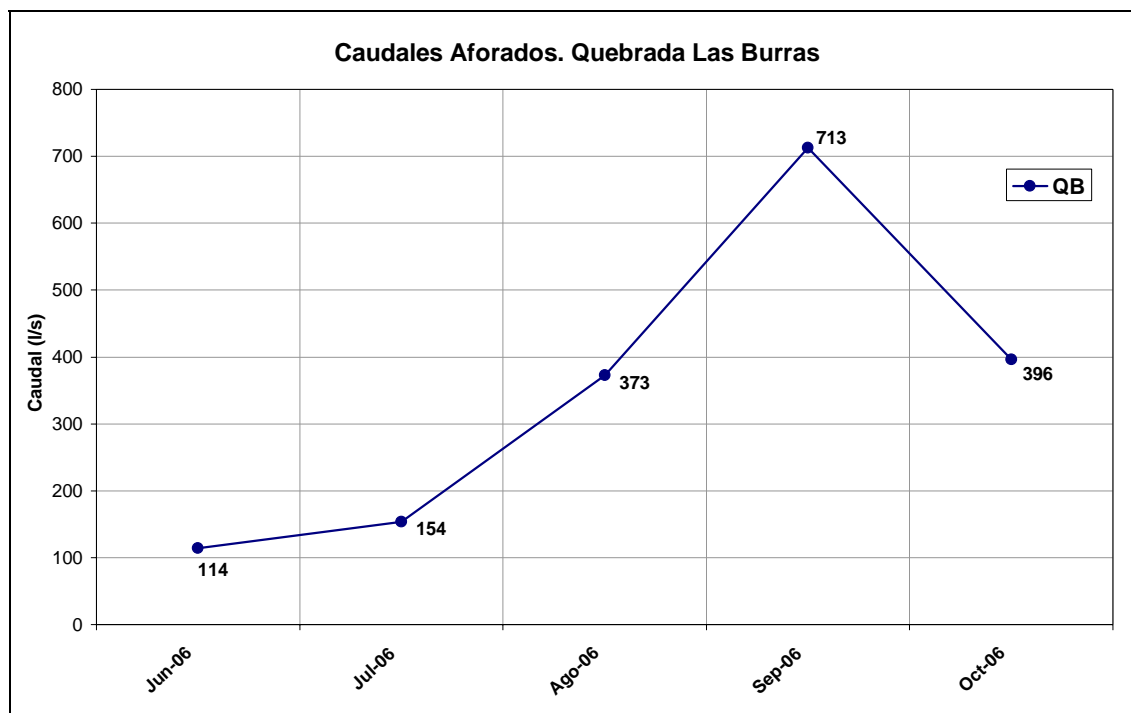
**Ilustración 2.4-1. Caudales Aforados en Quebrada Vallecito.**

En el sector de piedemonte, donde Quebrada Vallecito pasa a llamarse Río de la Puerta, la pendiente del terreno es notablemente menor que en la zona montañosa y el suelo, debido a sus características de relleno sedimentario (con 64 m de espesor), alcanza una elevada capacidad de infiltración. Debido a esto, una buena parte de la precipitación se infiltra y otra se almacena en la parte superior del suelo desde donde es evapotranspirada. De esta forma, la escorrentía superficial es por lo general nula, a diferencia de los sectores donde la roca aflora, como ocurre en las zonas altas de estos valles.

#### **2.4.2.3 Quebrada de Las Burras**

Para el sector de Quebrada de Las Burras (punto QB) de acuerdo a los aforos realizados (Cuadro 2.4-4), se observa un caudal permanente superior a los 100 l/s con un máximo en diciembre del orden de 700 l/s. En la Ilustración 2.4-2 se muestra la variación del caudal registrado durante las campañas de aforo de 2006.





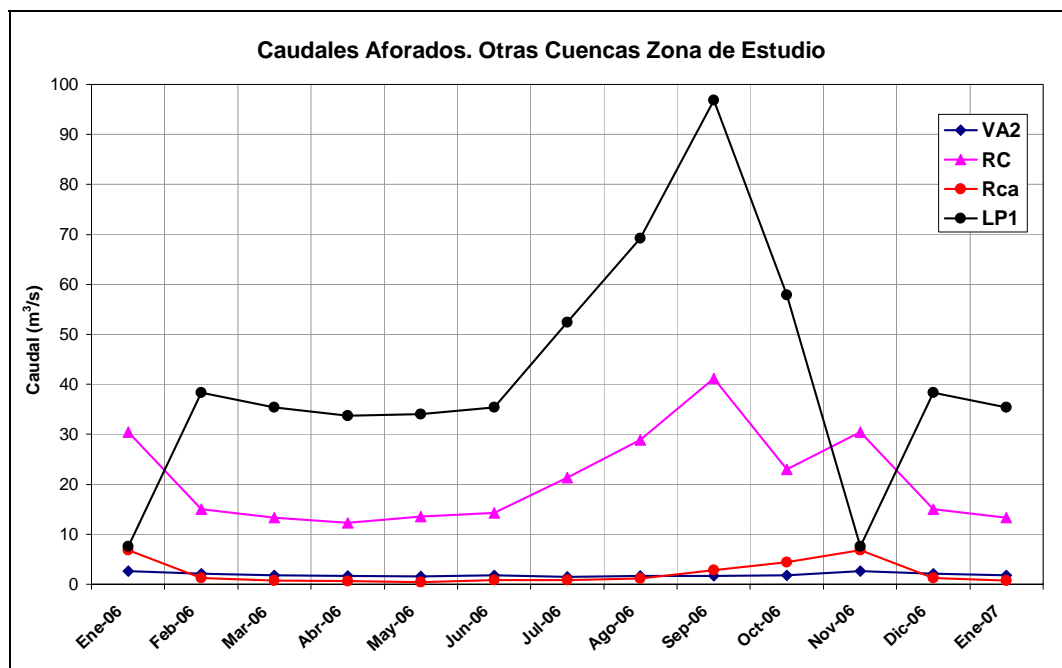
**Ilustración 2.4-2. Caudales Aforados en Quebrada Las Burras.**

#### **2.4.2.4 Otros Cuerpos Superficiales**

Además de los cuerpos de agua superficiales mencionados anteriormente: Zona de proyecto, Quebrada Vallecito y Quebrada de Las Burras, la red de monitoreo de caudales incluyó la realización de aforos en los ríos donde ocurren las descargas de las quebradas estudiadas o aquellos ríos con relevancia a nivel del Departamento de Calingasta. Es así como se realizaron aforos en los Ríos Castaño, de Los Patos, Calingasta y Vertiente de Araya.

En la ilustración 2.4-3 se muestra un gráfico con el comportamiento de los caudales en estos ríos registrado durante las campañas de 2006. En él se puede ver la importancia de los caudales de los Ríos Castaño y de Los Patos por sobre los demás cauces monitoreados. El Río Castaño, para las campañas de aforos realizadas, alcanza un caudal promedio de  $20,9 \text{ m}^3/\text{s}$  y el Río de Los Patos  $41,7 \text{ m}^3/\text{s}$ . En cambio la Quebrada de Las Burras alcanza sólo un promedio de  $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $350 \text{ l/s}$ ) y Quebrada Vallecito de  $0,014 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $14 \text{ l/s}$ ).





**Ilustración 2.4-3. Caudales Aforados en Río de Los Patos, Río Calingasta, Vertiente de Araya y Río Calingasta.**

### 2.4.3 Descripción de los Cuerpos de Aguas Subterráneas

Para la descripción de los cuerpos de aguas subterráneas se ha dividido la zona de estudio en dos subcuencas: Zona de Proyecto y Quebrada Vallecito. En ambas se dará a conocer la información disponible respecto a las características de los acuíferos existentes.

La información disponible se enmarca en campañas de monitoreos de niveles freáticos (desde octubre de 2006 a la fecha), ensayos de tipo Slug Test (Apéndice 2.3) y una prueba de bombeo realizada en el pozo KP-06 en febrero 2007 (Apéndice 2.5). Los pozos utilizados para la caracterización de la zona se indican en el punto 2.4.4 de este estudio.

En base a la información disponible, y utilizando la ecuación de Darcy, se ha caracterizado el movimiento del agua subterránea en el área de estudio a través del cálculo del agua pasante por cada sección. Para ello se han considerado las características físicas y parámetros hidráulicos en cuatro secciones tipo ubicadas en la zona de proyecto (pozos KP 01, KP-02) y en Quebrada Vallecito (pozos KP 04 y KP-05). En el Cuadro 2.4-5 se muestran las características físicas de estas secciones.



**Cuadro 2.4-5**  
**Movimiento del Agua subterránea**

Sección en Sondaje	a (m)	Ne (m)	Prof (m)	E (m)	A (m <sup>2</sup> )	i	K (m/día)	Q (l/s)
KP-01	500	21	68	47	23.500	0,10	0,45	12
KP-02	1.200	64	120	56	67.200	0,06	0,20	9
KP-05	100	16	48	32	3.200	0,08	10,00	30
KP-04*	600	52	200	148	88.800	0,05	0,18	9

Fuente: elaboración propia \*Pozo habilitado en roca.

Donde: a = Ancho de la sección tipo, Ne = Nivel estático, Prof. = Profundidad del basamento impermeable, E = Espesor saturado, A = Área de la sección saturada, i = Gradiente hidráulico, K= Permeabilidad y Q = Flujo pasante.

#### **2.4.3.1 Zona de Proyecto**

En el área de influencia hidrogeológica directa del proyecto, los cuerpos de agua subterránea están exclusivamente emplazados en roca fracturada y no presentan variaciones estacionales, al menos en el período de registro que se lleva hasta la fecha.

Esto indica que se trata de cuerpos de agua con desplazamientos muy lentos y que sus recargas no se originarían en la subcuenca del proyecto sino que podrían tener interconexión hidrogeológica con las subcuencas superiores mediante los sistemas de fallas que se observan en el Mapa 2.9.

En esta misma área no existen cuerpos de agua subterráneos emplazados en gravas, ya que estas presentan un pequeño desarrollo y por otra parte el respaldo hidrológico de la cuenca del proyecto no es suficiente como para generar recargas.

En el área del proyecto el caudal que potencialmente pasaría a través de la sección donde se ubica el pozo KP-01 es del orden de 12 l/s y hacia aguas abajo este caudal disminuye a 9 l/s en la sección del pozo KP-02. Se destaca el hecho de que estos caudales corresponden a un acuífero en roca volcánicas andesíticas y riolíticas fracturadas con algún grado de confinamiento, con profundidades que varían entre 68 y 120 m, con espesores saturados del orden de 50 m y un ancho variable entre 500 y 1200 m. Desde el KP-01 hacia aguas arriba, el gradiente hidráulico varía en un rango entre 12 % y 10% hasta los pozos RC-04-04 y RC-04-01. Desde allí hacia el sector donde se emplazará el rajo Kamila y el rajo Satélite, el nivel se mantiene estable por lo que no existe gradiente. Desde el KP-01 hacia aguas abajo, el gradiente disminuye progresivamente hasta alcanzar un 6 % en la parte baja (KP 02). Debido a esto, los caudales aquí estimados no representan un flujo que continuamente esté pasando.



A partir de los niveles registrados, se han confeccionado curvas piezométricas que se muestran en el Mapa 2.9.

Los demás parámetros físicos que describen a los cuerpos de agua subterránea resumidos en el Cuadro 2.4-5, se basan en la estratigrafía de los pozos, la cual se presenta en forma detallada en las Figuras 2.4-1, 2.4-2 y 2.4 3 del Apéndice 2.4.

#### **2.4.3.2 Quebrada Vallecito**

En el área de influencia indirecta del proyecto, referido a las subcuencas de la Quebrada Vallecito y su continuación hacia aguas abajo mediante la quebrada de La Puerta, se pueden identificar dos unidades acuíferas. El primero está formado en grava superficial constituido por sedimentos aluviales cuaternarios el cual se recarga muy rápidamente por las precipitaciones estacionales. La recarga sobre este acuífero se ve incrementada por los aportes de quebradas menores que se van desarrollando a medida que se desciende hacia el valle. Uno de los principales aportes lo constituye el acuífero de Quebrada del Potrerito. El acuífero aluvial superficial en la sección del pozo KP-06 y KP-05 alcanza una profundidad aproximada de 48 m con un espesor saturado de 32 m y un ancho de 100 m. El gradiente hidráulico en este sector alcanza aproximadamente al 8%.

En los resultados de la prueba de bombeo realizada en febrero de 2006 en el pozo KP 06 (las mediciones de nivel se realizaron en KP-05 que se ubica a 29,3 m), se obtuvieron valores de permeabilidad del orden de 40 a 45 m/d, lo que sugiere que el caudal pasante por la sección de KP-05 es del orden de 130 l/s.

También existe en esta área un acuífero profundo desarrollado en roca volcánica fracturada el cual tiene una respuesta más atenuada en el tiempo, respecto al período de máximas precipitaciones, que explica de buena manera lo que ocurre con los niveles observados en el piezómetro KP-04, ya que su nivel se ha incrementado continuamente a razón de 0,12 m/d desde octubre de 2006. Este acuífero alcanza en este pozo una profundidad estimada de 200 m con un espesor saturado de 148 m y un ancho medio de 600 m. El gradiente hidráulico en este sector alcanza aproximadamente al 5%. Los resultados del Slug Test estiman un caudal pasante (por la roca fracturada) de 30 l/s.

A partir de los niveles registrados, se han confeccionado curvas piezométricas que se muestran en el Mapa 2.9.



#### 2.4.4 Pozos de Monitoreo de Agua Subterránea

De acuerdo a la metodología expuesta en el Acápito 7.1.7, se definió una red de monitoreo de niveles y de calidad de agua subterránea. Esta red se compone de seis (6) pozos perforados y habilitados durante el año 2006 y por cuatro (4) sondajes mineros perforados con anterioridad. La red de monitoreo definida se presenta en los Cuadros 2.4-6 y 2.4-7 con las coordenadas, elevación, inclinación y profundidad de los pozos. La ubicación de los pozos se presenta en el Mapa 2.9.

En las Tablas 2.4-1 a 2.4-6 y Figuras 2.4-1, 2.4-2 y 2.4-3 del Apéndice 2.4 se muestran las litologías y perfiles de construcción registrados de los pozos KP-01, KP 02, KP-03, KP-04, KP-05 y KP-06. En la Tabla 2.4-7 del mismo apéndice se muestra el catastro de perforación y habilitación. Las unidades hidrogeológicas identificadas durante el reconocimiento hidrogeológico en la Quebrada Vallecito y en las quebradas del Área del Proyecto se describen en la Tabla 2.4-8.

**Cuadro 2.4-6**  
**Pozos de Monitoreo KP**

Pozo	Coordenadas *		Altitud (m s.n.m.)	Largo Pozo (m b.n.t.)**	Inclinación (°)	Habilitación
	E (m)	N (m)				
<b>KP-01</b>	2.440.409	6.547.631	2.310	80	-90	En roca
<b>KP-02</b>	2.444.002	6.545.891	2.034	120	-90	En roca
<b>KP-03</b>	2.441.448	6.547.386	2.229	102	-90	En roca
<b>KP-04</b>	2.440.317	6.543.419	2.212	126	-90	En roca
<b>KP-05</b>	2.437.200	6.543.542	2.391	36	-90	En grava
<b>KP-06</b>	2.437.225	6.543.558	2.391	35	-90	En grava

(\*) Proyección Gauss Kruger-Campo Inchauspe

Fuente: Intrepid

(\*\*) m b.n.t. : metros bajo el nivel de terreno.

**Cuadro 2.4.7**  
**Sondajes Mineros Proyecto Casposo**

Sondaje	Coordenadas *		Altitud (m s.n.m.)	Largo Pozo (m b.n.t.)	Inclinación (°)	Habilitación
	E (m)	N (m)				
<b>RC-04-01</b>	2.439.340	6.547.920	2.411	199	-60	En roca
<b>RC-04-04</b>	2.439.654	6.547.922	2.376	189	-60	En roca
<b>RC-04-12</b>	2.440.077	6.547.093	2.328	147	-60	En roca
<b>CA-06-179</b>	2.439.297	6.547.967	2.418	179	-90	En roca

(\*) Proyección Gauss Kruger-Campo Inchauspe

Fuente: Intrepid

La red de piezómetros cuenta con monitoreo de niveles de agua con una frecuencia quincenal desde su fecha de construcción en octubre y noviembre de 2006. Los niveles de agua registrados se presentan en las Tablas 2.4-9 a 2.4-18.



## **2.4.5 Calidad del Agua Superficial**

### **2.4.5.1 Aspectos Generales**

El contenido de este capítulo hace referencia al análisis e interpretación de los resultados de monitoreo mensual de calidad de agua superficial en el área de estudio del Proyecto Casposo, desarrollados durante el período febrero 2006 - enero 2007.

Adicionalmente, se dispone de antecedentes de calidad de agua en el área de interés del proyecto, proveniente de cinco (5) campañas de muestreo llevadas a cabo por Intrepid durante el período septiembre 2004 – diciembre 2005. Las campañas desarrolladas durante esta etapa tuvieron una frecuencia de muestreo menor a la considerada durante el período febrero 2006 – enero 2007, cuyas fechas de realización y sectores muestreados se especifican en el Cuadro 2.4-8.

**Cuadro 2.4-8**  
**Campañas de Monitoreo Período 2004 - 2005**

<b>Fecha de Monitoreo</b>	<b>Sectores Muestreados</b>
Septiembre 2004	Subcuenca del Proyecto, Quebrada Vallecito, Vertiente de Araya y Cuenca de Río Castaño
Diciembre 2004	Subcuenca del Proyecto, Quebrada Vallecito, Vertiente de Araya y Cuenca de Río Castaño
Abril 2005	Subcuenca del Proyecto, Quebrada Vallecito, Vertiente de Araya y Cuenca de Río Castaño
Julio 2005	Subcuenca del Proyecto, Quebrada Vallecito, Vertiente de Araya y Cuenca de Río Castaño
Diciembre 2005	Vertiente de Araya y Cuenca de Río Castaño

La caracterización de la calidad química del agua en la zona del proyecto considera por lo tanto, la información disponible a partir del año 2004, la que fue analizada en el Laboratorio ALS-Chemex ubicado en Mendoza.

Se debe mencionar que los puntos monitoreados durante el período 2004-2005 fueron considerados como base para la determinación de la red definitiva de muestreo de aguas superficiales del proyecto, la cual fue implementada a partir de febrero del año 2006.

### **2.4.5.2 Sitios de Muestreo**

La red de monitoreo de agua superficial está formada por diecisiete (17) estaciones regulares, distribuidas en las siguientes cuencas: Subcuenca del Proyecto, Quebrada Vallecito, Vertiente de Araya, Río Castaño, Río San Juan, Río de los Patos y Quebrada de las Burras. En el Cuadro 2.4-9 se detallan las coordenadas geográficas de las estaciones y la cuenca a la cual pertenecen.



**Cuadro 2.4-9**  
**Nominación y Coordenadas Gk\_Cai de Ubicación de Sitios de Monitoreo**

Sitios	Coordenadas			Cuenca	Descripción del Sitio
	E (m)	N (m)	Z (m)		
V1	2.439.773	6.547.776	2.320	Subcuenca del Proyecto	Aguada del Molle
V2	2.437.817	6.548.596	2.507		Aguada de Mercado
V3	2.438.086	6.549.763	2.527		Aguada del Nipe
V4	2.437.407	6.550.013	2.622		Aguada El Berraco
V5	2.440.557	6.549.236	2.293		Aguada Cerro Norte
V6	2.434.366	6.548.369	2.705	Quebrada Vallecito	Quebrada Vallecito
V7	2.433.955	6.548.727	2.765		Aguas arriba Quebrada Vallecito
VA1	2.457.086	6.546.131	1.380	Vertiente de Araya	Nacientes Vertiente de Araya
VA2	2.457.900	6.543.428	1.348		Vertiente de Araya aguas arriba V. Corral
RC1	2.447.007	6.571.780	1.656	Río Castaño	Río Castaño aguas arriba Pto. Collado
RC2	2.450.015	6.567.176	1.604		Río Castaño aguas arriba V. Nueva
RC3	2.456.304	6.556.125	1.458		Río Castaño aguas arriba Puchuzún
RC4	2.457.886	6.543.730	1.350		Río Castaño aguas arriba Va. Corral
RC5	2.460.351	6.541.553	1.327		Río Castaño aguas abajo Va. Corral
SJ1	2.469.285	6.543.634	1.283	Río San Juan	Río San Juan
LP1	2.460.856	6.534.263	1.364	Río de Los Patos	Río de los Patos
DU	2.533.611	6.517.053		Dique Ullum	Dique Ullum
QB	2.446.371	6.539.700	1.753	de Las Burras	Quebrada de las Burras

Respecto a la condición de los puntos de monitoreo en cada una de las campañas realizadas, la Tabla 2.4-19 del Apéndice 2.4 resume el estado de las campañas en donde se indica si las muestras fueron o no tomadas, y la condición del sitio al momento del muestreo. En cada una de ellas no fue posible monitorear la totalidad de las estaciones, ya que en ocasiones el punto de medición se encontró con cauce seco o con creciente.



En la Tabla 2.4-19 del mismo apéndice también se indica la condición N/A (No aplica), que se refiere a las estaciones no consideradas en las distintas campañas. Tal es el caso de la estación V7, que fue reemplazada por la estación ubicada en Quebrada Dique Ullum (DU) a partir de marzo de 2006.

#### **2.4.5.3 Calidad del Agua Superficial**

La caracterización química de los cursos de agua superficial identificados en cada una de las cuencas hidrográficas se ha realizado considerando los aspectos metodológicos que se describen en la Sección 7.0.

La información obtenida de dichas campañas de muestreo se presenta en las Tablas 2.4-20 y 2.4-22 del Apéndice 2.4, donde los parámetros analizados se encuentran en las siguientes clases:

- Parámetros físico – químicos.
- Cationes y aniones.
- Parámetros inorgánicos.
- Metales (totales y disueltos).

El análisis de parámetros adicionales considerados para la caracterización de la calidad del agua superficial en el área de influencia del proyecto, definidos como constituyentes principales, constituyentes menores, constituyentes traza, elementos no determinados y parámetros de interés limnológico, se presentan en el texto complementario correspondiente al Apéndice 2.4.

#### ***Subcuenca del Proyecto Casposo***

En general, la subcuenca del proyecto es una cuenca relativamente seca donde el agua se restringe a ciertas quebradas, las cuales finalmente se infiltran.

##### ***i. Parámetros Generales***

El análisis de calidad de agua en los sitios de muestreo ubicados en la subcuenca del proyecto, contempla los resultados de parámetros como pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos. Gráficamente, se presentan los resultados obtenidos en la Figuras 2.4-4 y 2.4-5 del Apéndice 2.4, para los períodos de muestreo desarrollados durante el año 2004-2005 y durante el año 2006, respectivamente.

En relación al contenido de pH en la subcuenca definida por el proyecto, se observan valores superiores a 7,0 u.ph, determinando la existencia de aguas que varían entre levemente alcalinas (contenido mayor a 7,0 u.pH) y alcalinas (mayor a 8,0 u.pH).

Los mayores valores detectados se han observado en la estación V5, cuyos máximos



se registraron durante septiembre 2004 (8,2 u.pH) y enero 2007 (8,1 u.pH). El registro máximo detectado se produjo en la estación V2 (8,3 u.pH), el cual fue analizado sólo durante septiembre 2004, ya que en las campañas posteriores este sitio se encontró seco. Dado que se dispone de un único dato en esta estación, no es posible concluir acerca del grado de alcalinidad existente.

Considerando la información de los puntos V3, V4 y V5, por presentar mayor extensión de registros, se observa que los niveles de pH aumentan aguas abajo (Ver Mapa 2.8), es decir, el contenido promedio de V5 aumenta respecto al valor medio de V3 y éste a su vez es mayor que el pH promedio de la estación V4. Esta información se refleja en las Figuras 2.4-6 y 2.4-7 del Apéndice 2.4.

Las mediciones de conductividad eléctrica permiten concluir que existe una gran variación de la salinidad en la estación V5 respecto a los valores de conductividad registrados en las estaciones V3 y V4. Las estaciones V3 y V4 presentan una concentración promedio de 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que la estación V5 presenta valores cuyo contenido promedio es de 2.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , aproximadamente.

Las concentraciones de Sólidos Disueltos Totales (SDT), presentan el mismo comportamiento que la CE, ya que nuevamente la estación V5 destaca por presentar los mayores niveles sobrepasando los 1200 mg/l, mientras que en el resto de las estaciones las concentraciones promedio presentan 300 mg/l, aproximadamente. Se desprende al igual que los parámetros de pH y CE, que la concentración de SDT aumenta aguas abajo de la cuenca.

En general, se han detectado niveles de conductividad y de sólidos disueltos característicos de aguas con bajo contenido de sales en la cuenca definida por el proyecto.

El contenido de sólidos suspendidos totales en el área de influencia directa del proyecto presenta valores menores a 200 mg/l en todas las estaciones muestreadas, por lo que se concluye que del contenido de sólidos presentes en el agua, un contenido menor al 10% corresponde a material suspendido en el agua.

## ***ii. Tipo de Agua***

Considerando la información de calidad química obtenida durante las campañas de muestreo desarrolladas durante el período febrero 2006 – enero 2007 en la subcuenca definida por el proyecto, se ha realizado un análisis hidroquímico de calidad de agua. Los puntos considerados para el análisis de calidad del agua corresponden a los puntos V3, V4 y V5.



De aquellas muestras que satisfacen el criterio del error de cierre, se ha desarrollado un esquema de variación hidroquímica mediante la utilización de diagramas de Stiff y Piper (Figura 2.4-12 y Figura 2.4-13, respectivamente del Apéndice 2.4). La información generada en los puntos de monitoreo V3 y V4, permite concluir la presencia de aguas de tipo cálcico-bicarbonatadas-sulfatadas (Ca- HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>).

### ***iii. Capacidad de Uso de las Aguas***

Con los resultados disponibles del período analizado, se ha podido determinar que los elementos que en ocasiones sobrepasan alguna de las capacidades de uso según se indica en las Tablas 2.4-21 y 2.4-22 del Apéndice 2.4, corresponden a:

- SDT (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, para irrigación y para consumo de bebida de ganado).
- Fluoruro (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, para irrigación, para consumo de bebida de ganado, uso de agua salada y salobre (uso acuático)).
- Arsénico Total (Supera nivel guía para uso de agua salada (acuática)).
- Plata Total (Supera nivel guía para agua salada y para agua dulce (acuática)).
- Aluminio Total y Antimonio Total (Superan nivel guía para consumo de bebida humana).
- Mercurio Total (Supera nivel guía para agua salada y para agua dulce (acuática)).
- Boro Total (Supera nivel guía para irrigación).
- Zinc Total (Supera nivel guía para consumo de bebida de ganado).

### ***Quebrada Vallecito***

Los puntos de monitoreo en esta cuenca son las estaciones V6 y V7 (ver Mapa 2.8). Tal como se indica en la Tabla 2.4-19 del Apéndice 2.4, la estación V7 sólo fue considerada durante la campaña de febrero 2006, ya que fue reemplazada en forma posterior por la estación DU ubicada en el sector de Dique Ullum. La información disponible de una sola campaña de monitoreo no permite concluir acerca de la variabilidad de la calidad en la estación V7, por lo cual el análisis de calidad en Quebrada Vallecito se concentra en la información de la estación V6.

#### ***i. Parámetros Generales***

Los parámetros generales (pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales) medidos en este sitio se presentan gráficamente en las Figuras 2.4-48 y 2.4-49 (Apéndice 2.4).

La variación de pH de la estación V6 que se muestra en las Figuras 2.4-14 y 2.4-15, indica que en el transcurso del año los niveles de pH presentan valores que en promedio alcanzan las 8,0 unidades de pH. El valor mayor detectado se registró en las campañas de abril, mientras que los mínimos alcanzados se produjeron durante



agosto y octubre. Los valores de pH promedio medidos permiten caracterizar el agua superficial como alcalinas.

Como se indica en la Figura 2.4-15, la conductividad eléctrica en la estación V6 se mantiene prácticamente constante a lo largo del período de monitoreo, con valores promedios que bordean los 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Respecto del contenido de sólidos presentes en el agua, se observa que una fracción mínima se encuentra en suspensión, el porcentaje restante (superior al 90%), se encuentra en estado disuelto en el cauce donde se encuentra la estación V6. Los valores de SDT durante el período de monitoreo presentan valores que varían aproximadamente entre los 100 y 200 mg/l, a excepción de la campaña de diciembre del 2004 donde se registró un valor superior a los 400 mg/l. En términos generales, la concentración de SDT determina un bajo contenido de sales disueltas en el agua.

Los parámetros estadísticos considerados para representar la variabilidad entre los valores máximos y mínimos detectados en los parámetros generales se indican en la Figura 2.4-16 y 2.4-17.

## **ii. *Tipo de Agua***

Considerando la información de calidad química disponible en la cuenca definida por Quebrada Vallecito, se ha realizado un análisis hidroquímico de calidad de agua.

Para la estación V6, se ha desarrollado un esquema de caracterización hidroquímica mediante la utilización de diagramas de Stiff y Piper (Figura 2.4-22 y Figura 2.4-23, respectivamente). La información generada para el punto V6 permite concluir la presencia de aguas tipo cálcico-bicarbonatadas-sulfatadas ( $\text{Ca} - \text{HCO}_3\text{-SO}_4$ ), al igual que las estaciones V3 y V4 ubicadas en la subcuenca del proyecto.

## **iii. *Capacidad de Uso de las Aguas***

Considerando los resultados disponibles, se ha podido determinar que los elementos que en ocasiones sobrepasan alguna de las capacidades de uso, según se indica en las Tablas 2.4-21 y 2.4-22 (Apéndice 2.4), corresponden a:

- pH (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, para irrigación, para consumo de bebida de ganado, agua dulce (acuática), agua salada (acuática) y agua salobre (acuática)).
- Aluminio Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana y agua salada (acuática)).
- Arsénico Total (Supera nivel guía para uso de agua salada (acuática)).



- Cobre Total (Supera nivel guía para uso de agua dulce (acuática) y agua salada (acuática)).
- Plomo Total (Supera nivel guía para agua dulce (acuática)).

### ***Cuenca Río Castaño***

El análisis de calidad del agua en la cuenca de Río Castaño se basa en los resultados de monitoreos en las estaciones RC1, RC2, RC3, RC4 y RC5, ubicadas a lo largo del cauce del río. La caracterización de esta cuenca además incluye la información de calidad de agua de dos estaciones pertenecientes a Vertiente de Araya, identificadas como VA1 y VA2, cuya descarga se produce en Río Castaño aguas abajo de las estaciones RC3 y RC4, respectivamente (ver Mapa 2.8).

#### ***i. Parámetros Generales***

Los parámetros generales analizados a lo largo de Río Castaño (pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales) medidos durante el período de monitoreo se presentan gráficamente en las Figuras 2.4-24 y 2.4-25 (Apéndice 2.4).

En relación al contenido de pH en este sector, se observó durante el período 2004-2005 un descenso de los niveles en la totalidad de los puntos, alcanzando los menores registros durante la campaña de diciembre de 2005 (7,4 u.pH). Los mayores valores de pH detectados se producen en el punto RC4, con valores que en ocasiones superan los 8,5 u.pH. Durante el año 2006, se observó una menor variabilidad en los valores de pH, con registros que principalmente variaron entre 7,8 y 8,2 u.pH. De los datos presentados en la Figura 2.4-24 y 2.4-25, se concluye que a lo largo del cauce se presenta la misma variación temporal de este parámetro.

En tanto, las aguas de Vertiente de Araya presentan los menores valores de pH con promedios de 7,5 (VA1) y 7,8 (VA2) aproximadamente, valores mantenidos durante todo el período de monitoreo. De acuerdo a la Figura 2.4-35 los niveles de pH son variables con niveles mínimos en agosto y noviembre.

En términos generales, los valores de pH medidos en las estaciones existentes a lo largo de Río Castaño y en Vertiente de Araya permiten caracterizar el agua superficial de Río Castaño con variaciones que lo clasifican entre levemente alcalinas y alcalinas.

La CE de las estaciones de Río Castaño presentan una disminución que se mantiene en el transcurso de los meses, comenzando con valores de 350  $\mu$ S/cm en septiembre 2004 hasta llegar a alrededor de 300  $\mu$ S/cm durante septiembre 2006. Si bien los valores son similares, se puede determinar que existe cierta tendencia al aumento de la conductividad eléctrica a medida que se recorre la cuenca (Figura 2.4-27). Los



niveles de conductividad eléctrica en Vertiente de Araya presenta valores promedio cercanos a 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , situación observada en las estaciones VA1 y VA2 durante todo el período de estudio (Figura 2.4-36 y 2.4-37 del Apéndice 2.4).

En relación a la concentración de SDT, se ha observado durante el período 2004-2006 valores que se mantienen en promedio en torno a los 200 mg/l. La variación entre los valores extremos de este parámetro permite concluir que no existe un alto grado de desviación entre los niveles mínimos y máximos, a excepción del punto RC2 donde se detectó una variación mayor a 600 mg/l durante el período 2004-2005. El contenido de SDT en las estaciones VA1 y VA2 presenta valores que en promedio alcanzan los 300 mg/l.

Como consecuencia de la descarga de Vertiente de Araya en el cauce de Río Castaño, se ha observado un leve aumento en los niveles de CE y SDT, lo cual se manifiesta principalmente en las estaciones RC4 y RC5. La información de calidad de agua en las cuencas de Río Castaño y Vertiente de Araya se presenta de manera integrada en la Figura 2.4-27 (Apéndice 2.4).

## ***ii. Tipo de Agua***

Considerando la información de calidad química obtenida durante las campañas de monitoreo en la cuenca de Río Castaño, se ha desarrollado un análisis hidroquímico de calidad de agua. Los puntos considerados para el análisis de calidad del agua en la cuenca de Río Castaño corresponden a los puntos RC1, RC2, RC3 RC4 Y RC5. Los puntos VA1 y VA2, pertenecientes a Vertiente de Araya, han sido analizados conjuntamente con los puntos de monitoreo de Río Castaño dado que las descargas de la vertiente en el río origina un impacto en la calidad de este último.

De aquellas muestras que satisfacen el criterio del error de cierre, se ha desarrollado un esquema de variación hidroquímica mediante la utilización de diagramas de Stiff y Piper, los cuales se presentan en las Figuras 2.4-32 y 2.4-33 para los puntos de Río Castaño, y en las Figuras 2.4-42 y 2.4-43 (Apéndice 2.4) para los puntos pertenecientes a Vertiente de Araya. La información generada para los puntos que satisfacen el criterio, permite concluir la presencia del siguiente tipo de agua en el área:

- En los puntos de monitoreo RC1, RC2, RC4 y RC5 se han identificado aguas de tipo cálcico- sulfatadas- bicarbonatadas ( $\text{Ca}-\text{SO}_4-\text{HCO}_3$ ).
- En el punto RC3 se ha identificado la presencia de aguas con un mayor contenido de sodio que los otros puntos analizados, determinando aguas de tipo cálcico – sódicas – sulfatadas – bicarbonatadas ( $\text{Ca}-\text{Na}-\text{SO}_4-\text{HCO}_3$ ).



- Los puntos VA1 y VA2 de Vertiente de Araya, presentan aguas de tipo cálcico – bicarbonatadas -sulfatadas ( $\text{Ca-HCO}_3 - \text{SO}_4$ ).

### ***iii. Capacidad de Uso de las Aguas***

Considerando la información disponible de las campañas de monitoreo en la zona de Río Castaño, se ha podido determinar que los elementos que en ocasiones sobrepasan alguna de las capacidades, según se indica en las Tablas 2.4-21 y 2.4-22 (Apéndice 2.4), corresponden a:

- Fluoruro (Supera nivel guía para consumo de irrigación y para consumo de bebida de ganado).
- pH y Mercurio Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, para irrigación y para consumo de bebida de ganado).
- Aluminio Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana y para agua salada (uso acuático)).
- Antimonio Total (Superan nivel guía para consumo de bebida humana).
- Arsénico Total (Supera nivel guía para consumo de agua salada (acuática)).
- Plomo Total y Zinc Total (Supera nivel guía para consumo de bebida de ganado, agua dulce (acuática), agua salada (acuática) y agua salobre (acuática)).
- Boro Total (Supera nivel guía para irrigación).
- Cadmio Total, Cobre Total y Manganeseo Total (Supera nivel guía para consumo de agua dulce (acuática)).
- Níquel Total (Supera nivel guía para agua salada (acuática)).
- Plata Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, agua dulce (acuática) y agua salada (acuática)).

### ***Quebrada De Las Burras***

El sitio de monitoreo en esta cuenca es el punto QB. De acuerdo a lo que se indica en la Tabla 2.4-19, este sitio de monitoreo ha sido registrado desde la campaña de septiembre de 2006. La importancia de este cauce es que constituye uno de los afluentes al Río Castaño (Mapa 2.8).

### ***i. Parámetros Generales***

Las aguas superficiales de la cuenca Quebrada de las Burras (QB) son de naturaleza alcalina, ya que presenta un valor promedio de 7,6 unidades de pH. A su vez, la CE alcanzó una concentración promedio de 210  $\mu\text{S/cm}$  y 135 mg/l de SDT.

En la Figura 2.4-27 se advierte que los niveles más neutros de pH de la estación QB y de VA1 (ambas afluentes al Río Castaño), determina que aguas abajo (RC4) el pH disminuya. Los efectos en los valores de CE y SDT a causa de la descarga de



quebrada de Las Burras en Río Castaño son casi imperceptibles, mintiendo sin alteración la calidad del agua en Río Castaño aguas abajo de quebrada Las Burras.

### ***ii. Tipo de Agua***

De las muestras obtenidas, se validó la información de las muestras en función del error de balance iónico.

El diagrama de Stiff del sitio que se muestra en la Figura 2.4-49 (Apéndice 2.4), indica que las aguas de Quebrada Las Burras son del tipo cálcica sulfatada bicarbonatada. En la figura también se aprecia los diagramas de las cuencas relacionadas, ya que las estaciones QB y VA1 son afluentes al Río Castaño entre las estaciones RC3 y RC4. Se observa que la baja concentración de bicarbonatos provenientes de QB incide en RC4 donde sus niveles son menores a los obtenidas aguas arriba (RC3).

### ***iii. Capacidad de Uso de las Aguas***

De acuerdo a los valores máximos presentados en el resumen de los resultados de los ensayos (Tabla 2.4-22), y en base al Decreto N° 1426/96, las aguas en condiciones naturales de la cuenca Quebrada de las Burras sobrepasan en algunas ocasiones los límites de las capacidades de uso de los siguientes elementos:

- Aluminio Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana y agua salada (acuática)).
- Zinc Total (Supera nivel guía para consumo de bebida de ganado, agua dulce (acuática) y salada (acuática)).
- Mercurio Total (Supera nivel guía para uso de agua dulce (acuática) y salada (acuática)).

### ***Cuenca Río De Los Patos***

El sitio de monitoreo en esta cuenca es el punto LP1 (ver Mapa 2.8).

#### ***i. Parámetros Generales***

Las aguas superficiales de la cuenca del Río de los Patos (LP1) son de naturaleza alcalina, ya que presenta un valor promedio de 7,8 upH. Tal como se indica en la Figura 2.4-50, la variabilidad de pH en el transcurso del año es similar a lo que ocurre en la cuenca de Río San Juan, pero con niveles menores.

La CE alcanzó un valor promedio de 545  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aproximadamente, presentando niveles prácticamente constantes a partir de junio de 2006. Sólo en los primeros monitoreos (febrero, marzo 2006), se registró un nivel cercano a los 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El



parámetro SDT registra las mismas variaciones que las obtenidas para el Río San Juan, pero con concentraciones levemente mayores (Figura 2.4-44).

Tal como se había analizado anteriormente, los resultados de el Río Los Patos tiene una alta correlación con los obtenidos en estaciones aguas abajo.

### ***ii. Tipo de Agua***

Según el Diagrama de Stiff de Río de Los Patos que se muestra en la Figura 2.4-48 (Apéndice 2.4), las aguas superficiales del cauce son del tipo cálcica sulfatada bicarbonatada.

### ***iii. Capacidad de Uso de las Aguas***

De acuerdo a los valores máximos presentados en el resumen de los resultados de los ensayos (Tabla 2.4-22), y en base al Decreto N° 1426/96, los elementos que en ocasiones sobrepasan alguna de las capacidades de uso en condiciones naturales son:

- Aluminio Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, para irrigación, para consumo de bebida de ganado y agua salada (acuática)).
- Arsénico Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, para irrigación, para agua salada (acuática) y agua dulce (acuática)).
- Cobre Total, Plomo Total y Manganeseo Total (Supera nivel guía para uso de agua dulce (acuática)).
- Níquel Total (Supera nivel guía para uso de agua salada y salobre (uso acuático)).
- Plata Total (Supera nivel guía para uso de agua dulce y salada (uso acuático)).

### ***Cuenca Río San Juan***

El sitio de monitoreo en esta cuenca es el punto SJ1, que se encuentra aguas abajo de la confluencia de los Ríos Castaño y de Los Patos. En la cuenca se incluye además la estación de Dique Ullum (DU) debido a que se encuentra en el mismo curso de agua superficial que SJ1, pero aguas abajo del dique (Mapa 2.8).

### ***i. Parámetros Generales***

Las aguas superficiales de la cuenca del Río San Juan son de naturaleza alcalina, ya que el valor promedio de pH es de 7,95 (SJ1) y 8,08 (DU). Tal como se muestra en la Figura 2.4-44, a diferencia de lo determinado en los Ríos de Los Patos y San Juan, aguas abajo del dique los niveles de pH son más constantes a través del tiempo y disminuyen levemente hacia los últimos monitoreos. En la Figura 2.4-45 se observa que aguas abajo de la confluencia de los Ríos Castaño y de Los Patos los niveles de pH van en aumento, de esta forma en el Dique Ullum se registran niveles más alcalinos que en la estación SJ1.



La CE en la estación SJ1 presenta un valor promedio de 465  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con niveles prácticamente constantes durante el año. El mismo comportamiento presenta los SDT con una concentración promedio de 320 mg/l aproximadamente. Aguas abajo, en la estación DU se registra la misma variabilidad, donde la CE y SDT se mantienen prácticamente constante en torno a los 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 300 mg/l, respectivamente (Figura 2.4-44).

En conclusión, se ha determinado una alta correlación en la variación de los niveles de pH, CE y SDT entre las estaciones LP1, SJ1 y DU, además de registrar concentraciones similares.

### ***ii. Tipo de Agua***

Según el Diagrama de Stiff del punto SJ1, las aguas superficiales del cauce son del tipo cálcica sulfatada bicarbonatada (Figura 2.4-48). De esta forma, aguas abajo de la confluencia de los Ríos Castaño y de Los Patos, el cauce mantiene las características del Río Los Patos, ya que tanto SJ1 como DU presentan el mismo tipo de agua. En conclusión, a lo largo del Río San Juan se mantienen las características del agua superficial.

### ***iii. Capacidad de Uso de las Aguas***

De acuerdo a los valores máximos presentados en el resumen de resultados de los ensayos (Tabla 2.4-22), y en base al Decreto N° 1426/96, las aguas en condiciones naturales de la cuenca del Río San Juan sobrepasan en algunas ocasiones las capacidades de uso de:

- Aluminio Total (Supera nivel guía para consumo de bebida humana, para irrigación, para consumo de bebida de ganado y agua salada (acuática)).
- Arsénico Total (Supera nivel guía para agua salada (acuática)).
- Cadmio Total y Manganeseo Total ((Supera nivel guía para agua dulce (acuática)).
- Cobre Total (Supera nivel guía para uso en irrigación, agua dulce, salada y salobre (acuática)).
- Plomo Total (Supera nivel guía para uso en agua dulce, salada y salobre (acuática)).
- Zinc Total (Supera nivel guía para consumo de bebida de ganado, uso de agua dulce y salada (uso acuático)).

#### **2.4.5.4 Comentarios**

La evaluación de calidad de agua en los puntos de monitoreo, se ha efectuado considerando los usos establecidos en el Decreto Provincial N° 1426/96, Estándares de Calidad de Agua en Argentina, los cuales corresponden a consumo para bebida



humana, agua acuática salada, agua salobre, agua acuática dulce, irrigación y bebida para ganado.

- Se ha determinado que la calidad de agua de los arroyos y ríos en el área de influencia del Proyecto Casposo, mantiene durante todo el período de estudio características alcalinas. Además, de acuerdo a la caracterización hidroquímica de la misma, se puede decir que la composición de las aguas en la mayoría de las cuencas varía su composición de cálcica bicarbonatada a cálcica sulfatada.
- De acuerdo a las concentraciones promedio de Oxígeno Disuelto se mantienen las condiciones favorables para el desarrollo del ecosistema acuático, con valores que varían en torno a los 8 mg/l. Se determinó que las variaciones de este parámetro en la cuenca Río Castaño es la misma en cada una de las estaciones que componen la cuenca, alcanzando valores máximos en el mes de julio. Asimismo, los cauces de las cuencas Río San Juan, Río de Los Patos y Dique Ullum presentan la misma variabilidad con concentraciones máximas, también en el mes de julio.
- No se observan concentraciones de Cianuros, Hidrocarburos y Pesticidas en los cursos de agua, como tampoco concentraciones significativas de metales totales. Considerando la información disponible que permite evaluar la capacidad de uso del agua, se puede concluir que en ocasiones se superan los límites establecidos por Decreto Provincial N° 1426/96 en los siguientes constituyentes: pH, SDT, Fluoruros, Aluminio, Antimonio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Plomo, Manganeso, Níquel, Zinc, Plata y Mercurio.
- En la Subcuenca del Proyecto los parámetros generales (pH, CE y SDT) aumentan a medida que se recorre la cuenca. Además aguas abajo se concentran los mayores niveles de constituyentes principales de toda el área de influencia del proyecto (Estación V5). De esta forma, se ha determinado las apreciables diferencias entre los sitios de monitoreo V3 y V4, con V5 que se encuentran en distintas quebradas que confluyen.
- En tanto, en la Quebrada Vallecito se han determinado las menores concentraciones de constituyentes principales (Sodio, Calcio, Magnesio, Sulfato y Cloruro), y de aluminio respecto a los constituyentes traza. En cuanto a los parámetros generales se establece que la CE y SDT se mantienen prácticamente constantes a lo largo del año, mientras que el pH disminuye temporalmente.
- Existe una alta correlación con respecto a los parámetros generales y de interés limnológico entre las cuencas de Río Castaño, Río de Los Patos y Río San Juan.



#### **2.4.6 Calidad del Agua Subterránea**

En los piezómetros habilitados durante el año 2006 se han realizado dos campañas de muestreo de calidad de aguas subterráneas: la primera realizada el 31 de octubre de 2006 por parte de Intrepid Minerals Corporation y que fue analizada laboratorio del Instituto Nacional de Aguas de San Juan; y la segunda realizada por Knight Piésold el 28 de Noviembre 2006, la que fue analizada por el laboratorio Induser en San Juan.

La interpretación de la calidad del agua considera la extracción de muestras de agua específicas desde cada uno de los sistemas acuíferos identificados: en el sector de proyecto, desde el acuífero ubicado en roca fracturada (Pozos KP-01, KP-02 y KP-03); y en Quebrada Vallecito, desde el acuífero que se desarrolla en los sedimentos cuaternarios (KP-05) y desde el acuífero que se desarrolla a mayor profundidad en la zona de rocas fracturadas (KP-04). No se realizaron muestreos desde KP-06 por encontrarse ubicado inmediatamente al lado del KP-05 (a 29,3 m de distancia) y porque su habilitación cubren el mismo acuífero.

Los resultados del muestreo del 31 de octubre de 2006 se presentan en la Tabla 2.4-23. El balance iónico de las muestras se presenta en la Tabla 2.4-24 y de acuerdo éste, las muestras presentan un error inferior a 5%, por lo que los resultados de laboratorio se consideran aceptables.

Como característica general, se pueden observar altos valores de conductividad eléctrica y pH neutro (a excepción del KP-03). La clasificación del tipo de agua se observa claramente en los diagramas de Schoeller y Stiff de las Figuras 2.4-50 y 2.4-51, respectivamente. De acuerdo a estos diagramas las muestras provenientes del sector más bajo del entorno inmediato del proyecto (KP-02 y KP-03) son del tipo sódico-cálcica sulfatada, mientras que el sector mas cercano al proyecto (KP-01) y la zona baja de Vallecito (KP-04) presentan aguas del tipo cálcica-sódica sulfatada.

En el diagrama de Piper, que se presenta en la Figura 2.4-52 (Apéndice 2.4), se observa un aumento del sodio en desmedro del calcio desde la parte alta de la cuenca del proyecto hacia aguas abajo. El sulfato en cambio no presenta grandes variaciones en función de la ubicación dentro de la cuenca.

El muestreo del 28 de Noviembre 2006 se realizó en los piezómetros KP-01, KP-02, KP 03, KP-04 y KP-05. Las muestras analizadas fueron enviadas al laboratorio Induser en San Juan. Los parámetros medidos en terreno se muestran en la Tabla 2.4-25 (Apéndice 2.4).



Los resultados de laboratorio se presentan en la Tabla 2.4-26 del mismo apéndice y de acuerdo a la metodología expuesta en la Acápite 7.1.7, los resultados del laboratorio se consideran confiables.

En general se observa una alta conductividad eléctrica correlacionada también con un alto contenido de SDT. Los niveles de pH varían de neutro a levemente alcalino. La muestra con mayor alcalinidad corresponde al KP-03 con un pH de 10,2. Esto es válido para todos los piezómetros habilitados en roca (KP-01, KP-02, KP-03 y KP-04). El piezómetro KP 05, habilitado en grava y mucho más somero, presenta un carácter neutro y una conductividad y SDT relativamente bajos.

La clasificación de los tipos de aguas se observa en los gráficos de Schoeller y Stiff, Figuras 2.4-103 y 2.4-104, respectivamente. Los resultados se presentan en el Cuadro 2.4 10.

**Cuadro 2.4-10**  
**Tipo de Agua**

Piezómetro	Tipo de Agua	
KP-01	Ca-Na-SO <sub>4</sub>	Cálcico-Sódico-Sulfatada
KP-02	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -Cl	Sódico-Cálcico-Sulfatada-Clorurada
KP-03	Na-Ca-SO <sub>4</sub>	Sódico-Cálcico-Sulfatada
KP-04	Ca-SO <sub>4</sub>	Cálcico-Sulfatada
KP-05	Ca-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub>	Cálcico-Bicarbonatada-Carbonatada

Como se observa, las aguas de los pozos del entorno directo del proyecto tienen predominio de los macroelementos sodio, calcio y sulfato (pozos KP-01, KP-02 y KP 03). Las principales diferencias son que el Calcio es el macro elemento dominante sólo en el punto más alto dentro de la subcuenca del proyecto (KP-01), y que el cloruro aparece como un macroelemento subordinado sólo en la parte más baja de esta subcuenca (KP-02).

En la subcuenca de Vallecito existe una gran diferencia entre el carácter cálcico sulfatado de la muestra proveniente de la parte baja de esta subcuenca (KP-02), pozo que además esta habilitado en roca fracturada, y el carácter cálcico carbonatado y bicarbonatado de la muestra proveniente del sector medio de la subcuenca (KP-01), pozo mucho mas somero y habilitado en sedientos de la quebrada.

La principal variación que se puede observar tanto en los diagramas de Stiff como en el de Piper, Figura 2.4-70 y Figura 2.4-71 (Apéndice 2.4), respectivamente, es que desde aguas arriba hacia abajo disminuye el calcio en la medida que aumenta el sodio; mientras que el sulfato permanece relativamente estable, esto sólo para los pozos habilitados en roca (KP-01, KP-02, KP-03 y KP-04).



### ***Capacidad de Uso de las Aguas***

De acuerdo a los valores máximos presentados en el resumen de resultados de los ensayos (Tabla 2.4-22), y en base al Decreto N° 1426/96, las aguas en condiciones naturales de los pozos de la zona del proyecto y Quebrada Vallecito sobrepasan en algunas ocasiones las capacidades de uso de:

- SDT: Supera nivel guía en KP-01, KP-02 y KP-03 para consumo de bebida humana, para irrigación y para bebida de ganado.
- pH: Supera nivel guía en KP-03 para consumo de bebida humana, para irrigación y para bebida de ganado.
- Aluminio Total: Supera nivel guía para consumo de bebida humana en los pozos KP 02, KP-03 y KP-04.
- Boro Total: Supera nivel guía para irrigación en los pozos KP 01, KP-02 y KP-03.
- Zinc Total: Supera nivel guía para bebida de ganado en los pozos KP 01, KP-02 y KP 03 y KP-04.
- Fluoruro: Supera nivel guía para consumo de bebida humana en el pozo KP-02.
- Mercurio Total: Supera calidad para bebida humana en el pozo KP-02.
- Molibdeno Total: Supera nivel guía para irrigación en los pozos KP 01, KP-02 y KP 03 y KP-04.
- Nitrato: Supera calidad para bebida humana en el pozo KP-02.
- Plomo Total: Supera calidad para bebida humana en el pozo y para bebida de ganado en KP-01, KP-02, KP-03 y KP-04. Supera calidad para irrigación en KP-02, KP-03 y KP-04.

### **2.4.7 Uso Actual del Agua**

Los recursos hídricos en el sector de proyecto, específicamente en la zona alta de la Quebrada Vallecito, no están asociados a un uso específico (no existe aprovechamiento de ningún tipo) ya que toda el agua que escurre desde las zonas altas se infiltra antes de llegar al Río Castaño. Por tal razón, los canales de regadío que empiezan a aparecer en las zonas cercanas a los cauces principales como Río Castaño y de Los Patos se abastecen de ellos y están asociados principalmente al uso agrícola en la árida zona de Calingasta y Villa Corral. Los principales cultivos agrícolas en la zona son los frutales (principalmente manzanas), las viñas, hierbas aromáticas (como la lavanda, el romero, el estragón y la menta) y extensas franjas de álamos utilizados principalmente para el cierre de terrenos. El uso de aguas subterráneas en esta zona también se asocia a usos agrícolas y de agua potable.

El uso potencial de los recursos hídricos en la zona no debería verse modificado de manera importante, a excepción de las extracciones (desde pozos o cauces) que ocurrirán en la zona alta de las quebradas estudiadas y que permitirán el desarrollo de la



industria minera. El caudal de consumo para el Proyecto Casposo alcanzará a los 6,4 l/s, valor que representa un porcentaje bastante bajo respecto de los recursos disponibles en el sector de Calingasta, en donde para las actividades de riego se utiliza principalmente el agua proveniente de los Río Castaño, de Los Patos y Calingasta, los que promedian caudales del orden de 21 m<sup>3</sup>/s, 46 m<sup>3</sup>/s y 2 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, es decir, el consumo estimado del proyecto será menor al 0,03 % de los recursos disponibles en la zona (considerando sólo la suma de los caudales de los tres cauces ).

#### **2.4.8 Estudio Piezométrico Estático para Cuerpos de Aguas Subterránea**

El estudio piezométrico estático de los cuerpos de agua incluye aquellos sectores acuíferos que no muestran cambios significativos en los niveles del agua subterránea durante el período de monitoreo (desde octubre de 2006). Es importante mencionar que la longitud de medición disponible es limitada y podría estar sujeto a condiciones hidrológicas particulares del período de medición.

La red de pozos de monitoreo ha sido detallada en el punto 2.4.4 Pozos de Monitoreo de Agua Subterránea.

Dentro de los pozos con niveles estables en el tiempo se encuentran todos aquellos ubicados en el área de influencia directa del proyecto. Estos pozos son el KP-01 y KP-03 y los pozos mineros antiguos RC-04-01, RC-04-04, RC-04-12 y CA-06-179. Los hidrogramas de estos pozos se presentan en las Figuras 2.4-72, 2.4-74, 2.4-78, 2.4-79, 2.4-80 y 2.4-81, respectivamente.

El acuífero en toda esta área se encuentra emplazado en rocas cuya permeabilidad es secundaria, es decir una permeabilidad producto del fracturamiento del macizo rocoso.

Los pozos KP-01 y KP-03 Figuras 2.4-72 y 2.4-74, presentan un aumento del nivel freático desde el período de habilitación para luego estabilizarse en torno a los niveles que se indican en el Cuadro 2.4-11. Este ascenso se produce por la recuperación del nivel natural del acuífero tras el descenso ocasionado producto de la perforación mediante inyección de aire y eventualmente de agua. Una vez alcanzado el nivel de equilibrio natural, el acuífero permanece relativamente estable en el tiempo con fluctuaciones del nivel que no superan los 10 cm.

En el Cuadro 2.4-11 se indican los niveles de agua observados en estos pozos el 22 de diciembre de 2006, aproximadamente dos meses después de habilitados los pozos, una vez que se estabilizó el nivel, y se comparan con los niveles del 15 de marzo de 2007.



**Cuadro 2.4-11**  
**Niveles de Agua Piezómetros Estables en el Tiempo**

Pozo	Registro de Nivel Agua (m b.n.t.)*	
	22 -12-2006	15-03-2007
KP-01	21,10	21,01
KP-03	37,60	37,57

\* Metros bajo el nivel de terreno

Fuente: Elaboración propia.

De igual modo en los sondajes RC-04-01, RC-04-04, RC-04-12 y CA-06-179 (Figuras 2.4 78, 2.4-79, 2.4-80 y 2.4-81 del Apéndice 2.4) se observa un comportamiento estable de los niveles con fluctuaciones de no más de 30 cm. Estos pozos no tienen habilitación y presentan pequeñas sobrecarga de grava. Por lo tanto las fluctuaciones se pueden atribuir a efectos sobre las fracturas del macizo rocoso, como por ejemplo la dilatación o contracción de las fracturas.

En el Cuadro 2.4-12 se indican en forma comparativa los niveles de agua observados el 08 de octubre de 2006 y el 15 de marzo de 2007.

**Cuadro 2.4-12**  
**Niveles de Agua Sondajes Mineros Estables en el Tiempo**

Pozo	Registro de Nivel Agua (m b.n.t.)	
	01-10-2006	15-03-2007
RC-04-01	10,41	10,37
RC-04-04	12,23	12,40
RC-04-12	16,84	17,16
CA-06-179	19,08	18,93

Fuente: Elaboración propia.

#### **2.4.9 Estudio Piezométrico Dinámico para Fuentes de Aguas Subterránea**

El estudio piezométrico dinámico de los cuerpos de agua incluye aquellos sectores acuíferos que muestran cambios significativos en los niveles del agua subterránea durante el período de monitoreo (desde octubre de 2006). Es importante mencionar que la longitud de medición disponible es limitada y podría estar sujeto a condiciones hidrológicas particulares del período de medición.

La red de pozos de monitoreo ha sido detallada en el punto 2.4.4 Pozos de Monitoreo de Agua Subterránea.



Dentro de los piezómetros con niveles variables en el tiempo están aquellos ubicados en el área de influencia indirecta del proyecto, en la Quebrada Vallecito (KP-04, KP-05 y KP 06) y aquel ubicado en la parte baja del área de influencia directa del proyecto (KP 02).

En el Cuadro 2.4-13 se indican los niveles de agua observados en estos pozos en la segunda quincena de Noviembre de 2006, aproximadamente un mes después de habilitados los pozos, y se comparan con los niveles de la segunda quincena de Febrero de 2007.

**Cuadro 2.4-13**  
**Niveles de Agua Piezómetros Variables en el Tiempo**

Pozo	Registro de Nivel Agua (m b.n.t.)	
	Noviembre 2006	Febrero 2007
KP-02	64,25	65,79
KP-04	57,70	52,47
KP-05	15,40	15,90
KP-06	15,40	16,17

Fuente: Elaboración propia.

En las Figuras 2.4-73, 2.4-75, 2.4-76 y 2.4-77, se presentan los hidrogramas de estos piezómetros. Estos pozos presentan inicialmente un aumento del nivel estático desde su habilitación para luego continuar con un ascenso contante. Sólo en el pozo KP-02 se ha observado un descenso de los niveles durante las últimas mediciones. Esto se interpreta como la recuperación del pozo debido a la recarga estacional que se produce producto de las precipitaciones y de la infiltración de la escorrentía superficial que existe en la Quebrada Vallecito. De los cuatro pozos con niveles variables estacionalmente dos se encuentran habilitados en roca (KP- 02 y KP-04) y dos en gravas superficiales (KP-05 y KP-06).

De estos pozos, el que presenta mayor variación producto de la recarga estacional es el KP-04. Este piezómetro habilitado en roca fracturada, con una superficie captante entre 112 m y 124 m es el más profundo del área y el que se encuentra mas abajo dentro de la Quebrada Vallecito (Mapa 2.9). Hasta la fecha continúa con una recuperación lineal del nivel, con un ascenso hasta la fecha del orden de 5 m (Figura 2.4-75 del Apéndice 2.4).

En los pozos KP-05 y KP-06, habilitados en el acuífero de gravas superficiales, se observa una mayor dependencia temporal del nivel freático con los eventos de precipitación, es decir, el aumento de los niveles producto de la infiltración de las lluvias se observa con mayor rapidez en estos pozos, que en los otros observados. En las Figuras 2.4-76 y 2.4 77 se observa que estos piezómetros presentan un aumento del



nivel del orden de 80 cm., hasta alcanzar un máximo la segunda quincena de diciembre, para luego comenzar a descender.

El Pozo KP-02 no se encuentra directamente en la Quebrada Vallecito, sino que en el entorno de la Quebrada de La Puerta, en un sector en donde la quebrada se abre hacia al ENE hacia una planicie aluvial bastante más amplia con más de 1 km. de ancho (Mapa 2.9). Su comportamiento por lo tanto se ve influenciado por las recargas subterráneas que provienen desde Quebrada Vallecito con un ascenso desde noviembre hasta diciembre, del orden de 60 cm., con un máximo a mediados de diciembre para luego comenzar a descender.

## **2.5 SUELOS / EDAFOLOGÍA**

### **2.5.1 Descripción General de los Suelos**

Los suelos que componen el área de estudio poseen un régimen de humedad arídico, con un balance hídrico negativo durante la mayor parte del año, lo cual impide o reduce la movilidad de los constituyentes en el perfil. Asimismo, el escaso contenido en materia orgánica, principalmente en los horizontes superficiales, y su color claro provocan que la vegetación arbustiva sea escasa.

En cuanto a su régimen de temperatura, ésta corresponde al tipo mésico ya que la temperatura media anual del suelo se encuentra entre los 8 y 15 °C. En el cuadro 2.5-4 se resumen las principales características del suelo del área de estudio.

En tal sentido el clima, como factor regional ha condicionado la evolución de los suelos en el área del proyecto, siendo el relieve, con las fuertes pendientes, pedregosidad y rocosidad los factores locales que dan la impronta a los suelos. La vegetación rala y discontinua favorece los procesos de erosión en particular los hídricos, quedando expuestos superficialmente los materiales rocosos subyacentes. El grado de erosión hídrica puede variar de severa a grave, especialmente durante el período estival donde se concentra la pluviosidad.

Los suelos relevados en el área del proyecto presentan un porcentaje de piedras y de afloramientos rocosos tal que las labores de labranza del suelo para cultivos se hacen difíciles. La mayor parte de aquellos que han sido estudiados no presentan problemas de encharcamiento, es más, el agua escurre rápidamente y en su mayoría presentan una permeabilidad moderada con texturas de granulometría gruesa a mediana. Es así que los suelos son someros, de colores claros, con escasa materia orgánica y horizontes minerales poco marcados. Mayor información se presenta en el Apéndice 2.6 – Fichas Edafológicas.



### 2.5.2 Características Fisicoquímicas

Durante el estudio se realizaron 7 calicatas (CP-1, CP-2, CP-3, CP-9, CP10, CP11, Cp-12), detalladas en el Apéndice 2.7 – Perfiles de Suelos, las cuales determinaron que los suelos en el área son poco profundos, con horizontes delgados (epipedón ócrico), con límites irregulares y difusos, raíces y en algunos aparecen concreciones calcáreas finas. En profundidad, la presencia de gravas es importante. Los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados en el laboratorio del INTA, se presentan en los Cuadros 2.5-2, 2.5-3 y 2.5-4.

A partir de las calicatas mencionadas se pudo identificar los parámetros físicoquímicos más importantes en los suelos del área de estudio:

- **Conductividad Eléctrica**

Los registros de conductividad eléctrica acusan valores bajos en su mayoría, a excepción de las muestras de CP-9 que representa la taxonomía de los aridisoles cuyos valores son perjudiciales para las plantas por su elevada salinidad.

- **Cationes**

Las muestras de la calicata CP-9 presentan valores de sodio son altos, mientras que los de calcio y magnesio acusan niveles bajos respecto al sodio. La RAS, relación de absorción de sodio, es alta, por lo que estos suelos son perjudiciales para las plantas.

- **Aniones**

De los aniones determinados para CP-9 la mayor proporción es para los sulfatos, luego los bicarbonatos y por último los cloruros.

- **Nitrógeno**

El contenido de N en general varía en el rango de 153 ppm (CP-9) a 581 ppm (CP-10).

- **Fósforo**

Los valores de fósforo se encuentran en niveles bajo a medio, con excepción de las calicatas CP-10A (19 ppm) y CP-12 (13 ppm). En el Cuadro 2.5-1 se presenta la calificación para los contenidos de fósforos.

**Cuadro 2.5-1**  
**Calificación Sobre la Base del Contenido de Fósforo**

Concentración P [ppm]	Calificación	Muestras
<10 ppm	Nivel Bajo	CP-9 B/C/D, CP-10 B, CP-11 A/B
10-12 ppm	Nivel Medio	CP-9A, CP-10C, CP-11C,
>12 ppm	Nivel Alto	CP-10A, CP-12



- ***Potasio***

La disponibilidad de potasio varía entre 66 ppm (CP-11B) y 560 ppm (CP10A).

- ***Materia Orgánica***

En todas las muestras ensayadas, el porcentaje de materia orgánica es bajo con valores no superiores al 0,85%, lo cual se explica fundamentalmente por la falta de disponibilidad de residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, vinculados a la ausencia de factores que promuevan los procesos de humificación como el clima árido, la falta de agua y las texturas gruesas de los suelos.

- ***Valores de pH***

Los suelos medianamente básicos ya que los valores medidos de pH caen en el rango de 7,4 a 7,7.



**Cuadro 2.5-2**  
**Resultados de Ensayos de Suelos**

Muestra Nº	Observaciones	Profundidad (m)	CE (1) (µS/cm)	Ws (2) %	pH	Cationes (me/l) (3)						RAS	VS (4) (ml/g)	Textura Por VS	N (6) (ppm)	P (7) (ppm)	K (8) (ppm)	MO (9) (%)	Yeso (10) (%)	Calcáreo (11) (%)	Gravas (%)
						Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>										
9.212	CP 9 A	0,0-0,2	4,61	32,25	-	30,29	7,28	19,26	3,65	0,23	52,95	4,4	-	-	244	11	373	0,39	36,35	-	-
9.213	CP 9 B	0,2-0,4	13,16	35,12	-	26,22	14,39	125,22	5,11	1,73	158,99	27,8	-	-	153	5	334	0	34,97	-	-
9.214	CP 9 C	0,4-0,6	22,7	38,23	-	23,78	11,581	204,35	4,38	10,96	224,3	48,6	-	-	214	4	280	0,13	34,05	-	-
9.215	CP 9 D	0,6-0,7	10,45	40,35	-	12,8	7,4	84,78	5,11	6,06	93,81	26,7	-	-	224	3	149	0,1	13,39	-	-
9.216	CP 10 A	0,0-0,2	3,06	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	78	Arenoso Franco	581	19	560	0,85	-	2,07	27,98
9.217	CP 10 B	0,2-0,4	1,015	-	7,7	-	-	-	-	-	-	-	82	Arenoso Franco	479	6	303	0,79	-	7,38	50,17
9.218	CP 10 C	0,4-0,6	1,525	-	7,5	-	-	-	-	-	-	-	76	Arenoso	204	12	142	0	-	1,88	44,48
9.219	CP 11 A	0,0-0,2	1,408	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	88	Franco Arenoso	581	5	193	0,82	-	5,65	37,55
9.220	CP 11 B	0,2-0,4	1,146	-	7,6	-	-	-	-	-	-	-	86	Franco Arenoso	428	4	66	0,49	-	13	51,24
9.221	CP 11 C	0,4-0,6	3,3	-	7,5	-	-	-	-	-	-	-	80	Arenoso Franco	183	12	78	0,07	-	11,3	66,76
9.222	CP 12	0,0-0,2	824	-	7,6	-	-	-	-	-	-	-	72	Arenoso	244	13	100	0,26	-	6,97	48,97



### 2.5.3 Clasificación de los Suelos

De acuerdo a la clasificación taxonómica del SSS-USDA 1975, los suelos del área se han clasificado como pertenecientes al orden Entisol los que se disponen sobre las bajadas aluviales antiguas y modernas. En el Cuadro 2.5-3 se presenta la relación Unidad Geomorfológica vs Suelos.

**Cuadro 2.5-3**  
**Relación de Unidades Morfológicas – Suelos**

Asociación Geomorfológica	Unidad Geomorfológica	Suelos	
		Orden	Suborden
Ámbito Montañoso	Vertientes rocosas	No suelos	
Ámbito Pedemontano	Bajada aluvial antigua	Entisoles	Ortentes
	Bajada aluvial moderna	Entisoles	Ortentes
	Cauce actual – planicie aluvial		Fluventes

El Mapa 2.11 presenta las unidades de suelo identificadas en el área de estudio. Al respecto cabe destacar que en el área predominan los suelos del tipo Entisoles Torriortentes. En el Cuadro 2.5-4 se relaciona el tipo de suelo con la textura que presenta, donde se desarrolla y las limitaciones que posee.

**Cuadro 2.5-4**  
**Caracterización de Suelos – Textura y Limitantes**

Suelos	Unidad Geomorfológica	Limitantes	Textura
Torriortentes muy pedregosos	Sobre la zona apical de abanicos aluviales disectados,	Clima, extrema pedregosidad y pendiente fuerte	Areno- gravillosa y franco-gravillosa, gravas
Torriortentes pedregosos	Sobre la zona media y distal de abanicos aluviales disectados y pendientes largas de piedemonte.	Clima, extrema pedregosidad y una pendiente que varía de fuerte a moderada	Areno-guijarrosa

Los suelos constituyen “manchones” donde la vegetación se asienta en forma saltuaria, es decir, se desarrollan sobre sedimentos jóvenes, que reciben con frecuencia aporte de materiales y se vinculan a geoformas dinámicas donde la erosión es más intensa que la pedogénesis. Como consecuencia de los procesos de erosión, los materiales originarios edáficos son los depósitos aluviales-coluviales, provenientes en su mayoría de la meteorización física de las rocas preexistentes y de materiales depositados por el agua y viento que constituyen el proceso modelador actual.



### **2.5.3.1 Descripción de la Unidad Cartográfica**

Se ha definido para la unidad determinada fisiográficamente, como Unidad Geomorfológica, bajada aluvial, la unidad cartográfica denominada Complejo Casposo. El tipo taxonómico determinado anteriormente, Entisol, se describe a continuación.

- ***Entisol***

Gran Grupo Torriortente. Presenta un epipedón ócrico menor a 5 cm, con texturas superficiales francoarenosas y predominio de gravillas y gravas subsuperficialmente. Normalmente, el perfil es calcáreo, de color castaño rojizo con bajo contenido en sales solubles que determina una conductividad eléctrica baja. Existe un contenido medio a alto de Potasio, Nitrógeno bajo y niveles de Fósforo variables, mientras que el pH es moderadamente alcalino. Alcanza un porcentaje de gravas entre el 25 y el 70 %.

### **2.5.4 Uso Actual y Potencial del Suelo**

#### **2.5.4.1 Uso Actual del Suelo en el Área del Proyecto**

En este sector del territorio, el clima árido, la erosión eólica y la escasez de aguas superficiales actúan como fuertes condicionantes para la agricultura. Esto permite inferir que el desarrollo de actividades agrícolas con carácter comercial tiene en el área del proyecto, pocas posibilidades de realización, tanto en la actualidad como en el futuro. Además, atendiendo a la baja capacidad de carga de los suelos, la ganadería, queda reducida al manejo de pequeños rebaños de ganado caprino como una ganadería de subsistencia.

De acuerdo a estas características y considerando la clasificación de aptitud agrícola potencial de los Suelos (Chiozza et al, 1981), el área del Proyecto Casposo corresponde a la Clase VIII, en la cual “las limitaciones son de tal magnitud que resulta imposible utilizarlos para la producción comercial agrícola-ganadera”. Su aprovechamiento se restringe a la recreación, uso de los recursos minerales y/o protección de las cuencas.

### **2.5.5 Resumen de las Características de los Suelos en el Área de Influencia**

En el Cuadro 2.5-5 se presenta un resumen de la caracterización de los suelos del área de influencia.



**Cuadro 2.5-5**  
**Caracterización de los Suelos del Proyecto Casposo**

Variable		Características
Región Geomorfológica		Cordillera Frontal
Subregión Geomorfológica		Piedemonte oriental
Factores pedogenéticos	Precipitación anual (mm)	< 100 mm
	Temp. Media anual (°C)	14,5
	Clima	BW: Seco de Desierto
	Vegetación Zonal	Provincia del Monte: arbustiva
	Geoformas Principales	Bajadas aluviales antiguas y modernas, terrazas bajas y planicies de inundación.
	Materiales Originarios	Sedimentos aluviales, vulcanitas ácidas y básicas afloramientos basálticos
Principales suelos	Orden Entisoles:	Suborden: ortentes - Gran Grupo: Torriortentes
Principales propiedades	Perfil representativo	A - AC – C
	Régimen de humedad	Árido
	Régimen de temperatura	Mésico
	Materia orgánica (%)	< 1 %
	pH	6 a 7
	Limitaciones	Clima, pedregosidad /rocosidad
Aptitud Agrícola potencial de los suelos		Clase VIII: Las limitaciones son de tal magnitud que resulta imposible utilizarlos para la producción comercial agrícola-ganadera.

### 2.5.6 Nivel de Degradación de Suelos

De un modo general se reconocen seis tipos de degradación, a saber: Degradación por erosión hídrica, por erosión eólica, por exceso de sales, química (acidificación y toxicidad), física, biológica.

Por las características del lugar no hay evidencias de alguno de estos tipos de degradación es decir de disminución de la calidad de los suelos, pero si de las severas limitaciones naturales que tienen los mismos en el área de proyecto (Regairaz, 2000).

Por otro lado, si se tiene en cuenta la clasificación de Aptitud Agrícola potencial de los Suelos, (Chiozza et al, 1981), a esta zona le corresponde la Clase VIII en la cual las limitaciones son de tal magnitud que resulta imposible utilizarlos para la producción comercial agrícola-ganadera. Su aprovechamiento se restringe a la recreación, uso de los recursos minerales y/o protección de las cuencas.



Estas limitantes edáficas del área de influencia del Proyecto Casposo se puntualizan a continuación:

- Limitantes edáficas
- Clima. Afecta todo el territorio.
- Drenaje: El drenaje excesivo corresponde a Torriortentes fuertemente inclinados y extremadamente pedregosos que dominan en los piedemontes del sector cordillerano.
- Erosión: El mayor peligro de erosión hídrica (erosión potencial) corresponde a los Torriortentes fuertemente inclinados del sector montañoso. La erosión hídrica actual es severa en los Torriortentes con fuerte pendiente y moderada en Torriortentes de menor pendiente pero muy pedregoso, ambos de la zona pedemontana.
- Pendiente y pedregosidad: Las mayores pendientes se observan en Torriortentes localizados en el sector apical y medio del piedemonte de la Cordillera Frontal. Esta limitante es dominante y ocupa gran parte de las unidades geomorfológicas del piedemonte. La pedregosidad también está asociada a Torriortentes generalmente de la zona proximal y media de los piedemontes, ya que los ríos al salir de la montaña descargan los materiales más gruesos en el sector superior y los sedimentos de granulometría mas fina en la zona distal. Esta limitante también es dominante y afecta el sector pedemontano.

En tal sentido y habiéndose identificado las unidades de suelos nombradas anteriormente y teniendo en cuenta el grado de aptitud de suelos Clase VIII y otros factores exógenos, los suelos del área del Proyecto Casposo tienen un índice de productividad muy baja, de acuerdo a la clasificación del INTA, basada en la clasificación propuesta por la FAO.

## **2.6 FLORA Y VEGETACIÓN**

### **2.6.1 Introducción**

El área de estudio se ubica en el flanco oriental de la cordillera frontal de San Juan entre los 800 a 3.000 m s.n.m., dentro de la cuenca del Río San Juan, cuyas características generan una gran diversidad de parches de hábitats, determinando mosaicos de vegetación de diferente estructura, composición y productividad que son utilizados diferencialmente por las especies de vertebrados silvestres.



Los faldeos y laderas más elevadas de las cumbres poseen vegetación típica del Bioma de Prepuna, mientras que los sectores más bajos de abanicos aluvionales y las bajadas están dominados por vegetación típica del Bioma del Monte.

Dominan las plantas xerófilas que forman matorrales arbustivos y subarbustivos en lechos de inundación, conos y bajadas (Zygofiláceas, Leguminosas, Asteráceas), comunidades saxícolas asociadas a laderas rocosas y pastizales en las cumbres (Género *Stipa*). En las zonas con disponibilidad permanente de agua, se forman vegas.

Para este estudio se han efectuado 3 campañas de muestreo, las cuales se concentraron en las áreas proyectadas a ser intervenidas por las obras del Proyecto Minero Casposo: Rajos, Escombrera, Planta de Proceso, Depósito de Colas, Camino de acceso y toma de agua de la Quebrada Vallecito; y en áreas adyacentes a las mencionadas.

El Mapa 2.12 se muestra las transectas de flora. Mayores detalles sobre la metodología utilizada en los distintos censos y reconocimiento se encuentran en la Sección 7.0.

## **2.6.2 Unidades Vegetales**

### **2.6.2.1 Análisis de Imágenes Satelitales**

De acuerdo al análisis de las imágenes Landsat 7 ETM+ junto con la información de campo se obtuvieron las clases finales de interés que son las siguientes:

Comunidades no definidas:

- Matorral de *Andesmia pinifolia* y césped de Graminoides (vegas)
- Matorral subarbustivo de *Artemisia mendozana* con pastizal de *Stipa ichu*
- Pastizal de *Stipa ichu* con *Artemisia mendozana*
- IX) y XI) Matorrales de *Larrea nítida* y *Schinus fasciculatus* con *Verbena Juniperina*
- Matorral abierto de *Gochnatia glutinosa* y pastizal de *Stipa spp*
- y VII) Matorrales de *Larrea divaricata* y *Larrea cuneifolia*
- Matorral subarbustivo de *Hyalis argentea*, y pastizal muy abierto de *Stipa ichu*
- X) Matorral alto y muy abierto de *Bulnesia retama* y jarillas, *Larrea divaricata* y *Larrea cuneifolia*
- Suelo descubierto, roca o plantas sumamente aisladas

De un total de 22.796 Ha analizadas mediante imagen satelital, fueron identificadas las Unidades Vegetales mencionadas anteriormente y corroboradas a terreno a través de los muestreos de flora en terreno. Tal corroboración dio origen al Mapa 2.13 de vegetación.



#### **2.6.2.2 Análisis de Agrupamiento**

De los análisis de agrupamiento se desprendieron parches o unidades vegetales, denominados por su fisonomía y plantas dominantes, y/o características de cada unidad, las cuales se relacionan con la geoforma donde se desarrollan. El Cuadro 2.6-1 presenta las coberturas de las especies de plantas identificadas y el Mapa 2.13 identifica estas unidades vegetacionales en los sitios de muestreo de flora.



**Cuadro 2.6-1**

**Cobertura Media de Especies Vegetales (%), Riqueza y Proporción de Suelo Desnudo (%), en las Unidades Vegetales (I a XI) Identificadas en la Zona del Proyecto Minero**

ESPECIE	UNIDAD VEGETAL	XI Verbena	X Bulnesia	IX Schinus	VIII Hyalis	VII Larrea	VI Larrea	V G. glutinosa	IV Larrea	III Stipa	II Artemisia	I Adesmia	COB MEDIA	FREC MEDIA
	NOMBRE VULGAR	juniperina	retama	fasciculatus	argentea	nitida	divaricata	Stipa ichu	nitida	ichu	mendozaana	Carex		
<i>Stipa ichu</i>	Coirón	1,2	1,6	5,2	5,11	1,49	3,98	12	3,89	14,92	14,42	7,54	7,46	12,76
<i>Artemisia mendozaana</i>	Ajenjo	0,1	-	2,04	1,23	-	0,37	2	4,02	10,31	26,95	1,4	6,01	10,29
<i>Larrea divaricata</i>	Jarilla	1,5	4,4	2,88	1,11	7,08	20,92	0,4	3,11	1,08	0,45	-	5,28	9,03
<i>Larrea nitida</i>	Jarilla de las Sierras	3,55	0,8	6,84	0,78	-	5,83	0,02	28,93	1,55	2,65	-	4,55	7,78
<i>Larrea cuneifolia</i>	Jarilla	-	4,8	-	3,85	26,77	3,43	6,68	-	-	-	-	4,33	7,41
<i>Hyalis argentea</i>	Blanquillo	-	3,2	13,6	23,69	0,62	3,86	0,7	0,75	1,08	0,54	-	3,95	6,76
<i>Gochnatia glutinosa</i>	Jarillilla	0,05	-	1,24	2,52	2,92	7,37	12,17	0,05	1,42	0,55	0,31	3,21	5,5
<i>Schinus fasciculatus</i>	Molle	4,05	-	20,4	1,11	-	1,36	0,88	12,18	1,55	0,64	3,58	2,94	5,03
<i>Fabiana denudata</i>	Pichanilla	-	-	-	0,2	0,62	0,01	1,18	0,56	9,86	4,74	2,68	2,17	3,71
<i>Lycium tenuispinosum</i>	Llaullín	-	-	2,4	0,18	1,42	1,33	4,83	1,69	0,65	2,23	0,32	1,45	2,49
<i>Ephedra breana</i>	Solupe	0,55	-	-	0,17	0,15	0,01	0,53	0,18	4,34	4,04	2,05	1,37	2,34
<i>Bredemeyera microphyla</i>		3	-	0,04	2,77	-	0,61	2,53	1,64	4,32	0,77	-	1,36	2,33
<i>Verbena juniperina</i>	Verbena alta	25	-		0,31	-	0,26	-	2,73	0,48	0,95	-	1,25	2,13
<i>Acantholippia seriphioides</i>	Tomillo	0,05	-	0,4	0,94	0,02	0,18	2,83	0,05	3,85	3,18	-	1,23	2,1
<i>Adesmia pinifolia</i>	Acerillo	-	-	-		-	-	-	-	0,63	0	9,54	0,98	1,68
<i>Tetraloquin alatum</i>	Espina de pez	-	-	-		-	-	-	-	0,68	0,76	7,25	0,9	1,54
<i>Lycium chilense</i>	Llaullín	0,1	-	-	1,4	0,17	0,62	0,67	0,2	0,63	0,95	-	0,83	1,42
<i>Bulnesia retama</i>	Retamo	-	16,4	-		-	0,5	-	-		-	-	0,7	1,19
<i>Verbena seriphiodes</i>	Tomillo macho	-	-	-	0,15	-	0,17	-	0,36	0,31	1,16	0,31	0,7	1,19
<i>Mauheniopsis glomerata</i>		-	-	-	0,34	0,08	0,08	0,32	0,13	1,83	0,77	2,57	0,64	1,1
<i>Bougainvillea spinosa</i>	Monte negro	-	-	-	0,46	-	-	-	-	2,62	1,39	0,32	0,54	0,92
<i>Eupatorium bunifolium</i>	Chilca	0,05	-	-		-	0,01	-	-	2,46	0,78	1,58	0,5	0,86
<i>Pappophorum caespitosum</i>	Pasto amargo	-	-	-	0,63	1,26	0,64	0,03	0,02	-	-	-	0,3	0,51
<i>Phacelia magellanica</i>	Cola de gamo	-	-	-		-	-	-	-	-	-	2,66	0,26	0,44



ESPECIE	UNIDAD VEGETAL	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	COB MEDIA	FREC MEDIA
	NOMBRE VULGAR	Verbena juniperina	Bulnesia retama	Schinus fasciculatus	Hyalis argentea	Larrea nitida	Larrea divaricata	G. glutinosa Stipa ichu	Larrea nitida	Stipa ichu	Artemisia mendozaana	Adesmia Carex		
<i>Gymnophyton policephalum</i>		0,5	-	-	1,23	-	-	-	-	0,06	0,75	0,02	0,25	0,42
<i>Digitaria californica</i>		0,05	-	-	0,31	0,32	-	0,67	0,02	0,03	0,32	0,63	0,23	0,4
<i>Juncus balticus</i>	Junco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	0,22	0,38
<i>Prosopis alpatao</i>	Lámaro	-	-	-	-	-	0,08	-	2,55	-	-	-	0,22	0,38
<i>Baccharis incarum</i>	Romerillo	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,76	1,08	0,21	0,37
<i>Proustia cuneifolia</i>	Altepe	-	-	-	0,62	-	-	0,18	-	0,32	0,22	0,46	0,2	0,34
<i>Cortadiera selloana</i>	Cortadera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,26	-	0,18	0,3
<i>Tessaria</i>	Pájaro bobo	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,3
<i>Carex sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	0,16	0,28
<i>Acantholippia punensis</i>	Tomillo de la Puna	-	-	-	0,48	-	0,01	0,35	-	0,32	0,32	-	0,15	0,26
<i>Cassia acanthoclada</i>	Pichanilla	-	-	-	0,02	-	0,42	0,05	-	0,46	0,11	0,02	0,14	0,24
<i>Cercidium praecox</i>	Brea	-	-	-	0,31	-	0,5	0,17	-	-	-	-	0,13	0,23
<i>Erodium cicutarium</i>	Alfilerillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,26	0,12	0,21
<i>Bacharis salicifolia</i>	Chilca	0,05	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	1,09	0,11	0,19
<i>Geofrea decorticans</i>	Chañar	-	-	-	0,77	0,15	-	-	-	-	-	-	0,09	0,15
<i>Denmoza rodacantha</i>	Cardón	-	-	0,84	0,26	0,03	0,11	0,03	0,04	0,02	0,02	-	0,09	0,15
<i>Eragrostis pilosa</i>	Pasto tul	-	-	-	0,03	0,49	-	-	-	0,02	0,21	-	0,08	0,14
<i>Senecio subulatus</i>		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,78	0,08	0,13
<i>Morrenia sp</i>	Tasi	-	-	-	0,02	0,02	0,17	-	0,18	0,02	0,11	-	0,07	0,12
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,62	0,06	0,1
<i>Zucagnia punctata</i>	Jarilla macho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42	-	0,06	0,1
<i>Lovibia formosa</i>	Cardón	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,36	0,02	0,05	0,09
<i>Senecio pogonias</i>	Chachacoma	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	0,32	0,05	0,08
<i>Baccharis hanckeii</i>	Romerillo	0,05	-	-	-	-	-	0,02	-	0,15	-	0,15	0,03	0,06
<i>Mimulus luteus</i>	Berrillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32	0,03	0,05
<i>Stipa naei</i>	Coirón	-	-	-	0,02	-	-	0,33	-	-	-	-	0,03	0,05



ESPECIE	UNIDAD VEGETAL	XI	X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I	COB MEDIA	FREC MEDIA
	NOMBRE VULGAR	Verbena juniperina	Bulnesia retama	Schinus fasciculatus	Hyalis argentea	Larrea nitida	Larrea divaricata	G. glutinosa Stipa ichu	Larrea nitida	Stipa ichu	Artemisia mendozaana	Adesmia Carex		
<i>Capparis atamisquea</i>	Atamisqui	-	-	-	-	-	-	-	0,36	-	-	-	0,03	0,05
<i>Poa holciformis</i>	Huecú	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	-	0,03	0,05
<i>Psila retamoides</i>	Pichana	-	-	-	-	-	-	-	0,36	-	-	-	0,03	0,05
<i>Urtica dioica</i>	Ortiga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,03	0,05
<i>Ligaria cuneifolia</i>	Liga	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,17	-	0,02	0,02	0,04
<i>Stipa sp</i>	Coirón	-	-	-	0,03	0,02	-	-	0,02	-	-	0,15	0,02	0,04
<i>Mentzelia sp</i>		-	-	-	0,02	-	-	-	0,04	-	0,11	-	0,02	0,03
<i>Aristida mendocina</i>	Flechilla	-	0,04	0,08	0,05	0,02	0,02	-	0,04	-	0,01	-	0,02	0,03
<i>Chuiriraga erinacea</i>	Chirriadera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,03
<i>Verbena aspera</i>	Verbena aspera	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,03
<i>Silibum marianum</i>	Cardo mariano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,01	0,01
<i>Salvia gilliesii</i>	Salvialora	-	-	-	0,02	-	-	-	0,04	0,02	-	-	0,01	0,01
<i>Echinopsis leucantha</i>	Quisco	-	-	-	-	0,02	0,01	-	-	0,02	-	-	< 0,01	0,01
<i>Gymnocalycium sp</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	< 0,01	0,01
<i>Notolaena nivea</i>	Helecho	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	< 0,01	0,01
<i>Calceolaria uniflora</i>	Zapatito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	< 0,01	< 0,01
<i>Coniza sp</i>		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01
<i>Hordeum sp.</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	< 0,01	< 0,01
<i>Oenothera odorata</i>	Yerba de San Juan	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	< 0,01	< 0,01
<i>Opuntia sulphurea</i>	Tuna	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01
<i>Phycella hebertii</i>	Cebolla de la Zoorra	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	< 0,01	< 0,01
<i>Portulaca grandiflora</i>	Portulaca	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	< 0,01	< 0,01
<i>Pterocactus sp</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	< 0,01	< 0,01
<i>Roripa nasturtium-aquaticum</i>	Berro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	< 0,01	< 0,01
<i>Rumex magellanicus</i>	Lengua de vaca	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01
<i>Tephrocactus sp</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	< 0,01	< 0,01
Especies indeterminadas		0,5	-	7,24	2,65	0,02	2,71	2,52	1,71	0,12	0,24	6,12	2,04	3,49



ESPECIE	UNIDAD VEGETAL	XI Verbena	X Bulnesia	IX Schinus	VIII Hyalis	VII Larrea	VI Larrea	V G. glutinosa	IV Larrea	III Stipa	II Artemisia	I Adesmia	COB MEDIA	FREC MEDIA
	NOMBRE VULGAR	juniperina	retama	fasciculatus	argentea	nitida	divaricata	Stipa ichu	nitida	ichu	mendozaana	Carex		
Suelo desnudo		55	71,2	44,8	51,85	59,54	49	56,17	42,18	44,92	43,47	49,23	49,73	
Total Frecuencia Flora		34,56	31,24	63,6	53,77	43,68	55,54	52,1	65,87	66,58	73,34	59,62		
Riqueza		5,2	3,4	8,2	8,85	5,54	8,21	9,08	8,73	12,69	10,26	12,62		

Nota.- No todas las especies tienen nombre vulgar



***I) Matorral de Adesmia pinifolia y césped de Graminoides (vegas):***

Esta unidad puede subdividirse en dos subunidades que se intercalan espacialmente: una de matorral abierto y relativamente alto (3 m) de *A. pinifolia* intercalada por la otra subunidad de vegas de *Carex sp.*, *Juncus balticus* y otros graminoides y hierbas que crecen en sectores de agua permanente donde el subarbusto *Tetraglochin alatum* (1 m) se torna más abundante. El matorral se hace más denso por la presencia de otros arbustos riparios más bajos como *Schinus fasciculatus*, *Eupatorium patens* y *Proustia cuneifolia*. En los sitios más abiertos abunda la cactácea *Mahihuenopsis glomerata*.

Esta unidad se desarrolla en el fondo de los valles principales de la Cuenca de Vallecito por encima de los 2.800 m s.n.m. Tanto el matorral como el césped acompañan los cursos de agua permanente. El matorral es más tolerante a condiciones de mayor aridez que el césped por lo que ocupa los sectores periféricos a las vegas. Los matorrales también se distribuyen hacia zonas más bajas y llegan a ocupar fondos de quebradas secas o de arroyos temporales. Allí los arbustos acompañantes de esta comunidad llegan a reemplazar gradualmente a *A. pinifolia*.

Otras especies características de esta comunidad son: *Phacelia magellanica*, *Eupatorium patens*, *Senecio pogonias*, *Mimulus luteus*, *Urtica dioica* y la exótica *Taraxacum officinalis*.

Esta unidad vegetal tiene una proporción de suelo desnudo intermedia en comparación con las demás unidades, siendo más abierta hacia los sectores de matorrales que hacia los sectores de vegas.

***II) Matorral subarbusivo de Artemisia mendozana acompañado de pastizal de Stipa ichu:***

Domina *A. mendozana* en laderas por encima de los 1.800 m s.n.m. Le sigue en abundancia *S. ichu*, que es más abundante en esta unidad y la siguiente que en el resto de las unidades identificadas. Acompañan con buena representación los arbustos: *Fabiana denudata*, *Ephedra breana*, *Acantholippia seriphyoides*, *Lycium tenuispinosum*, *Larrea nitida* y *Junelia xeriphyoides*.

Esta comunidad se desarrolla en laderas áridas y rocosas con conos de derrubios de la parte más alta del proyecto (> 1.800 m). A pesar de la aridez, se destacan posibles vertientes con disponibilidad de agua subsuperficial donde crecen cortaderas *Cortadiera selloana*, en sectores puntuales únicamente dentro de esta comunidad. En las laderas de solana que exponen al norte o noreste es donde más abunda el cardón *Lovibia formosa*, casi exclusivo de estos parches.



Esta comunidad es una de las que posee menor proporción de suelo descubierto de vegetación (43,5 %).

***III) Pastizal de Stipa ichu con Artemisia mendozana:***

Esta comunidad es muy similar a la anterior, pero en este caso, se invierte la relación de abundancia de las dos especies dominantes y codominan otras leñosas además de *A. mendozana*. Mientras que *S. ichu* mantiene la misma cobertura que en la comunidad anterior, más de un 50 % de la cobertura de *A. mendozana* es reemplazada por arbustos y subarbustos que cobran más relevancia en esta unidad, como *Fabiana denudata*, *Bredemeyera microphyla*, *Eupatorium buniflorum*, *Bougainvillea spinosa*, *Schinus fasciculatus* y *Cassia acanthoclada*, entre otros; además de la cactácea *Maihueniopsis glomerata*.

Esta comunidad denota condiciones de mayor aridez que la anterior (dominancia de plantas áfilas, menor abundancia de *A. mendozana*) y menor altitud por la escasez de los cardones. La proporción de suelo cubierto por la vegetación es ligeramente menor que la manifestada en el parche anterior aunque se la puede ubicar dentro de las comunidades con menor suelo descubierto.

Corresponde con sectores más rocosos de las laderas de la parte alta de la Quebrada Vallecito y las cumbres de los cerros de las partes más bajas del área del proyecto.

***IV) Matorral de Larrea nitida con Schinus fasciculatus:***

Domina *L. nitida* seguida *S. fasciculatus*. Se desarrolla entre las laderas umbrías de las estribaciones cordilleranas y avanza por los cauces secos de los sectores proximales del piedemonte. Se destacan especies acompañantes de arbustos riparios como *Verbena juniperina* y *Prosopis alpataco*.

Es una de las comunidades que manifiesta mayor cobertura vegetal, y que junto a la altura de las plantas, desarrolla parches umbríos con cierto contenido de humedad. Ello permite la presencia de especies como *Salvia giliesii*, *Morrenia odorata* y *A. mendozana*. No obstante, en los cauces secos, se desarrolla en islotes densos que intercalan con redes de drenaje, muchas veces, totalmente desnudas de vegetación en los cauces principales.

***V) Matorral abierto de Gochnatia glutinosa y pastizal de Stipa spp:***

Codominan *G. glutinosa* y *S. ichu* en laderas de lomas de sedimentos cuaternarios de grava ubicadas en el piedemonte proximal, como testigos de abanicos aluvionales más antiguos. Otros arbustos bien representados son *Larrea cuneifolia* y *Lycium tenuispinosum*, éste último con la mayor abundancia entre todas las unidades vegetales.



Entre los arbustos bajos más destacados encontramos a *Bredemeyera microphyla* y *Acantholippia seriphyioides*.

Esta comunidad denota elementos adaptados a la extrema aridez y demuestra una de las mayores proporciones de suelo descubierto de vegetación entre todas las unidades identificadas.

**VI) Matorral de *Larrea divaricata* acompañado de *Gochnatia glutinosa* y *Larrea nitida*:**

Domina *L. divaricata* seguida de las otras leñosas. Ocupa sectores de piedemonte medio y distal con drenajes irregulares y entrelazados de cauces secos. Se destaca la aparición de otros elementos del Bioma del Monte, además de las leñosas dominantes, como *Bulnesia retama*, *Cassia aphyla*, *Cercidium praecox*, *Hyalis argentea* y entre los pastos: *Pappophorum caespitosum*.

Esta comunidad desarrolla buena altura (2,5 m) por las jarillas. Posee una cobertura intermedia en relación a las demás unidades vegetales.

**VII) Matorral de *Larrea cuneifolia*, acompañada de *Larrea divaricata*:**

Esta unidad vegetal es muy similar a la unidad anterior pero básicamente cambian completamente las relaciones de abundancia entre las jarillas dominantes. En esta unidad domina *L. cuneifolia*, se reduce en un tercio la cobertura de *L. divaricata* y desaparece por completo *L. nitida*. Ello denota un gradiente de aridez creciente con respecto a la unidad vegetal anterior.

Esta comunidad se desarrolla hacia las porciones distales del piedemonte, en interfluvios de substrato menos gruesos que los anteriores.

**VIII) Matorral subarbustivo de *Hyalis argentea*, acompañado por pastizal muy abierto de *Stipa ichu* y jarillal muy abierto de *Larrea cuneifolia*:**

Domina ampliamente *H. argentea*, con una presencia igual distribuida de *S. ichu* y *L. cuneifolia*. Acompañan pastos como *Stipa ichu*, *Pappophorum caespitosum*, y *Aristida mendocina*.

El cardón *Denmoza rodacantha* puede considerarse característica de esta unidad vegetal donde se registró la mayor abundancia del mismo.

Esta comunidad se desarrolla en lomas altas del piedemonte proximal, en substratos de grava fina con suelos relativamente sueltos. La cobertura vegetal es intermedia entre todas las comunidades vegetales.



***IX) Matorral alto y muy cerrado de Schinus fasciculatus acompañado de Hyalis argentea y Larrea nitida:***

Esta unidad, de muy escasa representación en el área, desciende por los ríos secos entre los interfluvios que ocupa la comunidad anterior. Es un matorral ripario bien cerrado, que denota cierto contenido de humedad. *Larrea nitida* desciende por los cauces secos desde sectores más elevados y el molle (*S. fasciculatus*) encuentra su máxima cobertura entre todas las unidades.

El cardón, *Denmoza rodacantha*, es característico de esta comunidad, presentando su cobertura máxima en esta Unidad Vegetal.

***X) Matorral alto y muy abierto de Bulnesia retama acompañado de jarillas, Larrea divaricata y Larrea cuneifolia:***

Esta unidad vegetal se desarrolla en la parte distal del piedemonte, hacia la primera sección de donde parte el Camino de acceso desde la Ruta N° 40. Es la comunidad que denota características de extrema aridez, con la mayor superficie de suelo descubierto, y el menor número de especies. Se puede considerar la unidad vegetal más baja de la zona de influencia directa del proyecto minero. Acompaña *Hyalis argentea*.

La riqueza de especies tendió a ser mayor en las unidades vegetales localizadas en las partes más altas. Mientras que las comunidades de lugares más bajos y secos tendieron a presentar los menores valores promedio de riqueza de especies.

***XI) Matorral alto y abierto de Verbena juniperina acompañado de Tessaria sp, Larrea nitida y Schinus fasciculatus:***

Esta última comunidad identificada es un matorral abierto de *V. juniperina* que tiene muy escasa similitud con las demás unidades vegetales. Se asemeja a una variante de la comunidad riparia IX y a la comunidad IV por lo que posee molle y jarilla de las Sierras; sólo que en la presente cobra mayor importancia *V. juniperina* y es el único lugar donde aparece el pájaro bobo *Tessaria sp.* Y su ubicación es la más limitada de lo que efectivamente se ha muestreado.

Esta comunidad muestra una relativamente elevada proporción de suelo descubierto y tiende a tener pocas especies. Estuvo presente en cauces secos de la zona ecotonal entre las primeras estribaciones montañosas y la bajada del piedemonte. Coincide con ciertos puntos de cierta disponibilidad de agua.

### **2.6.3 Especies de Interés Prioritario para la Conservación**

Dentro de las especies vegetales que gozan de algún grado de protección se encuentran las Cactáceas que están incluidas en el Apéndice II CITES. En la zona de estudio, fueron detectados: *Denmoza rodacantha*, *Lobvivia formosa*, *Echinopsis leucantha*,



*Maihuenopsis glomerata*, siendo esta última endémica de la zona centro-oeste de Argentina.

## **2.7 FAUNA**

### **2.7.1 Introducción**

Durante febrero, agosto y noviembre de 2006, junto a las campañas de muestreo de flora y vegetación se desarrollaron las campañas de muestreo de fauna, con el fin de caracterizar esta componente del proyecto Casposo.

Los objetivos principales del estudio consistieron en:

- Identificar los diferentes hábitat para vertebrados terrestres;
- Describir las comunidades animales desde el punto de vista de la composición, riqueza de especies y abundancia total y por especie; e
- Identificar especies de interés prioritario para la conservación, como así también procesos ecológicos y sitios considerados claves.

La fauna es típica del Monte septentrional con mucha influencia de elementos altoandinos. Existe una gran variación interestacional en las especies más móviles como las aves, con reemplazo de muchas especies entre inviernos y veranos.

En el Mapa 2.12 se muestran las transectas de este monitoreo y detalles sobre la metodología de estudio se exponen en la Sección 7.0 del presente informe. A continuación se presentan los resultados obtenidos de dichas campañas separadamente para las estaciones de verano e invierno.

### **2.7.2 Composición, Diversidad y Abundancia**

#### ***Fauna de Verano de 2006***

En el área de estudio fueron identificadas 47 especies animales: 1 reptil, 35 aves y 11 mamíferos (Tabla 2.7-1). De ellas, 38 fueron detectadas dentro de las transectas de cuantificación sistemática, tanto por observación directa como por rastros (Cuadro 2.7-1). En 30 transectas de censos de vertebrados terrestres fueron contabilizados 147 ejemplares de la fauna por observación directa y un total de 29 rastros o conjuntos de signos que evidencian la presencia de algunas especies no avistadas en los sitios de muestreo.

Considerando sólo las especies avistadas, en un total de 30 transectas de fauna fueron estimadas un promedio de 3 especies por cada 2 ha y 2,65 individuos/ha. Incorporando los rastros de las especies presentes pero no vistas, la riqueza promedio entre todas las transectas asciende a 3,63 especies por cada 2 ha.



Las especies más abundantes (detectadas entre todas las transectas con frecuencia > 5 %), fueron las lagartijas del género *Liolaemus* (12,6 %), seguidas de la catita serrana *Bolborhynchus aymara* (9,45 %), la caminera ala colorada *Geositta rufipennis* (7,56 %), el fio fio común *Elaenia albiceps* (6,93 %), el canastero rojizo *Asthenes dorbignyi* (6,30 %), la calandria mora *Mimus patagonicus* (5,67 %), y la dormilona chica *Muscisaxicola cinerea* y el picaflor andino *Oreotrochilus leucopleura*, ambos con la misma frecuencia (5,04 %). En la parte superior de la Quebrada Vallecito, se registró una densidad media 2,5 veces mayor que en el área de la mina. La riqueza media de especies mostró la misma tendencia con el doble de especies en el primer sitio con respecto al segundo.

Si bien la riqueza promedio resultó mayor en Quebrada Vallecito que en el área de mina, la riqueza acumulada (el total de especies registradas) fue casi el doble en esta área respecto a Vallecito. Ello responde a una mayor heterogeneidad de microhábitats en el primer sitio que permite la coexistencia de un mayor número de especies, si bien de menores tamaños poblacionales por lo que la especies se van reemplazando de una transecta a la otra, apareciendo más especies nuevas.

En cambio, la zona de Vallecito mantiene mayor cantidad de especies por transecta pero se repiten de una a la otra por lo que no se incrementa el número acumulado total de especies, como ocurre en el área de mina (Cuadro 2.7-1).

### ***Fauna de Invierno de 2006***

Durante la campaña de invierno de 2006, fueron identificadas 42 especies animales en el área de estudio: 3 reptiles, 27 aves y 12 mamíferos (Tabla 2.7-1). De ellas, 37 fueron detectadas dentro de las transectas de cuantificación sistemática, tanto por observación directa como por rastros (Cuadro 2.7-2). En 57 transectas de censos de vertebrados terrestres fueron contabilizados 151 ejemplares de la fauna por observación directa y un total de 151 rastros o conjuntos de signos que evidencian la presencia de algunas especies no avistadas en los sitios de muestreo. Entre las especies detectadas por signos, existe incertidumbre respecto a la posible presencia de la perdiz *Eudromia elegans* y a la de un mamífero indeterminado cuyas huellas pueden corresponder a un marsupial mediano (Ej.: *Didelphis albiventer*), un hurón mediano (*Galictis cuja*) o bien a un xenarto como quirquinchos (Ej.: *Chaetophractus sp.*).

Considerando sólo las especies avistadas en un total de 57 transectas de fauna fueron estimadas un promedio de 0,7 especies/ha y 1,77 individuos/ha. Incorporando los rastros de las especies presentes pero no vistas, la riqueza promedio entre todas las transectas asciende a 2,5 especies/ha.

Las especies más frecuentemente registradas durante el invierno (detectadas entre todas las transectas con frecuencia > 5 %), fueron las lagartijas del género *Liolaemus sp1*



(19,8 %), seguidas del comesebo *Phrygilus gayi* (18,9 %), la remolinera *Cinclodes ostaleti* (11,9 %), otra lagartija del género *Liolaemus sp2* (9,9 %), y el yal plumizo *Phrygilus unicolor* (7,4 %).

Para los análisis comparativos entre los diferentes sectores se consideraron las siguientes áreas: mina, quebrada Vallecito, y camino de acceso. Estos sectores que se corresponden con infraestructuras del Proyecto Minero se ubican en un gradiente altitudinal donde va cambiando la estructura del hábitat desde el ecosistema Prepuneño en las partes elevadas pasando por un ecotono en las zonas intermedias hasta el ecosistema del Monte hacia las parte bajas.

La mayor disponibilidad de recursos en las partes más altas del área de estudio correspondiente en la Quebrada Vallecito por encima de los 2.700, explica que este sector reporte la mayor densidad de vertebrados terrestres y una tendencia a contener mayor número de especies que los demás sectores (Cuadro 2.7-2). Tanto la densidad media de individuos como la riqueza promedio tienden a descender sostenidamente a medida que se pierde altitud, llegando a los retamales del camino de acceso, el hábitat que mostró las menor densidad y riqueza promedio de todos los sitios analizados. En cuanto a la riqueza total acumulada, el área de mina mostró una tendencia a contener más especies que los otros dos ambientes. Ello posiblemente pueda explicarse por la mayor heterogeneidad ambiental de esta zona y por ende un permanente cambio de composición de una transecta a la otra. Otra de las razones podría ser que estos ambientes bajos puedan servir de refugio a numerosas especies de las zonas más altas que pasen el invierno en las primeras estribaciones de la cordillera frontal, en la franja altitudinal correspondiente al área de mina.

Es notable la sustancial disminución de la riqueza, tanto promedio en cada sitio como acumulada y general en toda el área de estudio, y también de las abundancias de vertebrados terrestre en invierno con respecto al verano.

En los trampeos de micromamíferos fueron capturados un total de 9 ratones orejudos; uno en el área de mina en 120 noches/trampa (éxito de captura = 0,83 %) y 8 en la zona de Vallecito en 80 noches/trampa (éxito = 10 %). Todos pertenecieron a la especie *Phyllotis xantopyga*, una de las más comunes de los Andes. La diferencia abrupta en el éxito entre ambas zonas muestreadas denota la mayor abundancia de micromamíferos y por ende, mayor disponibilidad de recursos en la zona de Vallecito que en las partes bajas. Ello explica la mayor diversidad y abundancia en general de depredadores (aguilucho, puma, gato silvestre, zorro, halconcito chico, águila) en las partes altas, durante el invierno.



### ***Observaciones Ocasionales de Invierno de 2006***

Durante la campaña de invierno fueron avistados cóndores en un número no mayor a 5 individuos simultáneamente en la zona alta de la Quebrada Vallecito. Asimismo, fueron divisados dos grupos de guanacos a unos 2 km del camino de acceso a la quebrada, en la parte superior de los cerros. El primer grupo de 5 individuos fue visto en un tramo intermedio de la quebrada hacia el este de la misma. El segundo compuesto de unos 7 individuos, fue visto en las partes altas de la cabecera de la quebrada hacia el oeste de la misma en el límite de la zona de nieve.

Fuera del área del proyecto fue avistado un suri en el piedemonte proximal por el camino de acceso a unos 13 km de la Ruta N° 40. No se detectó la presencia de zorros ni felinos; sin embargo fueron observados guanacos, principalmente los del grupo reproductor pero a una distancia de más de 1,5 a 2 km.

### ***Fauna de Primavera de 2006***

Durante la campaña de primavera de 2006, fueron identificadas 59 especies animales en el área de estudio: 3 reptiles, 45 aves y 11 mamíferos (Tabla 2.7-1). De ellas, 53 fueron detectadas dentro de las transectas de cuantificación sistemática, tanto por observación directa como por rastros (Cuadro 2.7-3). En 57 transectas de censos de vertebrados terrestres fueron contabilizados 564 ejemplares de la fauna por observación directa y un total de 187 rastros o conjuntos de signos que evidencian la presencia de algunas especies no avistadas en los sitios de muestreo.

Considerando sólo las especies avistadas, en un total de 57 transectas de fauna fueron estimadas un promedio de 1,92 especies/Ha y 5,93 individuos/ha. Incorporando los rastros de las especies presentes pero no vistas, la riqueza promedio entre todas las transectas asciende a 2,45 especies/ha.

Las especies registradas frecuentemente (detectadas entre todas las transectas con frecuencia igual o mayor al 5 %) fueron las lagartijas del género *Liolaemus darwini* (17 %), el yal negro *Phrygilus fruticeti* (13 %), el comesebo *Phrygilus gayi* (11 %), el cabecita negra andino o negrilla *Carduelis atrata* (6 %), y la viudita *Knipolegus aterrimus*, el chingolo *Zonotrichia capensis* y la golondrina barranquera *Notiochelidon cyanoleuca* (las tres últimas con un 5 %).

Al igual que la campaña anterior se observó que tanto la densidad media de individuos como la riqueza promedio tienden a descender a conforme se pierde altitud. Sólo en la primavera las densidades y la riqueza de especies registradas en la quebrada Vallecito resultaron 6 veces mayor, a las observadas en el área de mina. Durante esta estación, se observó un cambio de patrón en la riqueza total acumulada respecto a las estaciones anteriores, mostrando mayor incremento en las zonas más altas de Vallecito así como



grandes bandadas de aves que regresan a estas zonas luego de pasar el invierno en zonas más bajas o más al norte. También entran en actividad más intensa las especies de reptiles (Cuadro 2.7-3).

En los trampeos de micromamíferos fueron capturados un total de 5 ratones orejudos; uno en el área de mina en 120 noches/trampa (éxito de captura = 0,83 %) y 4 en la zona de Vallecito en 80 noches/trampa (éxito = 5 %). Todos pertenecieron a la especie *Phyllotis xantopyga*, una de las más comunes de los Andes. Los éxitos de captura decrecen con respecto a los registrados en invierno, patrón típico de los micromamíferos de las regiones pedemontanas y del Monte. No obstante, se mantiene el patrón de una mayor tasa de capturas en la zona de Vallecito que en las zonas más bajas del área de mina. De otro lado, se registró la presencia de un zorro colorado *Pseudalopex culpaeus* a unos 10 km aguas arriba del área de mina y de un zorro gris *Pseudalopex griseus* a unos 4 km aguas abajo del mismo.

#### **Observaciones Ocasionales de Primavera de 2006**

En las vegas de la zona media-alta de Vallecito fueron detectados dos aguiluchos comunes *Buteo albicaudatus*. Numerosos signos de bosteo de los suris fueron encontrados entre el piedemonte proximal y los sectores más altos explorados de esta quebrada (3.000 m) donde en 3 ocasiones se registraron cóndores como individuos aislados y también fue registrada un águila mora *Geranoetus melanoleucus* a unos 1.000 m aguas arriba de Vallecito. Fuera del área del proyecto, a lo largo del camino de acceso al mismo fueron observados en dos ocasiones 3 suris *Rhea pennata* y un ejemplar solitario de esta especie.

El Mapa 2.14 muestra los Habitat de Fauna para las campañas señaladas.

**Cuadro 2.7-1**  
**Riqueza y Densidad de Individuos - Campaña Verano 2006**

Censos por Observación Directa			
Especie	Nombre Vulgar	Zona Mina	Zona Toma de Agua
<i>Liolaemus sp.</i>	Lagartija	0,29	-
<i>Agriornis montana</i>	Gauche serrano	0,01	-
<i>Anairetes flavirostris</i>	Cachudito pico amarillo	0,04	-
<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero rojizo	0,19	-
<i>Asthenes steinbachi</i>	Canastero pálido	0,08	-
<i>Bolborynchus aymara</i>	Catita serrana	-	1,50
<i>Catamenia inornata</i>	Piquito de oro grande	0,02	-
<i>Chlorostilbon auriventris</i>	Picaflor común	0,03	-
<i>Cinclodes atacamensis</i>	Remolinera castaña	-	0,20
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Remolinera andina	-	0,10
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío fío común	0,05	0,70
<i>Geositta rufipennis</i>	Caminera colorada	0,19	0,10



Censos por Observación Directa			
Especie	Nombre Vulgar	Zona Mina	Zona Toma de Agua
<i>Knipolegus aterrimus</i>	Viudita común	0,10	-
<i>Leptasthenura aegitaloides</i>	Coludito común	0,12	-
<i>Metriopela melanoptera</i>	Paloma cordillerana	-	0,30
<i>Mimus patagonicus</i>	Calandria mora	0,18	-
<i>Muscisaxicola cinerea</i>	Dormilona gris chica	0,10	0,30
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona gris	0,02	-
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina barranquera	0,05	0,30
<i>Oreotrochilus spp</i>	Picaflor andino	0,10	0,10
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	0,02	-
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal negro	-	0,40
<i>Phrygilus gayi</i>	Comesebo	0,04	0,30
<i>Sicalis auriventris</i>	Jilguero grande	0,15	-
<i>Thraupis bonariensis</i>	Naranjero	-	0,10
<i>Troglodytes aedon</i>	Curucucha	0,03	0,10
<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal	-	0,20
<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurrita común	0,06	-
<i>Upucerthia ruficauda</i>	Bandurrita pico recto	0,03	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	0,01	0,20
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	0,02	-
Densidad Media (ind. /Ha)		1,92	4,90
Riqueza (Nº especies / Ha)		2,47	4,80
Censos por Rastros			
<i>Abrocoma cinerea</i>	Rata chinchilla	0,17	0,10
<i>Ctenomys fulvus</i>	Tuco tuco	0,003	-
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	0,06	-
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	0,19	0,10
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre europea	-	0,40
<i>Pterocnemia pennata var. garleppi</i>	Suri	0,02	-
<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón orejudo	0,04	-
Número Total de Rastros		0,44	0,60
Riqueza de Rastros		0,62	0,80

**Cuadro 2.7-2**  
**Riqueza y Densidad de Individuos - Campaña Invierno 2006**

Censos por Observación Directa				
Especie	Nombre Vulgar	Zona Mina	Zona Toma de Agua	Camino Minero
<i>Liolaemus sp.</i>	Lagartija	0,39	-	-
<i>Phymaturus sp.</i>	Lagartija	-	0,67	-
<i>Agriornis montana</i>	Gaucho serrano	-	0,03	-
<i>Asthenes steinbachi</i>	Canastero pálido	0,08	-	-
<i>Bolborynchus aymara</i>	Catita serrana	-	0,20	-
<i>Catamenia inornata</i>	Piquito de oro grande	0,02	-	-
<i>Cinclodes atacamensis</i>	Remolinera castaña	-	0,03	-
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Remolinera andina	-	0,80	-
<i>Falco sparverius</i>	Halcón	-	0,03	-



Censos por Observación Directa				
Especie	Nombre Vulgar	Zona Mina	Zona Toma de Agua	Camino Minero
<i>Geositta cunicularia</i>	Caminera común	0,01	-	0,08
<i>Geositta rufipennis</i>	Caminera colorada	-	0,03	-
<i>Leptasthenura aegitaloides</i>	Coludito común	-	0,17	-
<i>Leptasthenura fuliginipes</i>	Coludito canela	0,04	0,03	0,08
<i>Mimus patagonicus</i>	Calandria mora	0,03	0,10	-
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona gris	-	0,03	-
<i>Phrygilus gayi</i>	Comesebo	0,34	0,33	-
<i>Phrygilus unicolor</i>	Yal plumizo	0,12	0,10	-
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Agachona collar	-	0,13	-
<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal	-	0,20	-
<i>Upucerthia ruficauda</i>	Bandurrita pico recto	0,02	0,07	-
<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita canela	0,01	-	-
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	-	0,01	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	0,04	0,13	-
<i>Ctenomys fulvus</i>	Tuco	0,02	-	0,08
<i>Lagidium viscacia</i>		0,01	-	0,01
Densidad Media (ind. /Ha)		1,13	3,11	0,26
Riqueza (Nº especies / Ha)		0,96	1,33	0,70
Censos por Rastros				
<i>Eudromia elegans?</i>	Martineta	-	-	0,50
<i>Pterocnemia pennata var. garleppi</i>	Suri	0,02	0,07	-
<i>Abrocoma cinerea</i>	Rata chinchilla	0,29	0,13	-
<i>Ctenomys fulvus</i>	Tuco tuco	1,21	-	2,00
<i>Familia Felidae</i>	Gato	0,09	0,07	-
<i>Lagidium viscacia</i>	Chinchillón	0,10	0,07	-
<i>Mamífero indeterminado</i>		0,04	-	-
<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón orejudo	0,02	-	-
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	0,23	0,40	0,33
<i>Puma concolor</i>	Puma	-	0,07	-
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	0,23	0,67	0,17
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre europea	4,17	0,40	0,33
Número Total de Rastros		6,41	1,87	3,33
Riqueza de Rastros		1,26	1,13	2,17



**Cuadro 2.7-3**  
**Riqueza y Densidad de Individuos - Campaña Primavera 2006**

Censos por Observación Directa				
Especie	Nombre Vulgar	Zona Mina	Zona Toma de Agua	Camino Minero
<i>Liolaemus sp</i>	Lagartija	-	3,75	-
<i>Liolaemus darwini</i>	Lagartija	0,13	-	-
<i>Phymaturus flagelifer</i>	Lagarto cola de piche	-	0,47	-
<i>Agriornis montana</i>	Gaucho serrano	0,01	-	-
<i>Anairetes flavirostris</i>	Cachudito pico amarillo	0,12	-	-
<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero rojizo	0,04	-	-
<i>Asthenes steinbachi</i>	Canastero pálido	0,14	0,06	0,17
<i>Bolborynchus aymara</i>	Catita serrana	-	0,78	-
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguilucho cabeza negra	-	0,003	-
<i>Carduelis atrata</i>	Negrillo	-	1,22	-
<i>Carduelis crassirostris</i>	Cabecitanegra picudo	-	0,13	-
<i>Chlorostilbon auriventris</i>	Picaflor común	0,01	-	-
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Remolinera andina	-	0,22	-
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	0,08	-	0,78
<i>Elaenia albiceps</i>	Fío fío común	-	0,06	0,06
<i>Falco sparverius</i>	Halcón	0,01	-	-
<i>Geositta cunicularia o punensis?</i>	Caminera común o baya ?	-	0,06	-
<i>Geositta rufipennis</i>	Caminera colorada	-	0,06	-
<i>Geranoetus melanoleucus</i>	Águila mora	-	0,003	-
<i>Knipolegus aterrimus</i>	Viudita común	0,36	0,09	0,22
<i>Leptasthenura aegitaloides</i>	Coludito común	0,16	0,16	-
<i>Leptasthenura fuliginipes</i>	Coludito canela	0,01	0,16	-
<i>Metriopela melanoptera</i>	Paloma cordillerana	-	0,28	-
<i>Mimus patagonicus</i>	Calandria mora	0,10	0,03	0,28
<i>Muscisaxicola cinerea</i>	Dormilona gris chica	0,16	0,47	-
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona gris	-	0,13	-
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina barranquera	0,05	0,97	-
<i>Oreotrochilus leucopleura</i>	Picaflor andino	0,01	0,03	-
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal negro	-	2,88	-
<i>Phrygilus gayi</i>	Comesebo	0,57	0,84	0,28
<i>Phrygilus plebejus</i>	Oquencho	-	0,66	-
<i>Phrygilus unicolor</i>	Yal plumizo	0,03	0,56	0,17
<i>Saltator aurantirostris</i>	Semillero grande	-	-	0,06
<i>Sappho sparganura</i>	Picaflor coludo	0,01	-	-
<i>Sicalis auriventris</i>	Jilguero grande	0,03	0,44	0,06
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Agachona collar	-	0,06	-
<i>Thraupis bonariensis</i>	Naranjero	0,03	-	-
<i>Troglodytes aedon</i>	Curucucha	0,01	0,22	-
<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal	0,01	0,16	-
<i>Upucerthia ruficauda</i>	Bandurrita pico recto	-	0,06	-
<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita canela	-	0,09	-
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	0,23	0,78	0,11
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha serrana	0,02	-	-
Densidad Media (ind. /Ha)		2,34	15,88	2,17



Censos por Observación Directa				
Especie	Nombre Vulgar	Zona Mina	Zona Toma de Agua	Camino Minero
Riqueza (Nº especies / Ha)		1,50	3,53	1,22
Censos por Rastros				
<i>Pterocnemis pennata</i> var. <i>garleppi</i>	Suri	0,23	0,16	0,42
<i>Abrocoma cinerea</i>	Rata chinchilla	0,21	-	-
<i>Ctenomys fulvus</i>	Tuco tuco	0,18	-	2,78
Familia <i>Felidae</i>		0,14	0,08	-
<i>Lagidium viscacia</i>	Chinchillón	0,14	-	0,14
<i>Pseudalopex spp</i>	Zorro colorado	0,16	0,08	-
<i>Puma concolor</i>		0,03	-	-
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	0,74	0,31	0,28
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre europea	-	6,88	1,25
<i>Octodontidae indeterminado</i>		-	2,33	-
Número Total de Rastros		1,86	7,50	4,86
Riqueza de Rastros		0,45	0,28	0,94

### 2.7.3 Localización y Descripción de Áreas de Alimentación, Refugio y Reproducción

La reproducción de la gran mayoría de especies de vertebrados terrestres, aves en particular, herpetofauna y algunos mamíferos, ocurre en coincidencia con la estación húmeda, entre los meses de septiembre y marzo. Es notable la concentración de recursos durante estos períodos en las zonas altas, por ejemplo de la Quebrada Vallecito, patrón que puede repetirse en los cerros que colindan con las cabeceras de cuencas más al norte como al sur de esta zona.

Las menores condiciones de aridez de las partes más altas delatan una mayor productividad asociada a la mayor disponibilidad de agua permanente y menores temperaturas. Es allí donde se observan la mayor abundancia y diversidad de vertebrados de toda el área de estudio. Así, al menos unas 3 especies de reptiles se han detectado en este sector como también la mayor abundancia y diversidad de aves de toda el área de estudio, en particular, de aves granívoras subiendo por las quebradas en bandadas mixtas de decenas de individuos.

Como especie indicadora, podemos mencionar al guanaco, mayormente refugiado en este tipo de hábitats en grupos reproductivos, muy aislados hacia lugares donde no frecuenta arrieros que llevan el ganado doméstico que los ahuyentan. Las tropas reproductivas de esta especie han sido detectadas únicamente en las cabeceras de la Quebrada Vallecito, y en las estribaciones de mayor altura que se ubican a dos cordones montañosos del área del rajo proyectado.



Sólo ejemplares aislados han sido observados en la zona del piedemonte proximal a la altura de la futura planta de proceso y depósito de colas. Numerosos signos, tanto bostaderos recientes como huellas de adultos y jóvenes han sido detectados en la cuenca que se halla al norte del piedemonte, aguas abajo del área del rajo, en quebradas que conectan estas zonas relativamente elevadas con los matorrales pedemontanos.

En zonas del piedemonte proximal, tiene su más frecuente distribución, otro de los mayores herbívoros, los suris cordilleranos. Esta especie, también es buena indicadora del estado general del ecosistema por su gran movilidad y uso generalista de los parches de vegetación, se distribuye por el piedemonte proximal y la parte media y baja de la Quebrada Vallecito, aunque su presencia no pudo ser corroborada como el guanaco en las zonas más elevadas, debido a que la distancia de detección del suri no lo permite.

Es posible que las poblaciones de herbívoros grandes y algunos medianos y más móviles mantengan un patrón de movimiento desde las zonas altas a las zonas bajas desde el verano al invierno respectivamente. No obstante, durante este estudio, las poblaciones de guanacos, como también los rastros como heces frescas de los suris, indican su presencia en las partes altas aún durante el invierno. En las cabeceras, si bien las nevadas son frecuentes, el clima general no convierte a esta zona en inhabitable, si no más bien, en una buena área de refugio, donde es más intermitente y menos intensa la competencia por las pasturas con el ganado doméstico por que la presencia humana es menos frecuente. Es evidente que el piedemonte más distal y fuera al área del proyecto es un hábitat potencial para las poblaciones de suris y guanacos pero que no está disponible por la cercanía y riesgo que les significan las poblaciones humanas asentadas en el Valle de Villa Corral.

La presencia del puma sólo fue corroborada en la zona media-alta de Vallecito, no obstante, no se descarta su presencia en sitios más bajos aunque también quedaría condicionada a la presencia de arrieros, tal como las poblaciones antes mencionadas.

En la faja transicional de las quebradas rocosas que se abren hacia el piedemonte proximal, existen importantes poblaciones de vizcachas serranas. Esta zona corresponde a las quebradas rocosas que corren aguas abajo y arriba del área de mina. Estas poblaciones de herbívoros medianos también atraen la presencia de gatos menores que no han podido ser identificados por el sólo hallazgo de heces y huellas. No se encontró ningún otro indicio de su identidad que pudiera atribuirse a gato del pajonal y/o gato andino. Sin embargo, la presencia de gatos menores fue detectada más frecuentemente desde las primeras estribaciones hasta las partes más elevadas del área de estudio, junto a la presencia de zorros: como el colorado, en las zonas altas, y el gris hacia la parte pedemontana.



Otras especies que merecen particular atención, son los roedores octodóntidos como *Abrocoma cinerea*, pequeño mamífero detectado en casi toda el área de estudio a través de sus heces y la formación de los conocidos pack-rat middens, formaciones estratificadas causadas de la acumulación progresiva de sus heces a lo largo de miles de años y aglomeradas con una especie de ámbar, producto de las resinas de la vegetación xerófila que consume.

El área de estudio muestra una diversidad de tamaños de aves rapaces, desde halconcitos menores al cóndor, pasando por el aguilucho y el águila mora. Ello indica la diversidad de tamaños de presas. Sólo el aguilucho fue detectado en el área del rajo mientras que las restantes aves de presa fueron detectadas en las zonas elevadas de Vallecito. La zona sumamente pobre en rapaces fue la del piedemonte donde ocasionalmente se detectaron chimangos y jotes de cabeza colorada, en la estepa arbustiva de retamos del piedemonte que guarda relación con las zonas de oasis junto al Río Castaño. Fuera del área del proyecto fue detectada la lechucita de las Vizcacheras, específicamente en el camino de acceso.

#### **2.7.4 Especies de Interés Prioritario para la Conservación**

En la Tabla 2.7-1 se presenta un listado de la fauna de vertebrados terrestres identificados para las tres campañas de monitoreo y su categoría de conservación cuando corresponda.

##### **2.7.4.1 Depredadores Grandes y Medianos**

Son buenos indicadores del estado del ecosistema. En general, son naturalmente escasos, precisan grandes áreas de movimiento, y dependen de la abundancia de sus presas. Estos consumidores secundarios y hasta terciarios dependen de las demás especies que están por debajo de su nivel trófico, que a su vez están condicionadas por el escalón de los productores. Su presencia y las tendencias de sus poblaciones a lo largo del tiempo son variables que pueden mostrar el “estado de salud” del ecosistema. En el área de estudio, fueron detectados: el cóndor *Vultur gryphus*, el aguilucho *Buteo polyosoma* y signos de al menos una especie de gato menor (Familia *Felidae*), que posiblemente se trate del gato del pajonal *Oncyfelis colocolo* y/o el gato andino *Oreaylurus jacobita*. La/s especie/s de gatos silvestres menores fueron detectadas mediante sus heces y huellas por lo que no fue posible llegar a nivel específico. Sin embargo, viendo la potenciabilidad del habitat y la disponibilidad de posibles presas como son las vizcachas serranas *Lagidium viscacia* es probable que se puedan encontrar cualquiera de estas especies de gatos menores en el área de estudio. En general, todos los gatos silvestres menores son considerados vulnerables, en particular el gato andino por ser de biología desconocida de todos los que habitan el país.



También fueron detectados el zorro gris *Pseudalopex griseus* y el zorro colorado *Pseudalopex culpaeus*. Si bien, éstos últimos son depredadores, son también más amplios en su dieta incorporando frutos y carroña, sobretudo el zorro gris que habita sectores más bajos siendo más tolerante a la presencia humana. En cambio, el zorro colorado habita zonas más altas y es menos tolerante a la presencia humana. En otras regiones está demostrado que el zorro gris puede desplazar por competencia al zorro colorado, proceso facilitado por la presencia del ser humano.

Las especies mencionadas gozan de protección nacional e internacional por el Apéndice II de la Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies Silvestres (CITES); con excepción del cóndor y los gatos silvestres que están incluidos dentro del Apéndice I de la Convención. En el área del proyecto, el puma fue detectado en la Quebrada Vallecito mediante huellas y bosteo. En ese mismo sitio fue avistada el águila mora en dos ocasiones. La lechucita ha sido detectada en el cruce de la Ruta Nacional N° 149 con el Camino de Acceso al Proyecto Casposo.

#### **2.7.4.2 Herbívoros Mayores**

También son buenos indicadores del estado del ecosistema. Son muy sensibles a la presencia humana y precisan grandes áreas de acción. En el área de estudio se han detectado: el guanaco *Lama guanicoe* y el suri cordillerano *Pterocnemia pennata garleppi*. Ambas especies también están incluidas dentro del Apéndice I de CITES. La primera especie fue detectada por avistaje directo de un grupo reproductivo y por signos indirectos como bosteo fresco, revolcaderos y huellas, fundamentalmente en las laderas y cumbres de los cerros del área de la mina y en las cumbres de los cerros de la Quebrada Vallecito. El suri fue detectado por medio de tres heces encontradas en sectores de lomas y el piedemonte correspondientes a las áreas de la mina y del camino de acceso. Su presencia fue más frecuente en las lomas altas del camino de acceso y en toda la Quebrada Vallecito.

En general, todas las especies mencionadas de depredadores medianos y grandes y herbívoros mayores han sido detectados ocasionalmente, es decir, fuera de las transectas sistemáticas.

Se evidencia en la zona, una notable influencia de los arrieros que llevan ganado hacia las zonas altas de veranada, particularmente de Vallecito. Asociada a la presencia de arrieros, encontramos los perros domésticos que corren, depredan y ahuyentan a la fauna de medianos y grandes herbívoros y carnívoros. Esto se evidencia en el comportamiento extremadamente huraño y esquivo de estas especies a la presencia humana.



#### **2.7.4.3 Otras especies Animales CITES**

Otras especies que gozan algún grado de protección son los picaflores de la Familia *Trochilidae*: picaflor común *Chlorostilbon auriventris*, picaflor andino *Oreotrochilus leucopleurus* y el picaflor gigante *Patagona gigas*, entre los detectados en la zona del proyecto. Esta familia de aves está protegida por el Apéndice II de la Convención CITES. La misma situación corre para las catas de la Familia *Psittacidae*, siendo la catita serrana *Bolborhynchus aymara* la que encontramos en el área de estudio.

#### **2.7.4.4 Endemismos**

La única especie endémica encontrada en las tres campañas fue el canastero pálido *Asthenes steinbachi*, ave de la Familia *Furnariidae*.

### **2.8 BIOLOGÍA ACUÁTICA**

#### **2.8.1 Introducción**

La biota acuática se refiere a las comunidades que se encuentran constituidas por organismos micro y macroscópicos que habitan la columna de agua propiamente dicha (fitoplancton y zooplancton) y sobre el fondo (bentos). Estos organismos constituyen excelentes Bioindicadores de las condiciones ambientales existentes. A su vez son una herramienta eficaz y rápida cuando se trata de diagnosticar algún impacto, ya sea natural o antrópico ya que presentan una gran diversidad y riqueza de especies presentando un gran poder de adaptación al ambiente donde se encuentran (características químicas, tipo de sustratos, velocidad de corriente, clima, entre otros).

En ríos y arroyos de montaña, a pesar de ser ambientes estresados naturalmente debido a las variaciones de temperatura anuales, fuertes pendientes y alta velocidad de corriente, las comunidades acuáticas se encuentran bien desarrolladas. Debe tenerse en cuenta sobre todo en climas áridos el valor ecológico de estos organismos, ya que constituyen los primeros eslabones de la cadena trófica y producción primaria.

En ecosistemas acuáticos de regiones áridas de montaña, los componentes del fitoplancton y fitobentos son principalmente algas del grupo de Diatomeas (algas sílices), Cianófitas (algas verde azuladas) y Clorófitas (algas verdes). Entre los animales de la fracción zooplanctónica son representativos las Amebas tecadas, Rotíferos y Copépodos. Del grupo de Macroinvertebrados los Insectos acuáticos: Tricópteros, Efemerópteros, Dípteros y Coleópteros.

Cabe destacar que en general la fracción planctónica en los ríos con fuerte pendiente no es representativa, debido al permanente movimiento del agua y alta velocidad. Los organismos que se describen en esta fracción son conocidos como Ticoplancton:



organismos que habitan en el fondo sobre los sustratos que son arrancados por la corriente hacia la columna de agua.

El objetivo del presente análisis es determinar la estructura de las comunidades acuáticas en los puntos de muestreo determinados, para las tres campañas realizadas, febrero, agosto y noviembre de 2006.

Las coordenadas de los sitios de muestreo se presentan en el Cuadro 2.8-1, y en el Cuadro 2.8-2 se presentan los sitios de muestreo y el tipo de muestra obtenida para cada campaña respectivamente. El Mapa 2.8 presenta la ubicación de estos puntos y el Apéndice 2.8c un Álbum Fotográfico de las Campañas Limnológicas.

Cada uno de estos sitios de monitoreo se localizan fuera del área del proyecto ya que ésta carece de cursos de agua permanente como para sostener la biota acuática.

**Cuadro 2.8-1**  
**Coordenadas Sitios de Muestreo**

Sitios de Muestreo		Coordenadas Gauss Kruger	
		E (m)	N (m)
Quebrada Vallecito	V7	2.433.955	6.548.727
	V6	2.434.366	6.548.369
Río Castaño	RC5	2.460.351	6.541.553
	RC4	2.457.886	6.543.730
	RC3	2.456.304	6.556.125
	RC2	2.450.015	6.567.176
	RC1	2.447.007	6.571.780
Vertiente de Araya	VA2	2.457.900	6.543.428
Río de los Patos	LP1	2.460.856	6.534.263
Río San Juan	SJ1	2.469.285	6.543.634

En cuanto a la calidad de agua de estos sitios de monitoreo en la zona de Vallecito presentaron aguas cristalinas (transparencia hasta el fondo). Los Ríos Castaño, de los Patos y San Juan se encontraron con baja transparencia debido a los sedimentos y sólidos en suspensión. El arroyo de Vertiente de Araya se encontró con transparencia hasta el fondo y con presencia de macrófitas sumergidas.

En general, las aguas se presentaron alcalinas con valores de pH altos, (mayores a 8). La temperatura del agua osciló entre los 7°C y los 15°C. La menor conductividad se registró en la Quebrada Vallecito (176,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mientras que los mayores valores fueron registrados en la Vertiente de Araya (422  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y en el Río de los Patos (472  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En este sentido la menor concentración de Sólidos Totales Disueltos se presentó en Quebrada Vallecito (84 mg/L) mientras que los mayores valores de este parámetro se registraron en la Vertiente de Araya (202 mg/L) y Río de los Patos (201 mg/L).



**Cuadro 2.8-2**  
**Sitios de Muestreo y Tipo de Muestras**  
**Campañas Verano, Invierno y Primavera 2006**

Río	Sitio	Tipo de Muestra			
		Fitoplancton	Zooplancton	Bentos	Macroinvertebrados
Quebrada Vallecito	V7	X,*	X,*	X,O,*	O,*
	V6	X,*	X,*	X,O,*	O,*
Río Castaño	RC5	X,O,*	X,O	X,O	X,O
	RC4	X,O,*	X,O,*	X,O,*	X,O,*
	RC3	X,O,*	X,O,*	X,O,*	X,O,*
	RC2	X,O,*	X,O,*	X,O,*	X,O,*
	RC1	X,O,*	X,O,*	X,O,*	X,O,*
Vertiente de Araya	VA2	X,O,*	X,O,*	X,O,*	X,O,*
Río de los Patos	LP1	X,O,*	O,*	X,O,*	X,O,*
Río San Juan	SJ1	X,O,*	O,*	X,O,*	X,O,*

X: Campaña de verano 2006

O: Campaña de invierno 2006

\*: Campaña de primavera 2006

## 2.8.2 Flora Acuática

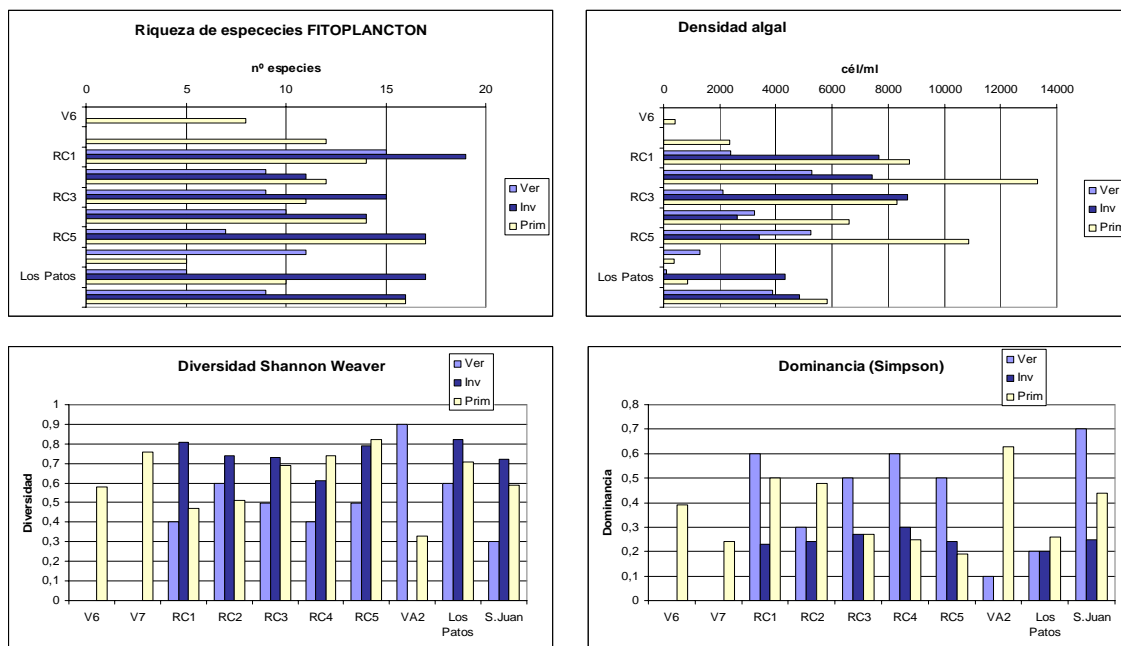
### 2.8.2.1 Fitoplancton

En el análisis de la campaña de verano de la comunidad fitoplanctónica se identificó un total de 23 especies: 19 de diatomeas y 4 de cianofíceas. La mayoría de las especies identificadas corresponden a hábitos bentónicos; las mismas son desprendidas del fondo por la corriente, por lo que se las encuentra en la columna de agua, (Cuadro 2.8-3). Para la campaña de invierno, en el análisis de la comunidad fitoplanctónica se identificó un total de 34 especies: 27 de diatomeas, 2 de clorófitas y 5 de cianófitas, (Cuadro 2.8-4). Para la campaña de primavera, de la fracción fitoplanctónica se identificó un total de 30 especies de algas: 24 diatomeas, 1 clorófitas, y 5 cianófitas (Cuadro 2.8-5).

Todas las variables estructurales se ven incrementadas en las temporadas de invierno y primavera, con respecto al verano. Esto se justifica por el aumento de los caudales en la época estival.

Es así como la mayor riqueza de especies se detectó en las temporadas de invierno y primavera, con un máximo en el Río Castaño (19 especies). En el Río San Juan en las mismas temporadas, el número de especies se mantuvo en 16, con disminución a 9 especies en verano. En el Río de los Patos también se presentó alta riqueza.





**Ilustración 2.8-1. Variación Estacional Fitoplancton**



**Cuadro 2.8.3**  
**Análisis Cuantitativo Fitoplancton, Proyecto Casposo. Febrero 2006.**

Taxon	Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
<b>Diatomeas</b>								
<i>Achnantes minutissima</i>	20	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora veneta</i>	8	-	9	4	18	9	-	-
<i>Asterionella formosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i>	4	-	-	4	-	54	-	-
<i>Cymatopleura solea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella cistula</i>	40	36	48	136	57	18	6	-
<i>Cymbella minuta</i>	40	39	27	28	15	15	2	-
<i>Denticula thermalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma elongatum</i>	740	520	299	496	366	-	4	-
<i>Diatoma vulgare</i>	-	15	12	40	-	12	-	15
<i>Eunotia pectinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria ulna</i>	12	12	3	28	3	-	8	-
<i>Fragilaria virescens</i>	4	-	-	16	-	24	-	6
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	-	3	-	-	3	-	-	-
<i>Gomphonema minutum</i>	40	18	15	296	-	75	-	12
<i>Gomphonema subtile</i>	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hannaea arcus</i>	-	3	3	-	18	-	2	-
<i>Melosira varians</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	40	-	-	-	-	42	-	3
<i>Navicula pupula</i>	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula rhynchocephala</i>	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Nitzschia linearis</i>	-	3	-	8	-	3	-	3
<i>Nitzschia palea</i>	12	-	3	-	-	6	-	3
<i>Synedra acus</i>	4	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cianófitas</b>								
<i>Anabaena torulosa</i>	80	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphosphaeria sp.</i>	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Lyngbya limnetica</i>	-	-	-	-	-	-	-	100
<i>Rivularia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	630
Nº especies	15	9	9	10	7	11	5	9
cél/ml	5.260	3.245	2.095	5.280	2.400	1.305	110	3.875
H'	0,5	0,4	0,5	0,6	0,4	0,9	0,6	0,3
Dominancia	0,5	0,6	0,5	0,3	0,6	0,1	0,2	0,7



**Cuadro 2.8-4**  
**Análisis Cuantitativo Fitoplancton, Casposo. Agosto 2006**

Taxon	Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
<b>Diatomeas</b>								
<i>Achnantes minutissima</i>	8	14	72	16	15	54	-	12
<i>Amphora ovalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora veneta</i>	14	-	-	2	9	-	14	12
<i>Cocconeis placentula</i>	4	3	6	-	-	10	-	2
<i>Cymbella cistula</i>	140	94	315	118	210	13	160	206
<i>Cymbella minuta</i>	118	188	204	118	213	-	166	52
<i>Denticula elegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticula subtilis</i>	276	198	825	580	669	-	306	228
<i>Diatoma hymale</i>	4	-	6	-	6	-	6	24
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	3	-	3	73	92	4
<i>Eunotia pectinalis</i>	-	-	105	420	-	-	10	-
<i>Fragilaria ulna</i>	12	12	69	20	66	-	8	14
<i>Fragilaria virescens</i>	12	-	51	60	72	54	36	-
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	-	-	-	-	-	-	10	-
<i>Gomphonema acuminatum</i>	18	-	18	20	27	15	24	10
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hannaea arcus</i> var. <i>amphioxys</i>	-	4	48	52	72	-	8	4
<i>Navicula angusta</i>	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	8	2	6	2	3	-	6	8
<i>Navicula cuspidata</i>	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Navicula modica</i>	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula rhynchocephala</i>	4	6	-	-	-	32	6	4
<i>Navicula schmassmanii</i>	-	-	-	-	-	-	2	8
<i>Nitzschia palea</i>	2	4	9	-	3	72	8	-
<i>Nitzschia paleaformis</i>	2	2	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia recta</i>	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia gibba</i>	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Surirella ovalis</i>	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Tabelaria fasciculata</i>	-	-	-	-	-	-	4	2
<b>Clorófitas</b>								
<i>Actinastrum</i> sp.	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Microspora whitrokii</i>	-	-	-	-	12	-	-	-
<b>Cianófitas</b>								
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	75,2	54	-	-	-
<i>Anabaena torulosa</i>	13,6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria limnetica</i>	38,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	380
<i>Oscillatoria</i> .sp	-	-	-	-	96	-	-	-
Nº especies	19	11	15	14	17	10	17	16
cél/ml	3.400,5	2.635	8.700	7.436	7.665	1.640	4.330	4.850
Diversidad	0,79	0,61	0,73	0,74	0,81	0,82	0,82	0,72
Dominancia	0,24	0,3	0,27	0,24	0,23	0,16	0,2	0,25



**Cuadro 2.8-5**  
**Análisis Cuantitativo Fitoplancton, Noviembre 2006**

Taxon	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V6	V7	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
Diatomeas										
<i>Achnantes minutissima</i>	2	-	6	18	-	3	30	-	-	-
<i>Amphora veneta</i>	-	-	15	-	-	6	-	-	-	4
<i>Cocconeis placentula</i>	-	16		3	-	-	-	4	-	-
<i>Cymbella cistula</i>	20	36	15	294	450	255	273	2	36	92
<i>Cymbella minuta</i>	10	12	54	117	90	120	114	-	4	16
<i>Denticula subtilis</i>	6	-	1.197	1.800	690	555	615	8	-	36
<i>Diatoma hymale</i>	-	-	6	-	-	3	3	-	-	-
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	24	18	-	6	-	8	16
<i>Fragilaria ulna</i>	4	8	15	12	18	-	18	-	76	8
<i>Fragilaria virescens</i>	78	28	336	243	240	96	48	-	20	140
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	2	4
<i>Gomphonema acuminatum</i>	2	-	15	30	-	15	42	2	4	4
<i>Gomphonema angustum</i>	-	4	18	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema minutum</i>	-	-	-	18	21	21	21	-	-	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	-	-	-	-	39	3	-	-	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i>	-	-	66	96	81	36	51	-	18	48
<i>Navicula cryptocephala</i>	-	16	-	6	12	3	6	-	-	4
<i>Navaicula grimmei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Navicula pupula</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Navicula rhynchocephala</i>	-	4	-	-	-	-	-	-	2	28
<i>Nitzschia linearis</i>	8	136	3	-	-	-	-	-	-	8
<i>Nitzschia palea</i>	-	2	3	-	-	18	-	-	2	4
<i>Pinnularia gibba</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Rhoicosphaenia curvata</i>	-	-	-	-	3	-	12	-	-	-
Clorófitas										
<i>Ulotrichopsis cylindrica</i>	-	-	-	-	-	186	-	-	-	-
Cianófitas										
<i>Anabaena sp.</i>	-	180	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria formosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750
<i>Oscillatoria limnetica</i>	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	330	-	-	-
<i>Symploka sp.</i>	-	-	-	-	-	-	600	60	-	-
Nº especies	8	12	14	12	11	14	17	5	10	16
cél/ml	406,25	2.360	8.760	13.305	8.310	6.600	10.875	380	860	5830
Diversidad	0,58	0,76	0,47	0,51	0,69	0,74	0,82	0,33	0,71	0,59
Dominancia	0,39	0,24	0,5	0,48	0,27	0,25	0,19	0,63	0,26	0,44



#### **2.8.2.2 Bentos**

La comunidad bentónica, en la campaña de verano, estuvo representada por 53 especies de algas: 35 de diatomeas, 6 especies de clorófitas y 12 de cianófitas, (Cuadro 2.8-6). La comunidad correspondiente a V7 estuvo constituida por todos los grupos algales identificados.

Para la campaña de invierno, la comunidad bentónica estuvo representada por 45 especies de algas: 37 de diatomeas, 3 especies de clorófitas y 5 de cianófitas, (Cuadro 2.8-7).

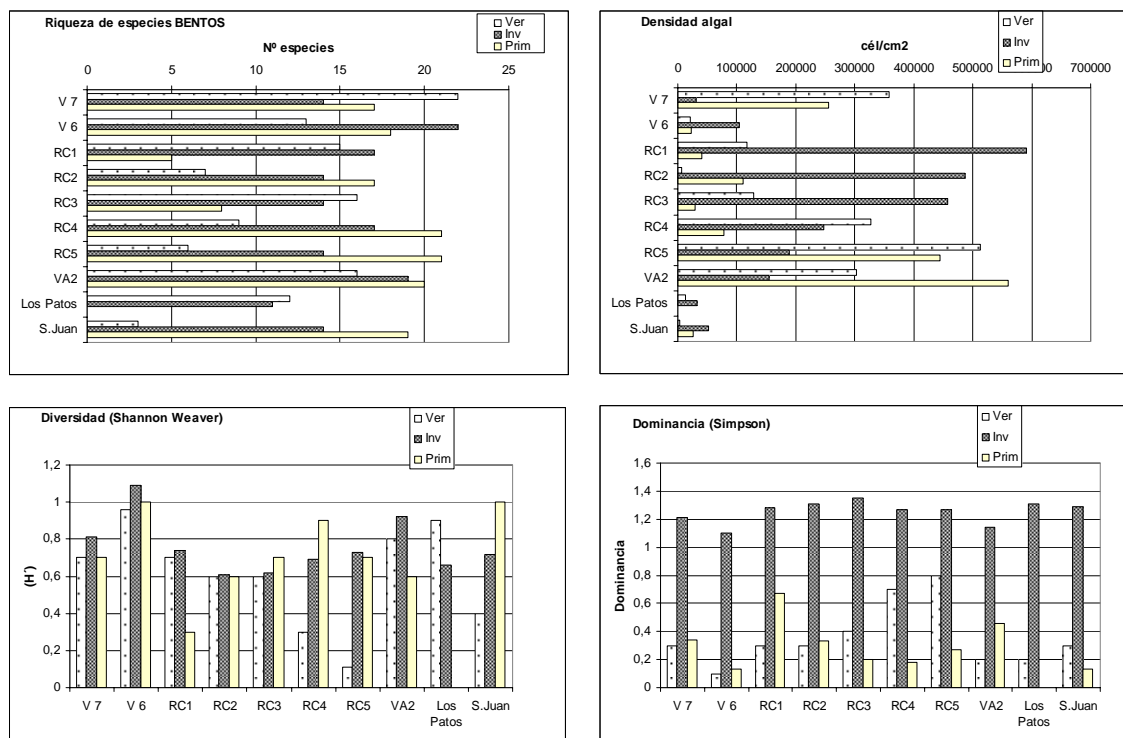
En la campaña de primavera, la comunidad bentónica estuvo representada por 43 especies de algas: 35 diatomeas, 3 clorófitas y 5 cianófitas, (Cuadro 2.8-8). Al igual que en la fracción planctónica dominaron las diatomeas, seguidas por cianófitas y clorófitas.

La comunidad fitobentónica se define como rica y diversa, debido al número de especies y alta densidad de células algales.

El arroyo correspondiente a Vertiente de Araya y el Río Castaño presentan la mayor densidad en invierno y primavera, mientras que en Quebrada Vallecito y los Ríos de los Patos y San Juan disminuyen.

Según el índice de diversidad, los sitios más ricos son los correspondientes a Quebrada Vallecito (V6 y V7), Río Castaño (RC4) y Vertiente de Araya (VA2).





**Ilustración 2.8-2. Variación Estacional Bentos.**

**Cuadro 2.8-6**  
**Análisis Comunidad Fitobentónica, Febrero 2006.**

Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
Diatomeas										
<i>Achnantes minutissima</i>	84	20	-	-	100	-	-	-	-	-
<i>Amphora veneta</i>	44	-	-	3	-	-	-	20	27	8
<i>Asterionella formosa</i>	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i>	4	5	-	3	8	-	-	-	3	-
<i>Cymatopleura solea</i>	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella cistula</i>	60	50	52	12	128	72	30	40	66	16
<i>Cymbella minuta</i>	64	10	48	15	36	48	9	70	3	-
<i>Denticula thermalis</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma elongatum</i>	-	-	-	-	-	4.512	8.220	-	-	-



Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	8	176	-	695	-	-
<i>Eunotia pectinalis</i>	12	90	56	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria ulna</i>	-	5	12	-	-	-	-	-	3	-
<i>Fragilaria virescens</i>	-	35	-	54	364	-	-	265	21	20
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	-	-	4	-	-	-	-	-	15	-
<i>Gomphonema acuminatum</i>	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema minutum</i>	-	40	4	-	36	8	-	375	54	-
<i>Gomphonema subtile</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Hannaea arcus</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i>	-	-	-	-	-	-	-	210	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	36	35	24	6	4	8	-	125	9	-
<i>Navicula cryptotenella</i>	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula pupula</i>	40	-	-	-	8	-	-	-	-	-
<i>Navicula radiosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
<i>Navicula seminulum</i>	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula rhynchocephala</i>	-	-	-	-	-	8	-	-	6	-
<i>Nitzschia constricta</i>	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia epithemoides</i>	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia linearis</i>	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia palea</i>	64	-	6-ago	15	20	8	-	65	15	-
<i>Nitzschia recta</i>	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia hemiptera</i>	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
<i>Pinnularia major</i>	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	4	10	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra acus</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<b>Clorófitas</b>										
<i>Cosmarium botrytis</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Cladophora sp.</i>	706	-	-	-	-	-	456	-	-	-
<i>Merismopedia elegantissima</i>	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-
<i>Scenedesmus sp.</i>	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirogyra mirabilis</i>	-	-	-	-	-	747	-	-	-	-
<i>Treubaria triappendiculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
<b>Cianófitas</b>										
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium reniformis</i>	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
<i>Croococcales</i>	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphosphaeria sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-
<i>Isocystis messanensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-
<i>Lyngbya birgei</i>	2824	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya limnetica</i>	-	-	533	-	1.375	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya martensiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	2.320	-	-
<i>Oscillatoria formosa</i>	1.830	-	-	-	-	-	-	540	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	948	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rivularia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-
<i>Simplona s.f.</i>	-	-	200	-	28	-	-	-	-	-
Nº especies	22	13	15	7	16	9	6	16	12	3
cél/cm <sup>2</sup>	357.845	20.784	116.920	6.323	128.279	327.108	513.232	302.693	13.235	2.588
H'	0,7	0,96	0,7	0,6	0,6	0,3	0,1	0,8	0,9	0,4



Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
Dominancia	0,3	0,1	0,3	0,3	0,4	0,7	0,8	0,2	0,2	0,3

**Cuadro 2.8-7**  
**Análisis Cuantitativo Comunidad Fitobentónica, Agosto 2006**

Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
<b>Diatomeas</b>										
<i>Achnantes minutissima</i>	-	48	496	-	40	576	216	65	6	-
<i>Amphora ovalis</i>	3	-	-	8	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora veneta</i>	18	28	72	-	-	12	12	160	-	6
<i>Cocconeis placentula</i>	141	160	104	-	-	18	-	375	-	-
<i>Cymbella cistula</i>	12	124	4.936	3.928	4.120	1.212	816	100	276	441
<i>Cymbella minuta</i>	27	316	1.328	1.824	480	294	216	15	48	84
<i>Denticula elegans</i>	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticula subtilis</i>	-	-	1.424	1.748	2.064	1.734	1.404	-	54	153
<i>Diatoma elongatum</i>	-	-	-	-	-	-	228	-	-	78
<i>Diatoma hymale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	12	15
<i>Diatoma vulgare</i>			104	56	24	6	6	105	-	-
<i>Didymosphaenia geminata</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia pectinalis</i>	30	320	-	-	312	-	96	-	-	-
<i>Fragilaria ulna</i>		20	16	344	136	72	78	5	3	9
<i>Fragilaria virescens</i>	27	216	32	128	312	126	48	790	18	57
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	9	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema acuminatum</i>	-	140	624	32	64	66	42	235	-	-
<i>Gomphonema angustatum</i>	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema truncatum</i>	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	-	-	-	-	8	6	-	-	-	3
<i>Hannaea arcus var. amphioxys</i>	-	-	32	48	112	60	36	-	6	12



Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
<i>Navicula angusta</i>	-	148	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i>	69	112	176	48	8	24	6	85	113	18
<i>Navicula cuspidata</i>	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula levanderi</i>	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula modica</i>	-	-	-	-	96	-	-	55	9	9
<i>Navicula pupula</i>	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula rhynchocephala</i>	-	32	24	56	40	6	-	335	-	3
<i>Navicula schmassmanii</i>	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
<i>Nitzschia linearis</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia palea</i>	3	20	16	-	-	6	-	95	3	9
<i>Nitzschia recta</i>	-	8	-	-	-	-	12	5	-	-
<i>Pinnularia major</i>	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalodia gibberula</i>	3	-	-	-	-	-	-	5	-	-
<i>Rhoicosphaenia curvata</i>	-	16	-	-	-	-	-	20	-	-
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabelaria fasciculata</i>	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-
<b>Clorófitas</b>										
<i>Microspora whitrokii</i>	-	-	-	68	-	-	-	-	-	-
<i>Microsporopsis binzii</i>	-	-	77.3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tribonema sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-
<b>Cianófitas</b>										
<i>Gomphosphaeria sp.</i>	-	-	72	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya limnetica</i>	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya sp.</i>	-	-	640	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	78,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudoanabaena sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	150	-	-
Nº especies	14	22	17	14	14	17	14	19	11	14



Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
cél/cm <sup>2</sup>	30.882	10.48 12	59.05 03	48.61 59	457.148	247.4 08	188.100	154.995	32.051	52.464
Diversidad	0,81	1,09	0,74	0,61	0,62	0,69	0,73	0,92	0,66	0,72
Dominancia	1,21	1,1	1,28	1,31	1,35	1,27	1,27	1,14	1,31	1,29

**Cuadro 2.8-8**

**Análisis Cuantitativo Comunidad Fitobentónica, Noviembre 2006**

Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
<b>Diatomeas</b>										
<i>Achnantes minutissima</i>	52	4	-	-	12	84	1.038	30	-	15
<i>Amphora veneta</i>	80	6	-	15	3	18	12		-	3
<i>Cocconeis placentula</i>	2.448	30	-	12	-	12	6	234	-	3
<i>Cymbella cistula</i>	272	56	558	-	141	237	780	18	-	81
<i>Cymbella minuta</i>	36	46	21	124	84	150	3564	24	-	111
<i>Denticula elegans</i>	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
<i>Denticula hymale</i>	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-
<i>Denticula subtilis</i>		18	39	672	84	465	1086	-		30
<i>Denticula thermalis</i>	16	-	-	-	-	3	6	-	-	
<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	3	-	6	120	48	-	56
<i>Didymosphaenia geminata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia pectinalis</i>	28	14	15	861	-	111	132	60	-	-
<i>Fragilaria ulna</i>	324	2	-	6	-	3	12	-	-	3
<i>Fragilaria virescens</i>	60	104	54	63	36	15	72	-	-	33
<i>Gomphoneis olivaceum</i>	-	-	-	27	-	15	174	30	-	-
<i>Gomphonema acuminatum</i>	-	12	-	3	-	18	90	12	-	3
<i>Gomphonema angustatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	54	-	12
<i>G. subtile var sagitta</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema tergestinum</i>	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	-	-	-	6	-	6	6	-	-	3
<i>Hantzschia</i>	-	-	-	24	3	12	60	-	-	-



Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
<i>amphioxys</i>										
<i>Mastogloia braunii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>melosira varians</i>	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-
<i>Navicula brockmanii</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Navicula cryptocephala</i>	76	20	-	45	-	135	312	132	-	45
<i>Navicula cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula grimmei</i>	-	-	-	-	-	12	12	54	-	-
<i>Navicula pupula</i>	12	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula rhynchocephala</i>	132	4	-	15	-	9	-	54	-	9
<i>Navicula schmassmanii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia linearis</i>	612	-	-	-	-	-	6	6	-	-
<i>Nitzschia palea</i>	24	10	-	-	-	27	90	90	-	12
<i>Nitzschia recta</i>	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia gibba</i>	12	2	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia major</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalodia gibba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Rhopalodia gibberula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
<i>Rhoicosphaenia curvata</i>	-	-	-	-	-	-	6	156	-	3
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<b>Clorófitas</b>										
<i>Phormidium boryanum</i>	-	-	-	-	127,5	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum arbutulare</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Ulotrichopsis cylindrica</i>	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cianófitas</b>										
<i>lyngbya arboricola</i>	168									
<i>Oscillatoria limnetica</i>	-	-	-	-	-	-	-	570	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	1447,5	-	-
<i>Oscillatoria sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	144	-	-
<i>Symploka sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.350	-	-
Nº especies	17	18	5	17	8	21	21	20	0	19
cél/cm²	254.77	22.10	40.18	111.	28.689	78.609	443.930	559.591	0	26.203



Taxón	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V 7	V 6	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
	7	9	2	480						
Diversidad	0,7	1	0,3	0,6	0,7	0,9	0,7	0,6	0	1
Dominancia	0,34	0,13	0,67	0,33	0,2	0,18	0,27	0,46	0	0,13

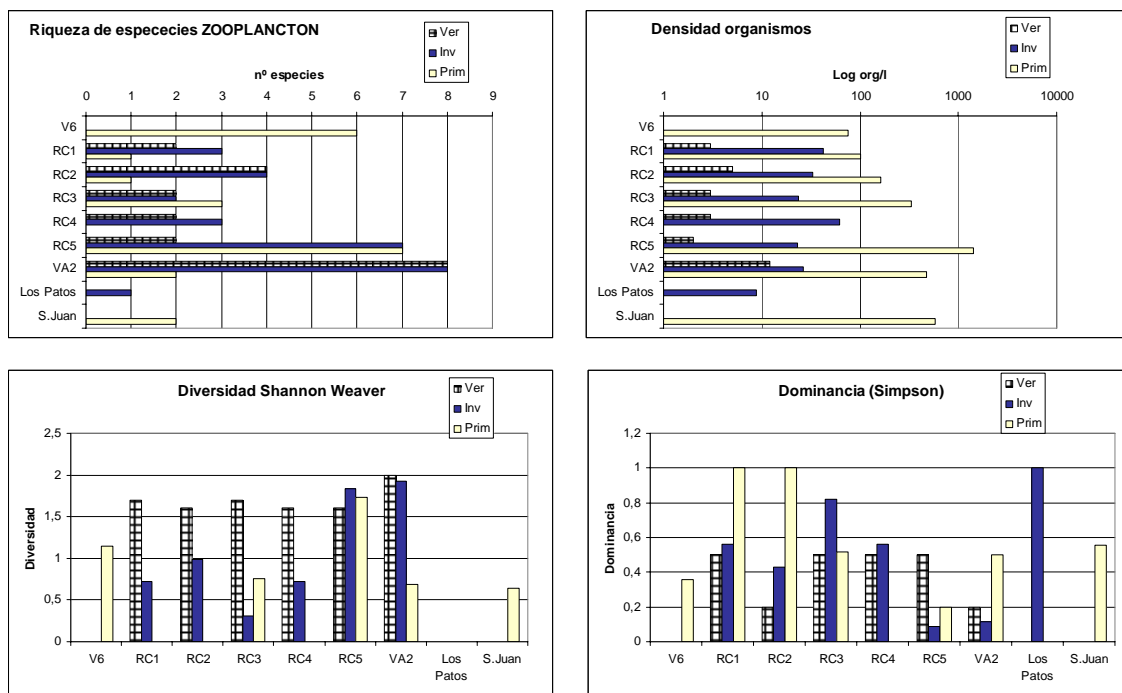
### 2.8.3 Fauna Acuática

#### 2.8.3.1 Zooplancton

Las muestras extraídas presentan una fauna que no es la típica de las aguas libres. Se registra la presencia de organismos provenientes de los sedimentos o vinculados a los sectores litorales que, por efecto de la velocidad de corriente son removidos de su hábitat natural y son trasladados aguas abajo en la columna de agua. Durante la campaña de verano, el número de especies registrado es escaso (12 especies): 6 de Testáceas, 5 de Rotíferas, 1 de Insecta (Cuadro 2.8.9). La baja riqueza de especies es una característica común de los ambientes lóticos de montaña. Durante la campaña de invierno se identificó un total de 13 especies: 7 de Rotíferos, 5 de Tacamebas y 1 Crustáceo Copépodo, (Cuadro 2.8-10). Durante la campaña de primavera, la fauna se presentó pobre y poco diversa. Se identificó un total de 13 especies: 6 Protozoos, 4 Rotíferos, 1 Tradígrados, 1 Copépodo y 1 ostrácodo, (Cuadro 2.8-11).

En general la riqueza de especies es baja durante la estación de verano y primavera (máximo 8) mientras que en primavera ésta aumenta (máximo 17). La mayor densidad de organismos se registró en primavera e invierno. Durante la campaña de verano, la mayor diversidad se registró en la Vertiente de Araya (VA2), al igual que en el invierno mientras que durante la campaña de primavera se registró en el Río Castaño (RC5). De las temporadas consideradas el Río de los Patos no presentó organismos en primavera mientras que en invierno el Río San Juan no presentó organismos.





**Ilustración 2.8-3. Variación Estacional Zooplacton**

**Cuadro 2.8-9**

**Análisis Cuantitativo Zooplankton, Febrero 2006.**

Especies	Río Castaño					Vertiente de Araya
	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2
<b>Protista</b>						
<b>Testacea</b>						
<i>Arcella discoides</i>	-	45	-	-	-	240
<i>Cyclopyxis sp.</i>	-	45	-	-	45	-
<i>Cyphoderia ampulla</i>	-	-	-	40	-	40
<i>Diffluigia acuminata</i>	-	-	55	40	-	40
<i>Diffflugia elegans</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Diffflugis gramenn</i>	-	45	-	-	-	40
<i>Euglypha acanthocercoides</i>	-	45	-	-	-	120
<b>Rotifera</b>						
<i>Bdelloidea</i>	-	-	-	-	-	40
<i>Cephalodella sp.</i>	55	-	-	-	-	-
<i>Colurella adriatica</i>	-	-	55	-	45	-
<i>Euchlanis dilatata</i>	55	-	-	-	-	-
<i>Lecane clara</i>	-	-	-	-	-	40
<b>Insecta</b>						
<i>larva quironómido</i>	-	-	-	-	-	40
Nº especies	2	4	2	2	2	8
Indiv/L	3	5	3	3	2	12
Diversidad	1,7	1,6	1,7	1,6	1,6	2
Dominancia	0,5	0,2	0,5	0,5	0,5	0,2



**Cuadro 2.8-10**  
**Análisis Cuantitativo Zooplancton, Casposo. Agosto 2006**

Especies	Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	VA2	LP1	SJ1
<b>Protozoos</b>								
<b>Tecamebianos</b>								
<i>Arcella sp.</i>	-	3	1	-	1	2	-	-
<i>Centropixys sp.</i>	-	-	-	1	1	2	-	-
<i>Diffugia sp.</i>	-	-	-	-	1		-	-
<i>Euglipha tuberculata</i>	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Trinema sp.</i>	-	-	-	-	-	5	-	-
<b>Rotíferos</b>								
<i>Colurella adriatica</i>	2	1	-	2	2	1	-	-
<i>Conochilus sp.</i>	9	9	10	9	-	2	4	-
<i>Euchlanis dilatata</i>	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Keratella cochlearis</i>	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Lecane sp.</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Trichotria tetractis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Pompholyx sulcata</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>Crustáceos</b>								
<i>Larva Nauplii</i>	-	-	-	-	-	1	-	-
Nº especies	12	14	11	12	10	17	4	0
Ind/l	43	33	24	62	23	26	9	0
Diversidad	0,72	0,99	0,30	0,72	1,83	1,92	0	0
Dominancia	0,56	0,43	0,82	0,56	0,09	0,12	1	0

**Cuadro 2.8-11**  
**Análisis Cuantitativo Comunidad de Zooplancton. Noviembre 2006**

Especies	Quebrada Vallecito	Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V6	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
<b>Protozoos</b>									
<i>Arcella discooides</i>	35	-	-	10	-	-	3	-	-
<i>Centropyxis sp.</i>	28	-	-	-	-	16	-	-	18
<i>C. aculeata</i>	-	-	-	-	-	8	3	-	9
<i>Diffugia sp.</i>	9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglipha tuberculata</i>	2	-	-	-	-	16	-	-	-
<i>Vorticella sp.</i>	-	-	-	-	-	8	-	-	-
<b>Rotíferos</b>									
<i>Ceepahalodella catelina</i>	-	3	5	-	-	-	-	-	-
<i>Conochilus hipocreppis</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Colurella adriatica</i>	-	-	-	1	-	2	-	-	-
<i>Lepadella ovalis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-



Especies	Quebrada Vallecito	Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V6	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
<b>Tardígrados</b>									
<i>Tardígrado NI</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>Crustáceos</b>									
<b>Copépodos</b>									
<i>Larva Nauplii</i>	-	-	-	-	-	16	-	-	-
<b>Ostrácodos</b>									
<i>Ostrácodo NI</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Total Ind./l.	75	100	162	329	0	1.411	472	0	576
Nº de especies	6	1	1	3	0	7	2	0	2
Diversidad	1,15	0	0	0,76	0	1,73	0,69	0	0,64
Dominancia	0,36	1	1	0,52	0	0,20	0,50	0	0,55

### 2.8.3.2 Macroinvertebrados

En la comunidad de macroinvertebrados, durante la campaña de verano, se identificó un total de 20 especies entre: plecópteros, efemerópteros, tricópteros, coleópteros, lepidópteros, odonatos, dípteros, anélidos, turbelarios y decápodos, (Cuadro 2.8-12). Durante la campaña de invierno, el Phylum Arthropoda estuvo representado 1 Familia de Decapoda (Aeglidae), y 18 familias correspondientes a 6 Ordenes de Insecta. Los Ordenes de Insecta que presentaron mayor cantidad de familias fueron Diptera y Trichoptera con 6 familias cada uno, Ephemeroptera 3 Familias, Coleoptera, Odonata, Lepidoptera 1 familia cada uno. En el Cuadro 2.8-13 se presenta el análisis cuantitativo de la fauna de macroinvertebrados.

En la campaña de primavera, dentro de la comunidad acuática macrobentónica se encuentran peces del orden de los Siluriformes Trichomyctéridos, los cuales fueron colectados y liberados in-situ, los que se incluyen como parte del análisis de la comunidad bentónica. El Phylum Arthropoda estuvo representado 1 Familia de Decapoda (Aeglidae), y 17 familias correspondientes a 7 Ordenes de Insecta. Los Ordenes de Insecta que presentaron mayor cantidad de familias fueron Trichoptera y Diptera con 5 familias cada uno, Ephemeroptera 3 Familias, Coleoptera, Heteroptera, Lepidoptera 1 familia cada uno. En los Cuadros 2.8-14 y 2.8-15 se presenta el análisis cuantitativo de la fauna de macroinvertebrados

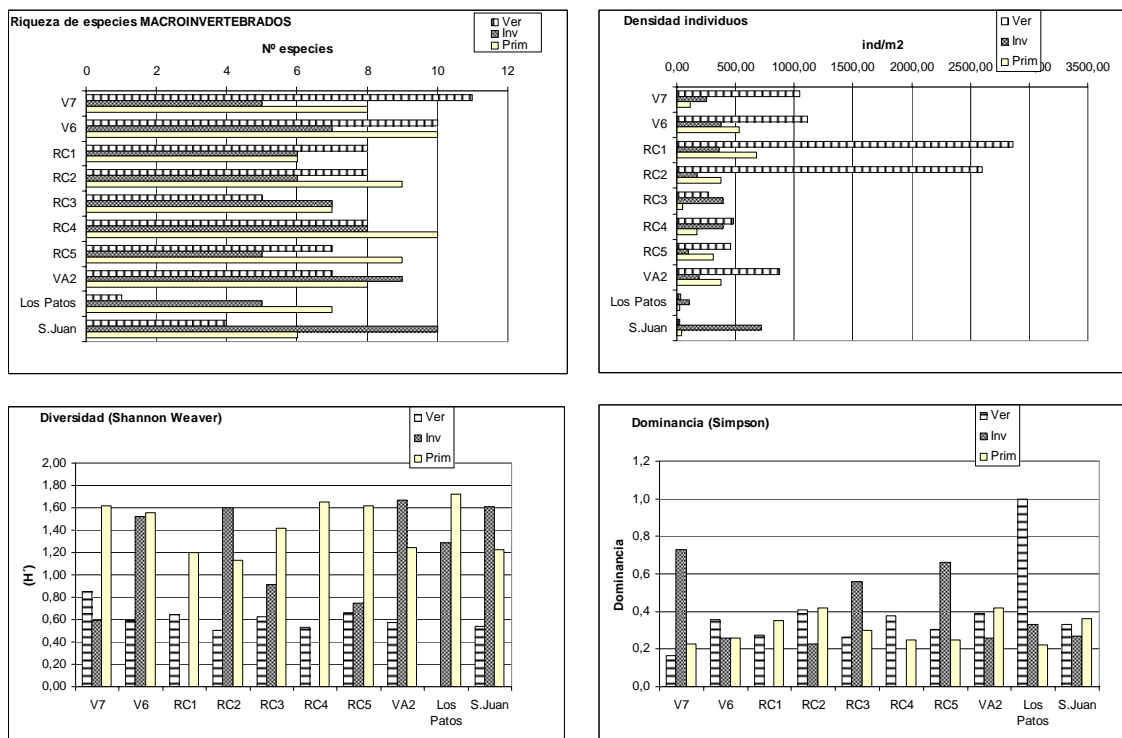
Las comunidades presentes en la zona de estudio están constituidas por fauna típica de montaña, de aguas claras, turbulentas, oxigenadas, sustratos pedregosos. Las taxa halladas son especies sensibles a cualquier tipo de impacto en el sistema.

Se identificó un total de 10 taxa entre todas las temporadas y sitios considerados. La mayor riqueza y densidad de organismos se registró en verano. La diversidad



aumentó en invierno y primavera en todos los sitios analizados, con mayor dominancia de especies en verano.

La mayor representatividad de este grupo de organismos en la temporada estival responde a las óptimas condiciones ambientales para determinados estadíos del ciclo de vida (larvas y ninfas).



**Ilustración 2.8-4. Variación Estacional Macroinvertebrados**



**Cuadro 2.8-12**  
**Análisis Cuantitativo Macroinvertebrados, Febrero 2006.**

Especies	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V7	V6	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
<b>Clase Insecta</b>										
<b>Or Plecoptera</b>										
<i>Perlidae</i>	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Or Ephemeroptera</b>										
<i>Leptohyphid</i>	-	-	444	67	311	400	22	78	-	11
<i>Baetid1</i>	422	300	-	11	422	11	44	22	-	-
<i>Baetid2</i>	-	-	22	-	156	33	55	-	-	33
<i>Leptophlebiidae</i>	189	1489	-	-	-	22	-	-	-	-
<b>Or Trichoptera</b>										
<i>Leptoceridae</i>	144	700	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrobiosidae</i>	11	33	89	11	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsychidae</i>	-	-	867	1400	-	378	78	133	-	11
<b>Or Coleoptera</b>										
<i>Elmidae</i>	-	33	389	233	-	33	55	-	-	-
<b>Or Lepidoptera</b>										
<i>Pyralidae</i>	-	-	-	-	-	11	-	522	-	-
<b>Or Odonata</b>										
<i>Gomphidae</i>	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-
<b>Or Diptera</b>										
<i>Simuliidae</i>	322	78	33	55	55	-	11	-	-	-
<i>Chironomidae</i>	133	111	1189	622	189	-	267	44	33	11
<i>Tipulidae</i>	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Especies	Quebrada Vallecito		Río Castaño					Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
	V7	V6	RC1	RC2	RC3	RC4	RC5	VA2	LP1	SJ1
<i>Dixidae</i>	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chelifera</i>	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnophora</i>	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Athericidae</i>	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-
<b>Annelida</b>										
<i>Oligochaeta</i>	189	33	-	22	-	-	-	11	-	-
Turbellaria										
<i>Or. Tricladida</i>	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>(nv: planarias)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Decapoda</b>										
<b>Aeglidae</b>										
<i>Aegla sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	78	-	-
Nº especies	11	10	8	8	5	8	7	7	1	4
indiv/m <sup>2</sup>	1.048	1.110	2.864	2.603	271	481	457	875	37	24
Diversidad	0,854	0,593	0,641	0,507	0,626	0,53	0,658	0,573	0	0,54
Dominancia	0,167	0,357	0,272	0,411	0,263	0,379	0,304	0,387	1	0,333



**Cuadro 2.8-13**

**Nº Total de Individuos por Familia (Nº), Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) y Abundancia Relativa (%) - Invierno 2006**

Especie	RC 3		RC 4		L P		RC 1		VA 2		V 6		SJ		V 7		RC 5		RC 2	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Integralpia</i>											14	13,7								
<i>Leptoceridae</i>											33	32,4			58	85,3				
<i>Hydroptilidae</i>			4	8,7					4	8,0	7	6,9	6	3,1	4	5,9	2	2,1		
<i>Hydropsychidea (A)</i>			6	13,0	3	10,3			22	44,0			80	41,2			2	2,1	25	23,6
<i>Limnephilidae</i>															4	5,9				
<i>Hydropsychidea (B)</i>	7	6,6											22	11,3						
<i>Baetidae</i>	77	72,6	16	34,8	8	27,6	2	7,7	1	2,0	11	10,8	13	6,7	1	1,5	57	58,8	5	4,7
<i>Leptohyphidae</i>													8	4,1			18	18,6	3	2,8
<i>Leptophlebiidae</i>							1	3,8			35	34,3								
<i>Leptophlebiidae</i>					3	10,3							54	27,8						
<i>Elmidae</i>	2	1,9	6	13,0	1	3,4	1	3,8					3	1,5			5	5,2	2	1,9
<i>Muscidae</i>	1	0,9																		
<i>Muscidae</i>							1	3,8											1	0,9
<i>Tabanidae</i>	1	0,9																		
<i>Stratyomidae</i>											1	1,0								
<i>Chironomidae</i>	17	16,0	12	26,1	14	48,3	21	80,8	10	20,0			1	0,5			12	12,4	66	62,3
<i>Simuliidae</i>	1	0,9	2	4,3					3	6,0	1	1,0	6	3,1	1	1,5			3	2,8
<i>Argyrectini</i>									2	4,0									1	0,9
<i>Anisoptera</i>													1	0,5						
<i>Aeglidae</i>									1	2,0										
<i>Oligochaeta</i>									1	2,0							1			
<i>Lymnaeidae</i>									6	12,0										
Nº Total	106		46		29		26		50		102		194		68		97		106	
Densidad (Ind/m <sup>2</sup> )	393		170		107		96		185		378		719		252		359		393	



**Cuadro 2.8-14**

**Número Total de Individuos por Familia (Nº) y Densidad (Ind/m<sup>2</sup>) de cada Familia - Primavera 2006**

Especies		Río Castaño										Quebrada Vallecito				Vertiente de Araya		Río de los Patos		Río San Juan	
		RC 1		RC 2		RC 3		RC 4		RC 5		V 6		V 7		VA 2		LP1		SJ1	
		Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D
<i>Gripopterygidae</i>	Gen A											3	11								
<i>Leptoceridae</i>	<i>Marilia sp.</i>											36	133								
<i>Hydroptilidae</i>	<i>Hydroptila sp.</i>							1	4	9	33					36	133	2	7		
<i>Hydroptilidae</i>	<i>Neotrichia sp.</i>							1	4		0										
<i>Hydrobiosidae</i>	<i>Cailloma sp.</i>	5	19	2	7	3	11				0	3	11	2	7						
<i>Hydropsychidae</i>	<i>Smicridea sp.</i>	223	826	11	41	1	4	61	226	107	396					233	863	5	19	12	44
<i>Limnephilidae</i>	Gen A											15	56	29	107		0				
<i>Baetidae</i>	Gen A							27	100	18	67	120	444	22	81	3	11	9	33	21	78
<i>Baetidae</i>	<i>Camelobaetidium sp.</i>							4	15			14	52					2	7	5	19
<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes sp.</i>	316	1.170	215	796	22	81	53	196	103	381					37	137				
<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Massartellopsis sp.</i>											136	504	39	144						
<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Atopophlebia sp.</i>																	1	4		
<i>Elmidae</i>	Gen A	30	111	8	30	9	33	11	41	22	81	5	19					4	15	1	4
<i>Muscidae</i>	<i>Limnophora sp.</i>			2	7																
<i>Tabanidae</i>	Gen A									1	4										
<i>Chironomidae</i>	Gen A					1	4							4	15			2	7		
<i>Chironomidae</i>	Gen B	104	385	114	422	11	41	3	11	26	96										
<i>Blephariceridae</i>	Gen A			1	4			8	30												
<i>Simuliidae</i>	Gen A	2	7	25	93	1	4	5	19	22	81	198	733	3	11	1	4			1	4
<i>Pyrilidae</i>	<i>Parargyractis sp.</i>															31	115				
<i>Gelastocoridae</i>	Gen A													1	4						
<i>Aeglidae</i>	<i>Aegla sp.</i>															1	4				
<i>Lymnaeidae</i>	<i>Lymnaea sp.</i>															32	119				
<i>Annulatta</i>	Gen A			1	4							3	11	16	59						



Especies		Río Castaño										Quebrada Vallecito				Vertiente de Araya		Río de los Patos		Río San Juan	
		RC 1		RC 2		RC 3		RC 4		RC 5		V 6		V 7		VA 2		LP1		SJ1	
		Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D	Nº	D
<i>Siluriforme</i>										1	4									1	4
Total		680	2.519	379	1.404	48	178	174	644	309	1.144	533	1.974	116	430	374	1.385	25	93	41	152
Diversidad		1,2		1,13		1,42		1,65		1,62		1,56		1,62		1,24		1,72		1,23	
Dominancia		0,35		0,42		0,3		0,25		0,25		0,26		0,23		0,42		0,22		0,36	



**Cuadro 2.8-15**  
**Abundancia Relativa (%) de cada Familia en el sitio de Muestreo (primavera 2006)**

Especies		Río Castaño					Quebrada Vallecito		Vertiente de Araya	Río de los Patos	Río San Juan
		RC 1	RC 2	RC 3	RC 4	RC 5	V 6	V 7	VA 2	LP	SJ
<i>Gripopterygidae</i>	Gen A						0,56				
<i>Leptoceridae</i>	<i>Marilia sp.</i>						6,75				
<i>Hydroptilidae</i>	<i>Hydroptila sp.</i>				0,57	2,92			9,63	8,00	
<i>Hydroptilidae</i>	<i>Neotrichia sp.</i>				0,57						
<i>Hydrobiosidae</i>	<i>Cailloma sp.</i>	0,74	0,53	6,25			0,56	1,72			
<i>Hydropsychidea</i>	<i>Smicridea sp.</i>	32,79	2,90	2,08	35,06	34,74			62,30	20,00	30,00
<i>Limnephilidae</i>	Gen A						2,81	25,00			
<i>Baetidae</i>	Gen A				15,52	5,84	22,51	18,97	0,80	36,00	52,50
<i>Baetidae</i>	<i>Camelobaetidius sp.</i>				2,30		2,63			8,00	12,50
<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes sp.</i>	46,47	56,73	45,83	30,46	33,44			9,89		
<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Massartellopsis sp.</i>						25,52	33,62			
<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Atopophlebia sp.</i>									4,00	
<i>Elmidae</i>	Gen A	4,41	2,11	18,75	6,32	7,14	0,94			16,00	2,50
<i>Muscidae</i>	<i>Limnophora sp.</i>		0,53								
<i>Tabanidae</i>	Gen A					0,32					
<i>Chironomidae</i>	Gen A			2,08				3,45		8,00	
<i>Chironomidae</i>	Gen B	15,29	30,08	22,92	1,72	8,44					
<i>Blephariceridae</i>	Gen A		0,26		4,60						
<i>Simuliidae</i>	Gen A	0,29	6,60	2,08	2,87	7,14	37,15	2,59	0,27		2,50
<i>Pyrilidae</i>	<i>Parargyractis sp.</i>								8,29		
<i>Gelastocoridae</i>	Gen A							0,86			
<i>Aeglidae</i>	<i>Aegla sp.</i>								0,27		
<i>Lymnaeidae</i>	<i>Lymnaea sp.</i>								8,56		
<i>Annulatta</i>	Gen A		0,26				0,56	13,79			



#### **2.8.4 Conclusiones**

La estructura y dinámica de las comunidades biológicas responden a las condiciones ambientales existentes. Éstas se encuentran definidas por las características hidrológicas, hidroquímicas, geomorfológicas, entre las más importantes. Si se suma la actividad antrópica, los sistemas acuáticos se encuentran sujetos además, a variaciones ambientales originadas por aportes de poluentes, nutrientes, aumento y/o disminución de caudal entre otros. En general la comunidad acuática de la zona de estudio se encuentra constituida por especies propias de ambientes de montaña, con mayor representatividad de los componentes del fitoplancton, fitobentos y macroinvertebrados. La fauna zooplanctónica, como es común en estos ambientes se reduce a pocas especies con densidades variables de acuerdo a la temporada del año.

Teniendo en cuenta las características de los Ríos Castaño, de los Patos y San Juan, en lo que a baja transparencia (sólidos en suspensión), alta velocidad de corriente y baja temperatura se refiere, se puede aproximar que la biota acuática de la zona de estudio es diversa y abundante, con tendencia de algunos grupos a ser más representativos en distintas épocas del año en los distintos cuerpos de agua.

Se identifican en la fracción algal especies propias de ambientes ricos en materia orgánica en degradación, principalmente del grupo de las diatomeas. Al no detectar fuentes puntuales de contaminación orgánica, la misma puede tener su origen en la vegetación riparia o de carga de animales de corral.

### **2.9 DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA**

En el área de estudio se han identificado tres ecosistemas:

- Bioma del Monte.
- Ecotono entre la Zona Montañosa y el Piedemonte.
- Pisos inferiores del Bioma Altoandino.

El gradiente altitudinal de esta región árida, y la orografía provocan una gran riqueza de especies vegetales, una elevada heterogeneidad de hábitats y la coexistencia de un elevado número de vertebrados terrestres.

A continuación se describen las principales características de estos ecosistemas y se expone una evaluación del grado de perturbación que presentan.

#### **2.9.1 Bioma del Monte**

Corresponde al piedemonte cordillerano, situado entre los 1.350 a 2.500 m s.n.m. Dominan los retamales y los jarillales en la parte distal y proximal del piedemonte,



respectivamente. Son matorrales arbustivos altos y medianos de Zygofiláceas, muy abiertos, con cactáceas y pastos muy aislados en los estratos inferiores. Existe una elevada proporción de suelo desnudo y corresponde al sector más árido de toda el área de estudio. Los retamos constituyen "islas de fertilidad", y existen otros recursos como los cactus y pastos perennes. Las hormigas y los roedores fosoriales como los tucos tienen gran influencia en los procesos del suelo. En este sector se destacan los suris, raza de ñandú petizo, típica de los Andes, los que se vieron con alguna frecuencia en individuos aislados o grupos de 2 ó tres ejemplares. Se encontraron numerosas heces, tanto de individuos adultos como jóvenes. Se presume que esta zona debe ser más utilizada en las invernadas, aunque el fácil acceso de pastores con perros desde las poblaciones cercanas a la Ruta Nacional N° 149 puede condicionar su presencia. Ello también, junto al empobrecimiento del hábitat por desertificación puede haber provocado que otras especies de mamíferos herbívoros y carnívoros medianos y grandes no ocupen este sector.

En relación al grado de perturbación, si bien este sector es desértico naturalmente, existen algunos impactos humanos previos, como el sobrepastoreo y la explotación de ceras del retamo (Durán, com. pers.), Bulnesia retama, que pueden haber contribuido con el actual proceso de desertificación observado. La zona posee una relativamente baja productividad. La extracción de ceras puede haber provocado la tala selectiva de los ejemplares de retamos más grandes, por lo que se infiere que el matorral muy abierto actual pueda ser el resultado de la reducción en altura, disminución de la densidad y por ende una simplificación de la estructura del hábitat. El ganado puede haber contribuido a la reducción significativa de la biomasa de pastos. Sin embargo, la baja productividad primaria y la densidad relativamente baja de aguadas convierten a este sector en un lugar más bien de paso del ganado y arrieros entre zonas bajas de invernada y zonas altas de veranada.

Existen trazas de acceso y de traslado del producto de ceras obtenidas de los retamos. Estas trazas en desuso poseen vegetación que ha recuperado de manera espontánea. Todavía se distinguen, ya que la vegetación presenta características de una etapa de crecimiento secundario (recrecimiento) y no de la etapa más madura de la matriz circundante.

### **2.9.2 Ecotono entre la Zona Montañosa y el Piedemonte**

Corresponde a las primeras estribaciones de la cordillera frontal. Este sector puede considerarse como una interfase con una combinación de afloramientos rocosos y quebradas secas que forman los drenajes de las cuencas a la salida de las motañas hacia la bajada del piedemonte, que se combinan con afloramiento de sierras bajas y lomas y mesetas elevadas como testigos de antiguos procesos aluvionales. La pendiente regional se hace más abrupta y el grano del sustrato es más grueso que el sector anterior. Desde



el punto de vista biogeográfico, ya nos encontramos en una transición desde el Monte hacia la Prepuna o Cardonal. En este sector se interdigitan las comunidades vegetales del Monte, ascendiendo por los valles y laderas de solana, con las comunidades vegetales de la Prepuna que descienden por las partes más elevadas de los valles y las laderas más húmedas y frías de umbría. Ya la fisonomía de la vegetación es más achaparrada conformando un matorral subarborescente mezclado con pastizales de altura. Las laderas de solana de las partes más elevada se caracterizan por la presencia de al menos 4 especies de cactáceas, dos de ellas columnares, elementos típicos de la Prepuna y una endémica. Debido a la combinación de los diferentes biomas con la gran heterogeneidad ambiental, este sector es el más diverso desde el punto de vista florístico.

En relación al grado de perturbación algunas vertientes puntuales de agua constituyen aguadas que permiten la explotación ganadera, aunque con una baja capacidad de carga, ya que muchas pasturas son inaccesibles o hay una elevada proporción de suelo descubierto de vegetación en roquedales y laderas. Se observa un uso frecuente de quema puntual de grupos de molles y cortaderas por los arrieros, posiblemente, para comunicarse mediante humaredas con colegas que están lejos. En el segundo caso, es probable que el rebrote de la cortadera quemada sirva como pastura más tierna en determinados momentos. En cambio, no se observó rebrote alguno en los mollaros quemados. En caso que la quema se efectúe selectivamente en mollaros importantes, esto puede implicar una reducción significativa de hábitats de refugio para nidificar para algunas aves que construyen nidos sobre ellos, ya que los arbustos espinosos altos son un factor limitante para estas poblaciones.

En cerros graníticos bajos, con roquedales erosionados de manera redondeada, como en el sector de ubicación de los yacimientos, casi no existe una diferencia notable en la vegetación entre laderas con diferente exposición. Este patrón comienza a ser más evidente en cerros más elevados donde las laderas de umbría albergan una mayor cobertura vegetal, que a su vez, tiene un efecto sinérgico con el desarrollo de suelos. Es en general en estas laderas, donde se han detectado las mayores poblaciones de vizcacha serrana del área, tanto en los cerros que conforman el yacimiento Kamila y el sector de ubicación de la escombrera, como también en el mismo tipo de estribaciones que se encuentran inmediatamente aguas arriba y aguas debajo del área de mina. En este sector es donde se han colectado numerosas heces de gatos silvestres, cuya identidad se desconoce.

### **2.9.3 Piso Inferior del Bioma Altoandino**

Se identifica en la Quebrada Vallecito, en sectores de cordillera (2.800 a 3.100 m.s.n.m.) con elementos de la Puna, donde comienzan a aparecer vegas en vertientes y cursos de agua permanentes, y arbustos en cojín del género *Adesmia* con



pastizales del género *Stipa* en las laderas de estepas. En el sector medio de la Quebrada Vallecito encontramos comunidades vegetales de Prepuna, mientras que en la salida de esta quebrada hacia el piedemonte se desarrollan sendos jarillales en los valles y retamales en las lomas y mesetas, típicos del Monte.

Los sectores más altos de esta quebrada son más húmedos y fríos con un aporte de nevadas en los meses invernales. No obstante, las cabeceras de la cuenca están por debajo del límite de vida, donde se desarrollan comunidades vegetales relativamente continuas. Allí habitan guanacos, cóndores, pumas, águilas moras, zorros colorados y también llegan los suris cordilleranos. Posiblemente, estas especies tengan algún patrón de movimientos hacia las partes altas en verano y hacia las zonas bajas en invierno. No obstante, en invierno también se han observado frecuentando las zonas más altas de la cuenca, por lo que el clima se puede considerar todavía muy tolerable para los vertebrados mayores.

En relación al grado de perturbación, la frecuente ocupación por medianos y grandes herbívoros y carnívoros en las zonas más altas del proyecto alejadas de zonas pobladas, posiblemente estén relacionados con la presencia de arrieros quienes los han desplazado desde los sectores más accesibles.

Los sectores elevados presentan cursos de agua permanente proveniente del deshielo. La disponibilidad de agua y la relativamente alta productividad primaria (Ej.: vegas), en comparación con los sectores bajos, más áridos, los hacen más atractivos para la explotación ganadera. Las vegas de los principales cursos de agua presentan signos de sobrepastoreo y pisoteo como: erosión, pérdida de suelo, desecación e invasión de especies vegetales exóticas. Plantas típicas de los bordes de vegas como el cactus chupasangral, la espina de pescado y el acerillo, invaden los parches de humedales alterados. Se genera una estepa riparia, en algunos casos muy cerrada con molles y acerillos.

## **2.10 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA**

La Ilustración 2.10-1 muestra la ubicación del proyecto en relación a las áreas naturales protegidas de la provincia de San Juan. En la misma, se advierte que el proyecto se encuentra distante de estas.

Vale la pena mencionar a tres por su cercanía a las vías de acceso existentes que conectan los poblados que forman parte del área de influencia socioeconómica. Estas son el Área Natural Protegida Don Carmelo, Cerro Alcázar y el Parque Nacional El Leoncito.



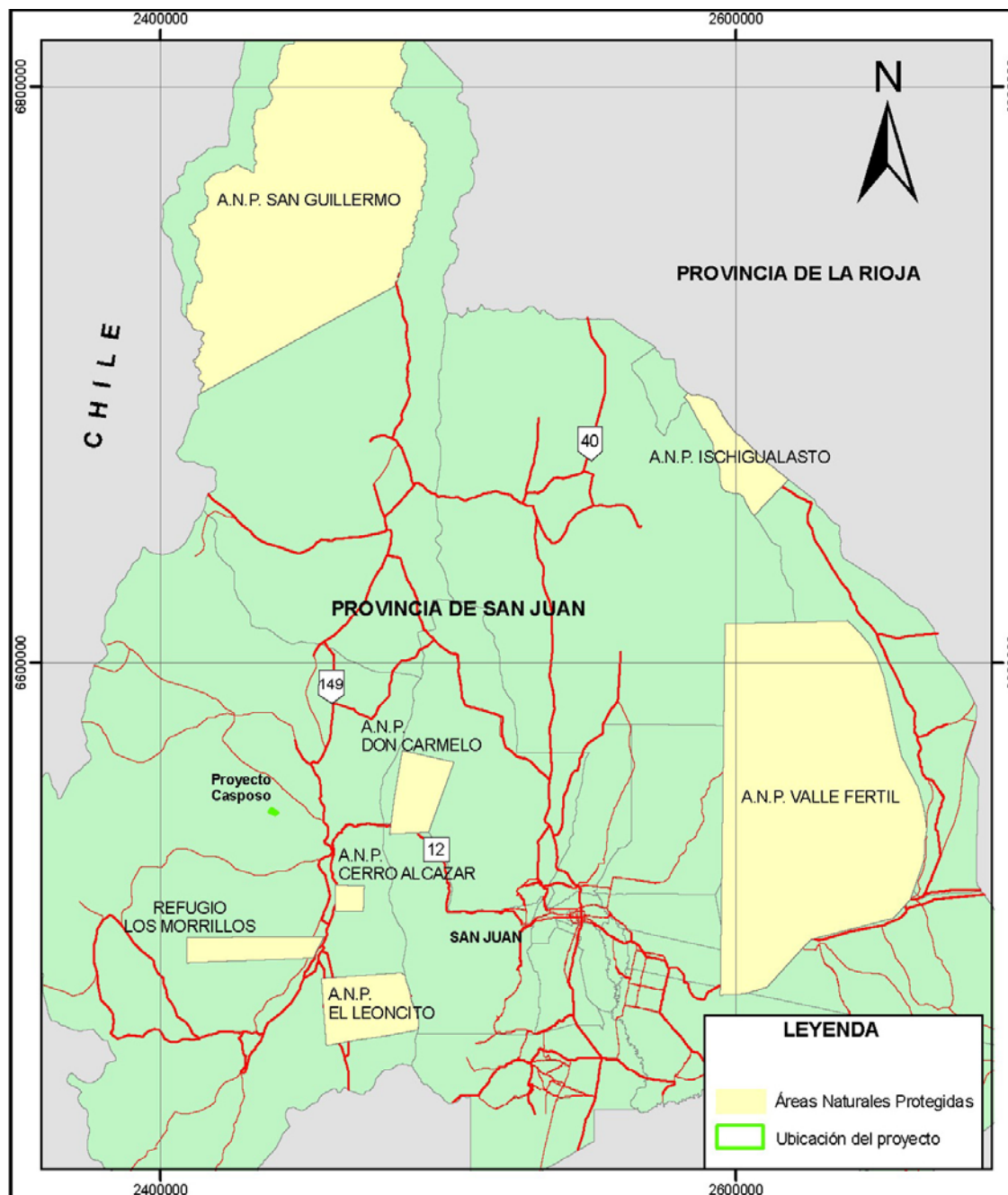
El Área Natural Protegida Don Carmelo es una Reserva Privada, que tiene como objetivo la conservación de la fauna de camélidos de la pampa de altura de la sierra de la Invernada. Su control y vigilancia no caen dentro de la Administración de Parques Nacionales (Ley Nacional N° 22.351 sobre Parques y Reservas Nacionales y Monumentos Naturales, 1980) y dista a más de 10 km de la Ruta Provincial N° 425.

El Área Natural Cerro Alcázar, es un Monumento Natural que está bajo la administración de la Dirección de Conservación y Areas Protegidas dependiente de la Subsecretaría de Medio Ambiente de la Provincia de San Juan. Al igual que la anterior su ubicación no compromete el paso de la Ruta Nacional N° 149.

El Parque Nacional El Leoncito también pertenece a la Administración de Parques Nacionales, pero a diferencia de las dos anteriores es la única reserva que es atravesada por la Ruta Nacional N° 149, la cual podría ser utilizada como ruta de acceso de insumos para el proyecto, desde Valparaíso o de comercialización de mineral hacia el mismo puerto, una vez que empiece la operación minera.

También vale la pena mencionar al Refugio de Vida Silvestre Los Morillos, ubicado en el flanco occidental de la Cordillera de Ansilta.





**Ilustración 2.10-1. Ubicación Áreas Naturales Protegidas Provincia de San Juan.**

## **2.11 PAISAJE**

### **2.11.1 Introducción**

El objetivo del estudio de línea de base de paisaje, fue obtener los antecedentes suficientes para determinar el valor paisajístico del área del proyecto.

El mismo, se ejecutó a través de un trabajo de terreno realizado durante el mes de septiembre de 2006. Se contó, además, con el apoyo de cartas topográficas e imágenes satelitales del área. En la Sección 7.0, se brindan más detalles sobre la metodología



empleada para este estudio. En el Apéndice 2.8d se presenta un Álbum Fotográfico de esta campaña.

### **2.11.2 Unidades del Paisaje**

El reconocimiento de terreno permitió identificar dos unidades de paisaje, que por su fisonomía y características generales coinciden con dos grandes unidades geomorfológicas, que corresponden a (Mapa 2.15):

Los paisajes existentes desde el piedemonte hasta el nivel del fondo del valle o cuenca del Río Castaño y un pequeño sector del Río San Juan. Corresponden a paisajes amplio, pero alargado en sentido norte-sur. Se caracterizan por poseer rasgos morfológicos dominados por una topografía de formas sub-horizontales. Presentan una componente antrópica, dada por elementos poblacionales y de agricultura que combinan con aquellos abióticos o vegetacionales. Son frecuentes las vistas amplias y condiciones panorámicas generales hacia relieves circundantes.

Los paisajes que se desarrollan en ambientes de Cordillera. Estos se caracterizan por poseer rasgos topográficos irregulares, valles estrechos, laderas abruptas y visuales cambiantes. Aquí, la componente humana prácticamente no está presente, por lo que predominan los elementos abióticos y vegetacionales.

Las características de estas unidades de paisaje se desarrollan a continuación y se grafican en el Mapa 2.15.

### **2.11.3 Las Cuencas Visuales**

#### **2.11.3.1 Unidad de Paisaje Valle de Río Castaño-San Juan**

El paisaje de esta área puede dividirse en 2 tipos: la parte baja, del fondo de valle, que presenta una morfología plana, de gran amplitud, y la vegetación corresponde al monte, intercalándose con vegetación alóctona propia de los asentamientos poblacionales y sus cultivos. Luego, se aprecia el área de piedemonte, donde la vegetación muestra una transición entre el Monte (jarillas, retamos, etc.) y la vegetación de Puna (pastizales, cactáceas, etc.).

En ambas áreas, sin embargo, se trata de un paisaje de características naturales, con una componente humana importante en el fondo de valle.

En la época invernal, debido al escaso aporte de agua de las precipitaciones, la vegetación hace predominar los colores grises y ocre. En cambio, durante la época estival, la vegetación, juega un rol importante en el paisaje, por las tonalidades verdes que presenta la cobertura vegetal.



La topografía regular y mayoritariamente sub-horizontal o plana del relieve define territorios visuales de formas redondeadas (visuales en 360°) o semiredondeadas, flanqueados en todas las direcciones por cordones montañosos como el Cordón del Carrizalito, el Cordón de Las Burras y Cordón de Manrique, pertenecientes a Cordillera Frontal; y Sierra del Breal y Sierra de La Alumbra de Precordillera algunos de marcada orientación norte-sur (Mapa 2.15).

Esta característica morfológica y topográfica, le permite a un observador situado en el centro de la cuenca (sobre la Ruta Nacional N° 149 por ejemplo), desplazarse en cualquier sentido y no alterar significativamente su territorio visual. Debido a esta condición el paisaje es de tipo panorámico, con fondos escénicos dominando permanentemente la visual del observador, mezclándose con elementos antrópicos en el fondo del valle. Estos conforman una sub-unidad de actividad rural (Ver Mapa 2.15).

Los atributos morfológicos y topográficos de esta unidad determinan una baja compacidad, es decir, corresponden a territorios cuyas visuales se interrumpen por efecto de muy pocos obstáculos, con bordes o límites claramente definidos por los relieves periféricos, estableciendo permanentemente los territorios visuales (Fotos 2.11-1a 2.11-3, Apéndice 2.8d).

Es importante indicar que debido a las características visuales de esta Unidad de Paisaje es decir vistas amplias y panorámicas, se incluye como elemento o rasgo visual permanente en la escena la cordillera (Unidad Casposo en Cordillera). Esta situación ocurre, también, en forma inversa, es decir, los paisajes que se desarrollan en ambientes de cordillera, con cuencas visuales más reducidas, tienen acceso visual hacia el fondo de valle, aunque no con tanta amplitud (Ver Foto 2.11-4 del Apéndice 2.8d).

Como ya se ha indicado las cuencas visuales son mayoritariamente redondeadas, con amplio dominio y gran alcance visual (ángulos visuales de 360° y alcance visual > 10 km), generándose a partir de esta distancia una pérdida de nitidez de las formas y objetos. Las características de las cuencas visuales para esta unidad de paisaje se presentan en el Cuadro 2.11-1 a continuación:



**Cuadro 2.11-1**  
**Unidad de Paisaje Valle de Río Castaño-San Juan**

Elemento	Características Visuales
Forma de la cuenca visual	Cuencas mayoritariamente redondeadas. Valle amplio. Visual multidireccional.
Compacidad	Baja. Escasas zonas de sombra, posibilidad de ocultación baja
Fondo escénico	Frecuente. Relieves periféricos dominando permanentemente la escena
Tamaño cuenca visual	Visión de carácter lejana (>10.000 m)

### **2.11.3.2 Unidad Casposo en Cordillera:**

El Proyecto Casposo se inserta en una zona caracterizada básicamente por un paisaje natural semiárido de cordillera, correspondiente al sector de la Cordillera Frontal, al Oeste del Valle del Río Castaño. El área se encuentra a una distancia de más 15 km del sector poblado más cercano denominado Villa Corral y su acceso es privado.

La estacionalidad climática y la altura permiten observar los cambios que se producen en el paisaje durante un ciclo completo. En época invernal la cubierta vegetal, al no recibir lluvias, hace que en este tipo de paisaje predominen las características de granulometría y color de la superficie del suelo, prevaleciendo las tonalidades de grises y rojizas, propias de los materiales cristalinos del área. En este caso, también, la vegetación, durante la época estival juega un rol importante en el paisaje, por las tonalidades verdes de la cobertura vegetal.

En esta Unidad de Paisaje (Mapa 2.15) se presentan dos condiciones de visibilidad e intervisibilidad.

Una, comparativamente más baja que la unidad anterior, y que corresponde a los fondos de quebradas o cauces. Las visuales son de corta distancia y se orientan principalmente siguiendo los ejes de las alineaciones montañosas para observadores que transitan sobre los fondos de cauces. (Fotos 2.11-5 a 2.11-7)

Otra, los paisajes que se desarrollan desde las zonas de cumbre, con cuencas visuales más amplias, tienen acceso visual hacia el fondo de valle del Río Castaño, aunque no con tanta amplitud y nitidez.



**Cuadro 2.11-2**  
**Caracterización General de las Cuencas Visuales**  
**Unidad de Paisaje Casposo en Cordillera**

Elemento	Características Visuales
Forma de la cuenca visual	Cuencas irregulares, en general alargadas y orientadas por los ejes de las alineaciones montañosas para observadores situados sobre el fondo del valle
Compacidad	Alta. Dominan las zonas de sombra, posibilidad de ocultación importante debido a las sinuosidades de las quebradas.
Fondo escénico	Los fondos escénicos solo son percibidos en tramos específicos de los cauces o quebradas a través de los cuales se dominan cordones montañosos periféricos a mayores alturas.
Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercanas (300 - 1000 m)

#### **2.11.4 Análisis de la Calidad y Fragilidad Visual**

##### **2.11.4.1 Unidad de Paisaje Valle de Río Castaño-San Juan**

A continuación se describen aquellos rasgos visuales básicos de esta unidad de paisaje y se califican mediante cuadros, los elementos de valoración paisajística en el contexto de la calidad y de la fragilidad visual del área.

##### ***a) Características Visuales Básicas de los Componentes del Paisaje***

Corresponde a un paisaje de alta luminosidad debido a la baja a media nubosidad atmosférica. Este aspecto hace resaltar los rasgos cromáticos; destacan los colores verdes; los tonos que son claros están relacionados al suelo y los oscuros a la vegetación arbustiva dominante. Los brillos son en general de carácter mate. Las laderas de los relieves periféricos pertenecientes a la Cordillera al Oeste y Precordillera al Este, presentan colores contrastantes que son percibidos como rasgos singulares desde esta unidad, como por ejemplo diferentes y variadas gamas de rojos, cafés y grises.

El relieve está marcado por las formas planas; las formas tridimensionales corresponden como ya se ha indicado al relieve circundante el que dependiendo de la distancia al observador pierde o gana preponderancia en la escena. Las texturas son de grano grueso debido al efecto de la vegetación arbustiva y muy regular en cuanto a su distribución espacial (Ver Apéndice 2.8d).

##### ***b) Calidad Visual***

La configuración de elementos paisajísticos correspondientes a la Unidad de Paisaje Valle de Río Castaño-San Juan, tiene una calificación de Calidad Visual Medio-Bajo. La componente paisajística que aporta mayor valor estético corresponde al aspecto de alta naturalidad que presenta el paisaje. Por el contrario los de calificación baja es decir, aquellos que aportan menor calidad visual a esta unidad tienen que ver con una



topografía general dominada por los planos por sobre formas tridimensionales, la escasez de marcas visuales que aporten diversidad a la escena y finalmente a que este tipo de paisaje presenta una extensión importante que lo define como recurrente, es decir, la configuración de elementos o componentes paisajísticos se puede encontrar en otras zonas no siendo exclusiva de esta área.

**Cuadro 2.11-3**  
**Valoración de la Calidad Visual**  
**Unidad Valle de Río Castaño-San Juan**

<b>Componente Valorado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calidad Visual</b>
Morfología o Topografía	Valle de topografía mayoritariamente plana. Dominan los planos en la escena. Las formas irregulares corresponden al relieve circundante	1
Presencia de Vegetación	En general arbustiva con coberturas regulares a nivel de piedemonte	2
Acción Antrópica	Acciones antrópicas muy localizadas y en el fondo de valle. No generan efectos negativos en el paisaje	3
Variabilidad Cromática	Heterogeneidad cromática, variedad de colores (suelos, vegetación, laderas, cielo)	2
Marcas visuales	Poco recurrentes. Las únicas marcas visuales se refieren a rasgos de las laderas del relieve circundante como por ejemplo, estratos y pliegues, colores	1
Incidencia Visual del Fondo Escénico	El fondo escénico incide moderadamente en la calidad visual del paisaje	3
Singularidad o Rareza	Escasa. Paisaje recurrente para el área	1
Calidad Visual Medio-Bajo (1,8)		

Nota: Ver Pauta de Valoración de la Calidad Visual, Sección 7.0.

### ***c) Fragilidad Visual***

La evaluación de la fragilidad visual del paisaje busca establecer una medida de cuan susceptible es el paisaje o unidad de paisaje evaluada a la alteración de su configuración de elementos y el valor estético de ellos, en la eventualidad de desarrollar un uso sobre él. En este caso, la unidad de paisaje evaluada presenta una calificación de Fragilidad Visual Media (Cuadro 2.11-4), es decir presenta un equilibrio entre rasgos que le otorgan mayor susceptibilidad y aquellos que le permiten al paisaje mantener sus rasgos estéticos sin sufrir una alteración negativa en la eventualidad de desarrollarse usos o actividades sobre él. Dentro de los rasgos que le otorgan mayor susceptibilidad están los relacionados con aspectos visuales; presenta baja compacidad lo que significa una baja capacidad de que modificaciones al paisaje puedan ser ocultadas a la observación directa. De igual manera presenta



alta accesibilidad tanto física como visual lo que se traduce en una alta probabilidad de que modificaciones del paisaje sean percibidas por observadores. Por otro lado, la baja calificación está dada por la gran amplitud y rango visual de las cuencas visuales lo que genera vistas mayoritariamente no focalizadas o multidireccionales.

Los restantes elementos de valoración tienen calificación moderada.

**Cuadro 2.11-4**  
**Valoración de la Fragilidad Visual**  
**Unidad Valle de Río Castaño-San Juan**

Elemento Valorado	Descripción	Fragilidad Visual
Pendiente (Rasgos Morfológ./Topográficos)	Fondo de valle plano y amplio. Relieves periféricos con pendientes importantes	2
Tamaño de la Cuenca Visual	Las cuencas visuales son de gran tamaño	1
Forma de la Cuenca Visual	Cuencas visuales extensas y redondeadas	1
Compacidad	Capacidad de ocultación baja	2
Unicidad	El paisaje presenta rasgos bajos de singularidad visual	1
Valor Tradicional	El área presenta valor arqueológico. La agricultura es de importancia en algunas localidades	3
Accesibilidad Física	Alta. La Ruta Nacional N° 149 corresponde a una vía en muy buenas condiciones. Existen una serie de localidades y corresponde, también, a un corredor turístico para la zona	3
Accesibilidad Visual	Accesibilidad visual importante desde las vías existentes. Paisaje altamente expuesto	3
Fragilidad Visual Media ( 2)		

Nota: Ver pauta para la caracterización de la Fragilidad Visual en Sección 7.0.

#### **2.11.4.2 Unidad Casposo en Cordillera:**

##### ***a) Características Visuales Básicas de los Componentes del Paisaje***

Debido a las irregularidades del relieve se producen áreas diversas de luz y sombra que varían durante el día. En los aspectos cromáticos destacan como colores dominantes los colores grises y rojizos sobre laderas y fondo de valle. Los colores verdes presentan una distribución irregular tanto en laderas como en los fondos de cauces; los tonos son mayoritariamente claro, brillos mate, formas complejas, tridimensionales e irregulares en lo que se refiere al relieve. Las texturas generadas por los materiales de laderas, lechos de ríos y vegetación son de grano medio y grueso (Apéndice 2.8d).

##### ***b) Calidad Visual***

Corresponde a una unidad que presenta rasgos medios de valor estético. Como elementos de mayor valoración están los rasgos heterogéneos en la morfología del relieve y la variabilidad cromática que presentan las laderas. Por el contrario dentro



de los de menor aporte al valor estético está la baja importancia de la vegetación como elemento estructurante del paisaje y la baja singularidad de los rasgos paisajísticos generales. En cuanto a la acción antrópica, si bien es cierto se califica como media debido a la presencia puntual y a la percepción de las actividades mineras de exploración que se realizan en el área, este paisaje de tipo cordillerano presenta en general condiciones importantes de naturalidad, es decir, prevalecen los rasgos naturales por sobre intervenciones antrópicas visualmente significativas.

**Cuadro 2.11-5**  
**Valoración de la Calidad Visual**  
**Unidad Casposo en Cordillera**

Componente Valorado	Descripción	Calidad Visual
Morfología o Topografía	Heterogénea. Valles estrechos, con fondos de valle planos. Rasgos rugosos en las laderas	3
Presencia de Vegetación y Fauna	Dispersa. Con densidad media en laderas y fondos de cauces.	1
Acción Antrópica	Paisaje mayoritariamente natural. Acciones antrópicas muy localizadas: huellas de caminos e instalaciones mineras de exploración	2
Variabilidad Cromática	Heterogeneidad cromática. Dominio de diferentes tonos de grises, rojos y verdes. Cielos azules contrastantes	3
Marcas visuales	Los hitos de significancia paisajística son ocasionales. Están referidos a estructuras geológicas particulares	2
Incidencia Visual del Fondo Escénico	Los fondos escénicos sólo aparecen irregularmente cuando aumenta la amplitud del valle	1
Singularidad o Rareza	Paisaje de cordillera recurrente	1
Calidad Visual Media (1,9)		

Nota: Ver Pauta de Valoración de la Calidad Visual en Sección 7.0.

### ***c) Fragilidad Visual***

La Fragilidad Media indica que el área considerada presenta una combinación equilibrada entre los elementos o rasgos que le otorgan alta sensibilidad y aquellos que le confieren baja susceptibilidad o vulnerabilidad visual. Entre los primeros se encuentran los rasgos irregulares y abruptos de la topografía, la presencia de cuencas visuales pequeñas que posibilitan vistas cercanas y pequeños valles alargados que permiten vistas focalizadas y la cercanía de la Ruta Nacional N° 149. Entre los elementos que aportan menor vulnerabilidad visual está la alta compacidad aportada por la sinuosidad de los valles, es decir, los observadores que transitan por los fondos de valle van percibiendo escenas cambiantes según se vayan moviendo por ellos.

De igual manera el área presenta baja accesibilidad visual respecto a observadores que transiten por la Ruta Nacional N° 149 que es la única de importancia más cercana al área del proyecto; también desde la Ruta Provincial N° 12, presenta baja



accesibilidad visual por la lejanía y pérdida de nitidez consecuente al proyecto. Esta situación puede sufrir variaciones en la medida de que se potencien las actividades de turismo en el área.

**Cuadro 2.11-6**  
**Valoración de la Fragilidad Visual**  
**Unidad Casposo en Cordillera**

Elemento Valorado	Descripción	Fragilidad Visual
Pendiente (Rasgos Morfológ./Topográficos)	Relieve irregular con importantes diferencias de altura.	3
Tamaño de la Cuenca Visual	Cuencas visuales pequeñas y cambiantes. Valles estrechos, visuales a corta distancia.	3
Forma de la Cuenca Visual	Cuencas visuales alargadas en el sentido del eje de las quebradas	3
Compacidad	Capacidad de ocultación alta. Quebradas sinuosas	1
Unicidad	El paisaje presenta rasgos de importancia visual de singularidad baja	1
Valor Tradicional	El área presenta un valor tradicional bajo	1
Accesibilidad Física	Alta. Cercano a Ruta Nacional N° 149	3
Accesibilidad Visual	Baja	1
Fragilidad Visual Medio (2)		

Nota: Ver pauta para la caracterización de la Fragilidad Visual en Sección 7.0.

## **2.12 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES**

### **2.12.1 Introducción**

El objetivo de esta sección es desarrollar una línea de base socioeconómica del Departamento de Calingasta. Se consideran referencias al contexto provincial y nacional. En la primera parte se ubican las localidades afectadas, distancia y vinculación con el proyecto y el resto de la provincia. Posteriormente, se describen los aspectos socioeconómicos de acuerdo a lo que establece el Anexo III de la Ley 24.585.

En el Apéndice 2.8e se presenta el anexo fotográfico, que complementa la caracterización del área de influencia social del proyecto.

### **2.12.2 Centros Poblacionales Afectados por el Proyecto**

El proyecto se ubica en el Departamento de Calingasta, perteneciente administrativamente a la Provincia de San Juan. En el área de emplazamiento de las obras del proyecto no existen asentamientos poblados, sin embargo para la caracterización socioeconómica, se han considerado los lugares poblados más cercanos, pertenecientes al Departamento de Calingasta ya que la localización de las obras y los flujos terrestres del proyecto se producirán dentro de su territorio.



El Departamento de Calingasta se compone de cuatro distritos: Villa Calingasta, Villa Nueva, Barreal y Tamberías. El último es la Capital Administrativa, en la cual se asienta el Municipio y el Honorable Concejo Deliberante. Villa Calingasta y Barreal son las localidades más importantes del Departamento de Calingasta, esto debido a su tamaño poblacional<sup>1</sup>, al nivel de servicios e infraestructura. Tamberías, pese a ser la capital administrativa tiene una población de 860 habitantes y su nivel de servicios es menor que las mencionadas anteriormente.

En el departamento hay otros asentamientos poblados, comúnmente llamados caseríos, estos son, Puchuzún, Villa Corral, La Capilla, La Isla, Hilario y Sorocayense.

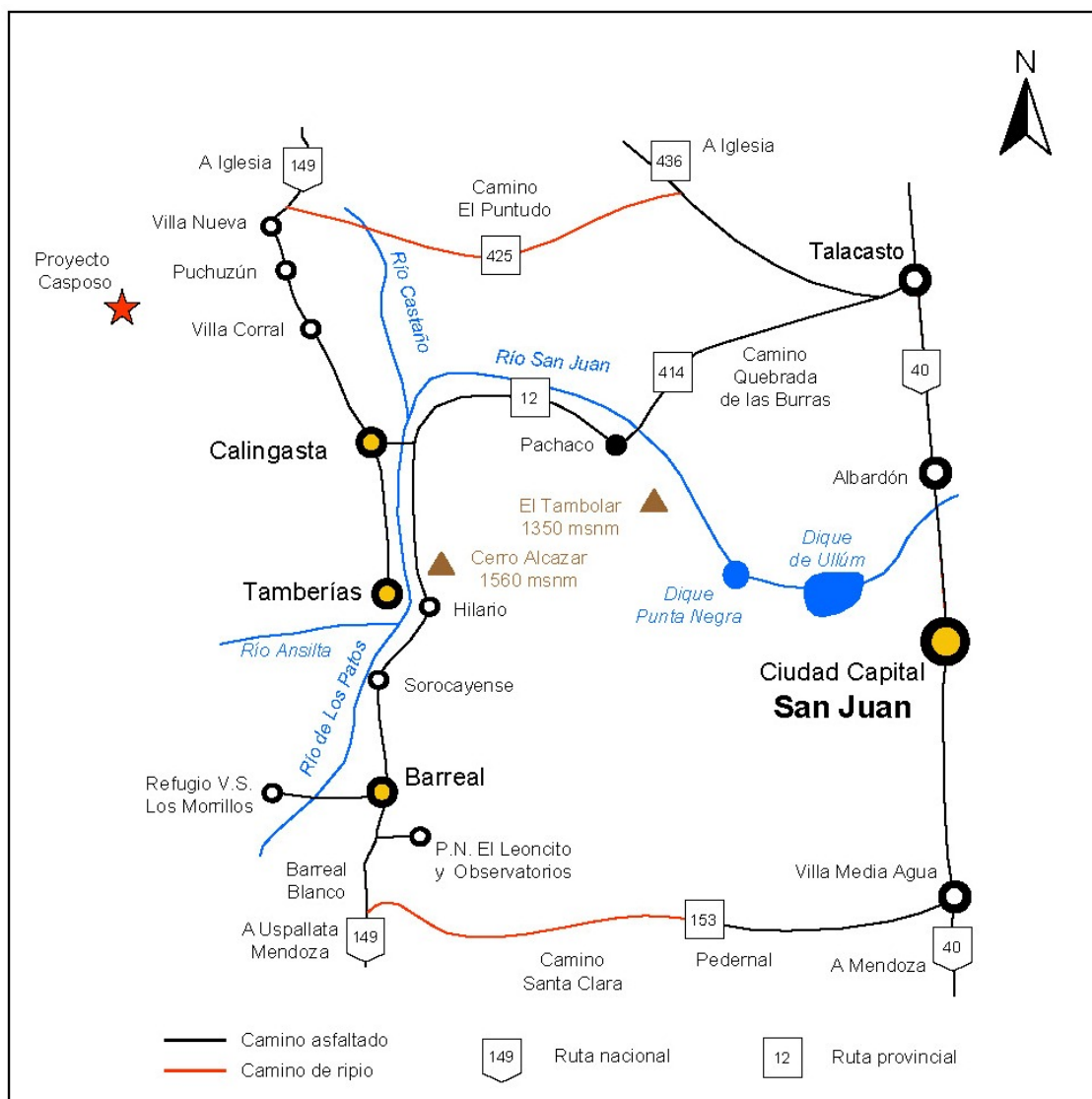
La localidad de Villa Calingasta y los caseríos de Villa Corral y Puchuzún son los más cercanos al proyecto, razón por la cual se consideran como los centros poblacionales que forman el área de influencia del proyecto.

La siguiente Ilustración presenta los centros poblacionales cercanos al proyecto, insertos en el Departamento de Calingasta, de la Provincia de San Juan.

---

<sup>1</sup> En la provincia de San Juan de acuerdo a la constitución provincial, todo centro de población de más de dos mil (2.000) habitantes constituye un Municipio de tercera categoría.





**Ilustración 2.12-1. Centros Poblados y rutas principales, Departamento de Calingasta.**

### 2.12.3 Distancia y Vinculación de los Centros Poblados

La Ilustración 2.12-1 permite observar las rutas principales y secundarias vinculadas al Proyecto Casposo, en el Departamento de Calingasta. La ruta principal corresponde a la Ruta Nacional N° 40, mientras que las rutas secundarias corresponden a la Ruta Provincial N° 436 y las Rutas Provinciales N° 414, N° 425 y la Ruta Nacional N° 149.

A continuación se indica la vinculación de los centros poblados relacionados con el proyecto:

- Centros poblados vinculados al proyecto a través de las rutas de acceso:
  - Villa Calingasta, a 25 km al sureste del proyecto.
  - Villa Corral, a 18 km al este del proyecto.



- Puchuzún, a 18 km noreste del proyecto.
- Centros poblados proveedores de servicios e insumos al proyecto:
  - Villa Calingasta, a 25 km al sureste del proyecto.
  - Ciudad de San Juan, a 198 km al sur del proyecto
  - Ciudad de Mendoza, a 367 km al sur del proyecto
  - Buenos Aires, a 1305 km al noreste del proyecto
- Centros poblados con vinculaciones político-administrativas e institucionales con el proyecto:
  - San Juan, a 112 km al este del proyecto.
  - Tamberías, a 34 km al sureste del proyecto.
  - Villa Calingasta, a 25 km al sureste del proyecto.

#### **2.12.4 Macroeconomía Argentina**

Para el período 1994-2005 la tasa promedio de crecimiento de la economía Argentina fue de 2,3%. Entre los años 2000-2006 se observó un ciclo económico con caídas de hasta -10,89% y alzas de 9,18% de crecimiento interanual verificando el comportamiento de “stop-and-go” que ha caracterizado la situación de la macroeconomía Argentina en los últimos 50 años pero que se ha acentuado en los últimos 30 años.

En el año 2006 las exportaciones totalizaron U\$S 46.569 millones, lo que representó un crecimiento de 15,4 % respecto de 2005, a partir de un aumento de los precios (7%) y de las cantidades vendidas (6%). San Juan aportó U\$S 671 millones a la cifra anterior escalando 5 posiciones en el ranking de provincias exportadoras y llegando al lugar 11°.

Por su parte, las importaciones del año 2006 sumaron U\$S 34.158 millones, cifra que fue superior en un 19% a la correspondiente al año anterior. Como consecuencia de la evolución señalada, la balanza comercial arrojó un superávit de U\$S 12.412 millones para todo año, cifra que se ubicó 6,4 % por encima de la verificada en el mismo periodo del 2005<sup>2</sup>.

#### **2.12.5 Economía Provincial**

La provincia de San Juan representa el 1,1% del PBI nacional y el 1,7% de la población total de Argentina. Esto indica que el PBI<sup>3</sup> per capita provincial es menor al PBI per capita nacional.

---

<sup>2</sup> Datos estadísticos del Centro de Economía Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto.

<sup>3</sup> PBI: Producto Bruto Interno. Corresponde al valor monetario de bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado.



El PBG provincial ha tenido un comportamiento errático en los últimos años. Por esta razón se presentan altas tasas de crecimiento para el período 1996-1997 y 2003-2004 y caídas como la del período 1994-1995. A partir del año 2002, comienzan a verse signos de recuperación, resultando un crecimiento para el año 2003 respecto del año 2002 del 5%. Asimismo, según datos correspondientes a 2004, el PBG tuvo una variación interanual positiva de 11,4% en dicho año.

La participación de los sectores de la economía en la estructura productiva provincial ha sido la siguiente:

- Sector primario: ha participado en promedio, para todo el período de estudio en 11,5% del PBG. Este sector se compone en un 97% de actividades agrícolas y pecuarias y en un 3% de actividades de extracción minera hasta el año 2005 en que entra en producción el Proyecto Aurífero Veladero.
- Sector secundario aporta en promedio de 25% del PBG. Se compone de Industrias Manufactureras, que representa el 70% de este sector seguido por el Sector Electricidad, Gas y Agua con el 15,5% y el “Sector Construcciones” con el restante 14,5%. La Industria Manufacturera incluye a la Industria de base minera, la cual participa con un 21,5% del sector secundario, considerando “Fabricación de sustancias y productos químicos”, “Fabricación de otros productos minerales no metalíferos”, “Metales básicos” y “Fabricación de productos elaborados de metal”.
- Sector terciario es el de mayor participación en el PBG y representa en promedio el 63,5% para el período 1993-2005. Se compone de Comercio, Restaurante y Hoteles (16%), Transporte y Comunicaciones (7%), Establecimientos Financieros (36%), y Servicios Sociales, Comunes y Personales (41%).

## **2.12.6 Socioeconomía: Departamento de Calingasta**

### **2.12.6.1 Demografía**

La población de Calingasta<sup>4</sup> representaba el 1,45% de la población total provincial para el año 1991, para el último Censo Nacional de Población (2001) esta población fue de 1,32% del total provincial. La tasa de crecimiento inter censal 1991-2001 del departamento fue de 6,6% mientras, que para la provincia fue de 17,3%, lo cual indica un dinamismo demográfico inferior al provincial. El diferencial de tasas de crecimiento se debe al proceso de concentración urbana en el cual Calingasta ha tenido un rol de expulsor de población.

---

<sup>4</sup> INDEC serie 16 de análisis demográfico de 1998  
PROYECTO CASPOSO  
INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL  
Sección 2.0 –Línea de Base



En el Cuadro 2.12-1 se presenta la Población de la provincia de San Juan y el Departamento de Calingasta para los años 1991 y 2001, y una estimación realizada por la Dirección de Bioestadística para los años 2004 y 2005.

**Cuadro 2.12-1**  
**Población según Censos 1991 y 2001 y Población Estimada**

Localidad Poblada	Población según Censos		Población Estimada Dirección Bioestadística	
	1991	2001	2004	2005
San Juan	528.715	620.023	656.727	666.446
Calingasta	7.667	8.176	8.400	8.456

Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección de Bioestadística de la Provincia de San Juan.

La densidad poblacional del Departamento de Calingasta es baja, en relación al promedio provincial, situación que registra el resultado de los dos últimos censos de población y que se presenta en el Cuadro 2.12-2.

**Cuadro 2.12-2**  
**Densidad Poblacional según Censos 1991 y 2001**

Localidad Poblada	Densidad Poblacional según Censos	
	1991	2001
San Juan	5,9	6,9
Calingasta	0,3	0,4

Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas 2001 e Instituto Geográfico Militar.

En el Cuadro 2.12-3 se presentan las poblaciones para el año 2001 de Barreal, Villa Calingasta y Tamberías, donde es posible observar que esta última presenta una población muy inferior a las otras localidades.

**Cuadro 2.12-3**  
**Centros Poblados de Calingasta**  
**Población censada en 1991 y población por sexo en 2001**

Centros Poblados	Año			
	1991	2001		
		Total	Varones	Mujeres
Barreal - Villa Pituil	1.742	3.202	1.600	1.602
Villa Calingasta	1.966	2.039	1.105	934
Tamberías	730	860	445	415

Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población Hogares y viviendas 2001.



Tal como se señala en el cuadro siguiente (Cuadro 2.12-4), la Provincia de San Juan presenta mayoritariamente población urbana, mientras que en el Departamento Calingasta ocurre lo contrario. Además, se observa en ambos casos que la población se concentra en el grupo de edad entre 15 y 65 años, seguido por el grupo menor a 15 años y finalmente el grupo mayor a los 65 años.

**Cuadro 2.12-4**

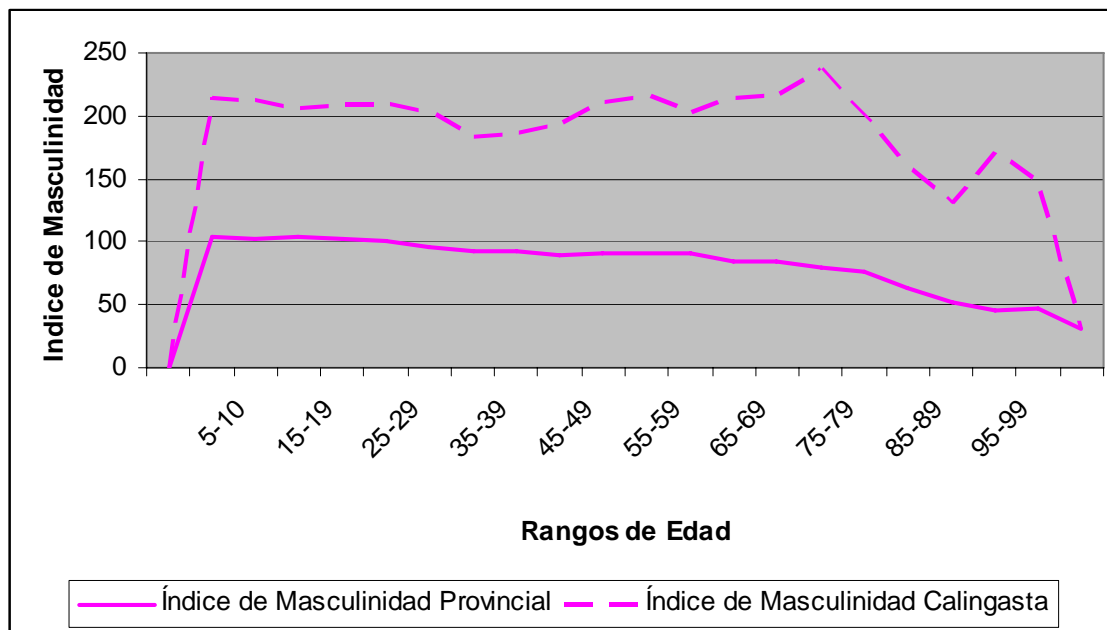
**Población menor de 15 años, mayor de 65 años, % de población urbana y rural, % de mujeres en edad fértil, menores de 5 años para San Juan y Calingasta**

Sitio	Menor de 15 años %	Mayor de 65 años %	Tasa Global de Fecundidad	Urbana	Rural	Total de Mujeres en Edad Fértil	% Población Menores de 5 años	Razón de Dependencia
San Juan	31	7,92	2,6	86%	14%	184.674	10,5	0,63
Calingasta	38	5,8	3,15	22%	78%	2.368	11,8	0,78

Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas 2001.

En Calingasta el índice de masculinidad presenta una tendencia a la baja desde la cohorte de edad de 0-4 años hasta 35-39 años pero desde allí comienza a subir hasta la cohorte de los 75-79 años, edad en la que nuevamente baja (Ver Ilustración 2.12-2).





**Ilustración 2.12-2. Índice de masculinidad Año 2001 Provincia de San Juan y Departamento de Calingasta**

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

Para el conjunto de población de la provincia de San Juan el índice de Masculinidad tiene un comportamiento normal con una tendencia decreciente a medida que aumenta la edad según se observa en la Ilustración 2.12-2.

Según los parámetros de los “Indicadores Modales de Sundbarg<sup>5</sup>”, la estructura de población de Calingasta se encuentra entre una población en progresión y una población estacionaria, situación que se corrobora con la baja tasa de crecimiento poblacional de Calingasta.

<sup>5</sup> Para quien la estructura de edad de una población permite predecir un contexto de progresión, estacionario o de crecimiento



**Cuadro 2.12-5**

**Indicadores modales de Sundbarg comparados con los datos de Calingasta**

%de la Población Observada	Edad	Indicadores Modales de Sundbarg <sup>6</sup>		
		Indicador en % de Población en Progresión	Indicador en % de Población Estacionaria	Indicador en % de Población en Regresión <sup>7</sup>
38,21	0-14	40	26,5	20
46,62	15-49	50	50,5	50
15,17	50 y mas	10	23	30

Fuente: elaboración propia con datos de Dirección de Bioestadística de la Provincia de San Juan y del Instituto de Estadística de la Provincia de San Juan.

**2.12.6.2 Actividades Económicas**

En Calingasta se observa la presencia de solo 12 códigos<sup>8</sup> económicos de dos cifras de un total de 60 que presenta el clasificador Industrial Internacional Uniforme (CIU). Esto indica que en Calingasta prevalece una estructura económica básica. Los códigos señalados se presentan en la siguiente lista:

**Cuadro 2.12-6**

**Códigos Económicos presentes en Calingasta,  
utilizando CIUU Rev. 3 de las Naciones Unidas**

Código	Descripción
<b>D</b>	<b>Industrias manufactureras</b>
15	Elaboración de productos alimenticios y bebidas
20	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables
<b>G</b>	<b>Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos</b>
50	Venta, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas; venta al por menor de combustible para automotores
52	Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; reparación de efectos personales y enseres domésticos
<b>H</b>	<b>Hoteles y restaurantes</b>
55	Hoteles y restaurantes
<b>K</b>	<b>Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler</b>
71	Alquiler de maquinaria y equipo sin operarios y de efectos personales y enseres domésticos
74	Otras actividades empresariales
<b>M</b>	<b>Enseñanza</b>
80	Enseñanza

<sup>6</sup> Factores determinantes y consecuencias de las tendencias demográficas - Naciones Unidas, Pág. 275.

<sup>7</sup> En diferentes estudios de poblaciones no hay registros de poblaciones con estos parámetros de regresión en cambio los parámetros de poblaciones en progresión y estacionarias si se han verificado.

<sup>8</sup> El sector agrícola de Calingasta no se ha analizado desde una clasificación CIU y se ha tratado con la información del Censo Nacional Agropecuario 2002.

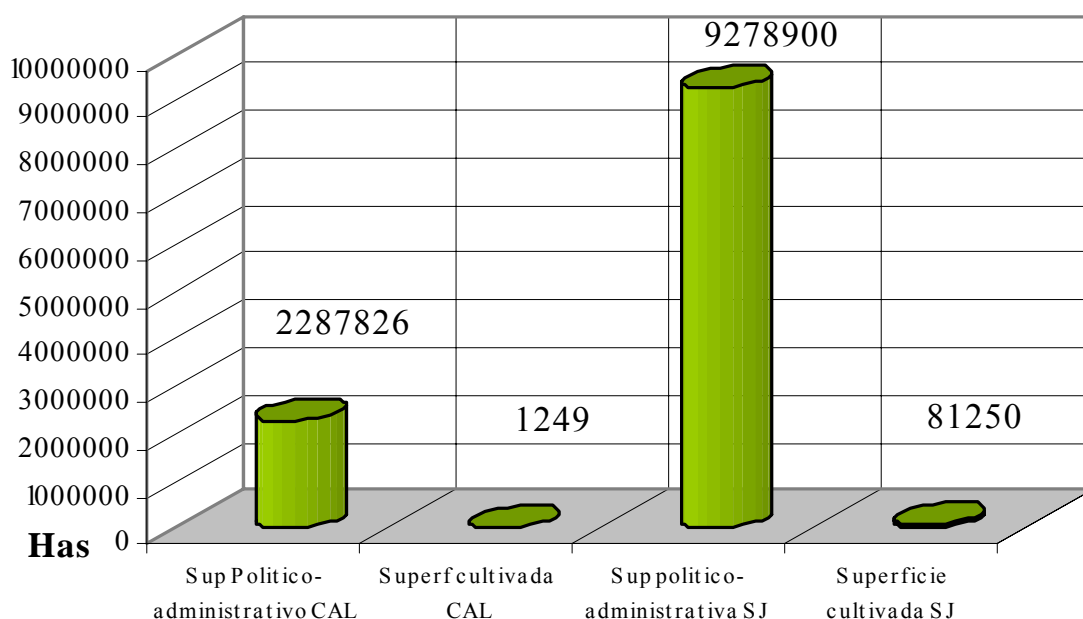


Código	Descripción
<i>N</i>	<i>Servicios sociales y de salud</i>
85	Servicios sociales y de salud
<i>O</i>	<i>Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales</i>
91	Actividades de asociaciones
92	Actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas
93	Otras actividades de servicios

### **i. Sector Agrícola**

La agricultura en Calingasta se practica en suelos con limitaciones climáticas y físicas (rocosidad, pedregosidad y pendiente) para el desarrollo de horizontes edáficos. Debido a esto, las explotaciones agrícolas se realizan en los oasis interandinos. La ganadería de subsistencia queda reducida al manejo de pequeños rebaños de ganado caprino, atendiendo a la baja capacidad de carga de los suelos.

El Departamento de Calingasta representa el 20% de la superficie respecto al área de la de provincia a la que representa<sup>9</sup>, donde la superficie efectivamente aprovechada para cultivos es bastante menor tal como se muestra en la Ilustración 2.12-3.



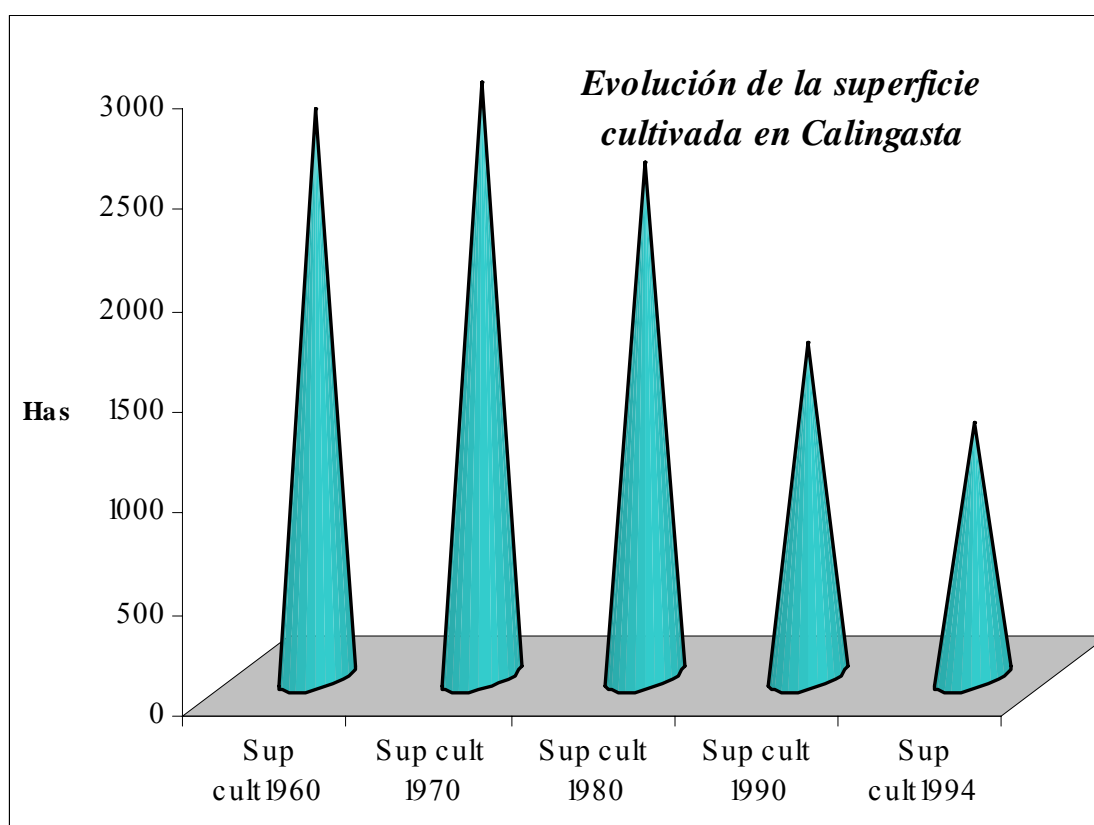
**Ilustración 2.12-3. Relación Superficie Político Administrativa Superficie Ocupada por Cultivos.**

<sup>9</sup> CEFOCA, 1992 - 2004.



Así, la superficie cultivada provincial representa el 0,88% del total del área sanjuanina, mientras que para Calingasta la zona aprovechada por cultivos es aún menor, ya que constituye el 0,05 % de la superficie departamental.

De acuerdo a registros estadísticos (CEFOCA, 2004), las variaciones de las extensiones de cultivos en el departamento norteño han sufrido fluctuaciones entre las décadas 1960-1970 y 1980, pero posteriormente la disminución de la superficie cultivada ha sido categórica tal como se muestra en la Ilustración 2.12-4.



**Ilustración 2.12-4. Evolución de la Superficie Cultivada en Departamento de Calingasta.**

En el Censo Nacional Agropecuario 2002 se identificaron 301 Establecimientos Agropecuarios (EAP) en Calingasta, con límites definidos que representan un total de 10.106 ha en las que prevalece el productor como persona física en 241 EAP que corresponde al 80% de las unidades censales y al 41% de la superficie explotada, las Sociedades de Hecho en 23 EAP representan el 10% de las unidades censales y el 5,3% de la superficie explotada, 18 Sociedades Anónimas representan el 6% de las EAP y el 41,25% de la superficie explotada.



Se observa que las organizaciones empresariales más desarrolladas concentran en muy pocas empresas - el 6 % -, grandes porcentajes de la superficie explotada - 41% - lo que se explica por el proceso de concentración de la tenencia de la tierra generada por la ley de Promoción Agrícola, denominada usualmente diferimientos agrícolas. Otras formas jurídicas tales como Cooperativa, Campos comuneros, Instituciones Educativas Nacionales y Provincial, y Entidad Pública Municipal representan a 5 EAP (1,7% de las EAP) y 113,5 ha (1,1% de las ha).

El régimen de tenencia de la tierra que prevalece en Calingasta es el de “propiedad” con el 70% de la superficie, el 10% de la tierra es explotada bajo un régimen aparcería, el 3,8% bajo arrendamiento y el 4% en sucesión indivisa. Bajo un régimen de ocupación solo el 1,7% de la superficie y el resto está sin discriminar.

De la superficie total censada (10.106 ha) se destina a superficie implantada 4.252 ha. Destaca la superficie para bosques implantados con 1.770 ha que corresponde al 42% del total provincial. Para otros fines tales como “cultivos anuales y perennes” 1.610 ha, para “forrajeras anuales y perennes” 331,3 ha. Otros conceptos explican las restantes 5.854 ha no implantadas tales como Pastizales con 125 ha, Bosques y/o montes espontáneos 286 ha, Apta no utilizada 2.833 ha, No apta o de desperdicio 1.382 ha, Caminos, parques y viviendas 475 ha.

Respecto a la EAP por grupos de cultivos, se tiene lo siguiente:

- Los frutales representan el 36% de la superficie cultivada con 1.538 ha de los cuales 1.000 ha son de nogales y 336 ha son de manzanos, el resto se reparte en membrillos, ciruelos y duraznos. La superficie de nogales corresponde a grandes emprendimientos productivos. La producción de manzanas es tradicional de la zona y en Villa Calingasta se encuentran ruinas de lo que fue un gran frigorífico y planta de empaque de manzana en fresco y también de lo que fuera la productora de la sidra “Calingasta”.
- Los bosques o actividad forestal representan el 41% de la superficie cultivada.
- Las actividades, frutales y forestales suman el 77% de la superficie de las EAP del departamento en estudio y son desarrolladas por grandes emprendimientos son generadoras de poca cantidad de mano de obra pero en general son asalariados formales estables y la renta generada por los mismos es de personas que no viven en la zona.

Hortalizas, orientada principalmente a la producción de ajo con 415,7 ha que representa 10% de la superficie de las EAP. A esta producción hortícola se dedican productores medianos y pequeños y se localiza principalmente en Tamberías. Los productores medianos proveen de insumos y semillas a los productores pequeños y posteriormente compran la producción. En la actualidad



existen plantas de empaque de ajos, las cuales generan trabajo temporario en la zona. Un 25% de la producción provincial de ajos está localizada en Calingasta. Las demás hortalizas tienen una producción menor en general para el consumo local.

- Calingasta es la principal productora de aromáticas con 138,7 ha que representa el 48% de la superficie implantada de la provincia, no obstante, en superficie solo explica el 3,2% de la superficie explotada del departamento en estudio. En general son los cultivos cuyo destino es la industria cosmética o la producción comercial de especias y aceites aromáticos para el consumo y otros usos. En Calingasta la producción está en manos de PyMEs cuya propiedad corresponde a personas de fuera del departamento.
- A la producción de forrajeras anuales y perennes se asignan 331 ha (7,8% de la superficie) y a la producción de semillas 63 ha.

## **ii. Industria**

El Departamento de Calingasta posee una industria pequeña compuesta por PyMEs. Según el Clasificador Censal de Actividades esta se concentra para dos dígitos en los rubros CIIU 15: “Elaboración de Productos Alimenticios y Bebidas” y el CIIU 20 “Producción de Madera y Fabricación de Productos de Madera Excepto Muebles”.

El Departamento de Calingasta también posee PyMEs mineras dedicadas a la explotación de bentonita, sulfato de magnesio y sulfato de aluminio.

Además, el Valle de Calingasta es apto para la producción forestal en la que sobresale el álamo, árbol de rápido crecimiento, que abastece a los aserraderos. Estos establecimientos procesan la madera para abastecer la posterior producción de postes, cajones, carpintería para el hogar y/o muebles en las carpinterías del Valle de Tulum.

La elaboración de productos de panadería, soda y agua es para el consumo interno del departamento.

## **iii. Comercio**

Las actividades comerciales se distribuyen en los CIIU 50 y 52 que agrupan las actividades de Comercio por menor, reparación de vehículos automotores, venta de combustibles, venta de efectos personales y enseres domésticos. Prevalecen los almacenes autoservicios con menos de tres cajas de pago en el lugar. Otros tipos de establecimientos son las farmacias, venta de textiles, venta de artículos del hogar, kioscos y carnicerías. Todos bienes de primera necesidad. No existen negocios especializados en productos “normales superiores (duraderos durables)” tales como fotografía, joyerías, agencias de venta de autos nuevos y/o usados, zapaterías, etc.



**iv. Servicios**

Entre los establecimientos de servicios prevalecen los orientados al esparcimiento tales como restaurantes, bares, cantinas y clubes deportivos. Otros establecimientos son los hoteles, alojamientos y cabañas, establecimientos para atención médica y odontológica, emisoras de radio, locutorios. Solo en la localidad de Barreal, Departamento de Calingasta se encuentran establecimientos de educación de gestión privada en niveles primario, secundario y terciario, dependientes de la Universidad Católica de Cuyo.

Calingasta dispone de 196 locales comerciales censados de un total provincial de 23.142. De estos 196 locales, 139 se dedican a la producción de bienes y servicios. Los restantes 57 locales se dedican a la Administración Pública (43), partidos políticos, culto y gremios (10) y Uniones Transitorias de Empresas de transporte y construcción (4).

La mayor cantidad de unidades censadas se concentra en el Comercio al por menor (76), Servicio de Hotelería y Restaurante (19), Industria Manufacturera (7) y Electricidad, Gas y Agua (4), con el 55% de los locales. La Administración Pública, Defensa y Seguridad Social Obligatoria (12), Enseñanza (18), Servicios comunitarios, Sociales y Personales (32), Servicios sociales y de salud (3), explican otro 33% de los locales.

El 80% del total de 196 locales tiene 5 o menos empleados, el 18% de los locales tienen más de 5 empleos. Cuando se analiza los locales dedicados a la producción se observa que el 88% tiene hasta 5 empleados y solo 9 locales superan ese límite. Este indicador de escala muestra que predominan negocios pequeños, generalmente atendidos por familias destinados principalmente al comercio por menor. Para la Administración Pública se observa 26 locales con más de 5 empleos y 16 locales con hasta 5 empleados.

**2.12.6.3 Empleo**

La estructura del empleo en Calingasta se compone de un total de 2.162 empleados. Los sectores que más empleo generan son: la actividad agropecuaria con 669 trabajadores que representan el 31%; la administración pública, defensa y seguridad social obligatoria con 308 empleos y 14,25%; la enseñanza con 226 (10,45%); servicios de hogares privados que contratan servicio doméstico 120 (5,55%); Intermediación financiera y otros servicios financieros 7 (0,32%); explotación de minas y canteras 55 (2,54%); electricidad, gas y agua 26 (1,20%); construcción 122 (5,64%); comercio al por mayor, en comisión y al por menor, excepto vehículos 158 (7,31%); hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje temporal 31 (1,43%); transporte terrestre 23 (1,06%).



#### 2.12.6.4 Salud

El Departamento de Calingasta tiene 9 establecimientos asistenciales, de los cuales 2 corresponden a Hospitales (Barreal y Villa Calingasta), 4 a Puestos Sanitarios (Alto Calingasta, Puchuzún, Villa Nueva y Tamberías) y 3 a Postas de Salud (Soracayense, La Isla y Alcaparrosa), el total de médicos es de 14, por tanto hay 1 médico cada 604 habitantes.

El Hospital de Barreal posee 12 camas disponibles, mientras que el Hospital Dr. Aldo Cantoni (V.Calingasta) 22 camas disponibles (6 de pediatría, 8 clínica médica hombres, 8 clínica médica y ginecobstetricia). Además hay 7 establecimientos de salud sin internación.

Un 54,75% de la población de Calingasta no tiene cobertura de salud.

La tasa de mortalidad infantil nacional en el 2004 fue de 14,4 por mil nacidos vivos, lo que constituyó el descenso más importante de los últimos 30 años y significó mil muertes menos de niños menores de un año con respecto al 2003. Esta tasa refleja que la tasa de mortalidad infantil del Departamento de Calingasta se encuentra por debajo de la media provincial y nacional.

**Cuadro 2.12-7**  
**Tasa de Mortalidad Infantil<sup>10</sup>. Año 2003 y 2005.**

Jurisdicción	Población	Nacidos Vivos	Defunciones de Menores de 1 año	Tasa de Mortalidad Infantil (‰)
<b>Año 2003 (1)</b>				
Total país	37.869.723	697.952	11.494	16,5
San Juan	647.156	14.362	282	19,6
<b>Año 2005 (2)</b>				
San Juan	666.446	14.227	232	16,3
Calingasta	8.456	167	2	12

Fuente: (1) Elaboración propia con datos de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud, Año 2003.  
(2) División Bio-Estadística-Secretaría de Estado de Salud Pública Provincia de San Juan 2006

#### 2.12.6.5 Educación

En el Departamento Calingasta existe una oferta de servicios educativos que abarca los niveles inicial, primario, medio y superior no universitario, a través de 26

<sup>10</sup> Mide la frecuencia de muerte durante el primer año de vida. Se utiliza como indicador del nivel de salud de la comunidad, indica el estado de salud global de una población, es un dato especialmente sensible a los cambios socioeconómicos y a las intervenciones de atención sanitaria. Una mortalidad infantil elevada debe alertar a los profesionales de la salud sobre la necesidad de investigar y emprender acciones preventivas en diversos terrenos.



instituciones educativas con un total de 2.837 alumnos. A Calingasta le corresponde el 1,5% del total de alumnos que asisten a escala provincial.

La mayoría de los púberes que completaron el nivel primario o EGB 1, 2 y 3 pueden continuar sus estudios en los establecimientos de capacitación laboral básica sobre cocina, carpintería, corte y confección o apicultura. La Escuela Técnica General Savio ubicada en Villa Calingasta, imparte a nivel secundario la especialidad de Técnico Minero.

Existe un Programa de Alfabetización sobre lectoescritura, que está orientado para aquellos jóvenes o adultos que no realizaron el ciclo primario o se han convertido en analfabetos funcionales. En Calingasta funciona en la localidad de Barreal.

En ninguno de los niveles educativos mencionados existe restricciones para el acceso de alumnos al sistema educativo.

A nivel primario, en Barreal, del total de población de 15 años o más, el 57% posee primario completo; en Calingasta, el 58%, y en el Departamento, el 57%. El porcentaje del secundario completo es el siguiente: Barreal, 15%, Calingasta, 11%, y el Departamento, el 12%. El nivel terciario o universitario completo tiene los siguientes porcentajes: Barreal, 5%; Calingasta, 4,9%, y el Departamento, 4%. El porcentaje de analfabetos es mayor que el porcentaje provincial, pues asciende al 5%.

#### **2.12.6.6 Vivienda, Infraestructura y Servicios**

##### **i. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)<sup>11</sup>**

La población de Calingasta se compone de 8.176 personas, de las cuales el Censo Nacional de Población y Vivienda encuestó a 8.073 personas distribuidas en 1.814 hogares para determinar las necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). El 23,3% (424) de los hogares tiene algún tipo de NBI que incluyen a 2.184 personas.

---

<sup>11</sup> La variable NBI se censa solo sobre viviendas particulares habitadas. Es suficiente que un solo integrante que la habita tenga alguna condición anterior descripta para que todo el hogar se considere con NBI de la citada característica. Se compone de cinco indicadores que se desarrollan a continuación:

NBI en Hacinamiento: condición que se asigna los habitantes de un hogar cuando en este habitan más de tres personas por cuarto.

NBI en Vivienda: condición que se asigna los habitantes de un hogar situado en viviendas de tipo inconveniente (pieza inquilinato, vivienda precaria u otro tipo lo que excluye casa, departamento y rancho)

NBI retrete: condición que se asigna los habitantes de un hogar que no cuentan con inodoro o retrete con descarga de agua.

NBI escolaridad: condición que se asigna los habitantes de un hogar que cuenta con, al menos un niño en edad escolar (6 a 12 años) y que, en la actualidad no está recibiendo ningún tipo de educación formal.

NBI Capacidad de subsistencia: condición que se asigna los habitantes de un hogar cuyo jefe de familia sólo tuviese como máximo nivel de educación alcanzado al segundo grado de la escuela primaria y que, asimismo, cumpliera con la condición de que dicho hogar contase cuatro o mas miembros (de cualquier edad) por cada miembro ocupado del hogar.



**ii. Tipo de vivienda según hacinamiento del hogar y calidad de materiales de la vivienda**

El nivel de hacinamiento, en Calingasta, alcanza a 6,6% de los hogares del departamento, es decir 120 hogares con más de 3 personas por cuarto. A nivel provincial, el nivel de hacinamiento es de 5,6%.

**Cuadro 2.12-8**  
**Provincia de San Juan según municipio.**  
**Hogares por hacinamiento del hogar. Año 2001**

Municipio	Hogares (1)	Hacinamiento del hogar (2)					
		Hasta 0.50 personas por cuarto	0.51 - 0.99 personas por cuarto	1.00 - 1.49 personas por cuarto	1.50 - 1.99 personas por cuarto	2.00 - 3.00 personas por cuarto	Más de 3.00 personas por cuarto
Total							
Provincia	148.869	26.302	26.375	46.143	18.560	23.182	8.307
Calingasta	1.814	328	268	492	250	356	120

(1) Se excluyen los hogares censados en la calle.

(2) Representa el cociente entre la cantidad total de personas del hogar y la cantidad total de habitaciones o piezas de que dispone el mismo

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

La vivienda se clasifica por la calidad de los materiales utilizados para su construcción en CALMAT de I a IV<sup>12</sup>: Del total de viviendas, en que habitan los hogares del departamento un 64,2% se encuentra en una situación de déficit de calidad de los materiales de la vivienda, correspondiente a CALMAT IV. A nivel provincial, un 34,3% de los hogares presentan viviendas en dicha categoría.

<sup>12</sup> CALMAT I: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos (pisos, pared y techo) e incorpora todos los elementos de aislación y terminación.

CALMAT II: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos pero le faltan elementos de aislación o terminación al menos en uno de éstos.

CALMAT III: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los componentes constitutivos pero le faltan elementos de aislación o terminación en todos éstos, o bien presenta techos de chapa de metal o fibrocemento u otros sin cielorraso, o paredes de chapa de metal o fibrocemento.

CALMAT IV: la vivienda presenta materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los componentes constitutivos.



**Cuadro 2.12-9****Provincia de San Juan según municipio. Hogares por calidad de los materiales de la vivienda (CALMAT). Año 2001**

Municipio	Hogares (1)	Calidad de los materiales de la vivienda			
		CALMAT I	CALMAT II	CALMAT III	CALMAT IV
<b>Total</b>					
<b>Provincia</b>	<b>148.869</b>	<b>60.156</b>	<b>31.970</b>	<b>5.698</b>	<b>51.045</b>
Calingasta	1.814	311	275	63	1.165

(1) Se excluyen los hogares censados en la calle

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 20

**iii. Provisión y procedencia del agua para beber y cocinar<sup>13</sup>**

La provisión de agua para beber y cocinar llega por cañería dentro de la vivienda a 5.031 personas, de las cuales 4.012 la abastece la red pública (agua corriente) y 552 por perforación con bomba a motor.

La provisión de agua para beber y cocinar por red pública de agua corriente que está fuera de la vivienda pero dentro del terreno llega a 1.750 personas. Fuera del terreno por Red pública de agua corriente a 283 personas y por río o canal a 482 personas.

**iv. Servicios Sanitarios<sup>14</sup>**

No existe red cloacal en ninguna comunidad de Calingasta, en el Cuadro 2.12-13 se indican en total de habitantes y hogares que utilizan cámara séptica, pozo ciego y letrina para descarga de agua y desagüe.

**Cuadro 2.12-10****Tipo de Servicio Sanitario Calingasta**

Conjunto	Cámara Séptica	Pozo Ciego	Letrina	Total
Población	2.334	2.926	2.810	8.070
Hogares	537	678	599	1.814

Fuente: INDEC, Censo nacional de Población y Vivienda año 2001.

**2.12.6.7 Infraestructura para la Recreación**

A nivel cultural, la actividad departamental gira alrededor de la actividad escolar, especialmente de los establecimientos de enseñanza media.

Los jóvenes habitualmente se reúnen en las plazas, pasean por la avenida central de las localidades y asisten a los bailes y reuniones que organizan las escuelas de enseñanza media.

<sup>13</sup> INDEC, Censo Nacional de Población y Vivienda 2001.

<sup>14</sup> Idem. Anterior.



A nivel de Turismo, se encuentra en pleno proceso de desarrollo de actividades turísticas como Treckking, cabalgatas, andinismo, mountain bike, pesca, rafting y turismo aventura, así como el Carrovelismo, que se desarrolla en la Pampa del Leoncito. No es difícil encontrar turistas nacionales así como extranjeros, que recorren los extensos paisajes del departamento en bicicleta.

Existen numerosos sitios para recorrer, destacándose entre ellos, los valles de los Ríos de Los Patos, Blanco y Colorado y las cordilleras de la Ramada y de Ansilta con el Cerro Mercedario y la reserva de la Biósfera San Guillermo. En los valles de Calingasta, es posible observar flora y fauna de interés y la visita a lugares como los que se indican a continuación:

- Villa Calingasta: Cerro El Alcázar, Capilla Nuestra Señora del Carmen, Ruinas de Hilario.
- Lamberías: Capilla Nuestra Señora de La Merced.
- Barreal: El Barreal Blanco, parroquia Jesús de la Buena Esperanza, Parroquia Nuestra Señora de Las Nieves, Los Morrillos y el Parque Nacional El Leoncito, dentro del cual se encuentra el centro de observación astronómica mejor equipado del país.

Barreal es un pueblo que se caracteriza por ser la residencia de fin de semana de familias de San Juan y de Mendoza, siendo, además el lugar que cuenta con el estándar de vida más alto dentro del departamento y el que ofrecen la mayor variedad de actividades turísticas y deportivas.

Las fiestas departamentales son las siguientes:

- Fiestas Patronales: En Villa Calingasta se celebra a la Virgen del Carmen 16 de Julio. En Barreal se celebra a la Virgen de Andacollo 26 de diciembre. En Tamberías se celebra Nuestra Señora de las Mercedes.
- Carnaval: organizado por el Municipio y la Unión Vecinal de Calingasta. Se realiza en Villa Calingasta, eligiéndose al Corso del Carnaval y reina.
- Primavera: organizada por la Escuela de Minería “Sabio” en Villa Calingasta. También se realiza en Barreal.
- Fiesta de los valles Cordilleranos: se realiza en Enero en Barreal.
- Fiesta Nacional del Ajo: se realiza en Enero en Tamberías.
- Fiesta de los Enamorados: se realiza en Febrero en Barreal.



En el ámbito deportivo, se practica:

- Fútbol: los diversos clubes se agrupan en la Liga Calingastina de Fútbol. En Villa Calingasta se distinguen: club La Planta, club La Capilla, club El Consorcio, club La Isla, club Calingasta, club Horizonte Juvenil.
- Destrezas Criollas: las practican las agrupaciones gauchas, entre ellas se destacan las agrupaciones “Valles de Calingasta” y “Villa Calingasta”.
- Hockey: sólo se practica en un club de Barreal.

#### **2.12.6.8 Infraestructura para la Seguridad Pública y Privada**

La policía de Calingasta, depende de la Delegación de San Juan y está presente a través de comisarías ubicadas en las localidades del departamento.

En el departamento, se asienta Escuadrón 26 de gendarmería, ubicado en Barreal, del cual dependen las secciones de gendarmería asentadas en Villa Calingasta y en Villa Nueva. Su misión es el control de pasos limítrofes, acciones delictivas, tráfico de flora y fauna.

#### **2.12.6.9 Infraestructura Vial**

El Departamento de Calingasta se vincula por la Ruta Nacional N° 149, denominado “Corredor Andino”, con dirección norte-sur, hacia el norte con el Departamento de Iglesia hasta empalmar el camino a Chile en Las Flores, Ruta Nacional N° 150 y hacia el sur hasta el límite con la provincia de Mendoza (y la localidad de Uspallata), hacia el Paso Internacional a Chile. Vincula a las localidades de Villa Nueva, Puchuzún, Villa Corral, La Capilla, Villa Calingasta, La Isla, Hilario, Sorocayense, Barreal-Villa Pituil y límite con Mendoza. Desde Las Flores-Ruta Nacional N° 150 en Iglesia hasta el límite con Mendoza tiene una longitud de 228,2 km. Esta ruta no es muy transitada, no tiene servicio regular de transporte público de pasajeros y sólo la recorren esporádicamente vehículos particulares.

Con el comienzo de la construcción de los diques Caracoles-Punta Negra la Ruta Provincial N° 12, que era de uso habitual para los pobladores de Calingasta, quedó con uso restringido para el uso y tránsito en público y actualmente se utiliza como camino de servicio de la obra. Como compensación el Gobierno Provincial pavimentó la Ruta Provincial N° 414 (denominada Quebrada de las Burras).

Actualmente el camino a recorrer para llegar a Villa Calingasta es desde la Ciudad de San Juan por la Ruta Nacional N° 40 hasta empalmar la Ruta Provincial N° 436 (rumbo al Departamento de Iglesia) y nuevamente hasta el empalme en la Quebrada de las Burras (Ruta Provincial N° 414) hacia Departamento de Calingasta, desde allí hasta Pachaco y Villa Calingasta hasta la Ruta Provincial N° 12 (y empalma con Ruta



Nacional N° 149 en el acceso a Villa Calingasta). El total del recorrido es de 200 km. El tramo comprendido entre Pachaco y el kilómetro 110,0 se encuentra actualmente en construcción y con tránsito restringido.

La Ruta Provincial N° 425 denominada El Puntudo es otro acceso al Departamento Calingasta, esta vincula a Villa Calingasta con San Juan sin comunidades intermedias. El trayecto es desde la Ruta Nacional N° 40 por San Juan-Albardón-Matagusanos-Talacasto, empalma con la Ruta Provincial N° 436 y empalma nuevamente hacia Departamento de Calingasta con la Ruta Provincial N° 425 donde sale cerca de Villa Nueva. No toca localidades de Iglesia y/o del Departamento de Ullum. En Calingasta aparece a la altura de Villa Nueva y no bordea ríos. El recorrido es de 250 km.

Otro camino secundario consiste en tomar la Ruta Nacional N° 40, asfaltada, hasta Media Agua, allí se empalma con la Ruta Nacional N° 149, asfaltada hasta Los Berros, y que llega hasta El Durazno. Luego continúa la Ruta Nacional N° 153, una huella que sale a la altura del Parque Nacional “El Leoncito” donde se toma nuevamente la Ruta Nacional N° 149. Este camino sólo se puede transitar con vehículo de doble tracción.

### **Censo de Tránsito**

Durante los días 12 y 13 de noviembre de 2006, se realizó el monitoreo de tránsito de vehículos en distintos puntos del Departamento de Calingasta de la Provincia de San Juan. En cada punto, se censaron los dos sentidos de circulación de vehículos, los cuales fueron contabilizados de acuerdo a las siguientes categorías:

Vehículos Livianos: Autos, camionetas, colectivos urbanos, taxis, traffics y motos.

Vehículos Pesados: Camiones simples de 2 ejes, camiones simples de mas de 2 ejes (incluye colectivos de larga distancia), camión con acoplado y camión semi-remolque

El censo de tránsito se realizó durante 48 hrs, coincidiendo con un día de semana y fin de semana, donde los horarios de monitoreo adoptados fueron de: 00:00 a 08:00 horas, de 08:00 a 16:00 horas, y de 16:00 a 24:00 horas. En el Apéndice 2.9 se adjuntan las planillas con los resultados obtenidos.

Los puntos designados para la realización del censo de vehículos se indican en el Cuadro 2.12-11



**Cuadro 2.12-11**  
**Ubicación de los Puntos de Muestreo**

<b>Puntos de Monitoreo</b>	<b>Descripción</b>
TC-1	San Juan hacia Calingasta y Calingasta hacia San Juan (Oficina de Turismo a la entrada de Calingasta)
TC-2	San Juan hacia Barreal y Barreal hacia San Juan (Oficina de Turismo a la entrada de Calingasta)
TC-3	Calingasta hacia Barreal y Barreal hacia Calingasta (Oficina de Turismo a la entrada de Calingasta)
TC-4	Entrada a Casposo hacia Calingasta y Calingasta hacia Entrada a Casposo (Finca El Despunte)
TC-5	Villa Nueva hacia Calingasta y Calingasta hacia Villa Nueva (Casa de Martín Caligoli)
Tránsito Interno	Calingasta hacia Estación de Servicios y Estación de Servicios hacia Calingasta

En el Cuadro 2.12-12 se presenta un resumen de los resultados totales del conteo de vehículos realizado durante la campaña.

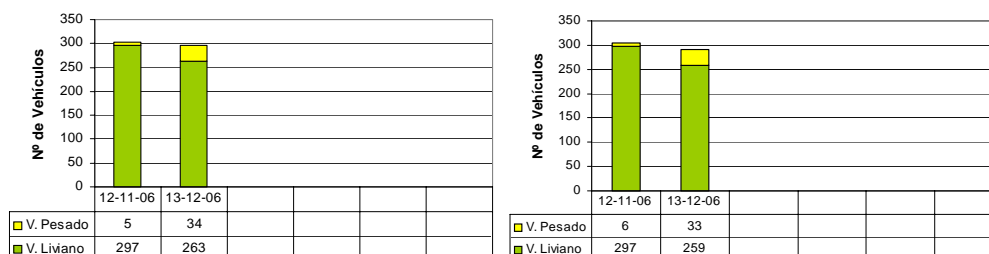
**Cuadro 2.12-12**  
**Tránsito Vehicular**

<b>Lugar</b>	<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Fecha 12/11/2006</b>	<b>Fecha 13/11/2006</b>
San Juan - Calingasta	V. Pesado	5	34
	V. Liviano	297	263
Calingasta - San Juan	V. Pesado	6	33
	V. Liviano	297	259
San Juan - Barreal	V. Pesado	4	16
	V. Liviano	36	52
Barreal - San Juan	V. Pesado	4	12
	V. Liviano	88	45
Calingasta - Barreal	V. Pesado	12	25
	V. Liviano	90	97
Barreal - Calingasta	V. Pesado	13	24
	V. Liviano	99	89
Ent. a Casposo - Calingasta	V. Pesado	1	7
	V. Liviano	39	47
Calingasta - Ent. a Casposo	V. Pesado	1	9
	V. Liviano	46	57

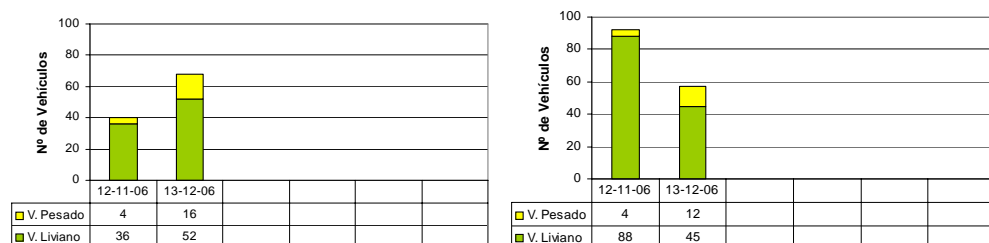


Lugar	Tipo de Vehículo	Fecha 12/11/2006	Fecha 13/11/2006
Villa Nueva - Calingasta	V. Pesado	0	2
	V. Liviano	11	17
Calingasta - Villa Nueva	V. Pesado	0	4
	V. Liviano	10	18
Calingasta - Estación de Servicio	V. Pesado	2	4
	V. Liviano	126	144
Estación de Servicio - Calingasta	V. Pesado	2	4
	V. Liviano	120	139

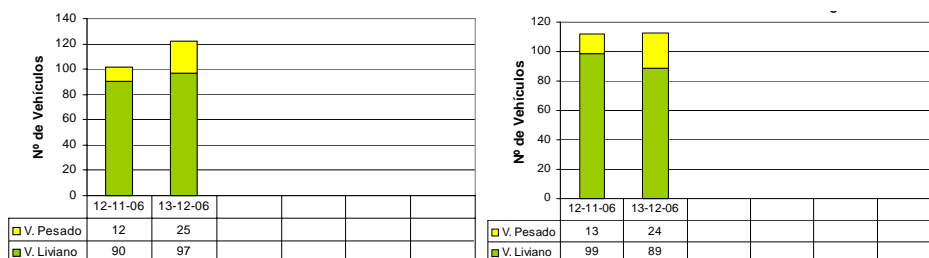
Gráficamente, se muestra a continuación los resultados comparativos del total diario de vehículos que circularon por los distintos puntos de muestreo. En cada ilustración se presentan los flujos en sentido de ida y de vuelta (a y b)



**Ilustración 2.12-5 a y b. Censo Tránsito San Juan – Calingasta y Calingasta-San Juan.**

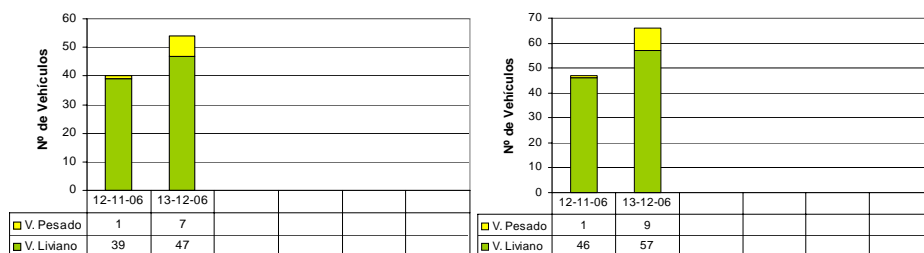


**Ilustración 2.12-6 a y b. Censo Tránsito San Juan – Barreal y Barreal – San Juan.**

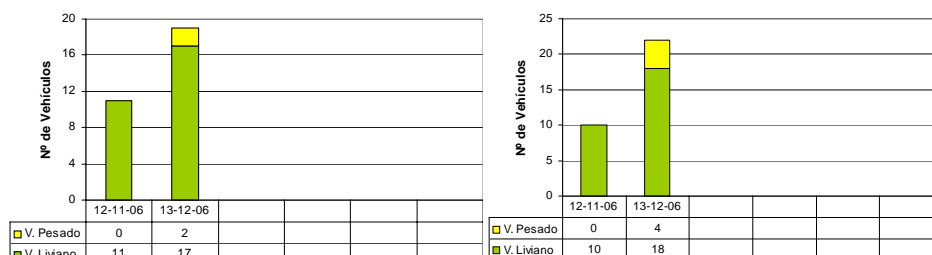


**Ilustración 2.12-7 a y b. Censo Tránsito Calingasta – Barreal y Barreal – Calingasta.**

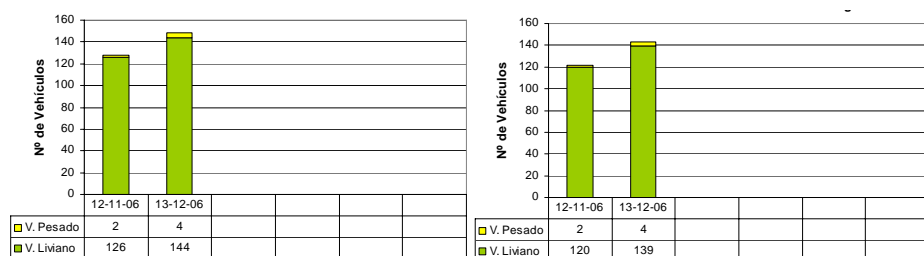




**Ilustración 2.12-8 a y b. Censo Tránsito Entrada a Casposo - Calingasta y Calingasta - Entrada a Casposo.**



**Ilustración 2.12-9 a y b. Censo Tránsito Villa Nueva - Calingasta y Calingasta - Villa Nueva.**



**Ilustración 2.12-10 a y b: Censo Tránsito Calingasta - Estación de Servicio y Estación de Servicio - Calingasta**

De acuerdo a los resultados obtenidos, la máxima circulación de vehículos tanto pesados como livianos, se registró entre San Juan y Calingasta en ambos sentidos. En segundo lugar de preponderancia se encuentra el tránsito interno de vehículos livianos hacia y desde la única estación de expendio de combustibles, que se encuentra a la salida del pueblo luego del puente sobre el Río de los Patos y el cruce hacia Barreal.

También predomina el tránsito de vehículos pesados y livianos entre Calingasta y Barreal por el camino de la margen derecha del Río de los Patos, ya que el camino por Tamberías (margen izquierda del río), se encuentra prácticamente inutilizable mientras se construye el puente en la zona de Sorocayense.

Cabe señalar que se recomienda incorporar un punto de monitoreo a la entrada de Calingasta desde Tamberías, ya que es la ruta más corta desde Barreal y es la



preferida por los pobladores y seguramente lo será por el tránsito pesado proveniente de la provincia de Mendoza, una vez que esté construido el puente en Sorocayense.

#### **2.12.6.10 Aspectos Culturales de las Comunidades Locales**

Entre el 560 y el 660, surge en Calingasta, la tradición “Calingasta”, mientras que entre el 670 y el 1.080, influye en Calingasta la cultura de “La Aguada”. La unión de la cultura “Calingasta” y la de la “Aguada” origina un sólido poblamiento. El crecimiento demográfico hizo que este se extendiera a los valles vecinos de Ullum-Zonda y del Río San Juan. Este poblamiento se considera como originario del pueblo y de la ciudad de San Juan, y es conocido como la cultura “Huarpe”, cuyos restos arqueológicos son difíciles de deslindar de culturas anteriores, consideradas antecedentes.

Las viviendas de este periodo poseen varias habitaciones con paredes de barro y patios externos. La cerámica era roja pulida, se utilizaba calabazas pirograbadas y cestos con técnica de espiral. Las vertientes se canalizaban por medio de acequias y se irrigaban las terrazas del Río Calingasta a lo largo del mismo.

La población Huarpe se extendía, a mediados del siglo XVI, en un área al pie de la Cordillera de Los Andes. Estos valles recibieron el nombre aborigen de “Tucuma” o “Caria”, “Güentota” o “Cuyo” y de “Uco/Jaurúa” que se corresponden con los actuales valles de los Ríos San Juan, Mendoza y Tunuyán, respectivamente.

Las relaciones de los Huarpes con otros grupos aborígenes nunca fueron hostiles, pero tuvieron menos contacto con los grupos cacanes, conocidos como Capayanes y Yacampis que habitaban en Jáchal y Valle Fértil respectivamente.

Su desaparición está ligada a la conquista española. La docilidad del pueblo Huarpe motivó el poblamiento español de la zona, con la finalidad de trasladarlos a trabajar a las ciudades chilenas que carecían de mano de obra indígena debido a la rebelión de los aborígenes locales. Así, Mendoza y San Juan fueron los sostenes de las ciudades chilenas de Santiago y La Serena. El traslado fue masivo y esto ocasionó el despoblamiento indígena del valle central.

#### **2.12.6.11 Estilos de Vida**

La ciudad de San Juan se caracteriza por una cultura urbana, unida al uso de la tecnología y al proceso de industrialización, se registra una concentración de la diversificación ocupacional que ofrece diversas alternativas de empleo, posee servicios educativos en todos sus niveles y modalidades, se beneficia con las más diversas prestaciones de salud, desde la atención primaria hasta los de alta complejidad estatales y privados. La cultura urbana permite obtener información



periodística, oral, escrita o televisiva, en forma inmediata, posibilita el acceso a los servicios financieros y bancarios en todas sus modalidades y en ella se goza de las más diversas formas de recreación. Estos aspectos en forma conjunta configuran una ideología que valoriza los patrones de cambio hacia el desarrollo económico y el ascenso social.

En Calingasta, se mantiene un estilo de vida donde predominan los valores tradicionales, generalmente pautados por una racionalidad interna local de base ideológica. Esto, unido al paisaje y al clima, ha generado una movilidad geográfica, desde la ciudad de San Juan y otras provincias, que se afincaron en el departamento y representan los factores de cambio al interior de la sociedad, ya que ocupan lugares destacados en instituciones públicas y privadas. Al mismo tiempo, se advierte una migración del calingastino hacia la capital provincial en la búsqueda de oportunidades de trabajo y estudio.

La organización social se estructura en torno a las relaciones de parentesco, que es bilateral, es decir que son parientes de un “ego” los familiares tanto por línea materna como paterna. El reconocimiento de ambas líneas es la base del sistema de herencia y para respetar la prohibición del incesto.

Las relaciones entre primos no son consideradas incestuosas y, por lo tanto, son aceptadas por el cuerpo social. Esto forja relaciones parentales ampliadas en las cuales un “ego” tiene parientes consanguíneos en diversas localidades y grupos poblacionales. Así, el sistema parental supera la dispersión territorial de grupos de población.

El parentesco ceremonial o *el compadrazgo* configuran una institución social desprendida y paralela a la familia, que se funda en una conducta ética que impedirá las rupturas en el grupo familiar.

La movilidad geográfica de grupos de propietarios o arrendatarios de extensas plantaciones, de profesionales, docentes, jefes de seguridad y delegados de reparticiones públicas produjo un cambio en la diferenciación social tradicional y se ha gestado una nueva diferenciación, en base a ingresos económicos y la disposición de bienes y servicios. Sin embargo, se mantiene al interior de estas categorías un prestigio fundado en el conocimiento de saberes tradicionales como las artesanías y la eficacia de una farmacopea vegetal que es la base del auto tratamiento y la medicina tradicional. La devoción religiosa es la base principal de este prestigio y cada categoría lo construye a partir del Patrono, con el amparo eclesiástico, o a partir del culto popular a Nuestra Señora del Rosario de Andacollo, bajo el amparo de una familia.



La existencia de cultos evangélicos se afianza, también, en la estructura parental pues los fieles son grupos de familias.

La devoción popular, como el “culto a las ánimas”, también afianza el orden sagrado del mundo social. El ánima de Calingasta sumamente valorada en la Difunta Margarita o Virgen de Pachaco.

Esta visión sagrada de la realidad le permite al calingastino significar algunos parajes en forma relevante. Los lugares más valorados al interior del departamento son:

1. El Cerro “Alcázar”, que semeja un antiguo palacio. La leyenda relata que guarda el espíritu del cacique Huazihul, quien muere durante la conquista en ese lugar a manos del Capitán Don Diego de Salinas y Heredia, que venían desde Chile, para eliminar la rebeldía de los grupos indígenas.
2. La Capilla de Catalve, construida en terrenos privados. Según la historia oral<sup>15</sup> fue levantada por la Compañía de Jesús en el siglo XVIII, en honor a Nuestra Señora de los Dolores. Luego cambia la titularidad del templo por la Virgen del Carmen, que es la Patrona actual.
3. El Cerro Calvario, en la cima está clavada una cruz. La tradición oral cuenta que esta cruz fue una promesa que realizara el Sr. Carmen Tobares hace unos doscientos años. Él había perdido casi totalmente la vista y prometió colocar esta cruz si recuperaba la visión. Así, lo hizo y recuperó la vista.

#### **2.12.6.12 Temas de Interés**

De acuerdo a lo señalado en el Informe que se presenta en el Apéndice 5.2, los temas de interés de las comunidades, pesquizados a través de entrevistas abiertas a informantes claves corresponden a:

- Proyecto Casposo, en relación a la descripción de los procesos, mina, uso de cianuro y otros productos químicos, cronograma de cada etapa y requerimiento de trabajadores, bienes y servicios.
- Medio Ambiente, especialmente sobre el recurso hídrico. Las medidas de manejo y los controles ambientales.
- Beneficios Socioeconómicos, los cuales se detectan a través de las preocupaciones sobre la demanda de mano de obra del proyecto y la posibilidad

---

<sup>15</sup> Entrevista personal a la Sra. Cora Esquivel deToro, Presidenta de la Cofradía. 2006.



de emplearse en él, así como la posibilidad de ofrecer servicios y productos. En relación a este tema, se pide conocer los beneficios que traerá el proyecto asociados al desarrollo de programas de estudio y capacitación en minería, así como el pago de impuestos y regalías.

## **2.13 SITIOS DE VALOR HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO**

La caracterización del Valor Histórico, Cultural y Arqueológico que se expone en los próximos párrafos ha sido elaborada sobre la base de los resultados obtenidos en prospecciones en el campo, junto con una revisión y análisis de los antecedentes bibliográficos disponibles.

En tales prospecciones se han relevado sitios de interés arqueológico y determinado su valor, para, en base a esto, establecer un plan de manejo del recurso si fuera necesario.

Las prospecciones se han efectuado en tres etapas y tres campañas, y han cubierto las siguientes áreas:

- Zona de Proyecto
- Camino de Acceso
- Quebrada Vallecito

El sector del camino de acceso y la zona de proyecto, fueron declarados en la Actualización del IIA Etapa de Exploración del Proyecto Casposo, editado en marzo de 2006.

Para el presente IIA se ha complementado la información con una prospección en quebrada Vallecito.

El área prospectada y los sitios de interés arqueológico indentificados en ella, se muestran en el Mapa 2.16. La metodología empleada se expone en la Sección 7.0.

### **2.13.1 Sitios de Valor Histórico, Cultural y Arqueológico**

#### **2.13.1.1 Antecedentes Generales de la Arqueología de la Zona**

Para la arqueología de la provincia de San Juan, el Departamento de Calingasta tiene una importancia especial. La existencia en él de restos de instalaciones indígenas extraordinarias, ya es mencionada en el siglo XIX por Sarmiento (1855) y luego por Rickard (1863).

A fines del mismo siglo y comienzos del siglo XX el área es estudiada por Aguiar (1900, 1904), quien genera colecciones que pasan a engrosar el patrimonio de



museos de Buenos Aires. Posteriormente, el área es estudiada por Salvador Debenedetti quien describe con un grado notable de detalle ruinas incaicas, lugares de habitación con paredes de barro y pircadas de ocupaciones preincas, cementerios, petroglifos y piezas de colección de Calingasta (Debenedetti, 1916).

Luego de esta investigación, se da un largo período de inactividad hasta fines de la década de los 60, donde aparecen investigaciones como la de González (1967) que define, siguiendo a Benneth y en base al estudio de colecciones a la “Cultura de Calingasta”; el de Gaspary (1969) sobre un tipo particular de entierros, en el que se presenta el primer fechado radiocarbónico para el departamento; y fundamentalmente los trabajos de Gambier y Sacchero (1969, 1970), que dan comienzo a un programa de estudios del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo de la Universidad de San Juan, que se continúa hasta el presente.

Este programa de investigación ha establecido una secuencia de ocupación humana del área, que se inicia en el Holoceno Temprano. Según la misma, a partir del VII milenio a.C. sucesivas sociedades de cazadores-recolectores ocuparon los distintos ambientes de las cuencas de los Ríos Los Patos y Castaño. A estas sociedades se les ha asignado los nombres de “Cultura de La Fortuna”, de “Los Morrillos” y de “Ansilta” (Gambier 1977, 1985, 1993 a, entre otros).

Durante el desarrollo de la “Cultura de Ansilta” (1800 a.C. al 500 d.C.), se dan las primeras experiencias de agricultura y probablemente de pastoreo. Estas experiencias irían cobrando importancia en esta fase y las siguientes (Calingasta Temprano, Aguada, y Calingasta Tardío), a medida que se producía un aumento en la demografía y complejidad en la organización social y política de esas sociedades (Gambier 1993 a, 1993 b, 1994, 2000, entre otros).

La llegada de los incas, en la segunda mitad del siglo XV, introduce nuevos cambios en la forma de organización de estas sociedades. Parece haberse potenciado en este período las actividades agrícolas y posiblemente las mineras (Gambier y Michieli 1992; entre otros).

Un siglo después se inicia un rápido proceso de desestructuración de las sociedades indígenas con la conquista española (Michieli 1983; entre otros). Con la ocupación hispana e hispano-criolla, la población disminuye y se apoya en una agricultura y explotación pecuaria de subsistencia, que se mantiene hasta el siglo XX.

En este largo período de nueve mil años, las sociedades humanas hicieron uso de casi todos los ambientes de esta extensa región. Esto hace que sean altas las posibilidades de encontrar sitios arqueológicos (pre y post-hispanos), en cualquier localidad del



Departamento de Calingasta. Situación que obliga a extremar las medidas de preservación de bienes de interés patrimonial.

### 2.13.1.2 Sitios Arqueológicos Identificados

La prospección se realizó en tres etapas dentro de las dos campañas llevadas a cabo, tal como se señaló anteriormente. Las dos primeras etapas estuvieron a cargo bajo la supervisión del Dr. Víctor Durand y la última a cargo de la Dra. Teresa Michieli del Instituto de Investigaciones Arqueológicas de la Universidad Nacional de San Juan. A la fecha dichos trabajos de prospección arqueológica han permitido “liberar” los futuros frentes de trabajo, representados por el camino de acceso principal a los sectores de Kamila y Mercado y el camino de acceso hacia el lugar del pozo que se empleará para el abastecimiento de agua. Se adjunta como parte del Apéndice 2.10 la copia de la resolución por la cual fueron liberados los futuros frentes de trabajo en el sector Kamila y Mercado (Lámina 130 del Apéndice 2.10).

El Cuadro 2.13-1 resume los sitios arqueológicos ya declarados en la Actualización del IIA de Exploración, editado en Marzo de 2006 (Láminas 2 a 13 del Apéndice 2.10).

**Cuadro 2.13.1**  
**Ubicación de Sitios Arqueológicos Declarados en Actualización IIA Etapa**  
**Exploración Proyecto Casposo, Marzo de 2006**

Sitio	Coordenadas		Altitud [m s.n.m.]	Descripción
	E [m]	N [m]		
ARQ-0	2.440.292	6.547.292	2.290	Cantera roca blanda
ARQ-1	2.438.717	6.549.238	2.432	Punta de proyectil
ARQ-2	2.455.979	6.545.404	1.410	Estructuras rectangulares
ARQ-3	2.456.361	6.545.644	1.390	Estructuras rectangulares
ARQ-4	2.455.344	6.545.599	1.430	Estructuras rectangulares
ARQ-5	2.454.397	6.545.486	1.470	Estructuras rectangulares
ARQ-6	2.456.060	6.545.984	1.400	Estructuras rectangulares
ARQ-7	2.456.002	6.545.595	1.410	Taller lítico
ARQ-8	2.453.646	6.544.382	1.581	2 núcleos
ARQ-9	2.454.240	6.545.102	1.503	Taller lítico
ARQ-10	2.455.107	6.546.058		2 lascas
ARQ-11	2.456.012	6.546.179		Taller lítico
ARQ-12	2.456.409	6.546.227		Taller lítico
ARQ-13	2.446.786	6.545.128	1.863	Lasca aislada
ARQ-14	2.445.248	6.545.194	1.914	Estructura pircada



Etapla 3-. Relevamiento de la traza del camino que conduce al área de Quebrada Vallecito.

En esta tercera etapa se efectuó el relevamiento, de aproximadamente 21 km, de la traza del camino que recorre la la Quebrada Vallecito.

Los sitios relevados en esta etapa se describen a continuación y se detallan en el Cuadro 2.13-2.

El sitio ARQ-16, es una cueva que mide unos 4 m de profundidad, 1,50 m de ancho y 1,70 m de altura. Presenta material óseo fracturado y quemado, pero no restos arqueológicos de otro tipo (Láminas 16 a 19 del Apéndice 2.10). La existencia de hueso calcinado indica que la cueva tuvo algún tipo de ocupación antrópica. El piso muestra sedimentos y por la forma de la caverna se infiere la posibilidad de una columna estratigráfica importante.

El ARQ-17 corresponde a un pequeño alero, con un importante depósito sedimentario y material histórico actual en superficie.

El sitio ARQ-18/QLP-1, se ubica a unos 100 m hacia el O del camino principal, en él se localizó un conjunto de estructuras pircadas, asentadas en el inicio de una zona de vegas. (Láminas 24 a 31 del Apéndice 2.10). QLP-1 está compuesto por dos recintos semicirculares de piedra, sin argamasa, de un diámetro aproximado de 4 m de cada uno y una altura de muro de 80 cm. Fuera de uno de los recintos se encontró un fogón con vestigios de ocupación reciente. A unos 4 m al norte del mismo se halló un muro de piedra (pirca), de las mismas características que los recintos, con una longitud aproximada de 2,50 m y una altura de 1,20 m.

El sitio ARQ-19, es un conjunto de estructuras pircadas, que se dividió en QLP-2, QLP-3 y QLP-4. Todas estas estructuras están asentadas sobre un sistema de vegas que se proyectan en dirección NO-SE. Las vegas son alimentadas por dos arroyos de bajo caudal, uno de los cuales corre en igual dirección que las vegas, y el otro en dirección O-E. En todas las estructuras de ARQ-19 se encontró material histórico actual o subactual (latas, botellas de vidrio, plásticos, herraduras, carozos). Este lugar es llamado por los lugareños como Puesto Ramón y es explotado por los vaqueanos de la zona.

QLP-2, es un conjunto de tres recintos de piedra, ubicado a 10 m del camino. Dos de ellos conectados entre sí y el tercero a unos 4 m al sur de los otros (Láminas 32 a 50 del Apéndice 2.10). Dentro del conjunto QLP-2 se hallaron petroglifos sobre una



roca con pátina del desierto. Esta se ubica sobre la ladera oeste de la quebrada, unida al resto del conjunto por una senda muy marcada de 50 cm de ancho.

QLP-3, es un conjunto de 6 estructuras pircadas de diversos tamaños, unidas entre sí longitudinalmente, con una extensión de 20 m aproximadamente. En el extremo sureste de la estructura, elevado a 2 m de altura, se encuentra un pequeño alero de 2 m de ancho, 1 m de profundidad y 2 m de alto, con material óseo en superficie (Láminas 51 a 62 del Apéndice 2.10).

QLP-4 es un sitio que está compuesto por tres recintos pircados, interconectados entre sí, de iguales características que los anteriores, con un largo total de 8,50 m y alineados hacia el norte (Láminas 63 a 74 del Apéndice 2.10).

Entre QLP-4 y QLP-2 se registró la presencia de un petroglifo, tallado en una roca negra de idénticas características al anteriormente mencionado.

El sitio ARQ 20/ QLP-5 comprende un conjunto con dos estructuras pircadas, el cual se encuentra a unos 10 m al este del camino minero. A 100 m al sur de este se halló otro gran conjunto de recintos pircados, los que no están claramente definidos. Estas estructuras están emplazadas sobre un sistema de vegas localizado en la margen este del camino minero. Las vegas son alimentadas por un arroyo poco caudaloso, llamado de la “Quebrada de la Puerta”. QLP-5 posee material histórico actual o subactual en superficie y en algunos casos se evidencian fogones recientes (Láminas 75 a 80 del Apéndice 2.10).

ARQ-21 (QLP-6) es un conjunto de tres recintos pircados ubicados a 6 m del camino, bajo un talud de unos 20 m. El mismo posee un diseño cuadrangular, los recintos han sido construidos en piedra sin argamasa y con evidencias de ocupación reciente (Láminas 81 a 83 del Apéndice 2.10).

El sitio ARQ-22/ QLP-7, se ubica a 5 m del camino minero hacia el oeste y se trata de un conjunto de cinco recintos y tres pircas. Algunas de estas estructuras se encuentran parcialmente impactadas por maquinaria pesada y posee una cubierta vegetal espesa, y por lo tanto, poca visibilidad (Láminas 84 a 91 del Apéndice 2.10).

El ARQ-23, corresponde a un bloque acondicionado con pircas. Se detectó en su superficie carbón, cáscaras de huevo y material de desecho lítico de riolita roja y sílice.

En el sitio ARQ-24, se detectó una serie de bloques acondicionados con pequeñas pircas, observándose en su superficie desechos de material reciente.



El sitio ARQ-25 se encuentra ubicado en un cono de derrumbe, compuesto por rocas silíceas. Se detectó una concentración de productos de talla de la misma materia prima. En las proximidades se registró un artefacto formatizado, mientras que sobre la cerrillada que corre paralela al camino hacia el oeste se registraron dos hallazgos aislados: una lasca y un núcleo de materia prima silícea.

El sitio ARQ-26 corresponde a un sendero con dirección sureste, y que lleva por un portezuelo a la Quebrada de las Burras. Sobre el mismo, se observó una gran concentración de carbón y sedimento termoalterado producto de una combustión de vegetales (ARQ-27). El impacto generado por el camino ha sido algo inevitable, ya que no aparece ningún indicador en superficie.

El sitio ARQ-28 está constituido por un gran conjunto de bloques con una dispersión en un área de 400 m de diámetro. Estos refugios naturales, acondicionados con pircado, se encuentran a unos 200 m del camino minero.

El sitio ARQ-29 (QLP-9), consiste en una estructura pircada afectada por la construcción de un camino (Lámina 99 del Apéndice 2.10). Frente a este sitio, a unos 60 m hacia el noroeste se halla la zona arqueológica ARQ-30, la cual está conformada por un bloque natural acondicionado con pircas, cubiertas parcialmente por vegetación arbustiva (Láminas 100 a 102 del Apéndice 2.10).

En los sitios arqueológicos ARQ-28, ARQ-29 y ARQ-30 no se constató la existencia de restos arqueológicos, ni de material actual o subactual.

En el Cuadro 2.13-2 se indica la ubicación geográfica de cada uno de los sitios arqueológicos encontrados en este sector.

**Cuadro 2.13-2**  
**Ubicación de Sitios Arqueológicos en el Sector Quebrada Vallecito.**

Sitio		Coordenadas			Descripción
ARQ	QLP	E [m]	N [m]	Altitud [m s.n.m.]	
16		2.432.038	6.552.474	3.344	Cueva
17		2.433.831	6.551.822	2.241	Alero
18	QLP-1	2.432.919	6.550.950	2.993	Estructura pircada
19	QLP-2	2.433.307	6.550.102	2.875	Conjuntos de recintos
	QLP-2	2.433.254	6.550.395	2.943	Petroglifo
	QLP-3	2.433.222	6.549.953	2.886	6 Estructuras pircadas
	QLP-4	2.433.296	6.549.970	2.875	3 Estructuras pircadas
	QLP-4	2.433.257	6.550.012	2.891	Petroglifo
ARQ-20	QLP-5	2.434.146	6.548.513	2.739	2 Estructuras pircadas
	QLP-5	2.434.184	6.548.491	2.742	Conjuntos de recintos
ARQ-21	QLP-6	2.434.142	6.548.433	2.437	3 Estructuras pircadas



Sitio		Coordenadas			Descripción
ARQ	QLP	E [m]	N [m]	Altitud [m s.n.m.]	
ARQ-22	QLP-7	2.434.517	6.548.289	1.333	5 Recintos/3 estructuras
ARQ-23	QLP-8	2.437.381	6.543.309	2.343	Conjunto de pircados
ARQ-24		2.437.441	6.543.261	2.324	Bloque nat. c/pirca
ARQ-25		2.437.505	6.543.193	2.342	Taller lítico
ARQ-26		2.437.732	6.542.909	2.333	Sendero
ARQ-27		2.440.220	6.543.648	2.234	Fogón
ARQ-28		2.440.224	6.543.656	2.219	Bloque nat. c/pirca
ARQ-29	QLP-9	2.440.426	6.543.994	2.219	Estructura pircada
ARQ-30		2.440.396	6.544.001	2.189	Bloque nat. c/pirca

### 2.13.2 Sitios de Valor Paleontológico

El estudio paleontológico se ha desarrollado a fin de conformar a la Ley Nacional Argentina N° 25.743/03 “Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico”. En dicha ley se señala: “Forman parte del Patrimonio Paleontológico los organismos, o parte de organismos, o indicios de la actividad vital de organismos, que vivieron en el pasado geológico y toda concentración natural de fósiles en un cuerpo de roca o sedimentos expuestos en la superficie, o situados en el subsuelo, o bajo las aguas jurisdiccionales.”

El Proyecto Casposo se encuentra en el ámbito geológico de la Cordillera Frontal donde afloramientos de rocas de edad permo-triásicas son frecuentes (eventos magmáticos Gondwanico sensu Llambías, 1999). Se manifiesta aquí como una secuencia volcánica-piroclástica sobre las rocas carboníferas (Cegarra et al., 1998), ampliamente representada en la región. Sobre las exposiciones se han comprobado diferentes tipos de litologías, eficazmente representadas en los mapas provistos para el reconocimiento de los distintos sectores que integran el área de interés. Andesitas, dacitas, riolitas, tobas y cenizas volcánicas plus pórfiros han sido reconocidas. Se han identificado contactos y la relación de las mineralizaciones con las rocas de caja. La profusión de accesos a distintas partes del Proyecto Casposo permitió el acercamiento y observación directa de la mayoría de las litologías presentes en el área.

El relevamiento efectuado en el campo por la Dra. Susana Heredia del Instituto de Investigaciones Mineras de la UNSJ, el cual se adjunta en el Apéndice 2.10 concluye que la región comprendida dentro del Proyecto Casposo no se corresponde con un ámbito geológico propicio para la presencia de restos fósiles.



## **2.14 DESCRIPCIÓN DE LAS TENDENCIAS EVOLUTIVAS DEL MEDIO AMBIENTE NATURAL (HIPÓTESIS DE NO CONCRECIÓN DEL PROYECTO)**

Dentro del área de estudios se distinguen dos escenarios cuyos ecosistemas presentan grados de desarrollo y alteración distinguibles: Por una parte se encuentra el sector del camino minero de acceso al proyecto, el cual corresponde biogeográficamente al bioma del Monte; y por otra, se encuentra el área de emplazamiento de obras mineras propiamente tal o Área Mina – Planta, la cual se ubica en las primeras estribaciones de la Cordillera Frontal, el cual puede considerarse como un ecotono entre la zona montañosa y el piedemonte.

Para el sector del camino minero de acceso, existe un claro proceso de desertificación, al cual puede haber contruibuido el sobrepastoreo y la explotación de ceras de retamo. A pesar de lo anterior, no se prevén cambios significativos en los componentes físicos (geología y geomorfología, climatología, suelos y recursos hídricos) y bióticos del entorno del proyecto, en una escala de tiempo que comprende la ejecución del proyecto, en base al grado de desarrollo de las actividades humanas actuales.

Para el caso del Área Mina – Planta, ésta no se encuentra expuesta ni sujeta a proceso de degradación ambiental. Por lo mismo no se prevén cambios significativos en los componentes físicos (geología y geomorfología, climatología, suelos y recursos hídricos) y bióticos del entorno del proyecto, en una escala de tiempo que comprende la ejecución del proyecto.

Cualquier cambio que pudiese presentar el área de estudios de manera natural, respondería más a procesos globales y no de carácter local.

Cualquier fenómeno natural que pudieses modificar esta tendencia, correspondería a un evento puntual en la escala de tiempo que no se pueden prever.

Claramente la geología y geomorfología no cambiarán. Así mismo, el clima no se modificará. Tampoco se prevén cambios en las características del suelo. De igual manera no se prevén cambios significativos en el régimen hídrico, controlado mayoritariamente por precipitaciones estivales. Por su parte la calidad de las aguas superficiales y subterráneas tampoco cambiaría.