

**INDUSTRIA NACIONAL DE CEMENTO S.A.
PROYECTO AMPLIACIÓN
PLANTA DE CAL COPIAPÓ – HORNO CAL N° 2
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**SECCIÓN 5.0 – LÍNEA BASE AMBIENTAL
(Ref. No. SA206-00002/17-3)**

Preparado para:

Industria Nacional de Cemento S.A.
INACESA
Camino Internacional Km. 16
Copiapó, Chile

Knight Piésold S.A.

*Av. Vitacura 4380, Piso 17
Vitacura, Santiago, Chile
Teléfono: (56-2) 594 6400
Fax: (56-2) 594 6447
E-mail: santiago@kpsa.cl*

Knight Piésold
CONSULTING

INDUSTRIA NACIONAL DE CEMENTO S.A.
PROYECTO AMPLIACIÓN PLANTA DE CAL COPIAPÓ – HORNO CAL N°2
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
(Ref. N° SA206-00002/17-3)

SECCIÓN 5.0 – LÍNEA BASE AMBIENTAL

CONTENIDO

SECCIÓN 5.0 –	I
SECCIÓN 5.0 – LÍNEA BASE AMBIENTAL	1
5.1 INTRODUCCIÓN	1
5.1.1 Antecedentes Generales	1
5.1.2 Proyectos con Resolución de Calificación Ambiental	2
5.2 ÁREA DE INFLUENCIA	3
5.3 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL AMBIENTE	3
5.3.1 Clima	3
5.3.2 Geología, Geomorfología, Suelos y Áreas de Riesgo Natural	4
5.3.2.1 Geología	4
5.3.2.2 Geomorfología	4
5.3.2.3 Suelos	4
5.3.2.4 Áreas de Riesgo Natural	5
5.3.3 Hidrología e Hidrogeología	5
5.3.3.1 Hidrología	5
5.3.3.2 Hidrogeología	19
5.3.4 Medio Biótico	19
5.3.4.1 Flora y Vegetación	19
5.3.4.2 Fauna Terrestre	20
5.3.5 Medio Humano	21
5.3.5.1 Antecedentes Generales	21
5.3.5.2 Metodología	21
5.3.5.3 Dimensión Geográfica	22
5.3.5.4 Dimensión Demográfica	29
5.3.5.5 Dimensión Antropológica	30
5.3.5.6 Dimensión Socioeconómica	32
5.3.5.7 Dimensión Bienestar Social Básico	36
5.3.6 Medio Construido	36
5.3.7 Patrimonio Cultural	37

5.4	CARACTERIZACIÓN COMPONENTES AMBIENTALES RELEVANTES AL PROYECTO	37
5.4.1	Meteorología	37
5.4.1.1	Temperatura y Humedad Relativa	38
5.4.1.2	Presión Atmosférica Local	39
5.4.1.3	Radiación Solar	39
5.4.1.4	Régimen del Viento	39
5.4.2	Calidad del Aire	45
5.4.2.1	Resultados y Análisis Monitoreo MP10	46
5.4.2.2	Composición Química del Material Particulado	53
5.4.2.3	Resultados y Análisis Monitoreo SO ₂	66
5.4.2.4	Resultados y Análisis Monitoreo NO, NO ₂ y NO _x .	75

FIGURAS

Figura 5.1	Cuenca de Interés e Información Pluviométrica.
Figura 5.2	Sitios Prioritarios para la Diversidad.
Figura 5.3	Ubicación Estaciones Meteorológicas y de Calidad del Aire.

APÉNDICES

Apéndice 5.A	Registro de Precipitaciones Diarias 1960-2009. Estación Copiapó
--------------	---

INDUSTRIA NACIONAL DE CEMENTO S.A.
PROYECTO AMPLIACIÓN PLANTA DE CAL COPIAPÓ – HORNO CAL N°2
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
(Ref. N° SA206-00002/17-3)

SECCIÓN 5.0 – LÍNEA BASE AMBIENTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

5.1.1 Antecedentes Generales

En esta Sección se presenta la Línea de Base Ambiental del área de influencia del Proyecto “Ampliación Planta de Cal Copiapó – Horno Cal N° 2” de INACESA.

En consideración a que este Proyecto contempla la misma área de influencia que el “Proyecto Optimización Planta Cal Copiapó”, desarrollado por Knight Piésold en octubre de 2006, la base de esta sección es proporcionada por el Estudio de Impacto Ambiental citado.

Como se concluye en la Sección 4.0, este EIA se presente de manera voluntaria, ya que el Proyecto no generará ninguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300.

No obstante lo anterior, y por la naturaleza del Proyecto el elemento ambiental relevante identificado corresponde a Calidad del Aire. Por consiguiente, la meteorología también cobra importancia, ya que es necesaria para poder evaluar correctamente los impactos del Proyecto sobre la Calidad del Aire.

La sección de Línea Base presenta, en primer lugar, la definición del Área de Influencia del Proyecto; luego se realiza una caracterización general del ambiente y finalmente se realiza una caracterización detallada de aquellos elementos o componentes ambientales relevantes al Proyecto.

La caracterización general del ambiente describe brevemente los siguientes elementos del medio ambiente estudiados en el área de influencia del Proyecto:

- Clima,
- Geología, Geomorfología, Suelos y Áreas de Riesgo Natural,
- Hidrología e Hidrogeología,
- Flora y Vegetación,

- Fauna,
- Medio Humano y Medio Construido,
- Usos del Medio, y
- Patrimonio Cultural.

Para confeccionar la Línea Base de este Proyecto, se revisaron los siguientes antecedentes:

- Caracterización General del Ambiente
 - Antecedentes Bibliográficos, los cuales se presentan como notas al pie de página en el presente documento.
 - Estudio de Impacto Ambiental “Proyecto Optimización Planta Cal Copiapó”, desarrollado por Knight Piésold en octubre del 2006.
- Meteorología y Calidad del Aire
 - Análisis de los resultados de monitoreos de meteorología y calidad del aire realizados por INACESA Copiapó durante el período agosto 2006 – junio 2009

5.1.2 Proyectos con Resolución de Calificación Ambiental

De conformidad a lo previsto en el artículo 1 numeral 10 de La Ley 20.417, que dispone que los EIA deberán considerar “La descripción de la línea base, que deberá considerar todos los proyectos que cuenten con resolución de calificación ambiental, aún cuando no se encuentren operando”, se describe a continuación la situación de los proyectos que cuentan con RCA en el área de influencia del Proyecto.

Para el área de influencia del Proyecto Ampliación Planta de Cal Copiapó – Horno Cal N° 2, se identifica un proyecto con Resolución de Calificación Ambiental, que corresponde al proyecto Optimización Planta Cal Copiapó, cuyo titular es INACESA Copiapó. Este proyecto fue calificado favorablemente mediante R.E. 097/2007 de COREMA Región de Atacama.

El Proyecto Optimización Planta Cal Copiapó, cuyo objeto fue el de ampliar la matriz de combustible y la implementación de un filtro de mangas, ya se materializó y se encuentra operativo, por lo que los resultados que se exponen en la presente línea de base, fundamentalmente los referidos a la calidad del aire, dan cuenta o lo incluyen.

5.2 ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia (AI) de un proyecto corresponde a la porción del territorio que se verá afectada por la construcción, operación y/o cierre del proyecto, ya sea directamente por el emplazamiento de las obras y el desarrollo de actividades, o indirectamente, es decir en un área fuera del ámbito de emplazamiento directo del proyecto.

El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en su letra f, artículo 12, indica que: “El área de influencia del Proyecto o actividad se definirá y justificará, para cada elemento afectado del medio ambiente, tomando en consideración los impactos ambientales potenciales relevantes sobre ellos”.

Conforme a lo anterior, el área de influencia ha sido definida en función de la componente ambiental calidad del aire. La influencia sobre la componente calidad del aire es el resultado de la interacción de las características locales de la meteorología, la topografía local, las emisiones de fuentes fijas y móviles y de las modificaciones que se generan con el Proyecto que se somete a evaluación.

De acuerdo a lo señalado en la parte introductoria del presente proyecto que se somete al SEIA, el área de influencia queda circunscrita a una escala local, es decir al entorno de la planta INACESA Copiapó. Una vista del área de influencia se presenta en la Figura 2.1.

5.3 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL AMBIENTE

5.3.1 Clima

El área donde se localiza la planta INACESA Copiapó, según la clasificación de Köeppen¹, corresponde a una zona de transición entre un clima desértico interior presente en la depresión intermedia del sector y un clima desértico costero, que asciende desde la costa de la región hasta las proximidades de la ciudad de Copiapó.

Las zonas con este clima poseen temperaturas moderadas y humedad suficiente para permitir la generación de algún tipo de vegetación de estepa en los sectores bajos. La amplitud térmica es importante, con diferencias entre el mes más cálido y el más frío de 7° a 8° C y una amplitud térmica diaria que alcanza del orden de 13° a 15° C. Las precipitaciones son escasas y se concentran en los meses de invierno, alcanzando en la ciudad de Copiapó una media de 12 mm anuales.

¹ F. di Castri, E. Hajek. Bioclimatología de Chile. Universidad Católica. 1976.

5.3.2 Geología, Geomorfología, Suelos y Áreas de Riesgo Natural

5.3.2.1 Geología

Según el Mapa Geológico de Chile², el área de la planta se encuentra ubicada sobre Rocas Ki2c de tipo volcánico – sedimentarias del Cretácico inferior – Cretácico superior.

En efecto, en la Quebrada de Paipote predominan Secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, conglomerados de areniscas, limolitas calcáreas lacustres con flora fósil.

5.3.2.2 Geomorfología

La geomorfología del área está caracterizada en su totalidad por la hoya hidrográfica de la Quebrada de Paipote y, en tal sentido, dicho aspecto está necesariamente limitado a las características hidrográficas y de drenaje, como lo impone el carácter lineal de la Quebrada. La Quebrada Paipote, en el tramo en que está ubicada la planta, presenta un aspecto arborescente que es típico de una red de tipo dendrítica. La Quebrada Paipote posee en este tramo un régimen estacional o temporal y sólo escurre con ocasión de lluvias importantes.

Localmente, el área de la planta se encuentra ubicada aguas abajo de la confluencia de las Quebradas Paipote y Quebrada Los Cóndores, las que forman una planicie de suave pendiente al NNE de la planta. Al SE, la planta está flanqueada por un cordón de cerros con alturas que oscilan entre los 600 y 650 m s.n.m, que conforman una red de quebradas las cuales confluyen en la quebrada ubicada al costado SW de la planta. La Figura 2.1 presenta una vista del área de planta INACESA Copiapó.

5.3.2.3 Suelos

La planta se encuentra ubicada en una depresión de baja pendiente, con poca pedregosidad y de erosión limitada, principalmente relacionada a escurrimientos superficiales temporales. Los suelos del área corresponden a suelos poco evolucionados debido a la aridez, que derivan de sedimentos gruesos con alto contenido salino y pH elevado (terreno alcalino).

Según la clasificación CONAF-CONAMA³, los usos del suelo donde se emplaza la planta están catalogados como “Áreas sin Vegetación”.

² SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.

³ Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Copiapó. 2004.

5.3.2.4 Áreas de Riesgo Natural

En el área de estudio se pueden identificar los siguientes riesgos naturales: sismicidad y aluviones.

i. Sismicidad

La ciudad de Copiapó, distante aproximadamente 20 km de la planta, ha sido históricamente afectada por diversos terremotos. El primer sismo del que se tienen registros ocurrió el año 1619 y el último ocurrió el año 2002, con una magnitud de 5,8° en la escala de Richter⁴.

El mayor sismo registrado en la zona fue de 8,3° en la escala de Richter con epicentro ubicado a aproximadamente 50 km al suroeste de la planta⁵.

En términos generales los sismos se concentran ya sea en la costa de la tercera región (interacción placa de nazca con la placa sudamericana), o en la parte cordillerana de ésta, por lo que la depresión intermedia en la que se ubica la planta, es menos propensa a la influencia directa de sismos.

ii. Aluviones

La Quebrada Paipote presenta rasgos de crecidas en toda la extensión de su cauce. En la parte alta de la Quebrada Paipote, en el sector conocido como “El Escorial” existen también signos claros de aluviones de barro.

Sin embargo, es importante destacar que no existen registros de inundación de todo el cauce de esta Quebrada. A su vez, la posición ventajosa de la planta, ubicada al pie de la cadena suroriental de cerros que corona la Quebrada Paipote, y la suave pendiente del lugar, disminuyen la probabilidad de ocurrencia de un evento aluvional importante en el área, catalogando a este riesgo como de baja relevancia.

5.3.3 Hidrología e Hidrogeología

5.3.3.1 Hidrología

El área del Proyecto se encuentra inserta dentro de la hoya hidrográfica de la Quebrada Paipote, la que confluye con el río Copiapó, aproximadamente 9 km aguas abajo de la ubicación de la planta. Esta área, también denominada cuenca de interés, se encuentra

⁴ Terremotos en Chile. Historia. <http://www.angelfire.com/nt/terremotos/chilehistoria.html>. Agosto 2006

⁵ Servicio Sismológico Universidad de Chile. <http://ssn.dgf.uchile.cl/>. Agosto 2006.

representada en la Figura 5.1, posee una orientación sur oriente, una extensión de 268,28 km² y se encuentra aproximadamente en la latitud 27,5° Sur.

Es importante destacar que en el área del Proyecto no presenta escorrentía superficial permanente, sino más bien corresponde a un sistema hídrico netamente subterráneo, que sólo escurre superficialmente con ocasión de lluvias importantes.

A continuación, se presenta la caracterización del área de estudio, en función de los datos disponibles de precipitación y los análisis pluviométricos efectuados. Los antecedentes pluviométricos recopilados a nivel diario, mensual y anual fueron utilizados para caracterizar el régimen de precipitaciones en el área de estudio, y los datos de precipitaciones máximas diarias se utilizaron para la estimación de la escorrentía en la cuenca de interés.

iii. Información Pluviométrica Disponible

Para caracterizar el régimen de precipitaciones en el área de estudio, se consideró el uso de la información pluviométrica registrada por las estaciones pluviométricas de la Dirección General de Aguas existentes en la cuenca del río Copiapó.

En la cuenca del río Copiapó existen una serie de estaciones pluviométricas, de las cuales se seleccionó la estación Copiapó para realizar este estudio. Esta estación se encuentra en la subcuenca denominada río Copiapó Bajo y es la más cercana y representativa del área de estudio (cuenca de interés, ver Figura 5.1).

A continuación, en el Cuadro 5.3-1, se presentan las coordenadas de ubicación de la estación, su altitud y el período de registro disponible. La ubicación de la estación se presenta en la Figura 5.1.

Cuadro 5.3-1 Antecedentes Estación Pluviométrica empleada.

Nombre Estación	Código BNA	Coordenada N (m)	Coordenada E (m)	Altitud (m s.n.m)	Período de Registro
Copiapó	03450004-5	6.971.037	368.392	385	1971 -2009

Nota: Coordenadas en PSAD 56 Huso 19 Sur.

Fuente: Elaboración Propia

La información registrada por la estación Copiapó corresponde a precipitación diaria. A partir de dichos registros, se generaron series mensuales y anuales de precipitación. En el Cuadro 5.3-2 y 5.3-3 se presenta la disponibilidad de información diaria y mensual registrada por la estación Copiapó.

Cuadro 5.3-2 Disponibilidad de Registros de Precipitación Diaria. Estación Copiapó.

Año	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	NC	C	C	C
Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	C	C	NC	C	NC	C	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	NC	

Nota: C: Año con registro completo
NC: Año con registros diarios faltantes.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.3-3 Disponibilidad de Registros de Precipitación Mensual. Estación Copiapó.

Año	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	CD	C	C	C
Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	C	C	NC	C	CD	C	C	C	NC	CD	C	C	C	C	C	C	C	C	NC	

Nota: C: Año con registro completo
CD: Año con meses incompletos (más de 25 días de información en meses faltantes)
NC: Año con registros mensuales faltantes.

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a los años con información faltante, se pueden comentar los siguientes aspectos:

- El año 2009 cuenta con registros hasta el mes de Junio.
- Sólo los años 1993 y 1999 presentan un mes sin registros, siendo enero y julio respectivamente los meses sin información.
- El resto de los años presentan registros mensuales calculados sobre la base de 25 o más registros diarios.

En el Apéndice 5.A, se presentan los datos diarios de precipitación registrados en la estación Copiapó.

iv. Análisis de Precipitaciones

A partir de la serie de precipitaciones diarias de la estación Copiapó, de 38 años de extensión, se obtuvo la precipitación mensual para el período 1971 - 2009. Mediante la suma de los valores mensuales para un mismo año, se obtuvo el valor anual de la precipitación para cada año del período en estudio. En el Cuadro 5.3-4 se presenta la estadística de precipitaciones mensuales y anuales determinada para la estación Copiapó.

Adicionalmente, se determinaron las precipitaciones diarias máximas para cada uno de los meses del período de registro, comprendido entre los años 1971 y 2009. En el Cuadro 5.3-5 se presenta la estadística de precipitaciones diarias máximas determinadas para cada uno de los meses del período de estudio en la estación Copiapó.

**Cuadro 5.3-4 Estadística de Precipitaciones Mensuales y Anuales. Estación Copiapó.
Período de Registro enero 1971 – junio 2009.**

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1971	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
1972	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	6,5	1,6	1,4	0,0	0,0	0,0	12,5
1973	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
1974	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	2,6
1975	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
1976	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
1977	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5
1978	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1979	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
1980	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	32,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5
1981	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
1982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	2,1
1983	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	4,0	11,5	0,5	0,0	0,0	0,0	45,0
1984	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	4,0	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,7
1985	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
1986	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,4	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4
1987	0,0	0,0	3,5	0,0	0,3	0,0	57,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,1
1988	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,5
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4
1990	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1991	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,1	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	67,7
1992	0,0	0,0	5,0	0,1	25,8	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0
1993		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,7	0,0	72,2	0,8	0,0	0,0	0,0	149,7
1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
1999	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	24,0
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	23,5	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,0
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	5,3	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
2005	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	10,2	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7
2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
2008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	7,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	9,5
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							

Nota: Valores sombreados en gris – mes sin información.

Valores sombreados en celeste - valor calculado con más de 25 registros diarios de precipitación.

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 5.3-5 Estadística de Precipitaciones Diarias Máximas. Estación Copiapó.
Período de Registro enero 1971 – junio 2009.**

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1971	0	0	0	0	0	2,5	0	2	0	0	0	0
1972	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	6,0	1,3	1,4	0,0	0,0	0,0
1973	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1974	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0
1975	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1976	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1977	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1978	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1979	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1980	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	32,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1981	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
1983	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	4,0	11,0	0,5	0,0	0,0	0,0
1984	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0	4,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1985	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
1986	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
1987	0,0	0,0	3,5	0,0	0,3	0,0	22,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1991	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,7	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
1992	0,0	0,0	5,0	0,1	25,8	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,3	0,0	67,2	0,8	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	21,5	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	5,3	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	10,2	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	6,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						

Nota: Valores sombreados en gris – mes sin información.

Valores sombreados en celeste - valor calculado con más de 25 registros diarios de precipitación.

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de la precipitación media permite caracterizar el régimen de precipitación en el área de estudio. Para ello, y en función de los valores mensuales de precipitación calculados, se determinó el promedio mensual de la precipitación para la estación Copiapó.

En el Cuadro 5.3-6 e Ilustración 5.3-1. se presenta la variación de la precipitación media mensual de la estación Copiapó calculada para el período de registro enero 1971 – junio 2009, así como también el valor de la precipitación media anual considerando los años con registros completos (se excluyeron los años 1993, 1999 y 2009).

**Cuadro 5.3-6 Variación de la Precipitación Media Mensual. Estación Copiapó.
Período de Registro enero 1971 – junio 2009.**

Mes	Promedio (mm)	Porcentaje respecto al valor total anual	Meses con precipitación mayor a 0
Enero	0,0	0,08%	1
Febrero	0,0	0,00%	0
Marzo	1,1	6,40%	5
Abril	0,2	1,03%	4
Mayo	1,4	8,06%	9
Junio	6,0	35,06%	17
Julio	4,7	27,11%	14
Agosto	3,5	20,22%	13
Septiembre	0,2	1,42%	7
Octubre	0,0	0,15%	1
Noviembre	0,0	0,00%	0
Diciembre	0,1	0,47%	1
Anual	17,2	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

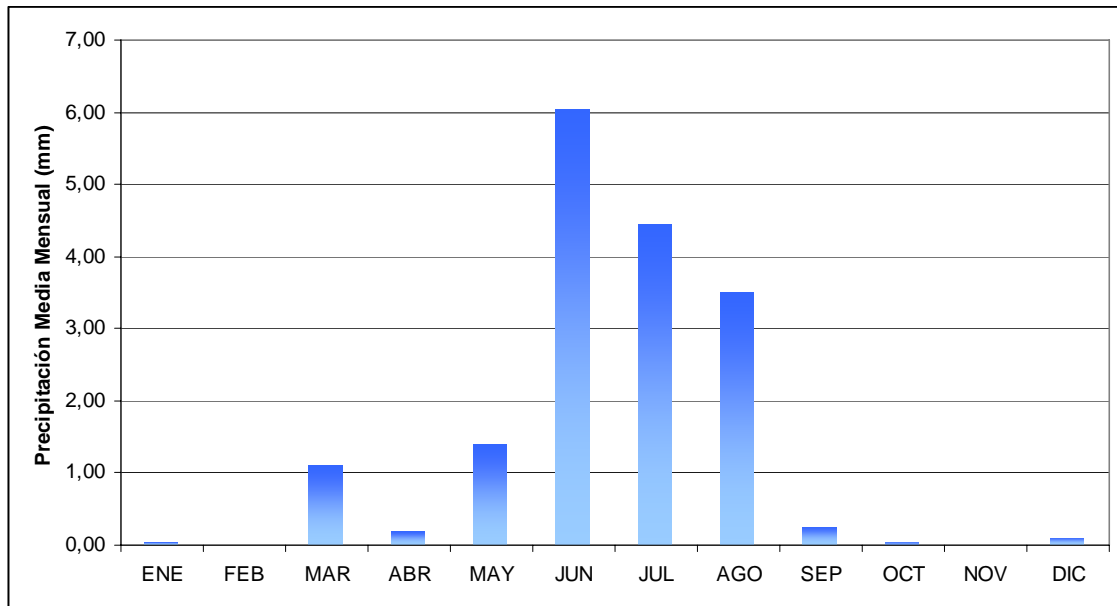


Ilustración 5.3-1 Variación de la Precipitación Media Mensual. Estación Copiapó.

A partir de la información presentada en el Cuadro 5.3-6 e Ilustración 5.3-1, se puede indicar que:

- La precipitación anual en la estación Copiapó, alcanza un valor de 17, 2 mm anuales.
- En la cuenca, en un año promedio, puede distinguirse una estación “seca”, con casi ausencia total de precipitaciones, que dura desde octubre a febrero; y una estación “húmeda” con precipitaciones que ocurren de marzo a septiembre
- La precipitación se concentra principalmente entre los meses de marzo a septiembre, meses en los que se presenta más del 99% de la precipitación total anual.
- La precipitación máxima se registra en el mes de Junio (siendo aproximadamente el 35% del valor de la precipitación total anual).
- Es común la ocurrencia de meses sin registro de precipitaciones o con valores especialmente bajos (precipitación anual inferior a 5 mm).
- Las mayores precipitaciones, en los últimos 30 años, ocurrieron en 1997, cuando se registraron 149,7 mm anuales en la estación Copiapó.

v. Análisis de Caudales Máximos

Con el objetivo de determinar el caudal máximo pluvial en el área de estudio, área que corresponde a una cuenca natural con nula información fluviométrica, se aplicó el método empírico de Verni - King Modificado. Este método ha sido validado para las cuencas existentes entre la Región de Atacama y la Región de la Araucanía y relaciona

el caudal instantáneo máximo de una crecida con la precipitación diaria máxima y el área pluvial de la cuenca, a través de una relación de potencias (Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en cuencas sin información fluviométrica, DGA, 1995).

La expresión a utilizar corresponde a la siguiente:

$$Q = C(T) * 0,00618 * (P_{24})^{1.24} * (A_p)^{0,88}$$

donde;

Q: Caudal instantáneo máximo asociado al período de retorno T (años), expresado en m³/s.

C(T): Coeficiente empírico de período de retorno T (años).

P₂₄: Precipitación diaria máxima asociada al período de retorno T (años), expresada en mm.

A_p: Área pluvial de la cuenca, expresada en km².

Este método tiene validez para cuencas sin control fluviométrico, de régimen pluvial o nivopluvial, con áreas comprendidas entre 20 y 10.000 km² y que estén ubicadas entre la Región de Atacama y Región de la Araucanía. Su uso se limita a estimaciones de caudales para período de retorno menores a 100 años. Todas estas condiciones se cumplen para el área de estudio, tal como se puede corroborar en los puntos siguientes.

A continuación, se presentan los valores determinados para cada una de las variables de la fórmula de Verni - King Modificado.

- Área Pluvial de la Cuenca de Interés.

Se ha definido como cuenca de interés, aquella presentada en la Figura 5.1, la cual corresponde a una subcuenca del río Copiapó, que entrega sus aguas a la quebrada de Paipote (también afluente al río Copiapó) en las coordenadas Norte 6.973.838 m y Este 379.208 m (PSAD 56, Huso 19 Sur). La cuenca de interés posee una orientación sur oriente, una extensión de 268,28 km², y su centro de gravedad se encuentra en las coordenadas Norte 6.963.472 m y Este 391.427 m (PSAD 56, Huso 19 Sur).

La cuenca se encuentra aproximadamente en la latitud 27,5° Sur y para dicha latitud, la elevación promedio de la línea de nieves corresponde a la cota 2.690 m s.n.m (Peña Vidal, 1993). Sin embargo, las alturas máximas que definen los límites de la cuenca presentan valores comprendidos entre los 1.400 y 2.200 m s.n.m, de este modo, por encontrarse toda la extensión de la cuenca bajo la cota 2.690 m s.n.m el

área total de la cuenca corresponde al área pluvial, es decir, el área pluvial de la cuenca posee una extensión de 268,28 km².

- Precipitación Diaria Máxima asociada al período de retorno T (años).

Para estimar la precipitación máxima en la cuenca de interés, se empleó la información pluviométrica de la estación Copiapó y el plano de isoyetas, escala 1:500.000 del estudio “Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días” de la DGA, 1991.

A partir de la información pluviométrica disponible en la estación Copiapó (estación existente más cercana a la cuenca de interés), se determinaron los valores de precipitación diaria máxima para el período comprendido entre enero 1971 y junio 2009 (ver Cuadro 5.3-5). Empleando la información contenida en el Cuadro 5.3-5, se determinaron los valores de precipitación diaria máxima a nivel anual, los cuales se presentan en el Cuadro 5.3-6.

Cuadro 5.3-6 Precipitación Diaria Máxima a escala Anual. Estación Copiapó. Período de Registro enero 1971 – junio 2009.

Año	Pp Diaria Max - Anual (mm)	Año	Pp Diaria Max - Anual (mm)
1971	2,5	1989	11,4
1972	6,0	1990	0,0
1973	8,0	1991	32,7
1974	2,6	1992	25,8
1975	4,0	1994	0,0
1976	8,0	1995	1,5
1977	12,5	1996	0,0
1978	0,0	1997	68,3
1979	0,5	1998	2,2
1980	32,0	2000	21,5
1981	7,0	2001	0,0
1982	1,5	2002	10,0
1983	29,0	2003	1,5
1984	12,0	2004	5,3
1985	4,4	2005	10,2
1986	4,5	2006	0,0
1987	22,8	2007	0,5
1988	1,0	2008	6,0

Nota: Se descartaron los años 1993, 1999 y 2009 por no presentar información en determinados meses del año.

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos de precipitación diaria máxima a escala anual (Cuadro 5.3-6), y una distribución de probabilidad del tipo Weibull, se determinó la precipitación diaria máxima asociada a un período de retorno de 10 años (es decir, para una probabilidad de excedencia de 10%). Dicho valor se presenta en el Cuadro 5.3-7.

Cuadro 5.3-7 Precipitación Diaria Máxima a escala Anual asociada a un período de retorno de 10 años, empleando Weibull. Estación Copiapó. Período de Registro enero 1971 – junio 2009.

Período de Retorno (años)	Probabilidad de Excedencia	Pp Diaria Máxima (mm)
10	10,0%	29,9

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 5.3-7, la precipitación máxima diaria a escala anual para un período de retorno de 10 años para la estación Copiapó corresponde a 29,9 mm.

Para relacionar la precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años de la estación Copiapó con la precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años en el centro de gravedad de la cuenca de interés, se empleó la distribución de isoyetas en la cuenca del río Copiapó indicada en el plano de isoyetas, escala 1:500.000 del estudio “Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días” de la DGA, 1991.

Es importante destacar que tanto la estación pluviométrica DGA Copiapó como el centro de gravedad de la cuenca de interés, se encuentran en la zona homogénea III.3 denominada Los Loros.

Según el plano de isoyetas, la precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años en la estación Copiapó (considerando interpolación de isoyetas) corresponde a 25,5 mm (ver Figura 5.1), en cambio la precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años en la estación Copiapó determinada empleando el análisis de precipitaciones corresponde a 29,9 mm (ver Cuadro 5.3-7). La diferencia de aproximadamente un 15% entre el valor de precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años determinado a través del plano de isoyetas y el análisis de precipitaciones máximas antes indicado radica en que los períodos de análisis son diferentes. Así, el período usado para la elaboración del plano de isoyetas (DGA, 1991) comprende información disponible entre los años 1938 a 1987 ampliada

y rellenada, en cambio el empleado en este estudio comprende a información pluviométrica disponible entre los años 1971 y 2009.

Por lo tanto, se consideró más apropiado emplear el valor de precipitación diaria máxima estimado a través del análisis de precipitaciones antes mencionado (29,9 mm) en vez del indicado en el plano de isoyetas, ya que corresponde a un valor obtenido a partir de información actualizada. Adicionalmente, y dado que la diferencia es de aproximadamente 15% entre el valor estimado y el determinado a través del plano de isoyetas (DGA, 1991), se adoptó la distribución de las isoyetas indicada en el plano de isoyetas para la estimación de la precipitación diaria máxima en el centro de gravedad de la cuenca de interés.

De acuerdo a lo anterior, considerando que el valor de la precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años en la estación Copiapó corresponde a 29,9 mm y empleando la distribución de isoyetas indicada en el plano DGA, 1993, la precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años en el centro de gravedad de la cuenca de interés corresponde a 37,1 mm.

Para conocer la precipitación máxima asociada a un período de retorno distinto a 10 años (entre 2 y 100 años) para una duración de un día, se recomienda emplear los coeficientes de frecuencia (CF_T) indicados en el estudio “Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días” de la DGA, 1991, los cuales se presentan en el Cuadro 5.3-8. Empleando dichos coeficientes, la precipitación diaria máxima asociada a un período T corresponderá a:

$$P_{24}^T = CF_T * P_{24}^{10}$$

En el Cuadro 5.3-8 se presentan los coeficientes CF_T y los valores de precipitación diaria máxima asociados a diferentes períodos de retorno para la cuenca de interés, estimados a partir del valor de la precipitación diaria máxima para un período de retorno de 10 años en el centro de gravedad de la cuenca de interés de 37,1 mm.

Cuadro 5.3-8 Valores de Precipitación Diaria Máxima asociados a diferentes períodos de retorno para la cuenca de interés.

Período de Retorno T (años)	CF _T	Pp Diaria Máxima (mm)
2	0,352	13,059
5	0,738	27,380
10	1,000	37,100
20	1,252	46,449
50	1,575	58,433
100	1,817	67,411

Nota; Coeficientes de Frecuencia obtenidos de estudio “Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días” de la DGA, 1991, para la Zona Homogénea denominada III.3 Los Loros, en la cual se encuentra el centro de gravedad de la cuenca de interés y la estación Copiapó.

Fuente; Elaboración Propia.

- Coeficiente empírico de período de retorno T (años).

El coeficiente empírico de período de retorno T años, se obtiene a base del correspondiente coeficiente asociado a un período de retorno de T=10 años, es decir, C (T=10años). Este último coeficiente es variable de acuerdo a la región en la que se encuentra la cuenca de interés. En este caso, la cuenca de interés se encuentra en la Región de Atacama, por lo tanto C (T=10 años) es igual a 0,027.

Ahora para estimar el coeficiente C (T) para diferentes períodos de retorno, se debe calcular el valor del factor de frecuencia $C(T)/C(T=10 \text{ años})$ y luego se debe multiplicar éste por el coeficiente asociado al período de retorno de 10 años. En el Cuadro 5.3-9 se presentan los valores del factor de frecuencias para cuencas ubicadas en la Región de Atacama.

Cuadro 5.3-9 Valores del Factor de Frecuencia para cuencas ubicadas en la Región de Atacama.

Período de Retorno T (años)	C (T) / C(T=10)
2	0,90
5	0,95
10	1,00
20	1,10
50	1,23
100	1,32

Fuente: Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en cuencas sin información pluviométrica, DGA, 1995

- Caudal Instantáneo Máximo de Período de Retorno T.
Determinadas las variables que definen la expresión de Verni - King Modificado, se calculó el caudal asociado a la cuenca de interés, cuyos valores se presentan en el Cuadro 5.3-10.

Cuadro 5.3-10 Caudal Instantáneo Máximo, para diferentes períodos de retorno, estimado empleando Verni - King Modificado.

Período de Retorno T (años)	C (T=10)	C (T) / C(T=10)	Pp (24) (mm)	Ap (km ²)	Q (m ³ /s)
2	0,027	0,90	13,059	268,280	0,498
5	0,027	0,95	27,380	268,280	1,317
10	0,027	1,00	37,100	268,280	2,021
20	0,027	1,10	46,449	268,280	2,937
50	0,027	1,23	58,433	268,280	4,366
100	0,027	1,32	67,411	268,280	5,594

Fuente; Elaboración Propia

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 5.3-10, se tiene que el caudal instantáneo máximo asociado a precipitaciones diarias máximas (entre mayo – agosto) con un período de retorno de 10 años es de 2,02 m³/s.

5.3.3.2 Hidrogeología

La Quebrada Paipote forma parte de un acuífero que corre paralelo a la dirección de la quebrada, en dirección SSW hasta su confluencia con el río Copiapó. Este curso de aguas escurre por un lecho de rocas del período terciario sedimentario volcánico y cretácico mixto sedimentario y volcánico de muy baja permeabilidad.

Actualmente planta INACESA Copiapó extrae su agua industrial desde un pozo ubicado frente a sus instalaciones, a un costado del cauce de la Quebrada Paipote⁶. De los datos del pozo, se puede estimar que el acuífero frente a planta INACESA Copiapó se encuentra a 130 m de profundidad. Los análisis de calidad de aguas realizados indican que, en comparación con la normativa chilena de riego (NCh 1.333/78), las aguas de la Quebrada Paipote se encuentran dentro de los límites de esta normativa, con excepción de los parámetros boro (2,7 mg/l), cloruros (1.420 mg/l) y sulfato (920 mg/l). La Dirección General de Aguas no posee puntos de monitoreo en Quebrada Paipote, sin embargo datos históricos de análisis de calidad de aguas en sus estaciones de monitoreo del río Copiapó, específicamente la Estación Piedra Colgada⁷, ubicada aguas abajo de la confluencia del Río Copiapó con la Quebrada Paipote, indican valores de boro, cloruros y sulfatos de 2,7; 130 y 850 mg/l. Estos resultados podrían indicar que las concentraciones de estos parámetros en el acuífero de Quebrada Paipote sean condiciones naturales de éste, con excepción del cloruro.

5.3.4 Medio Biótico

5.3.4.1 Flora y Vegetación

El área alrededor de la planta INACESA Copiapó, en general, está formada por las quebradas Paipote, Los Córdones y Cinchado y otras quebradas menores, en estos lugares se concentra la poca vegetación existente, dominada por un matorral desértico bajo.

El territorio donde se emplazará el proyecto se encuentra fuera de la Región de dominio del sitio prioritario Desierto Florido. En efecto, tal como se muestra en la Ilustración 5.3-2 y Figura 5.2, la Planta de Cal Copiapó dista aproximadamente 9 km de ésta área.

⁶ Este pozo se ubica en coordenadas UTM Prov 56 6.973.889N y 379.278E. Extrae aproximadamente 10 l/s.

⁷ Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Copiapó. 2004.

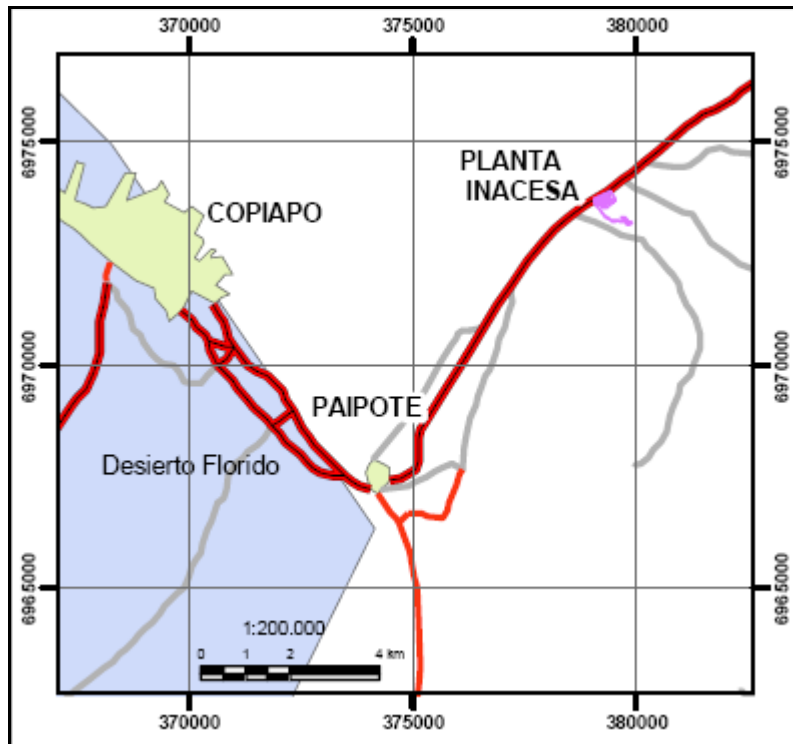


Ilustración 5.3-2 Sitio Prioritario para la Diversidad Desierto Florido

Con respecto a la flora, en el área de influencia del Proyecto se han identificado 20 especies de plantas vasculares. Predominan los arbustos con 18 especies y las hierbas anuales con 2 especies. De todas éstas, 10 especies son endémicas. No se encuentran especies introducidas. La única especie en categoría de conservación encontrada es *Bulnesia chilensis* (retama del cerro), considerada como “rara” al nivel de la III Región. Es una planta frecuente en las laderas de exposición sur, particularmente en la quebrada de Paipote.

Con respecto a la vegetación, se registró la presencia de dos formaciones vegetacionales. La cobertura de ambas en baja y no exceden del 10% (laderas de cerros) y el 30% (fondos de quebradas y conos de deyección).

5.3.4.2 Fauna Terrestre

En el área de influencia, no existen áreas de concentración de fauna, ni humedales, ni áreas sensibles para la biota. Los sectores con alguna presencia de fauna corresponden a los cauces de quebradas con vegetación, tales como Quebrada Los Cóndores y otras pequeñas quebradas existentes en el área, donde se encontraron madrigueras de roedores y se observaron aves tales como cernícalo y minero.

Concomitante con la condición de desierto, casi no se observaron ejemplares de fauna directamente y los signos de su presencia fueron escasos. El catastro de la fauna actual

potencialmente presente en la zona de estudio está compuesto por un total de nueve especies: un reptil, seis especies de aves (como cernícalo, mínero, gallinazo y chincoles) y dos de mamíferos (ratoncito andino y laucha terrestre). Ninguna de las especies del área es endémica de la zona y su distribución abarca varias regiones del país. Solo el reptil Lagartija de Atacama (*Liolaemus atacamensis*) se encuentra amenazado, en categoría de conservación Rara según la Ley de Caza.

5.3.5 Medio Humano

5.3.5.1 Antecedentes Generales

Aun cuando no se prevén efectos del Proyecto sobre el medio humano, toda vez que el mismo se desarrollará íntegramente en sus instalaciones, se ha incluido el presente apartado, el cual tiene por objetivo formular la línea de base del medio humano del entorno del Proyecto Ampliación Planta de Cal Copiapó – Horno Cal N° 2.

Los antecedentes de la línea de base que aquí se exponen, proporcionan los fundamentos suficientes que permiten verificar la no aplicabilidad de los artículos 8 y 9 del Reglamento del SEIA.

5.3.5.2 Metodología

Para elaborar la sección, además de las indicaciones del artículo 8 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental –SEIA-, se consideraron las orientaciones dadas por CONAMA en la “Guía de Criterios para Evaluar la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos en proyectos que ingresen al SEIA”⁸.

El enfoque empleado para formular la línea de base del medio humano se fundamenta en el uso de orientaciones metodológicas cuantitativas y cualitativas.

El área de influencia del Proyecto no presenta asentamientos humanos; y las localidades más próximas a más de 8 km, e incluyen las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla. La información que aquí se expone para las localidades más próximas, fue recogida entre junio y octubre de 2009.

⁸ Véase CONAMA, “Guía de Criterios para evaluar la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos en proyectos o actividades que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)”, 2006.

Como fuentes primarias documentales, se utilizó información proveniente de: Instituto Nacional de Estadística –INE, Estadísticas Demográficas y Vitales, Informe Económico Regional –INACER- . I. Municipalidades de Copiapó y Tierra Amarilla, y otros organismos e instituciones públicas.

En este marco, la presente línea de base hará una descripción del medio humano de los sectores o localidades que se ubican más próximas a las instalaciones del Proyecto, a saber:

- Copiapó y
- Sector Paipote.

La ciudad de Copiapó se ubica a aproximadamente 15 km por carretera, mientras el sector de Paipote a 8 km.

Además, como parte de esta caracterización también se ha incluido la localidad de Tierra Amarilla, que se encuentra a aproximadamente 15 km de la planta de INACESA Copiapó.

5.3.5.3 Dimensión Geográfica

Las localidades, cuya línea de base es expuesta en este EIA, se encuentran en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla, las que se ubican en la Región de Atacama, Chile. La región se localiza al norte de Chile entre los 25° 17' y 29° 11' de latitud sur y desde los 68° 17' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. Posee una superficie de 75.573,3 km² y limita con la región de Coquimbo por el sur, con la región de Antofagasta por el norte; las provincias de San Juan y La Rioja de Argentina por el este y el Océano Pacífico por el oeste. Está dividida en tres provincias: Chañaral, Copiapó y Huasco. Además, está dividida administrativamente en nueve comunas.

El relieve de la región está caracterizada en su totalidad por la hoya hidrográfica de la Quebrada de Paipote y, en tal sentido, dicho aspecto está necesariamente limitado a las características hidrográficas y de drenaje, como lo impone el carácter lineal de la Quebrada. La Quebrada Paipote, en el tramo en que está ubicada la planta, presenta un aspecto arborescente que es típico de una red de tipo dendrítica. La Quebrada Paipote posee en este tramo un régimen estacional o temporal y sólo escurre con ocasión de lluvias importantes.

En este contexto, la comuna de de Copiapó forma parte de la provincia de Copiapó, Región de Atacama. Además cuenta con 16.681 km² y una población total de 129.091 personas aproximadamente⁹.

Copiapó es la única ciudad, Paipote constituye un sector de Copiapó ubicado entre las rutas C-35 y 31-CH y Tierra Amarilla es una comuna que limita al norte y noreste con Copiapó y al sur y suroeste con las comunas de Vallenar y Alto del Carmen.

i. Copiapó

Es capital comunal y el principal centro urbano de la comuna, constituyendo el polo nodal más importante, por su condición de oferente de bienes, servicios y comercio minorista (véase Fotografías 5.3-1).

La ciudad cuenta con espacios públicos que congregan a sus habitantes, como es la plaza de armas, sector en torno al cual se ubica instituciones y algunos importantes servicios públicos y privados. Además cuenta con diversidad de hoteles y casino.



Fotografías 5.3-1 Vista desde el cerro La Cruz y área céntrica de Copiapó

El casco antiguo de Copiapó, congrega la mayor parte de servicios públicos comunales, donde se pueden encontrar la municipalidad, plaza de armas, bancos, hoteles, entre otros. Constituye el punto neurálgico de la ciudad, donde están los principales equipamientos con que cuenta la comuna.

Por su parte, el sector de Norte es una zona predominantemente residencial, con una zona industrial donde se localizan algunas fábricas.

⁹ Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas 2002.

ii. Sector Paipote

Originalmente constituyó una estación de ferrocarril. En la actualidad es un sector de Copiapó, unido a esta ciudad a través del área de parcelas.

El tipo de vivienda corresponde a construcción de material sólido y formal, de adobe para las viviendas más antiguas y de concreto para las más nuevas. En materia de infraestructura y servicios, el sector cuenta con una escuela básica, dos jardines infantiles de la JUNJI, un liceo particular subvencionado, una comisaría, un consultorio (SAPU) y un cuerpo de bomberos, junto con una iglesia católica mas tres templos de otras religiones (véase set de Fotografías 5.3-2).





Fotografías 5.3-2 Vivienda, Iglesias, Escuela F-29, Consultorio y Compañía de Bomberos de Paipote

En cuanto a la población de Paipote, está constituida por unos 15.000 habitantes aproximadamente. Se trata, principalmente, de hombres que trabajan en la Fundación Paipote mientras que las mujeres se dedican, mayormente, a actividades agrícolas de temporada (temporeras) y trabajos eventuales. El sector cuenta con servicios básicos de luz, agua potable, alcantarillado y teléfono, además del sistema WI FI gratis. Por otra parte, a través de organizaciones funcionales y de las juntas de vecinos se desarrollan proyectos comunitarios. Las organizaciones, usualmente se reúnen una vez al mes en el consultorio.

Como lugares de recreación existe actualmente en Paipote una pequeña plaza, junto con varias plazoletas y multicanchas (Véase Fotografías 5.3-3)



Fotografía 5.3-3 Plaza y Multicancha de Paipote

iii. Tierra Amarilla

Tierra Amarilla se ubica alrededor 20 kilómetros hacia al sureste de Copiapó (véase Fotografías 5.3-4). Es una ciudad con una larga historia minera ubicada en el valle del río Copiapó cerca de varios yacimientos importantes de cobre. Actualmente hay que nombrar la Mina Candelaria, Punta de Cobre y Ojos del Salado¹⁰. Un paseo por Tierra Amarilla es posiblemente la mejor manera para entender el comienzo de la época de la industrialización en Atacama.

La ciudad de Tierra Amarilla, por jerarquía y proximidad geográfica, es complementaria a la ciudad de Copiapó, de la que depende en servicios públicos y privados.



Fotografías 5.3-4 Localización de Tierra Amarilla e Iglesia en Plaza de Armas

Tierra Amarilla cuenta con una iglesia neogótica fue construida en 1904. Se ubica en el centro, frente de la plaza.

iv. Conectividad y vialidad

El Plan de Infraestructura para la Competitividad 2007-2010 de la Región de Atacama¹¹ plantea una ampliación y mejora de la ruta 5 Norte y acceso al aeropuerto. La conexión por vía marítima se realiza principalmente por Caldera, donde se contempla una ampliación y mejora del puerto.

El transporte de pasajeros se lleva a cabo a través de distintas líneas de buses, así como también líneas aéreas.

La red vial de la Región de Atacama tiene una longitud de 7021 km. De ella, 3.936 km es no pavimentada, de los cuales 687 km son de ripio y los 3249 km restantes de tierra.

¹⁰ Fuente: www.geovirtual.cl

¹¹ El Plan de Infraestructura fue desarrollado por el Ministerio de Obras Públicas.

Los restantes 3.085 km de red vial pavimentada se componen de 4 km de hormigón y 991 km de asfalto y 2090 de capa de protección y granular estabilizado¹².

La red¹³ está estructurada por la Ruta 5 Norte, la cual recorre desde de extremo a extremo la región de Atacama. El detalle se puede apreciar en el Cuadro 5.3-12.

Cuadro 5.3-11 Red Vial Comuna de Copiapó para las Localidades de Copiapó, Tierra Amarilla y Paipote. 2008

Nombre ruta	Tramo	Descripción
Ruta 5 Norte	Norte-Sur	Vía pavimentada de asfalto y hormigón. Alcanza a recorrer aproximadamente 23 km desde el extremo Norte hasta el extremo Sur de la Comuna de Copiapó.
Ruta 31-CH	Copiapó-Chulo-Paso San Francisco	Vía pavimentada de asfalto y hormigón. Alcanza a recorrer aproximadamente 24 km en el extremo Norte de la Comuna. Posee en total unos 255 km entre asfalto y una carpeta granular estabilizada.
Ruta C-35	Cruce Ruta 31 Ch (Paipote)- Juntas	Vía pavimentada de asfalto y capa de protección asfáltica que une la comuna de Copiapó con Tierra Amarilla. Posee una longitud aproximada de 87 Km.
Ruta C-17	Chulo-Inca de Oro- Diego de Almagro	Vía pavimentada de asfalto, con una longitud de 123 Km. aproximadamente.
Ruta C-379	Cruce Ruta C 35 – Fundición Paipote	Vía con carpeta de hormigón, con una longitud aproximada de 4 km.

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Vial Nacional 2007, Dirección de Vialidad, MOP e Información de terreno, junio 2009.

El área del proyecto se encuentra al lado sur del sistema vial regional que conecta por vía terrestre a los centros poblados de la región y, eventualmente, con el país.

Transporte

En el Cuadro 5.3-13 se observa la oferta de transporte público disponible para agosto de 2009 en la Región de Atacama tomada en su conjunto (registros digitales de la Subsecretaría de Transporte¹⁴). La oferta regional disponible es de 3.064 vehículos públicos de transporte terrestre. Si se considera que la población estimada de Región de Atacama es de 254.336 habitantes¹⁵, esta oferta arroja una proporción de 83 personas por cada medio de transporte público.

¹² Red Vial Nacional 2006. Dirección de Vialidad MOPTT, 2006.

¹³ Véase mapa de medio humano y la red vial en la línea de base de medio construido.

¹⁴Subsecretaría de Transporte y Telecomunicaciones. Estadísticas de parques vehiculares del país, <http://www.subtrans.cl/subtrans/estadisticas/estadisticas.html>, 2009.

¹⁵ Fuente: INE Censo 2002.

Cuadro 5.3-12 Transporte público disponible la Región de Atacama.2009

Tipo de Transporte	Cantidad
Buses urbanos, interurbanos y rurales	439
Mini Buses	10
Taxis y Colectivos	2.615
Total	3.064

Fuente: Registro Nacional de Servicios de Transporte de Pasajeros - Subsecretaría de Transportes.
Fecha de actualización: 31 de agosto de 2009

Para 2008 el parque de vehículos de la comuna de Copiapó era de 28.149, lo que representa el 50,21% del total de la Región de Atacama, que alcanza 56.061¹⁶. Para ese mismo año, la comuna contaba con una oferta comunal disponible de 2.304 vehículos públicos de transporte terrestre. De éstos, el 67,8% (1.561 vehículos), corresponden a taxis básicos, taxis colectivos y taxis de turismo, mientras que el 32,2% (743 vehículos) son buses¹⁷.

Para ese mismo año 2008, el parque de vehículos de la comuna de Tierra Amarilla era de 3.335, lo que representa el 5,94% del total de la Región de Atacama, que alcanza 56.061¹⁸. Además, contaba con una oferta comunal disponible de 338 vehículos públicos de transporte terrestre. De éstos, el 50,59% (171 vehículos), corresponden a taxis básicos, taxis colectivos y taxis de turismo, mientras que el 49,41% (167 vehículos) son buses¹⁹.

El transporte público que circula por la ruta C-35 es el que conecta la ciudad de Copiapó con la comuna de Tierra Amarilla. Existen 4 líneas de taxis colectivos que llegan a Tierra Amarilla desde Copiapó, a saber, líneas N° 3, N° 33, N° 88 y los colectivos O.M.G. Además, existen 4 empresas de buses que se dirigen hacia la comuna de Tierra Amarilla, a saber: Buses Sol del Valle (Tierra Amarilla), Buses Casther y Buses Transpuma (Rodeo y Juntas) y Buses Bahía Express (Los Loros).

El transporte aéreo de la región se focaliza en el aeropuerto Desierto de Atacama y una red de aeródromos regionales. El tráfico del aeropuerto Copiapó cuenta con dos líneas aéreas (Lan Chile y Sky Airlines), que disponen de varios vuelos diarios cada una.

¹⁶ Véase Parque de Vehículos en Circulación, INE, 2008.

¹⁷ INE (2007), op. cit

¹⁸ Véase Parque de Vehículos en Circulación, INE, 2008.

¹⁹ INE (2007), op. cit.

Finalmente, el transporte marítimo, para el sector central de la región, se materializa fundamentalmente por el puerto de Caldera.

5.3.5.4 Dimensión Demográfica

La región de Atacama, de acuerdo al Censo 2002, tenía una población de 254.336 habitantes. En los últimos 20 años la población tuvo un aumento del 50% y las zonas que presentan mejores condiciones de habitabilidad física desde el punto de vista del clima, recursos hídricos y topografía, corresponden a la parte media e inferior de los valles de Copiapó y Huasco, en las cuales se encuentran las ciudades de Copiapó, Tierra Amarilla, Vallenar, Freirina y Huasco. Allí se concentra aproximadamente el 70% de la población regional. La ciudad de Copiapó creció en el mismo período un 100% concentrando en la actualidad el 50% de la población regional acompañada con la principal concentración de equipamiento social, servicios públicos y privados, comercio y sistemas de transporte, lo que establece un marcado desequilibrio con el resto de la región, e incluso, al interior de los propios barrios urbanos de la capital regional. Ese dinamismo demográfico se sustenta en el crecimiento sostenido a tasas elevadas que experimenta la economía de Atacama, que en muchos casos supera los ritmos del crecimiento de la economía nacional y convirtió a la región en un foco de atracción de población y no de expulsión.

Los 254.336 habitantes representaban el 1,68% de la población total del país, que para ese año fue alcanzó los 15.116.435 habitantes. La densidad poblacional regional alcanzó a los 3,4 hab/km². La comuna de Copiapó concentraba una población de 129.091 habitantes, que representan el 50,8% del total regional. En tanto, que Tierra Amarilla contaba con una población de 12.888 personas, que representaba casi el 5,1% del total regional. Por su parte Paipote cuenta con una población de 15.000 habitantes aproximadamente.

De acuerdo a la distribución de población en asentamientos urbano–rurales, la Región de Atacama contaba al año 2002, con un total de 232.619 habitantes en asentamientos urbanos, mientras que sólo 21.717 habitantes pertenecen a sectores rurales, lo que arroja un índice de ruralidad de 9,3%. La proporción de población urbana de la Región de Atacama aumentó un 11,3% entre el año 1992 y 2002, en tanto el sector rural disminuyó en un 0,9% en el mismo periodo. Por otro lado, la proporción de la población según sexo muestra que la cantidad de hombres, respecto a las mujeres de la región, se presenta en ambos Censos superior, pero con clara tendencia a igualarse respecto al total de población femenina

El Cuadro 5.3-14 muestra la evolución de la población de la Región de Atacama y las comunas del área de estudio, en relación con el país.

Cuadro 5.3-13 Evolución Intercensal de la Población por División Administrativa de la Región. 1992-2002

Región y Comuna	Variación % Censo 1992-2002				
	Total	Hombre	Mujer	Rural	Urbano
Copiapó	3,53%	1,43%	5,74%	-54,70%	6,92%
Tierra Amarilla	9,93%	12,93%	6,27%	12,77%	8,55%
Región de Atacama	-0,13%	-1,16%	0,96%	-16,65%	1,76%
País	3,65%	4,04%	3,28%	-13,51%	6,93%

Fuente: Fuente: INE, Censos 1992 y 2002.

Al observar la evolución intercensal de la población 1992-2002, se verifica un leve decrecimiento regional tal como puede verse en la Cuadro 5.3-14. Sin embargo, la comuna de Copiapó presenta un porcentaje de crecimiento casi equivalente al promedio nacional y Tierra Amarilla, para ese mismo período intercensal manifiesta un crecimiento que casi triplica el nacional y regional.

5.3.5.5 Dimensión Antropológica

i. Historia e Identidad

La historia regional se asocia a un complejo y largo proceso que se articuló en el período prehispánico, rearticulándose en las sucesivas fases colonial, republicana y contemporánea. A la población originaria se fueron superponiendo diversas culturas, entre las que destacan los Kollas, pueblo agricultor proveniente del norte argentino, que se instaló en las provincias de Chañaral y Copiapó.

La identidad “nortina” de la región de Atacama, se ha visto fuertemente signada por sus riquezas mineras. De esta manera, parte de su historia que se remonta al siglo XIX tiene relación con los descubrimientos de yacimientos mineros y con la generación de nuevas políticas administrativas territoriales. Un ejemplo de este proceso es el descubrimiento de Chañarcillo, importante yacimiento de plata, en el año 1832. En 1848 comienza el desarrollo de Tres Puntas y poco después Chimberos y Cabeza de Vaca. Todo esto generó una “fiebre de la plata”²⁰. Estos lugares concentraron un gran movimiento de materiales, comestibles, trabajadores y migraciones atraídas por la demanda laboral. A

²⁰ Millán, Augusto: La minería metálica en Chile en el siglo XIX, Ed. Univeritaria, Chile, 2004, p.36, 59 y ss.

finis del período colonial, Copiapó tenía 5.000 pobladores, pero luego del inicio del *boom* de la plata, el censo de 1853 arrojó 32.600 habitantes. El gran auge minero basado en la plata, dio paso paulatinamente a la minería del hierro y luego el cobre y el oro²¹. A este importante proceso histórico minero, se asocia una compleja y larga historia indígena, que se articuló en los sucesivos períodos prehispánico, colonial, republicano y contemporáneo. Ya en el siglo XX, la identidad cultural dominante de la región de Atacama queda constituida por una población mestiza “nortina”, alrededor de la minería como actividad fundamental y la agricultura complementariamente.

En cuanto a la población del sector Paipote, su identidad se asocia al área industrial de la Fundición Paipote, con quien se asocia su destino, en un proceso que encierra tanto componentes positivos como negativos. El crecimiento y las singularidades de Paipote han derivado a que crezca el movimiento dirigido a constituirlo, en el futuro, en una comuna autónoma.

ii. Festividades

En Copiapó destaca la fiesta de la Candelaria, Patrona de los mineros, que se celebra anualmente entre el 7 y el 8 de enero y congrega a miles de fieles venidos de toda la región. La festividad se remonta a 1778, en que el arriero Mariano Caro Inca encontró la imagen en la cordillera, cerca del salar de Maricunga. El milagroso hallazgo atrajo los peregrinos, lo que motivó al párroco a construir un santuario en 1800, que fue reconstruido tras un incendio en 1922. Con el tiempo, la fiesta se ha constituido en un referente indiscutido de la religiosidad popular de la región de Atacama, y se han organizado cofradías de bailes chinos que, al igual que en Andacollo, agrupan a pequeños mineros de la zona que se preparan todo el año para festejar a su patrona.

En Tierra Amarilla, la fiesta más importante de carácter comunal, pero que de igual forma conecta a la provincia, es la conocida como Fiesta del Toro Pullay, celebrada en el pueblo de Tierra Amarilla a fines del mes de febrero. Esta corresponde a una antigua fiesta costumbrista, en la cual la comunidad realiza comparsas por las calles de Tierra Amarilla y acompañando a personajes disfrazados que generalmente caracterizan el bien y el mal. Pullay es un muñeco de tamaño natural hecho de paja que viste de forma elegante, montando un burro, Pullay es acompañado por un toro, que es otro personaje de la comparsa llevando la cabeza cubierta por un capuchón negro, del mismo modo el toro es acompañado por jinetes quienes tienen la misión de frenar las embestidas de éste. Dentro del montaje se representan a la viuda del Pullay y un pequeño quienes esconden

²¹ Ilustre Municipalidad de Copiapó. Información original en: www.copiapo.cl/Comuna/Historia.asp

sus identidades las cuales son reveladas en el baile final, además se representan al diablo y al cura quienes se disputan el alma de Pullay.

iii. Población Indígena

De acuerdo al Censo de 2002, en la Región de Atacama 7538 personas declararon alguna adscripción étnica, lo que representa el 1,1% de la población total.

En la comuna de Copiapó 2.789 personas, de acuerdo al Censo de 2002, se adscribieron a alguna etnia. En la comuna de Tierra Amarilla, 645 personas declararon pertenecer a alguna etnia siendo la más importante la etnia Colla con un 37,3% del total de las cuales 52,2% son hombres y 47,7% mujeres de la población.

Copiapó cuenta con tierras indígenas de una comunidad y, además, con una comunidad agrícola histórica. Idéntica situación se registra en Tierra Amarilla, pero con mayor superficie dedicada a actividades agropecuarias²².

5.3.5.6 Dimensión Socioeconómica

i. La economía regional

La evolución económica de la Región de Atacama ha seguido de cerca al comportamiento de la economía nacional. Sin embargo, por ser una región esencialmente minera, de actividad está estrechamente ligada al devenir del mercado mundial del cobre.

La minería aportó, en promedio, más del 40% de la producción total de la región para el período 1996-2007 y no es difícil percibir que la drástica caída de la cotización del cobre que se manifestó con fuerza en 1998 y 2002 (al igual que en 2008 y 2009), afectando el nivel de actividad real regional. De hecho, la región vio decrecer su PIB en los períodos de los años antes señalados.

El Índice de Actividad Económica INACER de Atacama en el trimestre julio-septiembre de 2009 tuvo un descenso de -3,8% con respecto a igual trimestre del año anterior. Por su parte, la variación del promedio acumulado de enero a septiembre respecto a igual período de 2008, fue de -3,7% (Véase Cuadro 5.3-15).

²² Censo Agropecuario MINAGRI, 2007.

Cuadro 5.3-14 Índice de Actividad Económica, Región de Atacama

Trimestre	INACER Región de Atacama	
	Variación Trimestral *	Variación Acumulada **
Abr-Jun 08	5	5,6
Jul-Sep 08	12	7,7
Oct-Dic 08	-2,8	4,8
Ene-Mar 09	-7,4	-7,4
Abr-Jun 09	0,4	-3,6
Jul-Sept 09	-3,8	-3,7

*: Variación respecto igual trimestre año anterior

** : Variación del promedio acumulado a ese trimestre respecto del promedio acumulado a igual trimestre del año anterior.

Fuente: Boletín Informativo Abril-Junio 2009, INE

Los sectores económicos que evolucionaron positivamente durante abril-junio de 2009, respecto a igual trimestre del año anterior, en orden de mayor a menor incidencia fueron: Construcción; Minería; Propiedad de Vivienda; Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones; Industria Manufacturera; Electricidad, Gas y Agua y Servicios Financieros.

El valor de las exportaciones de la región de Atacama en el segundo trimestre de 2009, llegó a 770,6 millones de dólares corrientes, experimentando una baja de 42,8% (577,2 millones de dólares), respecto a abril-junio de 2008. El menor dinamismo de las exportaciones valoradas en el trimestre de referencia, respecto a abril-junio de 2008, se explica por la baja en los envíos de todos los sectores. En efecto, Agricultura y Pesca registró una caída en las exportaciones de 36,2%, Minería una disminución de 42,2% y Resto de exportaciones un decrecimiento de 52,6%²³.

ii. Ocupación y Desocupación

En el trimestre móvil junio/agosto 2009, la estimación de la fuerza de trabajo a nivel regional alcanzó a 125.520 personas, con un crecimiento del 0,9 % en igual período del año anterior, tal como se expresa en el Cuadro 5.3-16. La tasa de desocupación regional para ese mismo período fue de 11,2 por ciento, registrando una disminución de 0,4 punto porcentual respecto al trimestre móvil inmediatamente anterior y un aumento de 5,6 puntos porcentuales respecto al trimestre móvil junio/agosto 2008²⁴.

²³ Véase exportaciones en la Región de Atacama, 2009, INE <http://www.ineatacama.cl/noticia.aspx?opc=ShowNew&id=85>

Cuadro 5.3-15 Fuerza de Trabajo y Tasa de Desocupación, Región de Atacama

Nivel Geográfico de Información	Trimestre Móvil Junio-Agosto 2009				Tasas de Desocupación %	
	Fuerza de Trabajo			Tasas de Desocupación %	May-Jul 09	Jun-Ago 09
	Total	Ocupados	Desocupados			
Total Región	125.520	111.410	14.110	11,2	11,6	5,6
Ciudad de Copiapó	68.460	60.340	8.120	11,9	12,2	5,1

Fuente: Informe Laboral Trimestre Móvil junio-agosto 2009, INE.

iii. Pobreza

De acuerdo a los antecedentes entregados por la Encuesta CASEN 2006, la comuna de Copiapó cuenta con un 12% de población en situación de pobreza. De ese total de población, un 3,6% es indigente, un 8,4% es pobre no indigente, y un 88% se encuentra en condición de No Pobre. En tanto que en Tierra Amarilla solo un 0,5% se encuentra en situación de indigencia, en tanto que la población pobre no indigente asciende a 11,9%, tal como se aprecia en el Cuadro 5.3-17.

El contraste entre ambas comunas de población indigente, mucho mayor en Copiapó, es común a otros centros urbanos. Sin embargo, la pobreza no indigente no solo es mayor en Tierra Amarilla al de Copiapó, sino también al de la región de Atacama en su conjunto.

Cuadro 5.3-16 Distribución de la Pobreza 2006, en Comunas de Copiapó, Tierra Amarilla y Región de Atacama

Área Geográfica	Población Indigente (%)	Población Pobre (%)
Copiapó	3,6	8,4
Tierra Amarilla	0,5	11,9
Región de Atacama	2,8	10,5
Copiapó	3,6	8,4

Fuente: Encuesta CASEN 2006, MIDEPLAN.

iv. Actividades económicas en las comunas del área de influencia

El valle de Copiapó exhibe a lo largo del tiempo una permanente actividad agrícola. Aún cuando la superficie explotable para agricultura es muy limitada, confinada al

²⁴ Véase Informe Laboral Región de Atacama, 2009 INE http://www.ineatacama.cl/archivos/files/empleo_junago_09.pdf

estrecho valle, las características climáticas facilitan el desarrollo de una producción de alta calidad y con una temprana maduración. Los principales productos son: la uva de mesa (destinada a la exportación), cereales, primores, frutas y aceitunas. Destaca la comuna de Tierra Amarilla, colindante a Copiapó aguas arriba del valle, como la tercera comuna más productiva en el rubro frutícola a nivel nacional, sólo superada por las comunas de Curicó y Rengo en el valle central.

El 60% de la producción del valle de Copiapó – principal valle productor de la región – es exportado a través del puerto de Caldera, y el resto es llevado a Coquimbo por camiones frigoríficos (básicamente la cosecha tardía).

El sector minero en la región es la actividad productiva más importante en términos estadísticos. Significa aproximadamente el 90% de las exportaciones, y más del 40% del PIB, genera 10.000 empleos directos y las inversiones en los últimos años son superiores a los US\$ 1.500 millones. En la minería metálica es el hierro el principal producto de la región y a nivel nacional constituye la mitad del mineral producido. La minería del cobre en la Región se distingue por la participación de CODELCO como productor de cobre electrolítico y de ENAMI como productor de cobre blister y por el poder comprador que mantiene en la zona.

En la comuna de Copiapó se destaca la planta Matta y Fundición Paipote, que recibe y procesa del sector de la pequeña minería 160.000 t/mes (1.920.000 t/año) que nacen de unidades productivas de la provincia de Copiapó que hace uso de la Red Vial Básica y Comunal. Por otra parte en cátodos de cobre produce 396 t/año que traslada vía camión a la Fundición Ventana haciendo uso de 8 km de la ruta 31 CH y 223 km de la ruta 5 Región entre Copiapó y el límite de la IV Región. El ácido sulfúrico es abastecido mediante camión desde Copiapó (producido en fundición Paipote) a la planta de ENAMI de El Salado, a través de la ruta 31 Ch – C-17 y C-13 totalizando 138 km y hacia Vallenar por la C-391 (17 km) y Ruta 5 (145 km).

El turismo es una actividad que se encuentra en un nivel incipiente, pero con proyección. En este contexto, la región desarrolla tres grandes áreas: a) el sector costero y los valles agrícolas; b) el sector del desierto y la montaña y c) el sector desierto florido. Por su parte, el valle de Copiapó ofrece: visita a la capital regional, que cuenta con atractivos históricos y todos los servicios. Destaca el paseo por el valle de Copiapó visitando la mina cercana a la ciudad de Tierra Amarilla, antiguos conjuntos arquitectónicos, petroglifos y antiguas estaciones de ferrocarriles.

5.3.5.7 Dimensión Bienestar Social Básico

i. Vivienda y servicios

En materia de vivienda, el Censo 2002 indica que la comuna de Copiapó posee un total de 35.814 viviendas, en tanto que Tierra Amarilla, en tanto, cuenta con 2.703 viviendas, tal como se aprecia en el Cuadro 5.3-14.

Del total de viviendas de cada comuna, en Copiapó el 98% tiene agua potable, mientras que en Tierra Amarilla, de acuerdo al Censo 2002, el 80,4% poseía ese servicio.

De esas viviendas, en la comuna de Copiapó, más del 96% de las viviendas están conectadas al alcantarillado, mientras que en Tierra Amarilla ese porcentaje alcanza un 80%.

En cuanto a la cobertura de servicio eléctrico, de acuerdo al Censo 2002, en la comuna de Copiapó alcanza el 97,8%, mientras que en la de Tierra Amarilla es de un 91,5%.

Cuadro 5.3-17 Distribución de de Viviendas y cobertura de Agua Potable, Alcantarillado y Servicio Eléctrico en Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla.

Comuna	Viviendas	% con Agua Potable	% con Alcantarillado	% Servicio de electricidad
Copiapó	35.814	98	96	97,8
Tierra Amarilla	2.703	80,4	80	91,5

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

ii. Situación Sanitaria

Cabe destacar que próximo al área de intervención se encuentra el “Área Saturada por Anhídrido Sulfuroso”, declarada en 1993, que alcanza a la zona del sector Paipote, así como sectores de la comuna de Tierra Amarilla. Este tema es abordado en profundidad en el apartado 5.4.2 de Calidad de Aire del presente EIA.

5.3.6 Medio Construido

La principal ruta es la Ruta 31 Camino Internacional, camino por el cual se accede al área de Proyecto. Esta ruta conecta la ciudad de Copiapó con la ciudad de Diego de Almagro y con el paso internacional San Francisco, que conecta Chile con Argentina.

Respecto a la infraestructura de salud, la comuna de Copiapó cuenta con un total de 5 Hospitales, el Hospital de Copiapó se ubica dentro de la comuna de Copiapó junto a 8 consultorios municipales: Paipote, Dr. Armando Ossa, Juan Martínez, Pedro León Gallo, Manuel Rodríguez, Rosario, Santa Elvira y Sectores Altos Dr. Bernardo Mellibousky.

Datos obtenidos de la página Web del Ministerio de Educación (Dic. 2008), indican que la comuna de Copiapó tiene 65 establecimientos educacionales como parte de su infraestructura educacional, de los cuales 62 son urbanos y 3 rurales.

5.3.7 Patrimonio Cultural

En el marco del EIA del proyecto Optimización Planta de Cal Copiapó, aprobado favorablemente mediante RCA N° 097/2007, se efectuó un reconocimiento arqueológico al área de influencia del Proyecto. Dicho reconocimiento no detectó sitios arqueológicos o del patrimonio cultural en el área de emplazamiento superficial de las instalaciones de planta INACESA Copiapó.

5.4 CARACTERIZACIÓN COMPONENTES AMBIENTALES RELEVANTES AL PROYECTO

A continuación se describen detalladamente las componentes ambientales meteorología y calidad del aire, ambas relevantes para el Proyecto.

5.4.1 Meteorología

El estudio meteorológico que aquí se presenta fue desarrollado sobre la base de los registros de la estación INACESA Copiapó, operada por INACESA Copiapó desde septiembre de 2006 hasta junio de 2009. También se incluyen los registros de la estación Principal, operada por la Fundición Hernán Videla Lira, con registros para los años 2006, 2007 y 2008. Las coordenadas de las estaciones meteorológicas cuyos registros han sido incluidos en este análisis, así como los sensores con que cuentan cada uno de ellas se presentan en el Cuadro 5.4-1. En la Figura 5.3 se muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas.

Cuadro 5.4-1 Coordenadas Geográficas de Estación Meteorológica

Estación	Sensores	Norte UTM	Este UTM
INACESA Copiapó	Anemómetro, sensor de temperatura y humedad relativa, sensor de radiación solar, barómetro.	6.972.952	378.574
Principal	Anemómetro, sensor de temperatura y humedad relativa, sensor de radiación solar, barómetro y pluviómetro.	6.966.640	375.096

Datum WGS 84

Fuente: Elaboración Propia.

El Cuadro 5.4-2 resume los registros meteorológicos de la estación INACESA Copiapó y Principal.

Cuadro 5.4-2 Resumen Registros Meteorológicos

Variable	Estación Principal				Estación INACESA Copiapó			
	2006	2007	2008	2009 ²	2006 ¹	2007	2008	2009 ²
Temperatura								
promedio (°C)	16,2	15,5	16	17,2		15,5	16,1	17,2
máxima (°C)	29	28,4	29,1	29,7		28,1	28,8	29,4
mínima (°C)	8,1	7,6	8,1	9,5		7,2	7,1	8,8
Precipitación								
acumulada (mm)	0	0	0	0		-	-	-
Humedad relativa								
promedio (%)	73	71	73	76		55	58	62
Presión atmosférica								
promedio (hPa)	952	952	952	952		948	950	946
Radiación solar								
promedio (W/m ²)	209	232	244	228		221	242	230
Velocidad del Viento								
promedio (m/s)	3,1	3	3	3	3,1	2,8	3,1	3,1
ráfaga (m/s)	11,8	12,3	11,6	-		12,9	13,5	-

Fuente: Elaboración Propia.

¹ Registros a partir de septiembre 2006

² Registros hasta junio 2009

A continuación se presenta un breve análisis de estos datos.

5.4.1.1 Temperatura y Humedad Relativa

Los registros de temperatura en la estación Principal de los años 2006, 2007 y 2008, indican que la temperatura media anual en el área de estudio se sitúa en torno a los 16 °C. La temperatura media mensual presenta un ciclo anual bien definido. Las menores temperaturas medias se presentan durante los meses de invierno (mayo a julio) donde alcanzan valores en torno a los 12 °C, éstas aumentan conforme se avanza en los meses de primavera, hasta alcanzar los mayores valores en verano, donde se mantiene en

torno a los 19 °C hasta fines de marzo y comienzos de abril. No se registraron temperaturas medias mensuales inferiores a 0 °C.

Los registros disponibles en la estación de INACESA Copiapó de los años 2007, 2008 y 2009, muestran que la temperatura media anual en el sector dónde se encuentra la planta industrial es en torno a los 17 °C. Al igual que los registros de la estación Principal, la temperatura media mensual presenta un comportamiento estacional de máximo estival y mínimo invernal. Las mayores temperaturas medias mensuales alcanzaron valores en torno a los 20 °C en los meses estivales, mientras que las menores temperaturas medias mensuales se registraron en invierno, con valores en torno a los 12 °C.

Por su parte la humedad relativa anual del área se sitúa en torno al 72%, mientras en el sector dónde se encuentra la planta industrial es de aproximadamente 59%.

5.4.1.2 Presión Atmosférica Local

Los registros meteorológicos de la estación Principal, indican que la presión atmosférica anual del área se sitúa en torno a los 952 hPa, con variaciones entre 950 y 954 hPa en el período comprendido por los años 2006, 2007, 2008 y la primera mitad del 2009.

En la estación INACESA el valor promedio registrado de la presión atmosférica fue igual a 948 hPa, con variaciones en el período de análisis (años 2007, 2008 y 2009) entre 944 y 952 hPa.

5.4.1.3 Radiación Solar

En general, se tiene que la radiación media anual en el área del Proyecto se sitúa en torno a 228 W/m², mientras que en el sector de la Planta INACESA Copiapó se presenta una media de 231 W/m².

Al igual que la temperatura, la radiación solar presenta un comportamiento estacional. Las mayores radiaciones se presentan durante los meses de noviembre a febrero, mientras que las menores durante los meses de mayo a julio.

5.4.1.4 Régimen del Viento

Los registros de estación INACESA Copiapó indican que la velocidad promedio de los vientos en el área (período septiembre 2006 – junio 2009) es de 3 m/s, con ráfagas que alcanzan valores de hasta 13 m/s. La representación gráfica del ciclo diario de la velocidad del viento del año 2008 se muestra en la Ilustración 5.4-1.

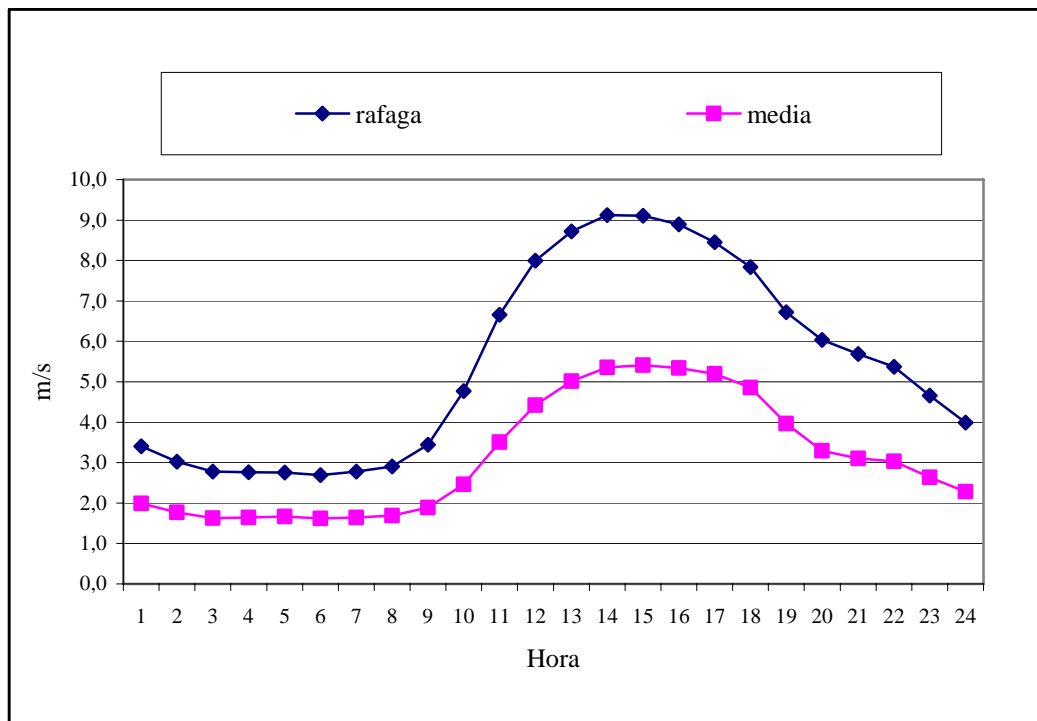


Ilustración 5.4-1 Variación Diaria de Velocidad del Viento, 2008

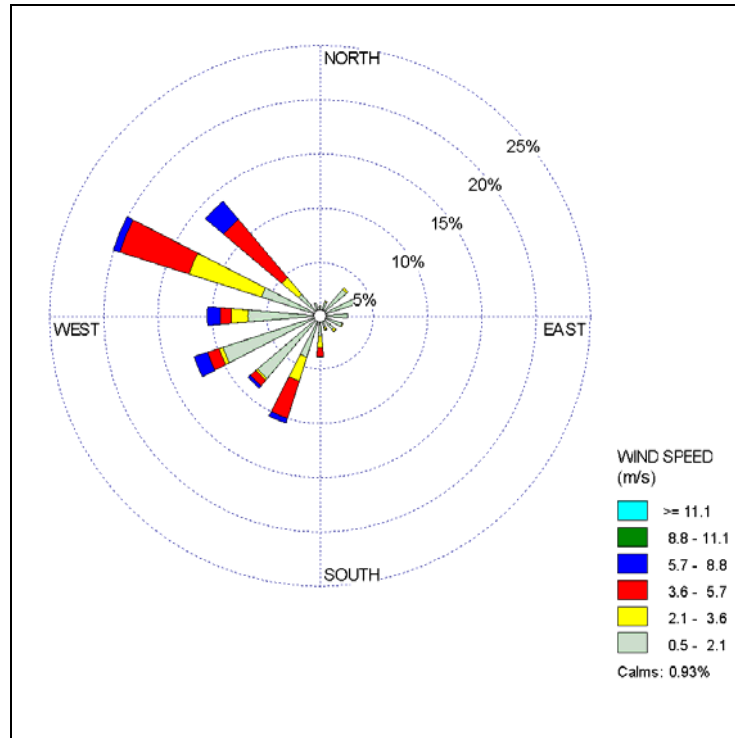
Como se puede observar en la Ilustración 5.4-1, la velocidad del viento presenta un ciclo diario definido, con valores constantes de velocidad media del viento en torno a los 2 m/s entre las 24 y 9 hrs, para luego aumentar hasta alcanzar el “peak” por sobre los 5 m/s alrededor de las 15 hrs. Esto indica que las mayores velocidades de viento ocurren cuando existen las mayores temperaturas, es decir, entre el mediodía y el atardecer. Las ráfagas de viento presentan un ciclo similar al promedio de las velocidades de viento.

Respecto de la dirección del viento, adicionalmente a los registros de las estaciones INACESA Copiapó y Principal del año 2008, se contó con registros de las estaciones Paipote, Tierra Amarilla y Copiapó del mismo año. En la Ilustración 5.4-2 se presenta el patrón general de dirección del viento de las 5 estaciones monitoras consideradas en el análisis. En las Ilustraciones 5.4-3 a 5.4-7 se presentan las rosas de viento compuestas para las estaciones mencionadas.

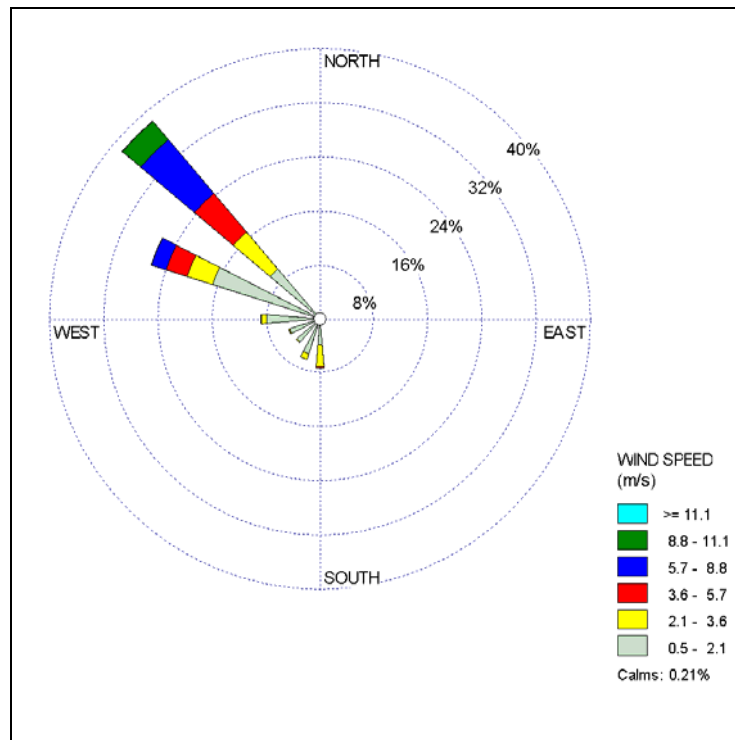
En general se observa que el patrón de viento está influenciado fuertemente por la topografía del área, ya que la dirección del viento se adecua a la orientación que presentan las quebradas por donde éste circula (Ilustración 5.4-2). Lo anterior queda en evidencia con el patrón que presentan las distintas rosas de viento incluidas en esta línea de base.



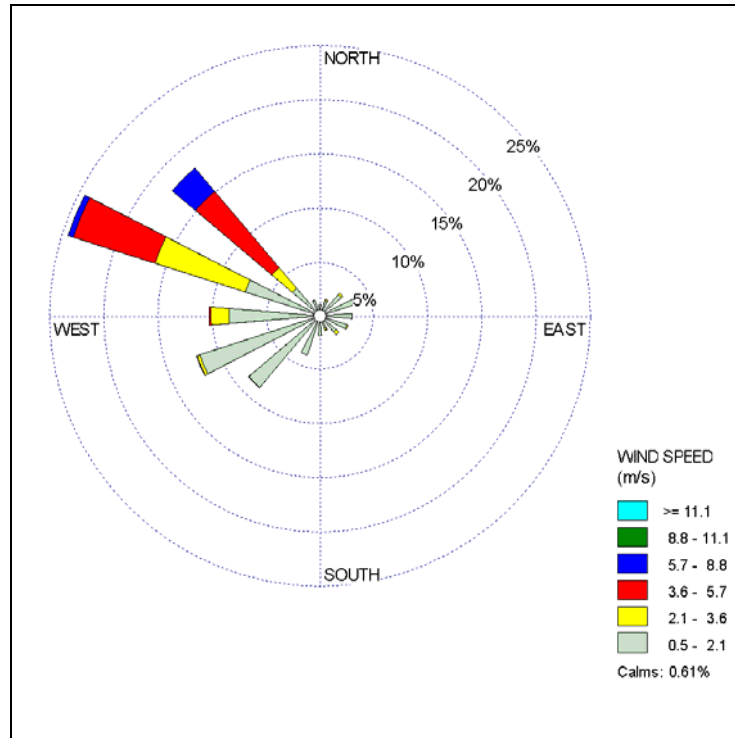
Ilustración 5.4-2 Dirección Predominante del Viento Según Estaciones Meteorológicas



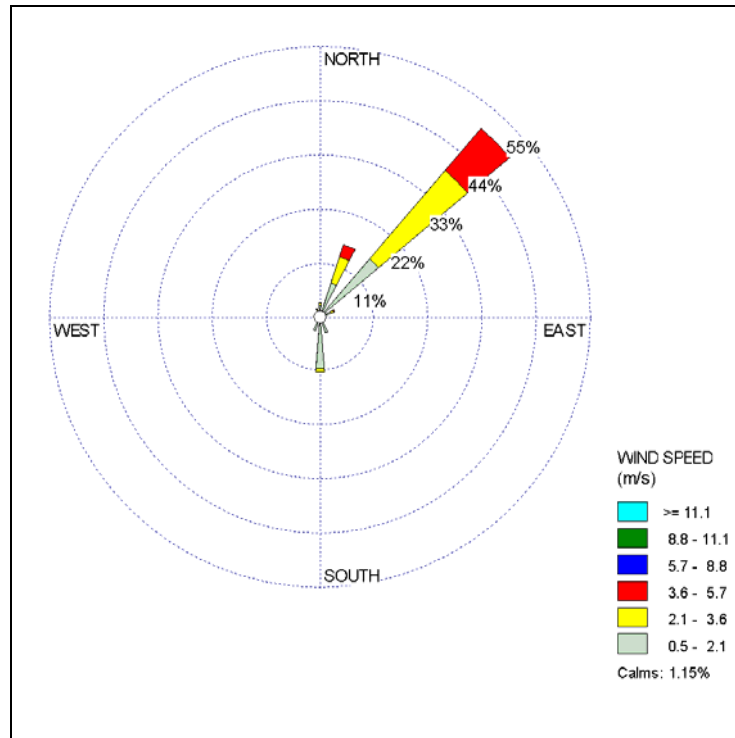
**Ilustración 5.4-3 Rosa de viento Compuesta, Estación INACESA Copiapó
Julio 2008 – Junio 2009**



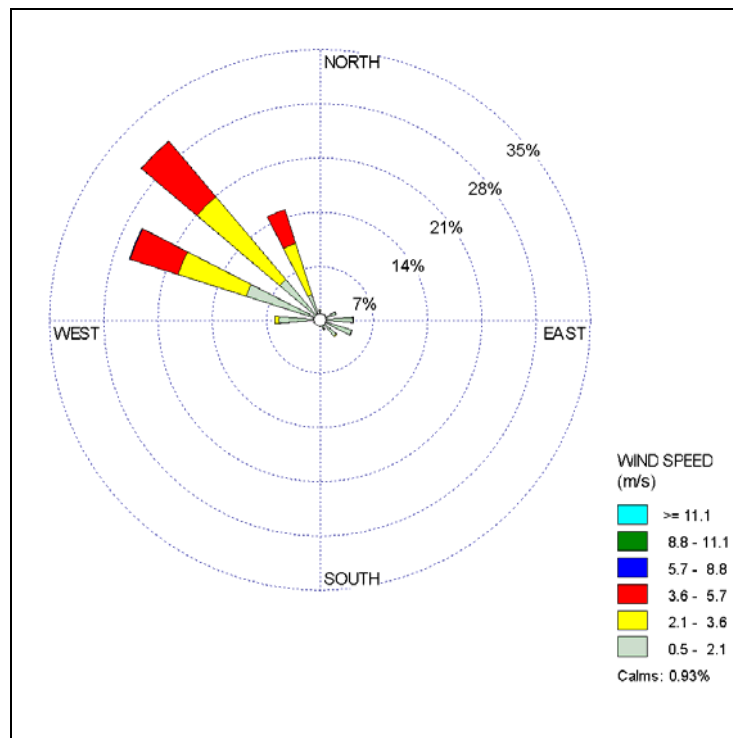
**Ilustración 5.4-4 Rosa de viento Compuesta, Estación Principal
Julio 2008 – Julio 2009**



**Ilustración 5.4-5 Rosa de viento Compuesta, Estación Paipote
Julio 2008 – Junio 2009**



**Ilustración 5.4-6 Rosa de viento Compuesta, Tierra Amarilla
Julio 2008 – Junio 2009**



**Ilustración 5.4-7 Rosa de viento Compuesta, Estación Copiapó
Julio 2008 – Junio 2009**

La dirección del viento predominante en el sector donde se ubica la planta INACESA Copiapó (Ilustración 5.4-3), corresponde a la dirección a WNW con un valor alrededor del 20% e intensidades de viento predominantes entre 3,6 y 5,7 m/s.

En la estaciones Principal y Paipote (Ilustraciones 5.4-4 y 5.4-5 respectivamente) predominaron los vientos de dirección NW y WNW. Si bien estas estaciones son cercanas (Ilustración 5.4-2), la intensidad de vientos registrada en la estación principal fue mayor a la estación Paipote. En la primera se registraron vientos predominantes de dirección NW sobre el 30% con intensidades hasta el rango 8,8 – 11,1 m/s. En la estación Paipote hizo mayor influencia la componente W.

En la estación Tierra Amarilla (Ilustración 5.4-6), predominaron con cerca del 50% los vientos de dirección NE, con intensidades máximas en el rango 3,6–5,7 m/s.

En la estación Copiapó (Ilustración 5.4-3) predominaron las direcciones WNW y NW. La dirección NW presentó valores sobre el 28% con intensidades predominantes hasta el rango 3,6 - 5,7 m/s. Las direcciones WNW y NW presentaron similar distribución de intensidad del viento, aunque esta última registró menor frecuencia que las anteriores.

5.4.2 Calidad del Aire

La caracterización de calidad del aire que aquí se presenta, se hace en términos de Material Particulado Respirable (MP10), Anhídrido Sulfuroso (SO₂), Oxido Nítrico (NO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂).

Los antecedentes utilizados para el desarrollo de esta línea de base han sido tomados de las siguientes estaciones monitoras:

- Resultados de monitoreos de calidad del aire realizados por INACESA Copiapó, en términos del material particulado respirable (MP10, SO₂, NO, NO₂ y NO_x).
- Resultados de monitoreos de calidad del aire realizados por la Fundación Hernán Videla Lira durante los años 2006, 2007 y 2008 para MP10 y 2003, 2004 y 2005 para SO₂.

La Figura 5.3 muestra la ubicación de las estaciones monitoras de calidad del aire incluidas en esta caracterización. El Cuadro 5.4-3 muestra la localización, parámetro medido y periodo de registro de cada estación de monitoreo.

Cuadro 5.4-3 Ubicación Estaciones Calidad del Aire

Estación	Norte – UTM	Este – UTM	Parámetro	Periodo	
	m	m		MP10	SO ₂
Copiapó	6.972.628	368.557	MP10 – SO ₂	2006 – jun. 2009	2003 – 2005
Los Volcanes	6.971.514	371.864	MP10 – SO ₂	2006 - jun. 2009	2003 – 2005
San Fernando	6.968.982	371.409	MP10 – SO ₂	2006 - jun. 2009	2003 – 2005
Tierra Amarilla	6.960.215	374.945	MP10 – SO ₂	2006 - jun. 2009	2003 – 2005
Paipote	6.967.090	374.356	MP10 – SO ₂	2006 - jun. 2009	2003 – 2005
			Análisis químico MP10	abril 2007 – ago. 2008	
INACESA Copiapó	6.972.952	378.574	MP10 - NO _x	sep. 2006 – jun. 2009	
			SO ₂ , Análisis químico MP10	ago. 2006 – jun. 2009	
			NO ₂ , NO	sept. 2006 – ago. 2007	

Datum WGS 84

Fuente: Elaboración Propia.

Es importante señalar que la planta INACESA Copiapó se encuentra fuera de la zona saturada por SO₂ establecida por el Ministerio de Salud en el año 1993, a su vez, ésta circunda a la fundición Hernán Videla Lira. (Figura 5.3).

Así mismo, cabe precisar que en el sector dónde se emplaza la planta industrial INACESA Copiapó, así como en su área de influencia no existen asentamientos humanos; los más próximos se encuentran a más de 9 km al oeste de las instalaciones. Por lo mismo, las localidades que cubre la red de monitoreo de la Fundación Hernán Videla Lira, resumidas en el Cuadro 5.4-3, quedan fuera del área de influencia del Proyecto.

5.4.2.1 Resultados y Análisis Monitoreo MP10

i. Estación INACESA Copiapó

La Ilustración 5.4-8 presenta la variación mensual de la concentración de MP10 para el periodo comprendido desde agosto 2006 hasta junio 2009.

Cabe señalar que con fecha 4 de junio del 2007 se comenzó la operación del Proyecto “Optimización Planta INACESA Copiapó”. Los registros de MP10 anteriores a la fecha señalada, no incluyen el actual funcionamiento de la planta Industrial INACESA. Con posterioridad a la puesta en marcha del Proyecto se registra una concentración media anual de MP10 de $76 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, con un valor extremo de $186 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Por otro lado y tal como se señaló en párrafos anteriores, el asentamiento humano más próximo al Proyecto corresponde a la localidad de Paipote que se encuentra ubicado a 9 km al suroeste de sus instalaciones, esto es, fuera del área de influencia. La calidad del aire en esta localidad, se detalla a continuación.

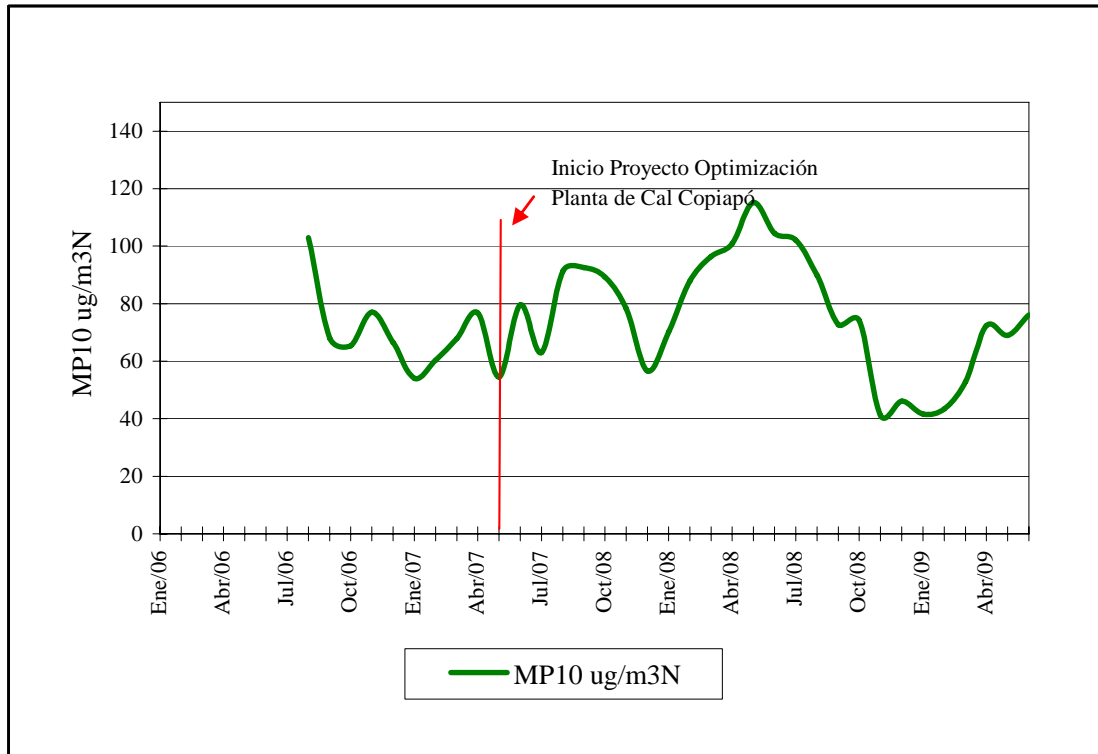


Ilustración 5.4-8 Variación de la Concentración Media Mensual de PM10, Estación INACESA Copiapó, periodo 2006-2009

En el Cuadro 5.4-4 se resumen los resultados del monitoreo de MP10, expresado en términos de la concentración promedio anual, percentil 98 (P₉₈) y máxima diaria para cada año de registro. Los resultados muestran que la media para los años 2007 y 2008 es igual a 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, y se encuentra por sobre el valor de la norma anual de MP10 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Por su parte, el percentil 98 (P₉₈) de los años 2007 y 2008 está por sobre el valor de la norma diaria (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), alcanzando los 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y 179 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente. La máxima diaria registrada en el año 2008 es de 186 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Los Cuadros 5.4-5, 5.4-6, 5.4-7 y 5.4-8 muestran en detalle los resultados de monitoreo de MP10 de 24 horas del mismo período considerado, para los años 2006, 2007, 2008 y 2009.

Cabe precisar que la concentración de MP10 que está registrando la estación de control de INACESA Copiapó, registra el aporte de diversas fuentes de emisión de material particulado, además de INACESA. En efecto, en el entorno existen otras operaciones mineras que presentan emisiones de material particulado.

Como se discute más adelante, en la caracterización química, a partir de los resultados del contenido de calcio del MP10 y la composición del mismo en las emisiones (30% de Calcio), es posible inferir que INACESA Copiapó estaría contribuyendo en aproximadamente $15 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, esto es del orden del 18% del valor registrado por la estación de control. El aporte restante provendría del entorno natural ($\sim 30 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y otras fuentes ($\sim 38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

En análisis expuesto muestra que la estación de control que posee INACESA, estaría registrando el efecto de diversas fuentes de emisión, entre ellas la planta INACESA.

Cuadro 5.4-4 Resumen Registros MP10 Estación INACESA Copiapó, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

Parámetro	Norma	2006 ¹	2007	2008	Julio 2008- Junio 2009	2009 ²
Promedio Anual	50	72	72	83	65	56
Percentil 98	150	127	160	179	130	98
Máxima Diaria	-	176	175	186	134	118

Fuente: Elaboración Propia.

¹ Datos tomados a partir de agosto 2006

² Datos hasta junio 2009

Cuadro 5.4-5 Resumen Monitoreo Calidad del Aire MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estación INACESA, 2006

Días	Ago-06	Sep-06	Oct-06	Nov-06	Dic-06
1		82	60		
2					
3				72	93
4		69	54		
6				127	48
7		92	44		
8					
9				100	69
10		80	61		
11					
12				54	54
13		52	36		
14					
15				42	72
16		61	85		
17					

Días	Ago-06	Sep-06	Oct-06	Nov-06	Dic-06
18				80	96
19		33	59		
20	95				
21				123	38
22		52	79		
23	176				
24				64	69
25		73	60		
26	93				
27				68	60
28		65	68		
29	48				
30				40	
31			113		

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-6 Resumen Monitoreo Calidad del Aire MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estación INACESA, 2007

Días	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Sep-07	Oct-07	Nov-07	Dic-07
1	40			102	65				84	105		
2			76									
3		52				45	103				142	56
4	82			45	91				101	113		
5			71					54				
6		50				51	75				136	54
7	53			113	37				107	77		
8			56					29				
9		70				136	65				24	
10	55			35	45				158	112		
11			108					127				
12		78				175	71				111	94
13	36			63	52				49	59		
14			44					99				
15		35				62	48				101	34
16	66			68	66				88	83		
17			75					150				
18		82				63	88				93	87
19	46			118	63				95	170		
20			73					160				
21		41				39	38				68	37
22	41			89	43				87	88		
23			72					55				
24		92				82	28				24	46
25	40			52	60				40	121		
26			43					66				
27		43				66	46				56	49
28	71			83	44				117	27		
29			61					82				
30						77	68				28	53
31	65				34					27		

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-7 Resumen Monitoreo Calidad del Aire MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estación INACESA, 2008

Días	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08
1	24		80					88				
2						70	134				56	20
3		51		84	130				66	32		
4	102		50					115				
5						83	117				42	73
6		71		99	127				54	130		
7	55		60					118				
8						105	130				41	25
9		74		149	146				117	126		
10	111		76					105				
11						65	72				37	42
12		128		82	112				63	51		
13	37		146					102				
14						107	63				34	37
15		97		63	147				66	110		
16	40		89					68				
17						172	106				42	49
18		63		141	107				68	108		
19	98		81					40				
20						133	100				20	23
21		94		145	185				73	36		
22	179		147					82				
23						103	74				53	46
24		131		155	59				102	31		
25	59		186					86				
26		82				61	126				42	22
27				47	76				63	58		
28	38		78					95				
29						146	100				46	123
30				43	64				56	61		
31	29		67					89				

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-8 Resumen Monitoreo Calidad del Aire MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estación INACESA, 2009

Días	Ene-09	Feb-09	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09
1	41			63	59	
2			25			
3		45				52
4	31			118	57	
5			56			
6		47				45
7	35			82	58	
8			81			
9		43				46
10	56			85	52	
11			63			
12		41				63
13	23			59	95	
14			49			
15		28				116
16	33			79	98	
17			45			
18		66				98
19	41			46	60	
20			79			
21		40				92
22	69			54	77	
23			32			
24		52				78
25	37			68	89	
26			50			
27		28				71
28	58			71	72	
29			49			
30						99
31	33				52	

Fuente: Elaboración Propia.

ii. Estaciones de Fundición Hernán Videla Lira

En el Cuadro 5.4-9 se resumen los registros de MP10, expresado en términos de la concentración promedio (anual y trianual) y percentil 98 (P_{98}) para los años 2006, 2007

y 2008, para las estaciones de calidad del aire que opera la Fundación Hernán Videla Lira en el sector.

Cuadro 5.4-9 Resumen Monitoreo Calidad del Aire MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estaciones en Fundación Hernán Videla Lira

Estaciones	2006		2007		2008		2009 ¹		Promedio	Máximo
	\bar{X}	P ₉₈	\bar{X}	P ₉₈	\bar{X}	P ₉₈	\bar{X}	P ₉₈	3 años ²	Percentil 98
Copiapó	42	109	48	148	56	118	50	153	49	148
San Fernando	65	141	59	134	59	112	53	137	61	141
Paipote	69	172	73	191	83	131	79	259	75	259
Tierra Amarilla	65	131	80	174	75	125	65	131	73	174

1 Datos registrados hasta junio del 2009

2 Promedio considerando 2006, 2007 y 2008

Fuente: Elaboración Propia.

Si bien las localidades que cubre el monitoreo presentado en el Cuadro 5.4-9 quedan fuera del área de influencia del Proyecto, a continuación se discuten los resultados, en términos de los niveles de calidad que establece el DS 59/1998 del Ministerio de Salud.

Los resultados del monitoreo permiten verificar que la ciudad de Copiapó presenta niveles de MP10 en el aire, inferiores a los valores primarios que establece el DS 59/1998 del Ministerio de Salud. En efecto, la media anual considerando los tres años presenta un valor de $48,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (norma primaria: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y el valor máximo del Percentil 98 de la concentración en 24 horas, durante los tres años, corresponde a $147,6 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (norma primaria: $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Los registros en Tierra Amarilla indican que el nivel de MP10 supera la norma anual, al igual que las concentraciones de 24 horas que establece el referido decreto. En efecto, la media anual considerando los tres años presenta un valor de $73,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (norma primaria: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) y el valor máximo del Percentil 98 de la concentración en 24 horas, durante los tres años, corresponde a $173,7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (norma primaria: $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

5.4.2.2 Composición Química del Material Particulado

i. Estación INACESA Copiapó

El material particulado fue sometido a análisis químico para determinar su contenido de cadmio (Cd), cromo (Cr), plomo (Pb), cobalto (Co), arsénico (As), hierro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni), vanadio (V), calcio (Ca) y sílice cristalizada (SiO_2). En los Cuadros

5.4-10, 5.4-11, 5.4-12 y 5.4-13 se presentan los resultados de la composición química del material particulado para los años 2006, 2007, 2008 y 2009, respectivamente.

Adicionalmente, se han elaborado dos gráficos con la concentración de calcio y cobre en el MP10, los cuales se muestran en las Ilustraciones 5.4-9 y 5.4-10 respectivamente.

En la Ilustración 5.4-9 es posible apreciar que la concentración de Calcio ha disminuido el valor promedio de la concentración de alrededor del 70% desde aproximadamente $15 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ hasta $3 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, principalmente desde la entrada en operación del proyecto “Optimización Planta de Cal Copiapó”, el cual consideró la instalación de un filtro de mangas que se encuentra en operación desde junio de 2007. De acuerdo a los registros, la concentración de Calcio para el 2008 alcanzó los $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, levemente superior al Calcio determinado para igual período en la estación Paipote ($1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Puede que la concentración de Calcio de Paipote sea de fondo, ya que no existen fuentes de Calcio en torno a esta estación, y en virtud de ello, la diferencia entre este valor y el registrado por la estación de control de INACESA ($3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) representa el aporte de la actual operación de INACESA.

Por otro lado, la Ilustración 5.4-10 grafica la concentración del Cobre en el MP10, en escala logarítmica, en la Estación INACESA Copiapó. De manera de comparar los niveles de Cu registrados en la estación INACESA Copiapó con otros sectores sin actividad industrial minera se ha incorporado en dicho gráfico la concentración de Cu en el valle del Huasco como nivel de comparación, con un valor de $0,022 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Este valor fue obtenido de la línea base presentada al SEIA en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto El Morro.

En el gráfico de la Ilustración 5.4-10 es posible ver que el nivel de cobre en el MP10 de INACESA Copiapó presenta valores promedio de más de diez veces el valor de comparación antes mencionado. Esto se explicaría por el desarrollo de actividad minera ligada a la industria del cobre, en la zona entorno a la estación monitora INACESA Copiapó, cuyas emisiones de MP10 estarían incidiendo en la estación monitora INACESA Copiapó.

Lo anterior reafirma lo mencionado en párrafos anteriores, que la estación de control de INACESA estaría registrando el efecto de diversas fuentes de emisión de PM10.

Cuadro 5.4-10 Resumen Monitoreo Composición Química de MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N. Estación INACESA Copiapó Año 2006

Fecha	Cd	Cr	Pb	Co	As	Fe	Cu	Ni	V	SiO ₂ Libre	Ca
01-09-2006	0,0041	0,0027	0,0760	0,0054	0,0220	0,6680	0,2450	0,0007	0,0007		
10-09-2006										3,65	4,98
16-09-2006	0,0040	0,0040	0,0830	0,0047	0,0210	0,4790	0,1770	0,0007	0,0007		
19-09-2006										2,44	3,80
01-10-2006	0,0060	0,0027	0,0680	0,1140	0,0500	0,6980	0,1810	0,0007	0,0007		
07-10-2006										2,06	3,03
19-10-2006										3,48	7,89
25-10-2006	0,0054	0,0027	0,1160	0,1920	0,0630	1,6690	0,7400	0,0034	0,0007		
06-11-2006	0,0033	0,0027	0,0250	0,0007	0,1030	8,9750	0,2770	0,0007	0,0094		
09-11-2006										2,45	14,36
21-11-2006	0,0034	0,0027	0,0340	0,0007	0,0750	7,3920	0,3580	0,0007	0,0181		
24-11-2006										1,24	5,19
03-12-2006	0,0067	0,0027	0,1430	0,0007	0,0850	1,3160	0,4570	0,0034	0,0047		
09-12-2006										3,16	2,60
18-12-2006	0,0216	0,0027	0,1870	0,0007	0,1850	1,9340	0,7410	0,0040	0,0061		
21-12-2006										2,80	2,92
Promedio	0,007	0,003	0,092	0,04	0,076	2,891	0,397	0,002	0,005	2,66	5,596
Máximo	0,022	0,004	0,187	0,192	0,185	8,975	0,741	0,004	0,0181	3,65	14,36
Mínimo	0,003	0,003	0,025	0,0007	0,021	0,479	0,177	0,0007	0,0007	1,24	2,6

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-11 Resumen Monitoreo Composición Química de MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Estación INACESA Copiapó Año 2007

Fecha	Cd	Cr	Pb	Co	As	Fe	Cu	Ni	V	SiO ₂ Libre	Ca
04-01-2007	0,0041	0,0007	0,0780	0,0061	0,0620	1,5580	0,5460	0,0014	0,0034		
07-01-2007										2,83	4,84
19-01-2007										2,79	5,07
25-01-2007	0,0047	0,0007	0,1040	0,0040	0,0150	0,6010	0,1000	0,0007	0,0027		
06-02-2007	0,0034	0,0007	0,0260	0,0067	0,1680	0,9170	0,0260	0,0007	0,0027		
09-02-2007										2,69	5,23
24-02-2007	0,0168	0,0007	0,0700	0,0013	0,5510	0,4760	0,7780	0,0007	0,0067		
27-02-2007										1,20	5,81
02-03-2007	0,0073	0,0020	0,0070	0,0053	0,0650	0,7590	0,2730	0,0027	0,0047		
11-03-2007										2,74	2,09
17-03-2007	0,0067	0,0027	0,1470	0,0067	0,1260	0,8140	0,4160	0,0020	0,0047		
20-03-2007										2,25	1,19
01-04-2007	0,0153	0,0053	0,3840	0,0027	0,2110	1,4480	0,9160	0,0040	0,0139		
07-04-2007										2,32	10,61
19-04-2007										3,04	11,98
22-04-2007	0,0099	0,0093	0,1760	0,0013	0,0950	1,7840	0,2820	0,0046	0,0139		
04-05-2007	0,0073	0,0046	0,1680	0,0026	0,1400	1,0640	0,5300	0,0040	0,0093		
07-05-2007										1,64	3,11
19-05-2007										1,50	5,33
22-05-2007	0,0086	0,0053	0,1190	0,0020	0,0760	0,5260	0,2110	0,0020	0,0066		
09/06/2007										3,68	15,91
12/06/2007	0,0177	0,0065	0,3960	0,0007	0,3000	2,9910	1,4270	0,0072	0,0164		
21/06/2007										2,05	5,28
24/06/2007	0,0079	0,0079	0,1750	0,0007	0,1020	1,3380	0,6660	0,0040	0,0132		

Fecha	Cd	Cr	Pb	Co	As	Fe	Cu	Ni	V	SiO ₂ Libre	Ca
03/07/2007	0,0067	0,0060	0,1370	0,0007	0,0700	1,9450	0,4040	0,0047	0,0087		
09/07/2007										5,04	3,29
18/07/2007	0,0033	0,0020	0,0600	0,0007	0,0180	0,7250	0,2980	0,0013	0,0033		
21/07/2007										3,2	2,48
08-08-2007										1,29	1,96
17-08-2007	0,0040	0,0026	0,0765	0,0007	0,0996	2,1570	0,4479	0,0040	0,0053		
20-08-2007										1,53	18,84
29-08-2007	0,0165	0,0026	0,2574	0,0007	0,1880	1,4825	0,6698	0,0026	0,0053		
07-09-2007										2,64	2,68
10-09-2007	0,0113	0,0026	0,1423	0,0026	0,2091	2,0053	0,6479	0,0013	0,0079		
19-09-2007										5,54	3,97
22-09-2007	0,0033	0,0026	0,0256	0,0007	0,0256	0,9343	0,3900	0,0007	0,0026		
07-10-2007										1,44	1,79
10-10-2007	0,0046	0,0092	0,2780	0,0007	0,0830	1,4822	0,7510	0,0105	0,0046		
19-10-2007										1,69	4,56
25-10-2007	0,0073	0,0099	0,2493	0,0020	0,0807	2,3280	1,1442	0,0126	0,0046		
03-11-2007	0,0125	0,0026	0,1727	0,0026	0,0699	2,0699	0,8655	0,0020	0,0059		
06-11-2007										1,11	13,47
18-11-2007	0,0046	0,0026	0,1726	0,0020	0,0397	1,6931	0,4054	0,0013	0,0040		
21-11-2007										1,89	14,63
Promedio	0,008	0,004	0,156	0,002	0,127	1,414	0,554	0,003	0,007	2,459	6,551
Máximo	0,018	0,010	0,396	0,007	0,551	2,991	1,427	0,013	0,016	5,540	18,840
Mínimo	0,003	0,001	0,007	0,001	0,015	0,476	0,026	0,001	0,003	1,110	1,190

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-12 Resumen Monitoreo Composición Química de MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Estación INACESA Copiapó Año 2008

Fecha	Cd	Cr	Pb	Co	As	Fe	Cu	Ni	V	SiO ₂ Libre	Ca
07-01-2008										0,2090	3,76
10-01-2008	0,0053	0,0053	0,5710	0,0127	0,0273	3,6043	1,8308	0,0007	0,2445		
22-01-2008	0,0140	0,0027	0,6201	0,0181	0,1104	8,1137	7,8595	0,0007	0,0161		
31-01-2008										0,7741	3,87
09-02-2008										0,0068	7,79
12-02-2008	0,0483	0,0428	0,4222	0,0075	0,1400	4,5819	2,8742	0,0258	0,0007		
21-02-2008										0,2331	7,49
24-02-2008	0,0188	0,0336	0,3457	0,0061	0,0989	3,6503	2,2670	0,0188	0,0007		
07-03-2008										1,6386	2,45
10-03-2008	0,0061	0,0027	0,0761	0,0013	0,0444	0,8552	0,7138	0,0128	0,0007		
19-03-2008										1,7039	2,13
25-03-2008	0,0187	0,0027	0,3060	0,0067	0,2187	3,2667	1,7600	0,0647	0,0093		
06-04-2008	0,0067	0,0100	0,1776	0,0100	0,1317	3,0140	1,7232	0,0027	0,0073		
09-04-2008										1,7341	7,40
18-04-2008	0,0033	0,0040	0,1142	0,0046	0,0618	2,2975	1,7663	0,0007	0,0080		
21-04-2008										2,3901	2,38
03-05-2008	2,3835	0,0060	0,2088	0,0040	0,1463	2,4840	1,5678	0,0027	0,0206		
09-05-2008										1,1332	14,69
15-05-2008	0,0059	0,0046	0,1660	0,0092	0,2009	6,0316	2,2846	0,0079	0,0494		
05-06-2008	0,0033	0,0026	0,0592	0,0007	0,0434	2,1922	0,6781	0,0007	0,0099		
08-06-2008										3,6721	4,28
17-06-2008	0,0059	0,0144	0,2046	0,0052	0,0859	7,0689	1,6485	0,0079	0,0407		
20-06-2008										1,1749	9,35
02-07-2008	0,0085	0,0026	0,2030	0,0092	0,1439	5,7129	1,6925	0,0007	0,0007		

Fecha	Cd	Cr	Pb	Co	As	Fe	Cu	Ni	V	SiO ₂ Libre	Ca
05-07-2008										2,5131	3,37
17-07-2008	0,0033	0,0026	0,0554	0,0092	0,0495	6,0739	0,8581	0,0007	0,0007		
20-07-2008										3,1649	3,20
10-08-2008											8,9
19-08-2008											0,3
03-09-2008											7,2
24-09-2008											8,3
09-10-2008											3,8
24-10-2008											2,0
08-11-2008											0,5
20-11-2008											0,8
08-12-2008											0,3
20-12-2008											1,8
Promedio	0,181	0,010	0,252	0,007	0,107	4,211	2,109	0,011	0,029	1,565	4,611
Máximo	2,384	0,043	0,620	0,018	0,219	8,114	7,860	0,065	0,245	3,672	14,690
Mínimo	0,003	0,003	0,055	0,001	0,027	0,855	0,678	0,001	0,001	0,007	0,300

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-13 Resumen Monitoreo Composición Química de MP10, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Estación INACESA Copiapó Año 2009

Fecha	Cd	Cr	Pb	Co	As	Fe	Cu	Ni	V	SiO ₂ Libre	Ca
07-01-2009											3,43
19-01-2009											2,22
09-02-2009											1,28
18-02-2009											4,49
08-03-2009											0,34
20-03-2009											0,47
01-04-2009											2,40
04-04-2009											8,00
07-04-2009											1,50
10-04-2009											4,30
13-04-2009											2,40
16-04-2009											5,00
19-04-2009											0,60
22-04-2009											4,80
25-04-2009											1,40
28-04-2009											2,90
01-05-2009	0,003	<0,003	0,047	<0,003	0,111	0,972	0,272	0,003	<0,015	28,869	1,64
04-05-2009	0,002	<0,003	0,024	<0,003	0,035	0,853	0,205	<0,003	<0,015	27,794	1,34
07-05-2009	0,002	<0,003	0,025	<0,003	0,035	0,909	0,212	<0,003	<0,015	23,932	2,00
10-05-2009	0,002	<0,003	0,029	<0,003	0,049	1,217	0,375	<0,003	<0,015	26,343	2,25
13-05-2009	0,006	<0,003	0,098	<0,003	0,107	1,940	0,353	0,010	0,041	47,586	21,46
16-05-2009	0,002	<0,003	0,080	<0,003	0,065	2,070	0,130	0,004	0,026	48,101	6,82
19-05-2009	0,008	<0,003	0,068	<0,003	0,086	1,028	0,114	0,003	<0,015	31,212	1,57
22-05-2009	0,015	<0,003	0,209	0,003	0,148	2,453	0,790	0,007	0,033	38,387	5,52

Fecha	Cd	Cr	Pb	Co	As	Fe	Cu	Ni	V	SiO ₂ Libre	Ca
25-05-2009	0,009	<0,003	0,084	0,005	0,030	3,692	0,459	<0,003	<0,015	44,724	6,84
28-05-2009	0,012	<0,003	0,104	0,005	0,012	3,050	0,651	<0,003	<0,015	35,867	2,50
31-05-2009	0,003	<0,003	0,030	<0,003	0,022	0,542	0,061	<0,003	<0,015	26,018	3,67
Promedio	0,006	<0,003	0,073	-	0,064	1,702	0,329	-	-	34,439	3,75
Máximo	0,015	<0,003	0,209	0,005	0,148	3,692	0,790	0,010	0,041	48,101	21,46
Mínimo	0,002	<0,003	0,024	<0,003	0,012	0,542	0,061	<0,003	<0,015	23,932	0,34

Fuente: Elaboración Propia.

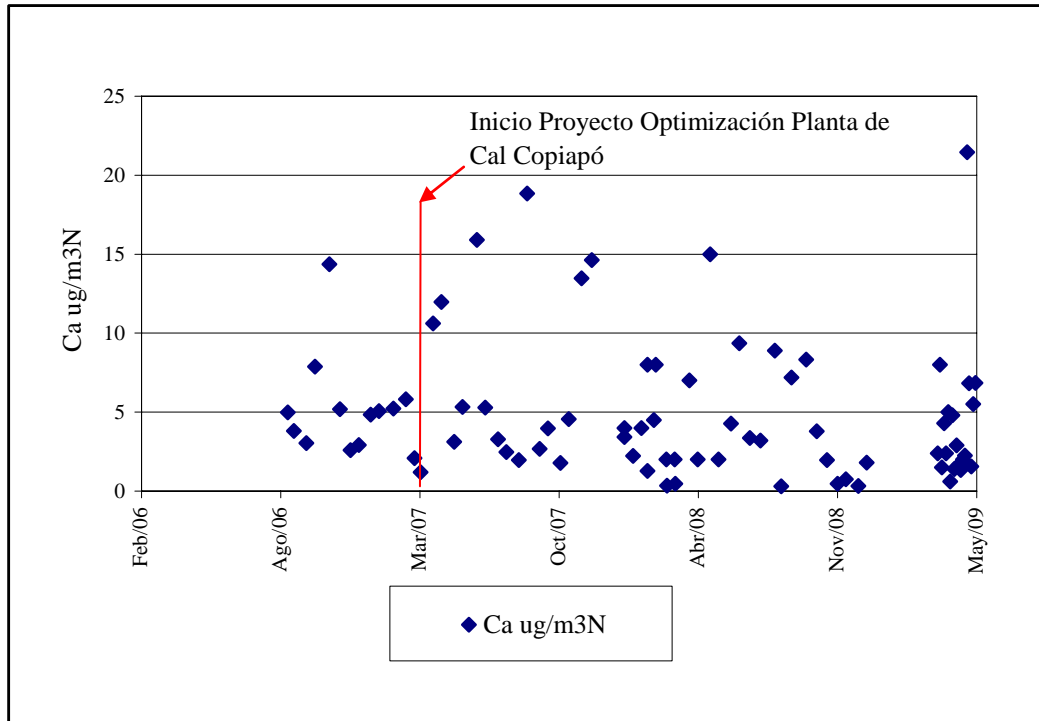


Ilustración 5.4-9 Variación de la Concentración de Calcio en el MP10, Estación INACESA Copiapó, periodo 2006-2009

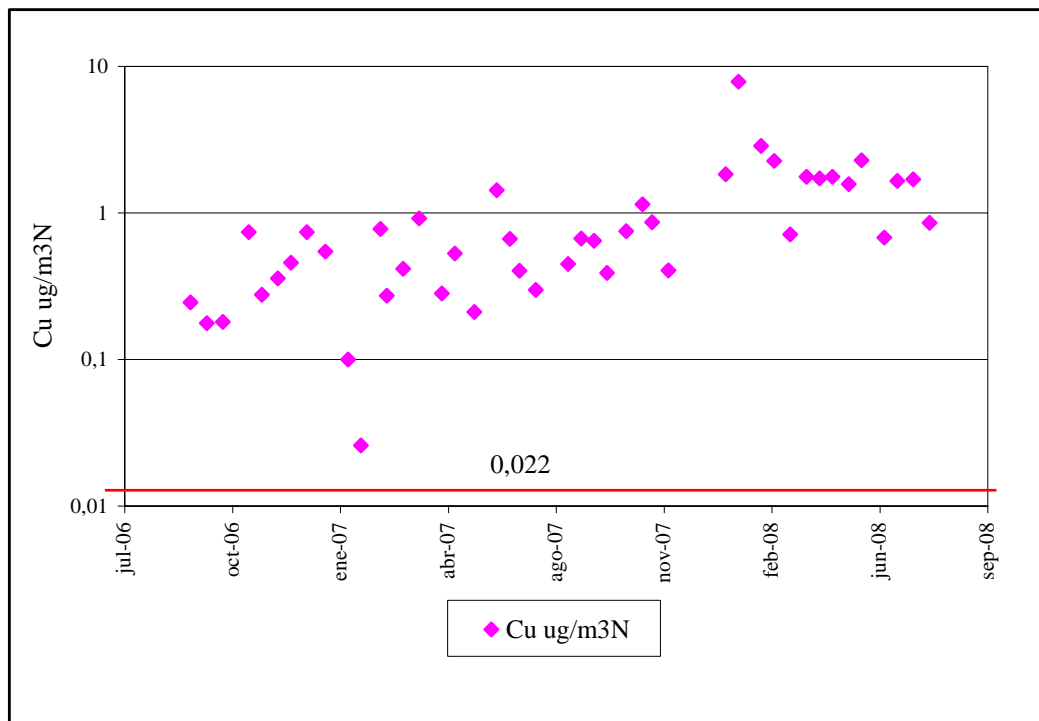


Ilustración 5.4-10 Variación de la Concentración de Cobre en el MP10, Estación INACESA Copiapó, periodo 2006-2008

ii. Estación Paipote

El material particulado monitoreado en la estación Paipote fue sometido a análisis químico para determinar su contenido de arsénico (As), níquel (Ni), vanadio (V) y calcio (Ca). En el Cuadro 5.4-14 se presentan los resultados de la composición química del material particulado para el año 2007, en el Cuadro 5.4-15 se presentan los resultados para el año 2008 y en el Cuadro 5.4-16 hasta el mes de abril del año 2009.

La concentración de vanadio (V) en el MP10 de la estación Paipote presentó registros constantes durante los años 2007, 2008 y 2009, con valores menores a $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En los años 2008 y 2009 sólo hubo tres y cuatro registros, respectivamente, con valores superiores a $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El máximo fue $0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en enero de 2008.

Por otro lado es posible apreciar que el promedio de la concentración de níquel (Ni) ha descendido de manera constante alrededor de un 20% entre el 2007 y el 2009, presentando este último un valor de $0,004 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

En relación al Calcio, los registros de 2008 indican que la concentración es de $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Esta estación no se encuentra expuesta a fuentes antropogénicas de Calcio, por lo que es posible inferir que este valor podría estar relacionado a un aporte ambiental o de fondo.

Cuadro 5.4-14 Resumen Monitoreo Composición Química de MP10 Año 2007, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estación Paipote

Fecha	As	Ni	V
11-04-2007	0,030	0,004	<0,060
23-04-2007	0,010	0,003	<0,060
26-04-2007	0,310	0,01	<0,060
04-05-2007	0,240	0,006	<0,060
29-05-2007	0,010	0,004	<0,060
13-06-2007	0,480	0,01	<0,060
22-06-2007	0,040	0,004	<0,060
28-06-2007	0,170	0,009	<0,060
01-07-2007	0,220	0,01	<0,060
07-07-2007	0,030	0,004	<0,060
13-07-2007	0,080	0,07	<0,060
12-08-2007	0,006	0,004	<0,060
18-08-2007	0,340	0,02	<0,060
24-08-2007	0,040	0,01	<0,060

Fecha	As	Ni	V
11-09-2007	0,160	0,012	<0,060
17-09-2007	0,002	0,01	<0,060
20-09-2007	0,050	0,01	<0,060
17-10-2007	0,080	0,02	<0,060
20-10-2007	0,010	0,02	<0,060
23-10-2007	0,060	0,15	<0,060
01-11-2007	0,001	0,01	<0,060
16-11-2007	0,060	0,004	<0,060
28-11-2007	0,040	0,01	<0,060
10-12-2007	0,003	0,02	<0,060
25-12-2007	0,001	0,02	<0,060
31-12-2007	0,003	0,01	<0,060
Promedio	0,095	0,018	<0,060
Máximo	0,480	0,150	<0,060
Mínimo	0,001	0,003	<0,060

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-15 Resumen Monitoreo Composición Química de MP10 Año 2008, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estación Paipote

Fecha	As	Ni	V	Ca
03-01-2008	0,020	0,004	0,080	1,29
18-01-2008	0,010	0,003	0,070	0,33
21-01-2008	0,020	0,003	0,070	0,36
11-02-2008	0,020	0,003	<0,060	0,24
23-02-2008	0,020	0,003	<0,060	0,36
26-02-2008	0,020	0,003	<0,060	0,11
12-03-2008	0,010	0,003	<0,060	0,40
18-03-2008	0,070	0,003	<0,060	0,14
24-03-2008	0,075	0,005	<0,060	0,62
02-04-2008	0,010	0,003	<0,060	2,23
05-04-2008	0,510	0,010	<0,060	5,33
23-04-2008	0,140	0,004	<0,060	2,35
05-05-2008	0,230	0,008	<0,060	1,59
14-05-2008	0,120	0,010	<0,060	0,65
26-05-2008	0,020	0,003	<0,060	0,38
07-06-2008	0,050	0,005	<0,060	2,20
19-06-2008	0,060	0,006	<0,060	3,60

Fecha	As	Ni	V	Ca
28-06-2008	0,170	0,010	<0,060	4,90
18-07-2008	0,003	0,004	<0,060	0,43
21-07-2008	0,040	0,010	<0,060	1,93
30-07-2008	0,100	0,010	<0,060	1,32
01-08-2008	0,100	0,004	<0,060	0,24
07-08-2008	0,330	0,010	<0,060	1,22
19-08-2008	0,230	0,010	<0,060	1,52
05-09-2008	0,012	0,004	<0,060	0,002
11-09-2008	0,090	0,006	<0,060	0,010
20-09-2008	0,320	0,009	<0,060	0,009
05-10-2008	0,120	0,010	<0,060	0,006
20-10-2008	0,020	0,004	<0,060	0,003
26-10-2008	0,070	0,004	<0,060	0,004
07-11-2008	0,010	0,004	<0,060	0,106
13-11-2008	0,020	0,004	<0,060	0,004
16-11-2008	0,040	0,004	<0,060	0,380
07-12-2008	0,010	0,004	<0,060	2,500
13-12-2008	0,010	0,004	<0,060	3,700
19-12-2008	0,010	0,004	<0,060	3,700
Promedio	0,086	0,006	0,061	1,227
Máximo	0,510	0,010	0,080	5,330
Mínimo	0,003	0,003	<0,060	0,002

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-16 Resumen Monitoreo Composición Química de MP10 Año 2009, en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Estación Paipote

Fecha	As	Ni	V
09-01-2009	0,040	0,004	<0,060
12-01-2009	0,004	0,004	<0,060
21-12-2009	0,012	0,004	<0,060
02-02-2009	0,003	0,004	<0,060
11-02-2009	0,093	0,004	<0,060
20-02-2009	0,210	0,004	<0,060
13-03-2009	0,070	0,003	0,070
19-03-2009	0,270	0,005	0,070
22-03-2009	0,030	0,003	0,070
15-04-2009	0,090	0,005	<0,060

Fecha	As	Ni	V
18-04-2009	0,080	0,007	0,070
30-04-2009	0,080	0,003	<0,060
Promedio	0,082	0,004	0,063
Máximo	0,270	0,007	0,070
Mínimo	0,003	0,003	>0,060

Fuente: Elaboración Propia.

5.4.2.3 Resultados y Análisis Monitoreo SO₂

iii. Estación INACESA Copiapó

En la Ilustración 5.4-11 se presenta la variación mensual de la concentración de SO₂ para el periodo comprendido desde enero 2007 hasta junio 2009.

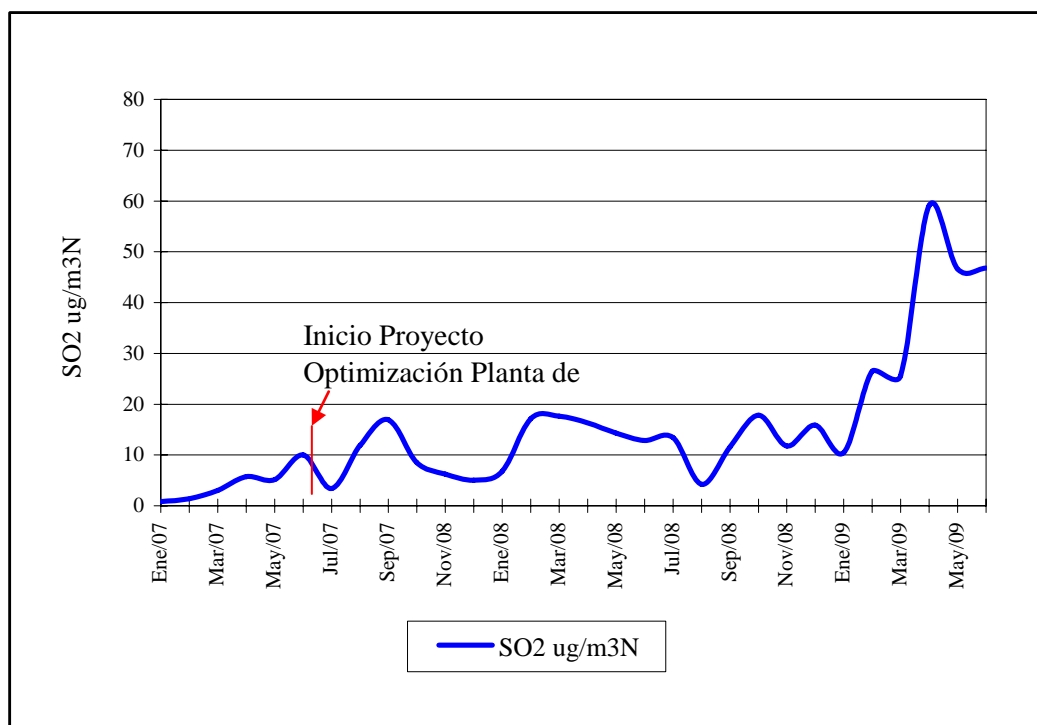


Ilustración 5.4-11 Variación de la Concentración Media Mensual de SO₂, Estación INACESA Copiapó, periodo 2007-2009

Se puede apreciar que desde el inicio de la operación del Proyecto Optimización Planta de Cal Copiapó la concentración se mantiene con valores inferiores a 20 µg/m³N. Sin embargo, el promedio mensual de la concentración de SO₂ experimenta un evento de alza desde febrero de 2009, alcanzando el valor máximo en abril igual a 59 µg/m³N.

En el Cuadro 5.4-17 se muestra el resumen de los resultados del monitoreo de SO₂ de 24 horas, para el periodo comprendido entre agosto de 2006 y mayo de 2009 comparado con el valor de la norma.

Es importante mencionar que la gran parte de los días en que se registraron mayores niveles de concentración la Planta de Cal se encontraba detenida, en efecto, tal como es posible ver en el Cuadro 5.4-21, hay tres valores superiores a 100 µg/m³N entre el 18 de abril y el 26 de abril que elevan el promedio mensual, sin embargo la planta de cal no operó entre el 18 y 24 de abril del 2009.

Cuadro 5.4-17 Resumen Registros de SO₂, en µg/m³N, Estación INACESA Copiapó

Parámetro	Norma	2006 ¹	2007	2008	2009 ²
Media Anual	80	2	7	13	36
P99	250	5	53	51	133
Máxima Diaria	-	6	72	60	158

Fuente: Elaboración Propia.

¹ Datos tomados a partir de agosto de 2006

² Datos hasta junio de 2009

Los registros disponibles para el periodo 2007-2009 muestran que la concentración media de SO₂ en el área de influencia del Proyecto es de 18 µg/m³N y el P₉₉ de la concentración de 24 horas es de 79 µg/m³N. Estos valores son inferiores a los valores de la norma primaria que establece el DS N° 113/2001 MINSEGPRES, tanto para la norma anual (80 µg/m³N) como la norma de 24 horas (250 µg/m³N). Por su parte, la máxima registrada en el mismo período de análisis es de 158 µg/m³N.

Si bien no se tienen datos para 3 años completos consecutivos; dado el nivel de concentración de SO₂ registrado por esta estación, se prevé que se cumplirá con la normativa vigente anual y diaria.

Los Cuadros 5.4-18 a 5.4-21 presentan el detalle de los registros de SO₂ en el período de monitoreo.

Cuadro 5.4-18 Resumen Monitoreo Calidad del Aire SO₂, en µg/m³N Estación INACESA 2006

Días	Ago-06	Sep-06	Oct-06	Nov-06	Dic-06
1	s/r	1	1	1	1
2	s/r	2	5	1	2
3	s/r	1	1	1	4
4	s/r	2	1	1	3
5	s/r	2	1	1	3
6	s/r	2	4	2	2
7	s/r	4	1	0	0
8	s/r	2	3	1	1
9	s/r	1	1	1	1
10	s/r	2	1	1	1
11	s/r	1	4	1	1
12	s/r	0	1	-	1
13	s/r	0	1	2	1
14	s/r	0	1	1	2
15	s/r	1	1	1	0
16	s/r	1	1	1	1
17	s/r	2	1	1	1
18	s/r	0	1	2	2
19	s/r	5	2	6	1
20	s/r	3	3	2	1
21	s/r	4	4	2	1
22	s/r	2	1	3	1
23	s/r	1	1	2	1
24	s/r	4	2	1	3
25	s/r	3	1	3	2
26	s/r	1	0	1	2
27	s/r	3	1	3	1
28	2	2	1	2	2
29	s/r	1	1	2	1
30	0	1	1	1	3
31	0		1		2

Fuente: Elaboración Propia.

s/r: Sin Registro.

- : Error en el dato.

Cuadro 5.4-19 Resumen Monitoreo Calidad del Aire SO₂, en µg/m³N Estación INACESA 2007

Días	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Sep-07	Oct-07	Nov-07	Dic-07
1	1	1	1	15	9	6	26		53	7	0	8
2	0	1	1	9	4	7	5		23	19	1	2
3	1	1	2	10	34	5	8	9	56	11	9	3
4	1	1	3	2	8	18	1	20	72	18	2	10
5	1	1	1	11	15	9	1	5	28	11	1	7
6	0	1	1	2	3	17	1	3	29	25	5	1
7	1	1	1	8	1	8	1	5	28	11	7	3
8	1	1	1	9	3	12	1	4	15	5	1	
9	1	1	1	1	8	16	1	6	60	38	3	14
10	0	1	1	1	1	6	1	6	11	9	11	25
11	1	5	4	5	10	17	1	32	21	6	23	9
12	1	2	1	3	3	30	1	3	10	5	22	11
13	1	1	2	4	3	18	1	14	4	1	9	1
14	1	1	4	2	5	19	1	5	4	6	5	3
15	1		5	5	3	3	1	4	15	3	7	1
16	0	1	7	2	3	10	1	5	5	4	3	1
17	1	2	5	3	2	4	1	6	3	7	27	1
18	1	1	1	2	3	6	1	7	4	30	4	7
19	1	1	1	4	3	11	1	6	6	8	6	4
20	1	1	5	8	5	4	1	13	5	2	2	1
21	1	1	3	2	4	2	1	19	3	3	4	3
22	1	3	7	5	2	2	2	6	7	1	1	6
23	1	2	12	1	5	3	2	9	3	4	2	1
24	1	6	6	1	5	5	3	6	3	3	1	2
25	1	3	2	1	3	7	2	3	1	13	1	0
26	1	1	1	1	1	4	5	5	3	4	5	0
27	1	1	1	3	6	6	4	26	7	2	9	2
28	1	0	1	17	3	22	4	15	5	2	13	3
29	1		4	19	3	8	14	39	13	1	4	8
30	1		2	13	3	13	4	14	13	2	1	5
31	1		10		1		8	51		1		9

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-20 Resumen Monitoreo Calidad del Aire SO₂, en µg/m³N Estación INACESA, 2008

Días	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08
1	1	1	13	2	11	6	15	9	6	7	3	2
2	1	1	45	1	13	5	28	13	2	6	9	2
3	2	10	15	37	25	9	20	2	2	2	3	2
4	13	7	8	9	11	21	17	26	1	6	8	13
5	19	4	11	24	8	14	12	11	3	18	3	47
6	2	8	10	17	32	4	5	19	3	15	7	13
7	1	13	7	6	36	20	5	3	5	40	2	12
8	1	6	7	16	20	7	10	2	17	21	11	26
9	1	7	11	36	26	2	2	2	14	41	15	34
10	1	21	12	51	16	15	8	1	7	16	16	24
11	1	28	20	1	13	4	14	2	8	20	9	14
12	1	38	29	11	33	5	5	2	4	9	32	34
13	1	26	8	21	34	9	12	2	30	11	5	4
14	1	34	10	17	27	8	15	2	42	34	1	8
15	1	38	18	9	24	15	11	1	26	37	1	4
16	1	30	24	7	7	45	9	1	22	54	3	18
17	1	20	12	46	4	16	16	1	13	60	27	13
18	1	17	21	14	7	12	12	1	3	26	6	18
19	11	37	12	45	21	3	8	1	7	18	7	47
20	6	2	54	2	6	3	11	1	19	7	7	19
21	45	10	11	8	15	15	26	1	15	14	7	28
22	46	11	18	10	15	31	13	1	5	6	5	18
23	36	19	22	26	8	6	18	1	14	12	39	16
24	1	26	37	36	5	21	7	2	26	3	50	2
25	2	7	29	3	3	24	17	1	3	4	10	5
26	3	6	7	6	2	5	9	1	7	15	1	13
27	4	10	7	9	9	8	11	2	20	3	3	1
28	1	33	9	9	2	7	18	1	16	19	32	10
29	1	26	22	9	2	21	23	4	4	16	27	26
30	4		23	1	6	23	10	7	2	10	4	40
31	3		14		4		29	5		5		13

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 5.4-21 Resumen Monitoreo Calidad del Aire SO₂, en µg/m³N Estación INACESA, 2009

Días	Ene-09	Feb-09	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09
1	3	34	21	58	27	10
2	1	13	39	25	29	21
3	2	27	14	36	39	31
4	3	23	21	31	12	8
5	14	52	69	54	65	131
6	29	20	16	72	16	51
7	19	2	24	82	28	46
8	24	59	40	71	25	44
9	3	51	47	87	79	19
10	4	35	5	44	28	63
11	21	25	52	70	27	75
12	4	47	73	25	26	88
13	3	2	27	45	39	44
14	10	3	57	34	30	18
15	10	7	15	68	64	50
16	9	41	5	32	49	63
17	7	2	30	57	64	35
18	5	2	6	158	65	26
19	21	19	19	24	118	43
20	13	39	27	52	65	76
21	25	8	11	133	17	43
22	23	20	4	67	57	89
23	21	22	10	45	92	40
24	4	38	4	50	48	91
25	10	44	9	91	51	85
26	10	75	16	127	87	16
27	6	12	18	19	56	18
28	4	19	18	57	20	17
29	3		31	40	23	25
30	6		24	15	59	35
31	10		45		43	

Fuente: Elaboración Propia.

Para entender a cabalidad cómo se relacionan los registros de SO₂ de la estación de control con el patrón de viento, se ha elaborado una rosa de calidad de viento cuya gráfica se presenta en la Ilustración 5.4-12. La rosa de calidad del viento muestra la concentración media de SO₂ para cada dirección de viento.

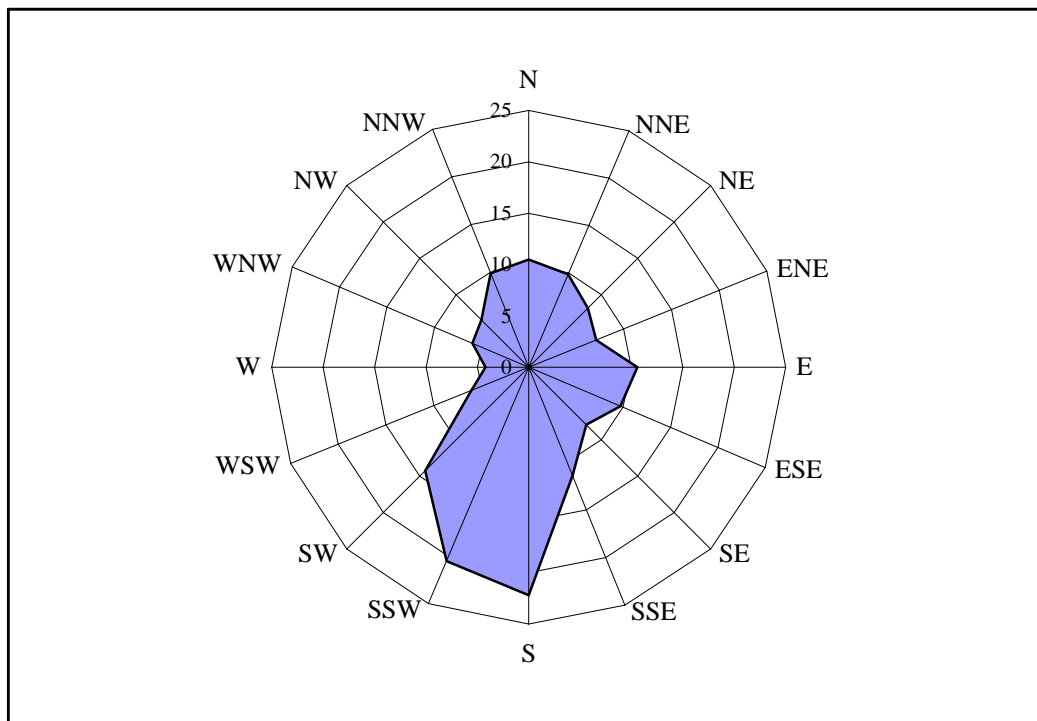


Ilustración 5.4-12 Rosa de Calidad de Viento, SO₂

En la Ilustración 5.4-12 se puede apreciar que las mayores concentraciones de SO₂ provinieron de las direcciones S y SSW, con valores sobre los 20 µg/m³N. Las concentraciones provenientes desde la planta INACESA Copiapó (rango E–N) no superaron los 10 µg/m³N, a excepción de la dirección E que superó levemente este valor.

También se preparó una gráfica que muestra el ciclo diario de las concentraciones de SO₂, que se presenta en la Ilustración 5.4-13 y, complementariamente, una gráfica que muestra el ciclo diario de la frecuencia de viento, que se presenta en la Ilustración 5.4-13.

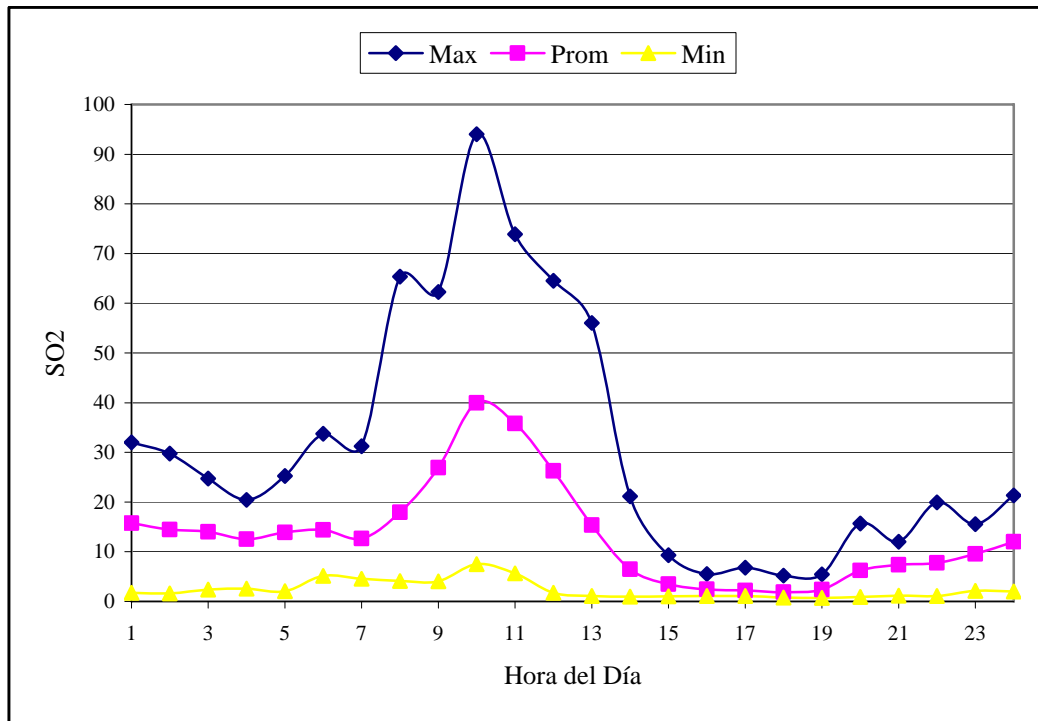


Ilustración 5.4-13 Ciclo Diario de la Concentración de SO₂

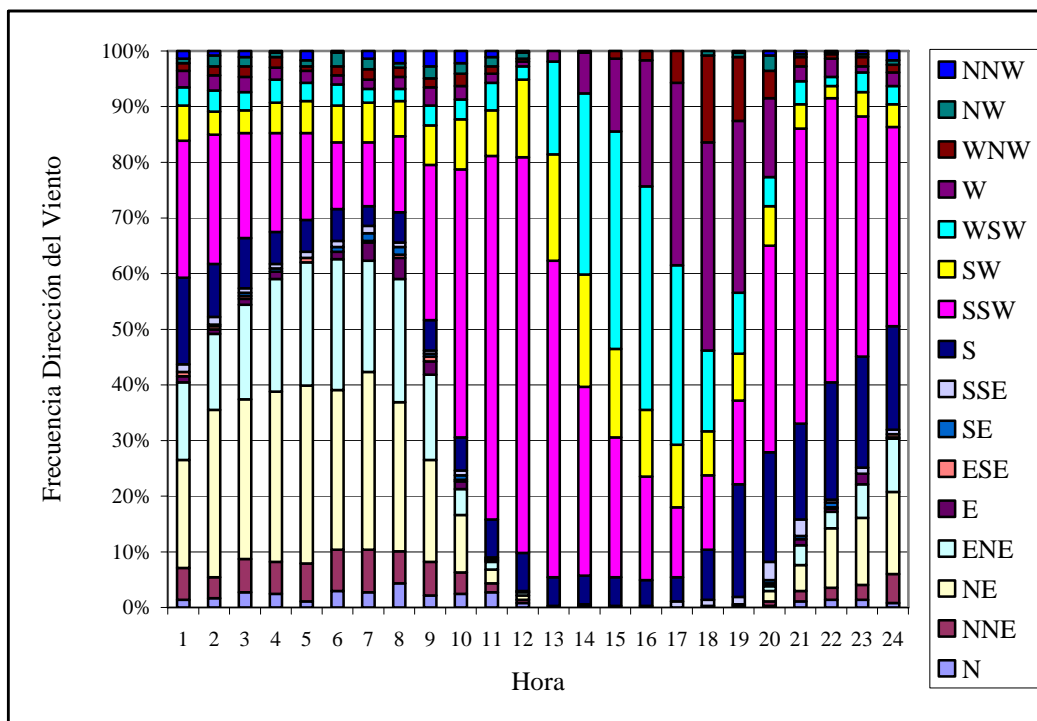


Ilustración 5.4-14 Ciclo Diario de la Dirección del Viento

Al observar la Ilustración 5.4-13, se aprecia que las máximas concentraciones promedio de SO₂ se registraron entre las 9 y 12 hrs, y las mínimas concentraciones se registraron en la tarde, entre las 15 y 19 hrs. El Peak se produjo a las 10 hrs con una concentración sobre 40 µg/m³N. Las concentraciones máximas horarias presentaron un ciclo similar a las concentraciones promedio, pero con una mayor oscilación, la que llegó hasta valores de 95 µg/m³N.

En la Ilustración 5.4-14 se observa que el ciclo de la dirección del viento presentó un comportamiento definido en el transcurso del día, en el cual se distinguieron cuatro momentos: madrugada, mañana-mediodía, tarde y noche.

En la madrugada, entre las 1 y 7 hrs los valores de concentración promedio de SO₂ estuvieron en torno a los 15 µg/m³N, con predominancia de direcciones del viento en el rango N-E.

En la mañana-mediodía, entre las 8 y 13 hrs, se presentaron los mayores valores de concentración. Tal como se explicó en párrafos anteriores, el Peak promedio se registro a las 10 hrs con un valor sobre los 40 µg/m³N, y la máxima a esta hora alcanzó los 95 µg/m³N. Esto se explica por la predominancia de la dirección SSW del viento, la que de acuerdo con la Ilustración 5.4-12, registra una de las mayores concentraciones de SO₂.

En la tarde, entre las 14 y 19 hrs, se registraron los menores valores de concentración de SO₂, inferiores a 5 µg/m³N. En el transcurso de las horas, decayó el predominio de la dirección SSW (que presentó un mayor contenido de SO₂, ver Ilustración 5.4-12) y aumentaron las componentes W y WSW del viento (que presentaron un menor contenido de SO₂, ver Ilustración 5.4-12), lo que explica la disminución de los valores de concentración.

En la noche, entre las 20 y 24 hrs, se produjo un leve incremento de los valores de concentración de SO₂, superando los 10 µg/m³N a las 24 hrs. Durante este período la componente SSW fue nuevamente predominante, seguida de la dirección S, lo que explica el aumento en los valores de concentración de SO₂. Cerca de las 24 hrs las direcciones del rango N-E, predominantes en la madrugada, fueron nuevamente significativas en la dirección del viento.

iv. Estaciones en Fundición Hernán Videla Lira

En el Cuadro 5.4-22 se resumen los resultados del monitoreo de SO₂, expresado en términos de la concentración promedio anual y percentil 99 (P₉₉) para los años 2003, 2004 y 2005.

Si bien las localidades que cubre el monitoreo resumido en el Cuadro 5.4-3 quedan fuera del área de influencia del Proyecto, a continuación se discuten los resultados, en términos de los niveles de calidad que establece el DS 113/2001 MINSEGPRES.

Cuadro 5.4-22 Resumen Monitoreo Calidad del Aire SO₂, en µg/m³N Estaciones en Fundición Hernán Videla Lira

Estaciones	2003		2004		2005		Promedio	Máximo
	\bar{X}	P ₉₉	\bar{X}	P ₉₉	\bar{X}	P ₉₉	3 años	Percentil 99
Copiapó	4	25	1	12	2	17	2	25
Los Volcanes	8	54	4	28	8	51	7	54
San Fernando	10	74	5	41	6	44	7	74
Paipote	36	206	22	188	25	184	28	206
Tierra Amarilla	20	93	12	54	12	65	15	93
Pabellón	3	17	2	12	1	10	2	17

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados del monitoreo permiten verificar que la calidad del aire representado por las estaciones monitoras de la Fundición Hernán Videla Lira presenta niveles de SO₂ en el aire, inferiores a los valores primarios que establece el DS 113/2001 MINSEGPRES, tanto para la norma anual (80 µg/m³N) como la norma de 24 horas (250 µg/m³N).

5.4.2.4 Resultados y Análisis Monitoreo NO, NO₂ y NO_x.

En el Cuadro 5.4-23 se resumen los resultados del monitoreo de NO, NO₂ y NO_x de la Estación INACESA Copiapó.

**Cuadro 5.4-23 Resumen Monitoreo Calidad del Aire NO, NO₂ y NO_x, en µg/m³N
Estación INACESA**

Variable	NO		NO ₂			NO _x			
	2006 ¹	2007 ²	Norma	2006 ¹	2007	2006 ¹	2007 ²	2008	2009 ³
Media Anual	9	18	100	5	11	30	60	49	34
P ₉₉	36	80	400	11	50	154	284	154	77
Máxima Diaria	130	93	-	11	73	694	387	265	78

Fuente: Elaboración Propia.

¹ Datos tomados a partir de septiembre de 2006

² Datos tomados hasta agosto de 2007

³ Datos tomados hasta junio 2009

En el Cuadro 5.4-23 se observa que la concentración media anual de NO_x, no supera los 60 µg/m³N en el período de análisis, mientras que el mayor valor del P₉₉ registrado es de 284 µg/m³N en el año 2007, por tanto se verifica que los niveles no sobrepasan los límites máximos permisibles.

El DS 114/2002 del MINSEGPRES, establece que la concentración anual de los dióxidos de nitrógeno no deben sobrepasar los 100 µg/m³N calculado como promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años consecutivos, y los 400 µg/m³N del promedio aritmético de 3 años consecutivos del P₉₉.

Se observa que la concentración media anual para NO₂ es de 11 µg/m³N en el año 2007, con un P₉₉ igual a 50 µg/m³N para el mismo período. La concentración media anual de NO alcanza los 18 µg/m³N y el P₉₉ no supera los 80 µg/m³N.