

UC17-FC
Q. Ambiental
P 171
C-L



**ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MATERIAL
PARTICULADO RESPIRABLE CON MODELOS DE
RECEPTORES, CASOS DE ESTUDIO EN CHILE.**

**Seminario de Título entregado a la
Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile
en cumplimiento parcial de los requisitos
Para optar al título de**

QUIMICO AMBIENTAL

María Alejandra Palma Sánchez

Director Seminario de Título: Dr. Héctor Jorquera

Profesor Patrocinante: Dr. Raúl Morales

Septiembre, 2006

**FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE**

INFORME DE APROBACION

SEMINARIO DE TITULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile que el Seminario de Título presentado por la alumna **María Alejandra Palma Sánchez** ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación del seminario de Título como requisito para optar al título de Químico Ambiental.

COMISION

Director Seminario de Título

Dr. Héctor Jorquera

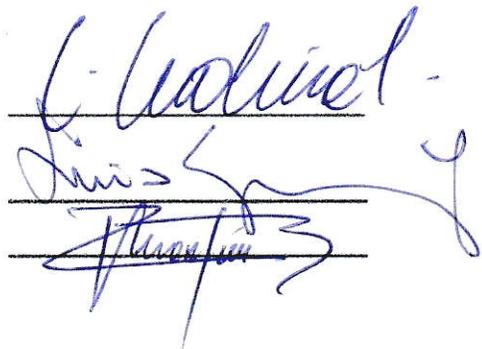
Comisión de Evaluación Seminario de Título

Prof. Patrocinante

Dr. Raúl Morales

Prof. Luis Gutiérrez

Sr. Roberto Martínez



***“A mi a mi familia, sobre todo
a mis Padres, los QUIERO....”***

AGRADECIMIENTOS

El termino de este trabajo, no solo es eso, sino que es un paso mas para lograr cumplir ese sueño que muchos teníamos al entrar a la Universidad. Otro ciclo se cumple, donde se conoció a nuevas personas que marcan tu vida y a las cuales no se les puede dejar de mencionar, ni menos dejar de agradecer. Como dejar de lado a esas personas que estuvieron contigo en cada clase, todos los días durante estos años, personas con las que estudiabas, correteabas, y también peleabas. Pero que luego de egresar de la Universidad te das cuenta que no son solo compañeros, sino que amigos que siguen contigo a pesar de que no nos vemos igual que antes, en especial a mis amigas Johana Díaz, Priscilla Sagredo, y Gabriela Rocco, personas que nunca olvidare.

No puedo dejar de mencionar al Profesor Víctor Vargas y a Patricio Jara, que me recibieron con los brazos abiertos en su laboratorio, donde realice mi Unidad de Investigación aunque lo que mas agradezco de ellos es haberlos conocido no solo como Profesores sino como esas lindas personas que son, y que en una sala de clases uno logra ver. También agradecer a don Héctor Jorquera, que hizo posible la realización de este trabajo, ya que confió en mi, sin siquiera conocerme.

Y por ultimo y lo mas importante agradecer a mi familia que durante todos estos año ha estado apoyándome, a Pedro, Jano, y a la Carola, y principalmente a mis Papás, Ana Maria Sánchez y Alejandro Palma, a ellos solo decirles GRACIAS POR TODO.....

INDICE GENERAL.

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo General	8
1.2 Objetivos Específicos	8
2. ANTECEDENTES GENERALES	9
2.1 Redes de monitoreo de calidad del aire	9
2.2 Fracción fina y gruesa del MP10	11
2.3 Meteorología Asociada a la Dispersión de Contaminantes	12
· Configuración tipo A	12
· Configuración tipo BPF	13
2.4 Clima de Santiago Durante el Periodo de Estudio	14
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Materiales	16
3.2 Método	20
3.2.1. Preparación de Datos	20
3.2.2. Determinación del aporte de las diferentes fuentes (Orígenes de la contaminación)	22
3.2.3 Análisis Temporal	26
4. RESULTADOS	28
4.1. Resultados de Estación Parque O`Higgins	30
4.1.1. Fracción Fina (PM-2.5)	30
4.1.2 Fracción Gruesa	39
4.2 Resultados de Estación Las Condes	40
4.2.1 Fracción Fina	40
4.2.2 Fracción Gruesa	49

4.3. Resultados Análisis Temporal	50
4.3.1. Análisis Temporal Parque O`Higgins	51
4.3.2. Análisis Temporal Las Condes	54
5. RESULTADO SACADOS DEL PPDA ACTUALIZADO	57
6. DISCUSION	61
6.1 Discusión de los Resultados Obtenidos por UNMIX 2.3	61
6.2. Comparación de los Resultados, con los entregados por el PPDA Actualizado de CONAMA RM.	68
7. CONCLUSIONES	72
8. BIBLIOGRAFIA	76
ANEXOS	77
ANEXO I	78
ANEXO II	91

INDICE DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. Fuentes de Contaminación y Factores de Identificación de Particulado Fino	3
Tabla 2. Fuentes de Contaminación y Factores de Identificación de Particulado Grueso	4
Tabla 3. Red Actual de Monitoreo	9
Tabla 4. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Parque O'Higgins Fracción Fina	16
Tabla 5. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Parque O'Higgins Fracción Gruesa	17
Tabla 6. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Fina	18
Tabla 7. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Gruesa	19
Tabla 8. Datos seleccionados en el Programa Unmix 2.3	30
Tabla 9. Resultados entregados por Unmix 2.3	31
Tabla 10. Aporte de Cada Fuente a la contaminación	37
Tabla 11. Datos seleccionados en el Programa Unmix 2.3	40
Tabla 12. Resultados entregados por Unmix 2.3	41
Tabla 13. Aporte de Cada Fuente a la contaminación	47
Tabla 14. Compuestos y participación porcentual	57
Tabla 15. Fuente y Porcentaje de Participación	59

INDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Ubicación de las Estaciones de Monitoreo	10
Figura 2. Precipitación Ocurrida durante Agosto 1999	15
Figura 3. UNMIX 2.3. Selección de Datos	23
Figura 4. UNMIX 2.3. Resultados señal/ruido y Coeficiente de Correlación mínimo (r^2_m)	24
Figura 5. UNMIX 2.3. Grafico de Contribución del Origen en el tiempo	27
Figura 6. Resultados Parque O`Higgins sin Trazador	33
Figura 7. Resultados Parque O`Higgins con Trazador OC	35
Figura 8. Resultados de parque O`Higgins con Trazador EC	36
Figura 9. Aporte de Cada Fuente a la Contaminación	38
Figura 10. Resultado Las Condes sin Trazador	43
Figura 11. Resultado de Las Condes con Trazador OC	45
Figura 12. Resultado Las Condes con Trazador EC	46
Figura 13. Aporte de Cada Fuente a la Contaminación	48
Figura 14. Contribución Semanal de las fuentes de contaminación de Parque O`Higgins	51
Figura 15. Contribución Diaria de las fuentes de contaminación de Parque O`Higgins	53
Figura 16. Contribución Semanal de las fuentes de contaminación de Las Condes	54
Figura 17. Contribución Diaria de las fuentes de contaminación de Las Condes	56
Figura 18. Compuestos y participación porcentual	58
Figura 19. Porcentaje de aporte de las Fuentes de Contaminación para Santiago	60

ABREVIATURAS

BDL	: Bajo el límite de detección analítico
BPF	: Baja Pre frontal
CONAMA RM.	: Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana
EC	: Carbón elemental
EPA	: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)
MACAM	: Monitoreo Automático de Contaminantes Atmosféricos
ng	: Nanogramos
OC	: Carbono Orgánico
PM-2,5	: Material Particulado menor a 2,5 micrones
PM-10	: Material Particulado menor a 10 micrones
PPDA	: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana
r_m^2	: Coeficiente de Correlación Mínima
S/R	: Señal/Ruido

RESUMEN.

El análisis de la composición química del Material Particulado contenido en los filtros de monitores ambientales, en conjunto con una técnica estadística conocida como Modelo de Receptores, permite estimar el aporte de las distintas fuentes emisoras del Material Particulado como transporte, fuentes fijas, fuentes naturales, combustión de biomasa, etc. a las concentraciones ambientales de Material Particulado en una ciudad. En este trabajo se aplicó esta metodología al caso de la ciudad de Santiago de Chile, para el periodo de Invierno-Primavera 1999.

Para cumplir con esto se recolectan los datos de monitoreo de composición química del Material Particulado (fino y grueso) en Santiago, campaña realizada el segundo semestre del año 1999. Se realiza un control de los datos y se almacenan en una base de datos electrónica para aplicar el Modelo de Receptores. Estos resultados entregan una estimación de los posibles orígenes del contaminante, resultados que pueden ser comparados con otros obtenidos con anterioridad, por ejemplo, los reportados en el PPDA para la Región Metropolitana por CONAMA R.M.

El Modelo de Receptores Utilizado es EPA UNMIX 2.3, el cual puede determinar hasta un máximo de 8 posibles orígenes (fuentes) de contaminación; la determinación de estos se basa en lo que se conoce como 'huellas digitales' o 'huellas químicas' de ciertas actividades industriales.

Tanto en la Estación de Monitoreo de Parque O'Higgins, como en la ubicada en Las Condes, dieron como resultado que el mayor aporte a la contaminación por material Particulado fino (PM2.5) se debe a las fuentes móviles. En ambas estaciones, el flujo vehicular es alto por lo cual este resultado no sorprende, lo que si hay que considerar es que el tipo de fuentes móviles varía de una estación en otra, de esta forma se piensa que en Parque O'Higgins, las fuentes móviles están más relacionadas con lo que sería Transporte público y de carga, en cambio la Estación de Las Condes, sería mayoritariamente automóviles particulares.

También en ambas estaciones se encontró un aporte a la contaminación referente a polvo de calle (Origen antropogénico), este aporte está relacionado directamente con las fuentes móviles, ya que éstas serían las que provocan el levantamiento del polvo de calle, aumentando su concentración en el aire. Lo interesante es que este aporte es muy difícil de obtener a partir de la construcción de inventarios de emisiones para el polvo resuspendido, debido a la gran cantidad de variables que afectan este tipo de emisiones: frecuencia y tamaño de los vehículos, cantidad de polvo recubriendo la calle, humedad ambiental, etc.

Por último los resultados obtenidos en cada estación son los siguientes; para el caso de la estación Parque O'Higgins se obtuvo que el aporte de vehículos motorizados es de un 56% seguido por una mezcla de Aerosoles secundarios, sales de mar, Procesos Metalúrgicos con un 34,4% y con un 9,6% suelo (polvo natural o polvo de calle). En el caso de la estación de monitores de Las Condes se obtuvo que el mayor aporte corresponde a Vehículos motorizados con un 45,7% seguido de Aerosoles Secundarios con un 38,8% y de Suelo con un 15,5%.

ABSTRACT.

The analysis of the chemical composition of the particle material contained in the filters of environmental monitors, together with a statistical technique known as receptor model, allows to estimate the contribution of the different emitting sources of particle materials like transportation, fixed sources, natural sources, biomass combustion, to the environmental concentrations of particle materials in a city. In this thesis this methodology was applied to the case of Santiago of Chile for the period winter-spring 1999.

For this, we collect the monitoring data of chemical composition of the particle material (Fine and Coarse) in Santiago, campaign done during the second term of 1999. We do control of the data and we store them in an electronic database to apply the model of receptors. These results give an estimation of the possible origins of the pollutant materials, results that can be compared to others previously obtained, for example, the ones reported in the PPDA for Region Metropolitan by CONAMA RM.

The receptor model used is EPA UNMIX 2.3, which can determine 8 possible origins (sources) of pollutions; the determination of these is based in what it is known "digital prints" or "chemical prints" of certain industrial activities.

In the monitoring station of the Parque O'Higgins as well as the one located in Las Condes, gave as a result is not surprising what is worth considering is the that the kind

of mobile sources varies from one station to the other, in this way we think that in the Parque O'Higgins, the mobile source are more related to the public transportation and load transportation, on the other hand, in The Las Condes station it would be mostly private vehicles.

Also, in both stations we found a contribution is directly related to street dust (anthropogenic origin) this contribution is directly related to the mobile sources, because these cause the street dust raising, increasing its concentrations in the air what it's interesting to known is that this contribution is very difficult to obtain from the inventory construction of emission for the suspended dust due to the great amount of variables that affect, this kind of emissions: frequency and size of card, amount of dust covering the street, environmental humidity, etc.

Finally, the obtained results in each station are the following; in the case of Parque O'Higgins station it was obtained that the contribution of motorized vehicles corresponds to 56% followed by mixture of secondary Aerosol, sea salts, metallurgic processes with 34.4% and with 9.6% ground (natural dust or street dust). In the case of the station of monitors in Las Condes it was obtained that the major contribution corresponds to motorized vehicles with 45.7% followed by secondary aerosol with a 38,8% and of ground with a 15.5%.

1. INTRODUCCION

Conforme la evidencia científica se acumula con respecto a los efectos de la contaminación atmosférica, la preocupación acerca de los impactos en la salud ha ido aumentando, generando amplios programas de investigación. En Latinoamérica los estudios han sido realizados, en su mayoría, en México, Sao Paulo y en Santiago.

En la actualidad ya no solo es importante saber que sectores de la ciudad generan contaminación, lo que más interesa es cuantificar en que medida cada sector está aportando a la contaminación atmosférica. Es así como el análisis de la Composición Química del Material Particulado de los filtros, en conjunto con una técnica estadística conocida como 'modelos de receptor', es capaz de entregar una estimación de los aportes de las distintas fuentes de contaminación al Material Particulado.

Este tipo de resultados se puede obtener directamente de los análisis de composición química de los filtros usados en la red de monitoreo de Material Particulado, y son estimaciones más precisas del aporte relativo de las diferentes fuentes emisoras que aquellas estimaciones que se podrían obtener a partir de inventarios de emisiones, los cuales son más complejos de construir y normalmente poseen mayores incertidumbres en las estimaciones de emisiones. De hecho, los modelos de receptor permiten mejorar el inventario de emisiones, ya que se basan en concentraciones ambientales. Adicionalmente, los análisis químicos de los filtros permiten obtener otra dimensión de la contaminación por Material Particulado: su composición química.

La variabilidad espacial de la composición química permite, entonces, detectar por ejemplo, qué zonas de la ciudad están particularmente contaminadas por algunos metales, tales como plomo, vanadio, titanio, etc. los que podrían estar indicando niveles preocupantes para la salud de la población, en algunas ubicaciones puntuales.

Por otra parte, este tipo de técnica nos permite disponer de información sobre la evolución de la composición, ya que varios compuestos químicos constituyen 'huellas digitales' de ciertas actividades industriales específicas, tales como fábricas de cemento, fabricas de ladrillos, de productos químicos, fundiciones, etc.

El modelo de Receptores tiene como objetivo la identificación de posibles orígenes de los datos muestreados, este utiliza la estimación del error de los datos, para proveer la optimización de estos, permitiendo un mejor tratamiento a los valores de los límites de detección.

El Modelo de Receptores Utilizado posee un máximo de ocho posibles orígenes de la contaminación los cuales están directamente relacionados con los factores de identificación de la contaminación (huellas digitales). En el caso de los datos de Particulado fino obtenido de diferentes muestreos existen ocho factores que permiten la identificación de la fuente de origen. En la Tabla 1 que se muestra a continuación se encuentran los factores de identificación que posee cada tipo de fuente de contaminación.

Tabla 1. Fuentes de Contaminación y Factores de Identificación de Particulado Fino

Fuente de Contaminación	Factor de Identificación
Quema de Biomasa	OC, EC, K
Quema de leña de alta concentración	OC, EC, K, Na
Procesos de Fundición	Cu, As, Zn, Pb, Fe
Vehículos motorizados	OC, EC
Diesel	OC, EC, Mn
Sal de mar	Na, Cl
Suelos	Al, Si, Ca, Ti, Fe
Aerosoles Secundarios	S (SO ₄ ⁻), OC

El mayor aporte de las partículas finas es producido por vehículos motorizados, quema de biomasa, y carbón quemado por plantas termoeléctricas, estos orígenes contribuyen aerosoles finos que contienen partículas de carbono y tienen alta contribución en invierno.

En el caso de Material Particulado Grueso el Modelo de Receptores posee solo cinco tipos de orígenes de fácil reconocimiento, a pesar de que este posee la capacidad de identificar hasta ocho tipos, al igual que en el caso de la fracción fina, el origen es determinado por o que se conoce como huella digita de la contaminación. El Material Particulado Grueso, se analiza solo para verificar los resultados obtenidos en la fracción fina. La Tabla 2 muestra las fuentes de Contaminación que de la fracción gruesa.

Tabla 2. Fuentes de Contaminación y Factores de Identificación de Particulado

Grueso.

Fuente de Contaminación	Factor de Identificación
Sal de mar	Na, Cl
Suelos	Al, Si, Ca, Ti, Fe
Construcción	Ca

Para el Material Particulado Grueso, el mayor aporte de contaminación es producido por el suelo (polvo natural o polvo de calle), también sobresale el aporte producido por la construcción donde se destaca el Ca.

La contaminación producida por el material grueso posee otra característica fundamental, su aporte siempre es mayor durante el invierno y va disminuyendo paulatinamente a medida que nos acercamos al verano.

El estudio que se realiza en este seminario de título consiste en realizar un análisis estadístico mediante la aplicación de modelos de receptor a la base de datos de las estaciones de Monitoreo de Las Condes y Parque O'Higgins (campaña realizada por CONAMA R.M. el segundo semestre de 1999).

Los Datos de ambas estaciones se obtuvieron por medio de un método conocido como 'Método PIXE', técnica analítica de alta tecnología, multielemental, rápida, de alta sensibilidad y aplicable aun en muestras sumamente pequeñas. Este método se basa

en la emisión de Rayos X característicos de los átomos impactados por partículas con alta energía (protones en este caso).

Cuando un Haz de partículas incide sobre la muestra se produce la excitación de los átomos de ella, acompañado de la emisión de rayos X característica de los elementos presentes en la muestra.

La Radiación X se analiza y se obtiene como resultado un espectro de cuentas de forma gaussiana cuyo canal central corresponde a la energía característica de cada elemento. Las áreas de los peaks son proporcionales a las concentraciones (ng/m^3) de los elementos químicos presentes en la muestra.

Se escogió para este estudio los datos del año 1999 solo por ser los únicos datos que se encuentran completos y disponibles en este momento, los datos de años más actuales no poseen la composición química completa y estos datos no se encuentran disponibles.

El objetivo de cualquier modelo receptor consiste en encontrar una combinación lineal de fuentes (de composición fija) que 'mejor' explica los datos obtenidos, mediante una combinación lineal de contribuciones de fuentes.

El software empleado para resolver el modelo de receptor es UNMIX (reporte taller de Modelo de Receptores), que fue desarrollado para la EPA de EEUU por Ronald Henry (University of Southern California) y que opera en ambiente de MATLAB. El programa posee un esquema de encontrar 'bordes' (*edges*) en el espacio multidimensional

caracterizado por las especies químicas medidas. Una buena frontera ('*edge*') significa que se trata de una fuente con composición uniforme todo el tiempo, capaz de ser visualizada en gráficos de dispersión de los datos experimentales usando dos composiciones de distintos elementos químicos para construir el gráfico X-Y respectivo; la nube de puntos está entonces acotada por una recta envolvente que corresponde a la proyección del borde en ese par de ejes de coordenadas. Adicionalmente, se calculan indicadores estadísticos tales como la relación señal/ruido (debe ser mayor que 2,0) y el coeficiente de correlación mínimo (r^2_{\min}) entre cada especie y los factores determinados (debe ser por lo menos de 0,8 para cada especie) para que la solución se considere aceptable.

Evidentemente, la obtención de resultados va a estar determinada directamente por la calidad de los datos monitoreados. En algunos casos no es posible obtener una solución factible, sobre todo cuando se desea aumentar el número de perfiles en la solución más allá de lo que los datos son capaces de dilucidar. (Ejemplo, cuando se requiere detectar una fuente muy pequeña en magnitud, o bien cuando se trata de un fuente intermitente como es el caso de incendios).

Una ayuda importante en la determinación de los orígenes de la contaminación atmosférica en las estaciones de monitoreo, son los llamados Trazadores, que en este caso son Carbono Orgánico (OC), y Carbono Elemental (EC), que constituyen trazadores de procesos de combustión de todo tipo.

Estos trazadores están ligados principalmente a Vehículos gasolineros y diesel, respectivamente, de modo que su presencia es fácilmente relacionada con origen de fuentes móviles, así como el transporte.

Este estudio consta de tres partes: primero analizar los datos sin trazadores, para luego con la presencia de cada uno de estos por separado (OC, EC), corroborar los resultados obtenidos en la primera parte.

Otra forma de verificar los resultados obtenidos, es por medio de un estudio temporal de los resultados, hay tener en cuenta que existen contaminantes que se potencian en algunos meses del año, de manera que los resultados que se pueden obtener de un estudio temporal de los datos, se considera como un nuevo indicador del origen de la contaminación, así por ejemplo la contaminación producto de fuentes móviles, es mayor en invierno y debe ir disminuyendo progresivamente a medida que nos acercamos a meses mas calurosos.

También este estudio temporal puede entregarnos información de aquellos días en que hubo un peak mayor en un contaminante determinado, y de esta forma identificar que episodio climático y/o ambiental pudo ocurrir ese día que pueda explicar el alza de las concentraciones de este (ver siguiente Sección con antecedentes de la climatología de episodios por PM10 en la Región Metropolitana).

La realización del estudio temporal, se facilita gracias a que el Modelo de Receptores Utilizado (EPA UNMIX2.3) permite obtener un análisis cronológico de los impactos asociados a las fuentes emisoras de cada uno de los resultados entregados con anterioridad, del cuales se puede desprender toda la información necesaria para el estudio temporal de los resultados.

1.1 Objetivo General

- Establecer en forma cuantitativa el aporte de las distintas fuentes a la contaminación por Material Particulado en Santiago; transporte, fuentes fijas, fuentes naturales, quema de biomasa, etc.

1.2 Objetivos Específicos

- Comparar los resultados frente a otros obtenidos con anterioridad y por otros métodos.
- Verificar que el Modelo de Receptores entrega estimaciones consistentes respecto a las dadas por el inventario de Emisiones utilizado en el PPDA por CONAMA RM. En caso de discrepancias, intentar comprender lo sucedido.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Redes de monitoreo de calidad del aire

En 1988 se instaló en la Región Metropolitana la primera Red de Monitoreo Automática de Contaminantes Atmosféricos (MACAM-1), compuesta por 4 estaciones ubicadas en la zona céntrica de la capital y una quinta estación de tipo móvil, que fue emplazada en la comuna de Las Condes. El año 1996 se llevó a cabo un estudio para proponer una nueva red de monitoreo para Santiago, que recogiera de mejor forma el impacto de la contaminación a nivel poblacional y que, a su vez, tuviera una mejor representatividad espacial. Se constituyó así la Red MACAM-2, con ocho estaciones, todas ellas con monitores continuos de material particulado MP10 y monitores de gases, según se indica en la tabla 3.

Tabla 3. Red Actual de Monitoreo

	La Paz	La Florida	Las Condes	Parque O'Higgins	Pudahuel	Cerrillos	El Bosque
Año Puesta en Marcha	1988	1997	1988	1988	1997	1997	1997
Principales Contaminantes	PM ₁₀ , CO SO ₂ O ₃	PM ₁₀ PM _{2,5} CO SO ₂ O ₃	PM ₁₀ CO NO _x /NO ₂ SO ₂ O ₃ PM _{2,5} OC, EC	PM ₁₀ CO SO ₂ O ₃ PM _{2,5} OC, EC	PM ₁₀ CO SO ₂ O ₃ NO _x /NO ₂ PM _{2,5} OC, EC	PM ₁₀ CO NO _x /NO ₂ SO ₂ O ₃	PM ₁₀ CO SO ₂ O ₃

Nota: La estación Providencia dejó de operar el año 2003, y la estación en Plaza Gotuzzo (estación A) sólo operó hasta 1996.

Además del monitoreo continuo de los contaminantes criterio orientados a la vigilancia de la calidad del aire, es necesario desarrollar campañas específicas, orientadas a mejorar el conocimiento sobre la composición química del material Particulado, la determinación del impacto de la contaminación en el sector poniente y la fotoquímica de Santiago, todos elementos clave para la actualización y seguimiento de los planes de descontaminación.

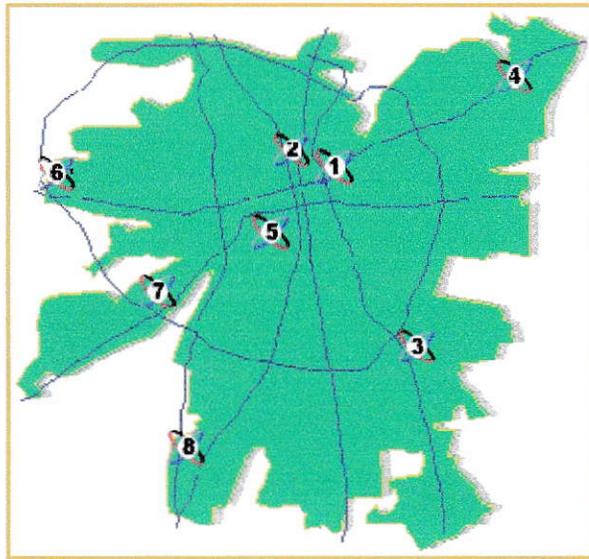


Figura 1. Ubicación de las Estaciones de Monitoreo

Las estaciones (1) Providencia, (2) Independencia - Recoleta y (5) Parque O'Higgins, son representativas del área céntrica de Santiago; la (3) La Florida - Peñalolén registra la calidad del aire en el sector oriente y suroriente; la (4) Las Condes - Vitacura, el sector oriente y nororiente; la estación (6) Pudahuel-Cerro Navia evalúa el sector poniente; la (7) Cerrillos - Maipú mide la contaminación en el área surponiente y la (8) El Bosque - Lo Espejo se ubica en el sector sur de Santiago.

En esta red se ha monitoreado el PM-10 con monitores dicotómicos entre 1988 y 1996, y con equipos TEOM desde Abril de 1997 en adelante; los primeros son equipos que permiten separar la fracción fina y gruesa del material particulado. Esto es de gran utilidad para identificar el impacto que han tenido las diversas medidas sobre la calidad del aire, debido a que las fuentes que emiten uno u otro tipo de partículas son distintas, al igual que el efecto que éstas tienen sobre la salud.

2.2 Fracción fina y gruesa del MP10

La fracción fina del material particulado es aquella compuesta por partículas muy pequeñas, menores a 2,5 micrómetros. Estas partículas tienen un impacto significativo sobre la salud, debido a que existe un mayor grado de penetración y permanencia de éstas en el aparato respiratorio, lo que combinado con la composición química de las mismas, las hace más peligrosas. Estas partículas se generan principalmente a partir de procesos de combustión (transporte, industria, quema de biomasa, etc).

La fracción gruesa, en cambio, se compone de partículas entre 2,5 y 10 micrómetros. La generación de esta fracción se asocia al polvo resuspendido en las calles, tratamiento de áridos y actividades de construcción.

2.3 Meteorología Asociada a la Dispersión de Contaminantes

La Cuenca de Santiago, ubicada en la zona central de Chile (33.5° de latitud S), presenta patrones meteorológicos de transición entre las condiciones áridas de la zona norte y la alta pluviosidad característica de la zona sur, lo que se traduce en marcadas variaciones de temperatura y precipitación para la cuenca entre los períodos de otoño-invierno y primavera-verano.

Las condiciones de ventilación y dispersión de contaminantes en la cuenca dependen de las diferentes configuraciones meteorológicas que a escalas sinóptica, regional y mesoescala (local), evolucionan sobre la zona central, las que están potenciadas por su topografía. Los episodios por MP10 que se registran en el período Otoño-Invierno en la cuenca de Santiago, se asocian a las configuraciones meteorológicas denominados Tipo A y BPF (Rutllant en 1994), las cuales se describen a continuación.

- **Configuración tipo A**

El paso simultáneo de un flujo de aire descendente asociado a una dorsal en altura sobre la zona central, un sistema de bajas presiones costeras en superficie desplazándose desde el norte hacia el sur y frente a la Región Metropolitana, y la influencia de un sistema de altas presiones frío ubicado en la zona centro norte de Argentina. Esta configuración genera mala ventilación y baja dispersión de contaminantes entre la superficie la inversión de la temperatura, ya que se produce un flujo de masas de aire que descienden desde la cordillera hacia el valle, comprimiendo el aire próximo a la superficie, oponiéndose a la ventilación por convección natural en las laderas orientales del valle de Santiago y comprimiendo y calentando el aire de baja

altura, y haciendo descender la inversión térmica cerca del nivel de la superficie del valle. Se caracteriza generalmente por una disminución de la humedad y un aumento de la temperatura, con un estrechamiento de la altura de la inversión térmica, lo que inhibe el movimiento de aire y por consiguiente la remoción de los contaminantes emitidos por la ciudad. Debido a la configuración espacial del valle central, estos episodios de contaminación asociados a esta configuración generan su mayor impacto en la zona Poniente, situación que se ha observado en la estación Pudahuel, comuna de Pudahuel.

- **Configuración tipo BPF**

La estabilidad del aire sobre la cuenca de Santiago también se observa con la aparición de flujos ascendentes asociados a una vaguada en altura caracterizada por el ingreso de sistema frontal débil en altura. Este ascenso de aire genera la formación de nubosidad sobre la ciudad antes del ingreso del sistema frontal, de ahí su nombre, Baja Pre Frontal (BPF)

Los episodios de contaminación asociados a esta configuración meteorológica, a diferencia de lo observado con la configuración tipo A, generan impacto en las estaciones ubicadas en la zona Sur y Centro de la ciudad, estaciones de Calidad del aire Parque O'Higgins, El Bosque y Cerrillos.

2.4 Clima de Santiago Durante el Periodo de Estudio

Durante el Año 1999 se encuentra presente el fenómeno de La Niña con una intensidad moderada con indicios de intensificación.

A pesar que la fase de La Niña ocurrieron eventos de precipitación deficitaria en Chile central, produciendo una normalización del régimen pluviométrico en esta región. Esto refleja en parte la intensidad relativamente moderada de la relación TSM-precipitación en esta zona.

Hasta fines de agosto el régimen pluviométrico se mantuvo con déficit de precipitación en la región central de Chile, en especial entre 28°S y 32°S, donde fue superior al 40%. Por otra parte, hasta esa fecha se había registrado una disminución del déficit entre 32°S y 35°S respecto de lo observado hacia fines de julio. Las lluvias registradas durante Agosto normalizaron el régimen pluviométrico en esta zona, alcanzándose un ligero superávit.

En Agosto los días de lluvia fueron 6, 20, 23 y 30 de Agosto esta información se obtuvo de la estación ubicada en el Dpto. de Geofísica de la Universidad de Chile. Ver figura 2.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

- Datos de la Estación de Monitoreo Parque O'Higgins campaña del segundo semestre de 1999

Las tablas 4 y 5, que se muestran a continuación contienen un resumen de los datos de la Estación Parque O'Higgins (Datos Completos ver ANEXO I), que fueron seleccionados para insertarlos en el programa Unmix. Los datos de la estación se encuentran divididas por el tamaño del MP de esta forma se encuentran datos para la fracción fina (tabla 4) como para la fracción gruesa (tabla 5)

Tabla 4. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Parque O'Higgins Fracción Fina

Especie	Concentración (ng/m ³)		
	Promedio	Valor Mínimo	Valor Máximo
Al	238	24	658
Si	560	50	1575
S (SO ₄)	1286	168	3346
K	161	39	489
Ca	189	15	448
Fe	349	50	1250
Zn	52	6	225
Pb	98	10	348
Cl	64	14	197
OC	6695	2292	13875
EC	9508	1850	25520

Tabla 5. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Parque O`Higgins Fracción Gruesa

Especie	Concentración (ng/m ³)		
	Promedio	Valor Mínimo	Valor Máximo
Al	1918	87	5338
Si	5069	278	14241
S(SO ₄)	1004	56	4236
K	578	35	1685
Ca	1831	126	5330
Ti	261	14	795
Mn	67	4	212
Fe	2394	146	7620
Cu	63	5	216
Zn	102	8	360
As	39	1	247
Br	48	1	277
Pb	170	11	863
Cl	486	10	1356
Mg	363	23	941
P	46	2	165
OC**	6696	2292	13875
EC**	9508	1850	25520

****Usados exclusivamente como trazadores**

- Datos de la Estación de Monitoreo Las Condes campaña del segundo semestre de 1999

Las tablas 6 y 7, que se muestran a continuación contienen un resumen de los datos de la Estación Las Condes (Datos Completos ver ANEXO II), que fueron seleccionados para insertarlos en el programa Unmix. Los datos de la estación se encuentran divididas por el tamaño del MP de esta forma se encuentran datos para la fracción fina (tabla 6) como para la fracción gruesa (tabla 7)

Tabla 6. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Fina

Especie	Concentración (ng/m ³)		
	Promedio	Valor Mínimo	Valor Máximo
Al	252	33	1687
Si	625	46	4305
S(SO ₄)	1655	181	4271
K	187	36	481
Ca	235	19	1757
Ti	32	7	160
Fe	397	40	1850
Zn	42	04	93
Pb	83	7	282
Cl	44	7	124
Mg	32	7	316
OC	9587	3487	33588
EC	1772	54	11269

Tabla 7. Resumen de Datos Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Guesa

Especie	Concentración (ng/m ³)		
	Promedio	Valor Mínimo	Valor Máximo
Al	1415	107	3061
Si	3741	223	9466
S(SO ₄)	705	34	3860
K	403	27	1178
Ca	1537	98	4410
Ti	145	7	438
Mn	42	4	133
Fe	1708	102	4553
Cu	42	2	170
Zn	62	3	290
Pb	63	2	340
Cl	184	29	1013
Mg	266	36	660
P	34	34	94
OC**	9587	3487	33588
EC**	1772	54	11269

**** Usados exclusivamente como trazadores**

Otros Materiales no menos importantes son los siguientes:

- Software EPA Unmix 2.3
- Reporte del PPDA actualizado para la Región Metropolitana por CONAMA RM.

3.2 Método

3.2.1. Preparación de Datos

Para encontrar una combinación lineal de fuentes (de composición fija) que 'mejor' explica las observaciones se deben tener en cuenta las siguientes suposiciones con respecto a los datos:

- a) Las composiciones son estrictamente positivas y constantes durante toda la campaña de medición.
- b) Las contribuciones de fuentes son estrictamente positivas.
- c) Los datos contienen casos en los cuales algunas de las fuentes contribuyen muy poco (o nada) a las concentraciones ambientales.

Antes de utilizar el software UNMIX 2.3, es necesario preparar los datos de manera apropiada. Los valores que no se pudieron determinar por razones técnicas, se codifican como valores perdidos ("missing values") y no se utilizan en el análisis, para lo cual es necesario asignarles el valor -99. Al tener un valor indeterminado o perdido automáticamente el programa UNMIX 2.3 elimina todos los demás datos que tengan relación con el valor perdido, esto quiere decir que, si dentro de los la lista de datos de una especie X, el día 5 de septiembre se encuentra indeterminado , las demás especies químicas detectados ese día quedarán automáticamente fuera del análisis final.

También hay que considerar que hay valores demasiado pequeños que aparecen con valor 0, esto se debe a que son especies que se hallan bajo el límite de detección analítica (BDL), en estos casos no se les asigna el valor -99 correspondiente a un valor perdido, si no que se les asigna un valor pequeño, que corresponde a la mitad del nivel de detección. Esto quiere decir que si dentro de la lista de datos de una especie química X, el valor mas pequeño detectado es 2, a todos aquellos datos de la lista de esa especie que posean valor bajo el limite de detección (valor 0), se les asigna el valor 1(correspondiente a la mitad de 2), esto permite seguir trabajando con estos valores sin tener que perder los datos de los demás elementos químicos determinados ese día.

Es importante determinar por medio de una suma aritmética, el aporte total que genera cada especie química, de esta forma se eliminan algunas especies que en su totalidad no tiene demasiada relevancia. Hay que considerar que puede haber especies químicas que en la generalidad del semestre no tengan un aporte relevante, pero si en un día determinado, en estos casos los datos deben ser incluidos

Los datos se graban en archivos ASCII para posteriormente ser ingresados al software.

3.2.2. Determinación del aporte de las diferentes fuentes (orígenes de la contaminación)

En general, para hallar una solución factible es necesario realizar un procedimiento de prueba y error, agregando o quitando especies al análisis, hasta encontrar una solución estadísticamente válida y que incorpore el mayor número de especies sin degradar la capacidad predictiva del modelo. Para esto se parte inicialmente con unas pocas especies (3 o 4, generalmente las medidas en mayor cantidad) y se identifica una solución con dos o tres fuentes principales, de manera que se puedan definir parámetros de confiabilidad estadística tales como: $r^2_{\min} > 0,8$; relación señal / ruido $> 2,0$ e 'intensidad' $> 1,0$. (Ver Figura 3)

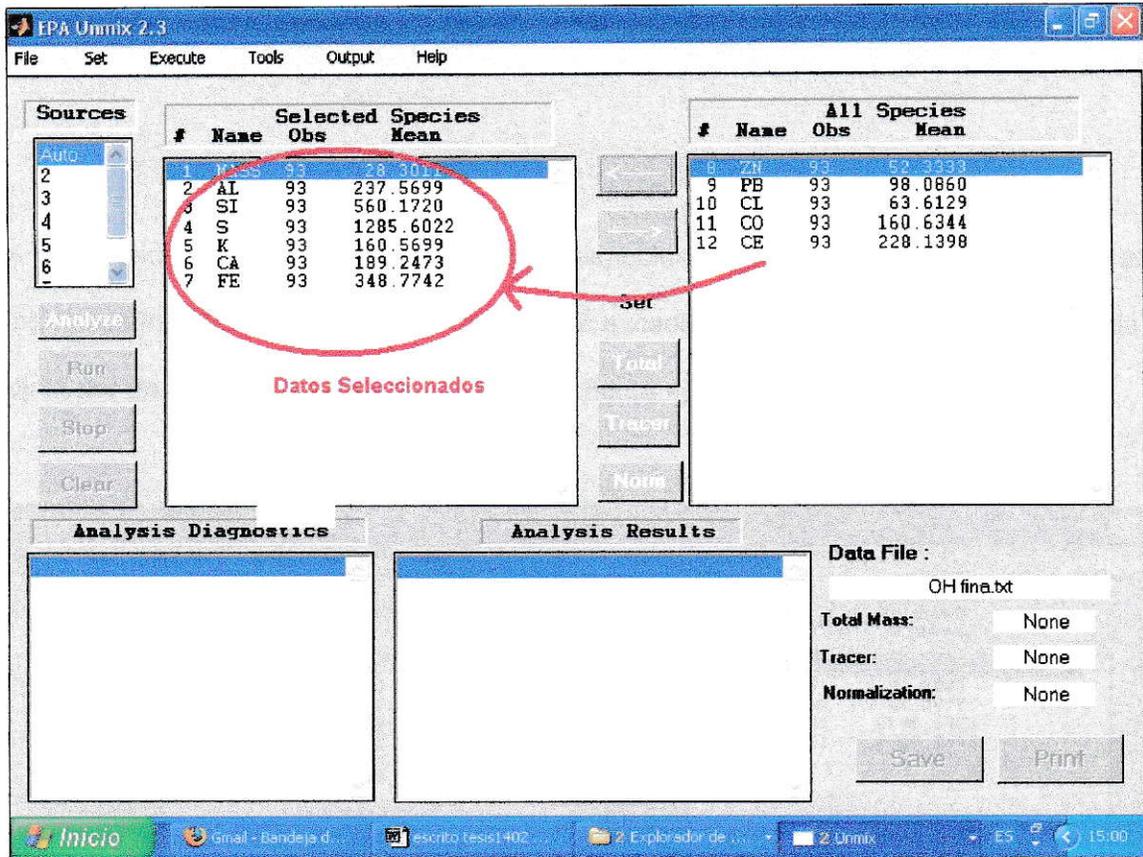


Figura 3. UNMIX 2.3. Selección de Datos

En la figura 3 se muestra la primera etapa en la utilización del programa Unmix. La selección de datos. Esta selección se realiza antes de hacer correr el Programa. Hay que hacer notar el número de fuentes seleccionadas se encuentra en "Automático", por lo que el programa por si solo determinara las posibles fuentes que se pueden encontrar con los datos seleccionados.

A continuación se empiezan a añadir más especies a la solución, tratando de mejorar los indicadores ya señalados, de manera de exceder los valores mínimos respectivos, ojalá por un margen lo más alto posible (ver figura 4)

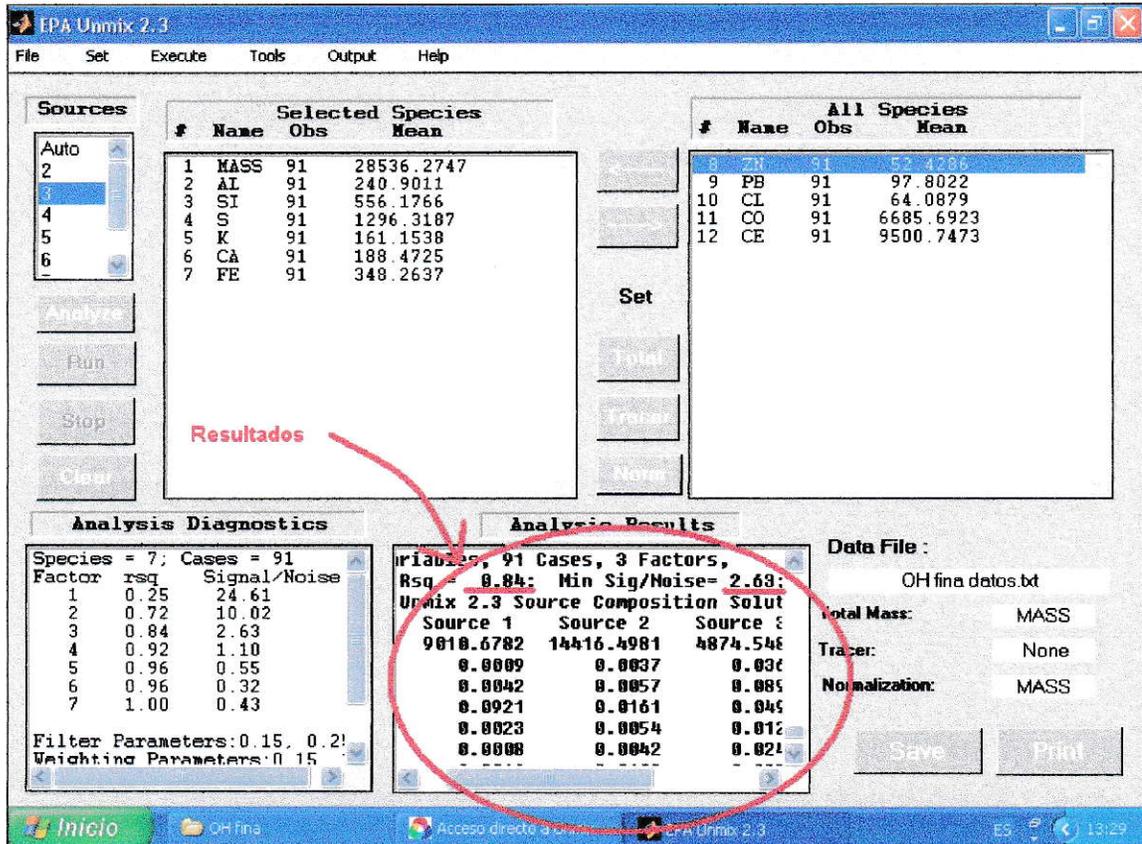


Figura 4. UNMIX 2.3. Resultados señal/ruido y Coeficiente de Correlación mínimo (r^2_m)

En la Figura 4, se muestra de que forma el programa Unmix 2.3 entrega la información de los resultados, en la figura podemos ver que se entrega la información del aporte por elemento químico en cada fuente determinada, además se ve en que lugares se encuentran los parámetros señal/ruido y coeficiente de Correlación Mínimo (r^2_m), los

cuales son de gran importancia, ya que con ellos se determina si los resultados son aceptables o no.

Para mejor entendimiento de los resultados, con la información entregada por Unmix 2.3 se realizan gráficos que muestran la tendencia de cada elemento químico que fue incorporado en la selección de datos en la primera etapa de la utilización del programa (figura 3).

3.2.3 Análisis Temporal

Por último con el modelo UNMIX es posible estimar una serie cronológica de los impactos asociados a las distintas fuentes emisoras, para cada muestra que se ha incluido en el análisis

UNMIX 2.3 no solo entrega un gráfico con la información (ver figura 5), sino que también es capaz de entregar una tabla con los datos de este. Esta información corresponde a la contribución de los componentes de cada origen en forma diaria, por lo cual es posible no solo hacer un análisis diario sino que también realizar análisis anuales, semestrales, mensuales o semanales, para cada una de estas fuentes de contaminación, facilitando y agilizando el análisis.

De estos análisis se puede determinar claramente que días del semestre son los días peak en que la contaminación atmosférica se eleva por fuera de lo normal, además es posible contrastar la información con la entregada por la meteorología, determinando las posibles causas de los episodios de alza de la contaminación atmosférica. Así, por ejemplo, los eventos de alta contaminación asociados a vaguadas costeras (episodios tipo A) se caracterizan por bajas humedades relativas, altas temperaturas y viento con componente Este dominante.

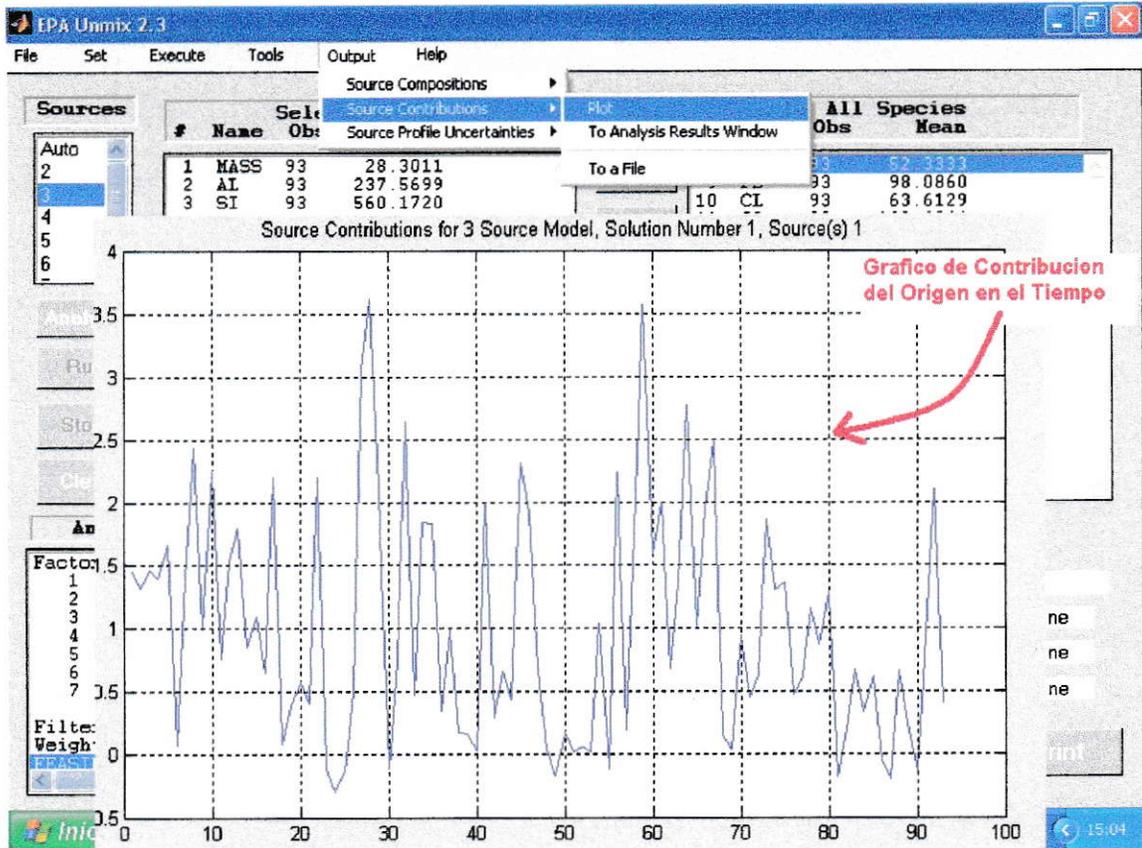


Figura 5. UNMIX 2.3. Grafico de Contribución del Origen en el tiempo

En la figura 5 se encuentra en grafico de contribución de los componentes de una determinada fuente a la masa total de material particulado observada. La contribución es la concentración de los elementos químicos que pertenecen al origen que se está analizando. Esta contribución se estima para todos los días correspondientes al tiempo que duró el estudio.

4. RESULTADOS

Durante el segundo semestre del año 1999 se realizó un seguimiento a los filtros de las estaciones de monitores de Parque O'Higgins y Las Condes, este monitoreo se inició el día 6 de julio y terminó el día 30 de noviembre. Cada uno de los filtros fue analizado por el Método PIXE, entregando la Composición Química de cada uno de estos.

El muestreo y análisis de cada estación se divide en dos partes; la Fracción Gruesa (entre PM-10 y PM 2,5) y la Fracción Fina (PM-2.5) siendo ésta última de mayor prioridad, ya que se trata de la fracción más dañina para la salud de las personas.

Hay que considerar que el Método PIXE determina un número mayor de elementos que los finalmente usados en el análisis. Muchos de estos elementos poseen un aporte tan bajo, que se eliminaron esos datos y no se utilizaron en el análisis realizado con Unmix, cabe señalar que los datos entregados en las tablas 3, 4, 5 y 6 de la sección anterior cuenta con los datos usados en Unmix y no considera el total de elementos entregados por el método PIXE.

Dentro del Programa también hay una selección de datos (elementos), esta selección busca mejorar los parámetros r^2_m y S/R, parámetros que permiten determinar si los resultados son considerados aceptables.

Para el análisis de una estación y fracción se realizan tres procesos:

- 1º Análisis sin Trazador.
- 2º Análisis con trazador OC.
- 3º Análisis con Trazador EC.

En cada uno de estos procesos la selección de elementos dentro del programa Unmix es diferente, de modo que en el análisis sin trazador podemos encontrar elementos diferentes a los encontrados en el análisis con trazador OC y que en el análisis con trazador EC. Esto ocurre debido a la presencia de los trazadores, los cuales con su presencia varían los parámetros que indican la aceptabilidad de los resultados (r^2_m y S/R), por lo cual es necesaria agregar o quitar elementos para alcanzar valores de aceptabilidad en los parámetros y ojalá llegar a valores de estos similares a los encontrados cuando se realiza el análisis sin trazador.

4.1. Resultados de Estación Parque O`Higgins

4.1.1. Fracción Fina (PM-2.5)

Los datos finalmente seleccionados en el Programa Unmix 2.3 son los que se encuentran en la Tabla 8 que se muestra a continuación. Estos datos son aquellos que cumplen con las condiciones como relevancia, concentración o aporte adecuado para su incorporación en el análisis.

Tabla 8. Datos seleccionados en el Programa Unmix 2.3

Sin Trazador	Trazador OC	Trazador EC
Al	Al	Al
Si	Si	Si
S(SO ₄)	S	S
K	K	K
Ca	Ca	Ca
Fe	Fe	Fe
Zn	Zn	Zn
Cl	Pb	Pb
-	Cl	Cl
-	OC	EC

Los datos que no se consideraron, son aquellos que provocan que el error asociado al resultado aumente.

Los resultados obtenidos por Unmix 2.3 entregaron como parámetros los siguientes valores;

$$r_m^2 = 0,85 \quad S/R = 2.48 \quad (\text{Datos del estudio sin Trazador})$$

Esto implica que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de aceptabilidad. Tabla 9 muestra los resultados entregados por Unmix para cada estudio, sin trazador y con los respectivos trazadores.

Tabla 9. Resultados entregados por Unmix 2.3

Sin Trazador	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Al	0,0025	0,0032	0,0576
Si	0,0053	0,0060	0,1403
S(SO ₄)	0,0645	0,0072	0,0685
K	0,0034	0,0062	0,0166
Ca	0,0023	0,0046	0,0366
Fe	0,0060	0,0112	0,0518
Zn	0,0021	0,0073	0
Cl	0	0,0052	0,0040
Trazador OC	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Al	0,0006	0,0062	0,0906
Si	0,0007	0,0123	0,2201
S(SO ₄)	0,0630	0	0,0659
K	0,0029	0,0092	0,0251
Ca	0,0012	0,0079	0,0572
Fe	0,0042	0,0182	0,0807

Zn	0,0013	0,0049	0,0007
Pb	0,0025	0,0109	0
Cl	0	0,0095	0,0068
OC	0,2814	0	0
Trazador EC	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Al	0,0036	0,0004	0,0256
Si	0,0083	0	0,0615
S(SO ₄)	0,0581	0,0194	0,0620
K	0,0035	0,0052	0,0093
Ca	0,0034	0,0023	0,0167
Fe	0,0074	0,0080	0,0255
Zn	0,0014	0,0030	0,0013
Pb	0,0027	0,0063	0,0007
Cl	0,0004	0,0042	0,0022
EC	0,8268	0	0

Tanto en la Tabla 8 como en la tabla 9 podemos ver que el análisis sin trazadores contiene un numero menor de elementos usados en el análisis, esto se debe principalmente a la incorporación de los trazadores, esto quiere decir que al momento de agregar los trazadores al análisis los parámetros de aceptabilidad caen en un rango en el cual no hay aceptabilidad, por esto es necesario volver a calcular, agregando y quitando elementos de manera de llegar a un valor de parámetros lo mas similar a los obtenidos en el análisis sin trazador.

Tanto en el caso de usar trazador OC como el de EC, fue necesario agregar Pb al análisis; con esto se obtuvo los parámetros de aceptabilidad más cercanos a los que se obtuvieron cuando se realiza el análisis sin trazador.

Para un mejor análisis de los resultados se muestra a continuación los gráficos de cada estudio por tipo sin trazador con trazador OC, y con trazador EC respectivamente.

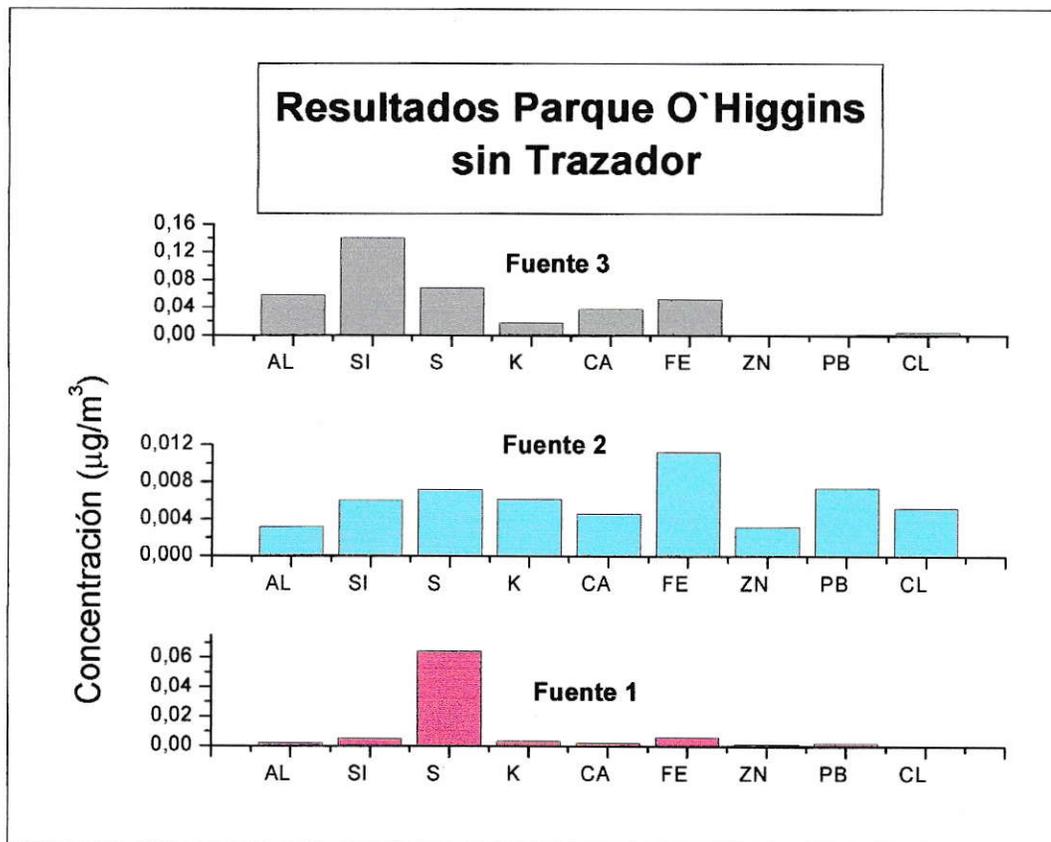


Figura 6. Resultados Parque O'Higgins sin Trazador

De este primer Grafico de Parque O`Higgins (Figura 6), podemos ver que nos encontramos con 3 fuentes de la contaminación. En la primera fuente nos encontramos con que sobresale en aporte el S (SO_4^-), la presencia de este nos indica que podemos estar frente a una fuente del tipo Aerosol secundario o vehículos motorizados, en esta primera instancia no es posible determinar con claridad que fuente es, esto solo se determinara con la presencia de los trazadores.

En la fuente 2 nos encontramos con que el aporte mayoritario es de Fe, pero la presencia de los demás elementos es también destacada así tenemos S, Zn, Cl, en este caso tenemos una mezcla de fuentes podemos ver que el Fe y Zn pueden indicar procesos de fundición, la presencia Cl, sal de mar (aerosoles marinos), también el S la presencia de aerosoles secundarios. También es la fuente donde se encuentra en mayor concentración el potasio, el cual es un trazador de quema de leña y de biomasa.

En la fuente 3 también destacan muchos elementos, principalmente Si, Al, S, también hay Ca, Fe, en este caso se puede decir que estamos frente a compuestos químicos que abundan en la corteza terrestre, por lo cual esta fuente tendría tanto aportes de origen antropogénico (polvo resuspendido de calles) como aportes de fuentes naturales (erosión eólica en la cuenca). También aparece el azufre en este perfil químico, lo cual puede indicar que en este caso UNMIX no es capaz de separar la fuente de azufre de las demás fuentes de emisión, ya que aparece mezclada con los tres perfiles químicos hallados por el modelo.

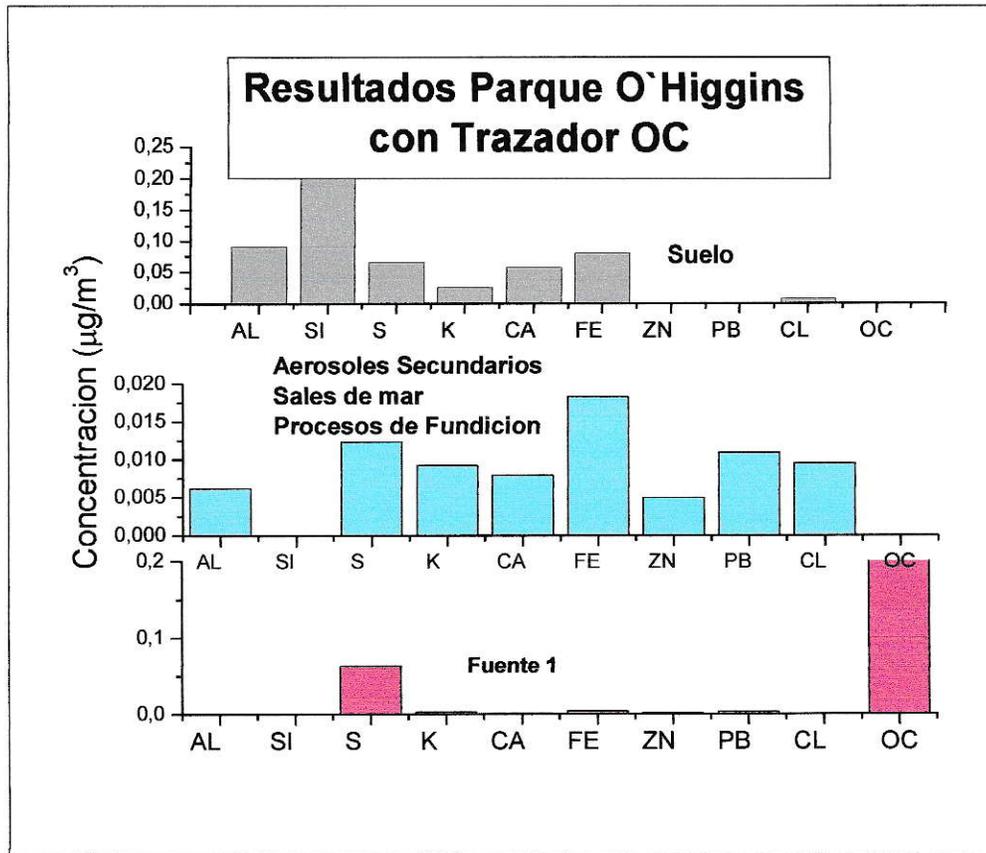


Figura 7. Resultados Parque O`Higgins con Trazador OC

Con este segundo grafico de Parque O`Higgins (Figura 7), vemos como la presencia de un trazador destaca a todos aquellos elementos relacionados con el origen o fuente de la contaminación, en el caso de la primera fuente, aun no se tiene 100% de claridad de que tipo de fuente esta presente, todavía existen 2 posibilidades, estar frente a vehículos motorizados o frente a aerosoles secundarios.

En la fuente 2, nos encontramos con que el Trazador no aparece, lo que si aparece en este análisis es el Pb, este elemento es característico de los Procesos de Fundición, por lo tanto ya estamos seguros que dentro de los orígenes se encuentra los Procesos

de Fundición, pero también la presencia de S es un indicativo de la presencia de aerosoles secundarios, la existencia de Cl, que no es menor, indicaría que estamos frente a sales de mar (aerosoles Marinos). El potasio también se mantiene alto en esta fuente.

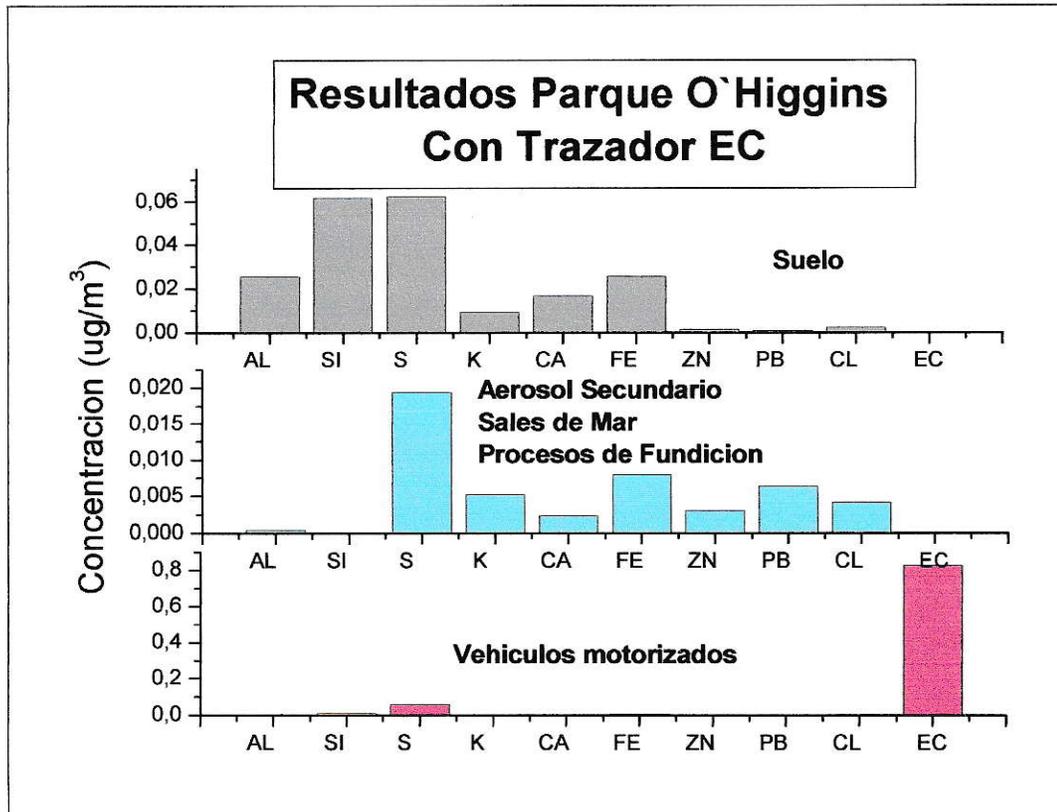


Figura 8. Resultados de parque O'Higgins con Trazador EC

En este tercer grafico de Parque O'Higgins (Figura 8), vemos como el Trazador EC, al igual que el Trazador OC, solo se hace presente en la fuente 1, el cual con esta presencia de EC determina que la fuente de origen de la contaminación es Vehículos Motorizados, ya que tenemos que en esta fuente la presencia de S, OC, EC, típicos de emisiones del transporte.

Para las fuentes 2 y 3, se confirma lo señalado con anterioridad, ya que la presencia de EC destaca al igual que el anterior trazador los elementos mas importantes, de manera que ya se tendría definido que la fuente 2 corresponde a Procesos de Fundición, Aerosoles Secundarios y Sales de Mar (aerosoles Marinos). En el caso de la fuente 3 definitivamente estamos frente a una fuente difusa, que podríamos llamar Polvo natural con polvo de Calle.

Para tener un resumen de los aportes de cada una de estas fuentes de contaminación, el programa Unmix nos entrega los valores de aporte total por cada fuente. En la tabla 10 que se muestra a continuación podemos encontrar el aporte en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de cada una de las fuentes que se estimaron para esta estación de monitoreo, entregándose además el porcentaje de cada uno de esto.

Tabla 10. Aporte de Cada Fuente a la contaminación

Aporte en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Fuente 1 Vehículos Motorizados	Fuente 2 Fundición, Aerosol Secund. Sales de Mar	Fuente 3 Suelo (polvo Calle)
15,64	9,61	2,96
56,0%	34,4%	9,6%

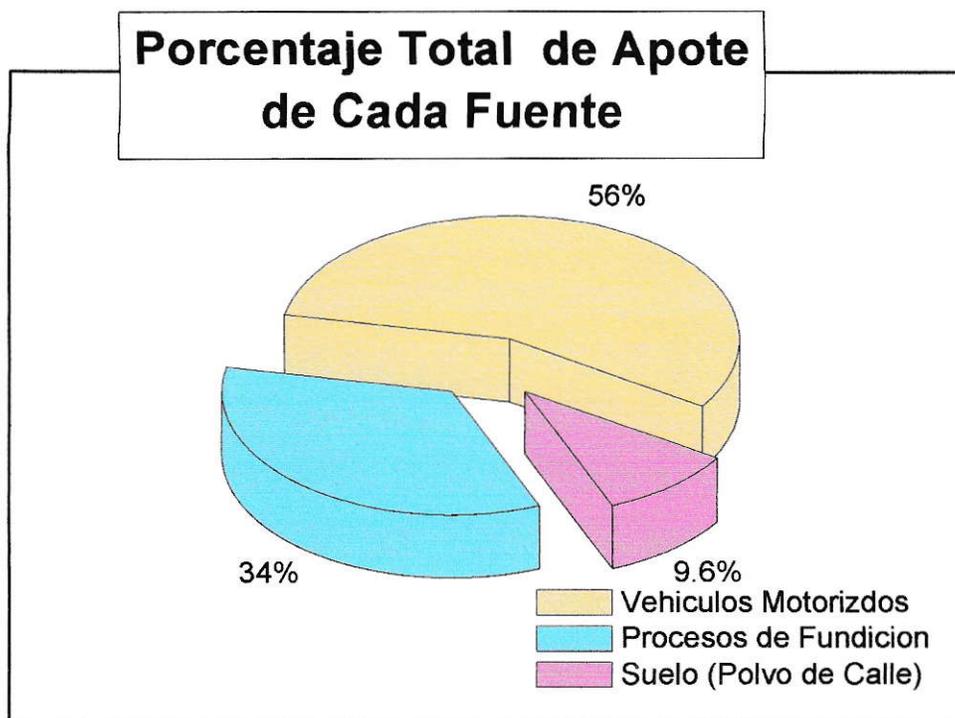


Figura 9. Aporte de Cada Fuente a la Contaminación

De este Grafico (Figura 9) se desprende que el mayor aporte en la Estación de Parque O'Higgins corresponde a Vehículos Motorizados con un 56,0%, seguido por los Procesos de Fundición, Aerosoles Secundarios y Sales Marinas con un 34,0%, y por último con un aporte que llega al 9,6% tenemos Suelo o Polvo de calle.

4.1.2 Fracción Gruesa

En la Tabla 5 que se encuentra en la sección 2. Materiales y Métodos. Se encuentran los datos de la Fracción gruesa de la Estación Parque O'Higgins. De estos datos se seleccionó al igual que en el caso de la fracción fina, a los elementos a incluir en el programa UNMIX, esta selección se realizó con el mismo criterio, es decir dejando fuera a todos aquellos elementos químicos que presentaron una concentración baja, y que pudieran afectar los resultados.

Con los valores seleccionados en una primera instancia, el programa UNMIX no es capaz de generar resultados coherentes y que se encuentren dentro de las posibilidades de Fuentes de Contaminación de dicho programa.

Por esto se agregó a la selección de datos del programa UNMIX, a aquellos elementos químicos que en una primera instancia habían quedado fuera. Con la incorporación de estos datos, el Programa tampoco fue capaz de entregar resultados.

4.2 Resultados de Estación Las Condes

4.2.1 Fracción Fina

Los datos finalmente seleccionados en el Programa Unmix 2.3 son los que se encuentran en la Tabla 11 que se muestra a continuación. Estos datos son aquellos que cumplen con las condiciones como relevancia, concentración o aporte adecuado para su incorporación en el análisis.

Tabla 11. Datos seleccionados en el Programa Unmix 2.3

Sin Trazador	Trazador OC	Trazador EC
Al	Al	Al
Si	Si	Si
S	S	S
K	K	K
Ca	Ca	Ca
Fe	Fe	Fe
-	OC	EC

Los datos que no se consideraron, son aquellos que provocan que el error asociado al resultado aumente.

Los resultados obtenidos por Unmix 2.3 entregaron como parámetros los siguientes valores;

$$r_m^2 = 0,89 \quad S/R = 2,86 \quad (\text{Datos del estudio sin Trazador})$$

Esto implica que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de aceptabilidad. La Tabla 12 muestra los resultados entregados por Unmix para cada estudio, sin trazador y con los respectivos trazadores.

Tabla 12. Resultados entregados por Unmix 2.3

Sin Trazador	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Al	0,0011	0,0038	0,0298
Si	0,0025	0,0092	0,0756
S	0,0111	0,0852	0,0281
K	0,0060	0,0023	0,0078
Ca	0,0014	0,0031	0,0287
Fe	0,0047	0,0067	0,0359
Trazador OC	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Al	0,0016	0,0042	0,2773
Si	0,0037	0,0098	0,7086
S	0,0693	0,1111	0
K	0,0052	0,0029	0,0389
Ca	0,0023	0,0023	0,2635
Fe	0,0062	0,0051	0,2998
OC	0,3940	0	0

Trazador EC	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Al	0,0008	0,0036	0,0615
Si	0,0016	0,0086	0,1571
S	0,0298	0,0684	0
K	0,0038	0,0047	0,0389
Ca	0,0014	0,0024	0,2635
Fe	0,0047	0,0060	0,2998
EC	0,1038	0	0

En este caso los elementos seleccionados para los estudios con trazador son los mismos que para el estudio sin trazador, esto se debe a que la presencia de cualquier otro elemento aumenta el error, por lo que se optó por dejar el mismo número de elementos que se utilizó en el análisis sin trazador. Hay que destacar que, a pesar de la disminución de los parámetros por el hecho de insertar el los trazadores, no se perjudicó la aceptabilidad de los resultados ya que los parámetros a pesar de todo siguen en el rango de aceptabilidad.

Para un mejor análisis de los resultados se muestra a continuación los gráficos de cada estudio por tipo sin trazador con trazador OC, y con trazador EC respectivamente.

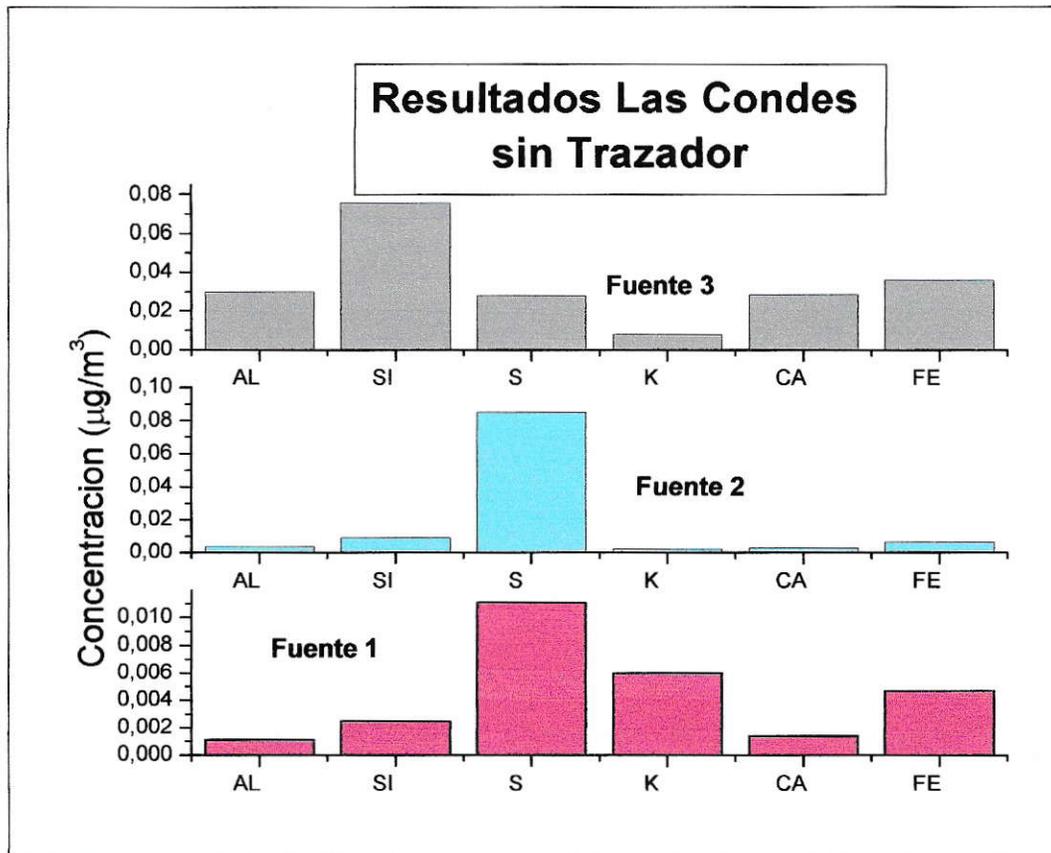


Figura 10. Resultado Las Condes sin Trazador

De la Figura 10, el primer gráfico de Las Condes, podemos ver que nos encontramos con 3 fuentes de contaminación. En la primera fuente nos encontramos con que sobresale en aporte el S (SO_4^-), la presencia de este nos indica que podemos estar frente a un origen del tipo Aerosol secundario o vehículos motorizados. Además la Presencia de Fe, K, Al, Ca, Si puede deberse a un aporte del suelo (polvo natural o de Calle), por lo cual en esta primera instancia no es posible determinar con claridad que fuente es, esto solo se determinara con la presencia de los trazadores.

En la fuente 2 nos encontramos con que el aporte mayoritario es de S, muy similar a la fuente 1, la única diferencia es que el aporte de los demás elementos es mucho más bajo en la fuente 2, En este caso lo mas probable es que estemos frente a una fuente de Aerosoles Secundarios; esto se podrá determinar con la presencia de trazadores

En la fuente 3 vemos un aporte totalmente distinto a los dos anteriores, en este se destaca principalmente el Si, seguido por el Fe, Al, Ca, S, estos últimos elementos poseen un aporte muy similar, es difícil decir cual de estos es más importante en su aporte. También nos encontramos con la presencia de K, todos estos elementos hacen pensar que el origen de la fuente de Contaminación se debe a Suelo (polvo de calle o polvo natural), lo único que provoca dudas es el hecho de que también hay una marcada presencia de S, que no sería de polvo de calle, de modo que con la presencia de los trazadores se podrá aclarar que tipo de fuente es.

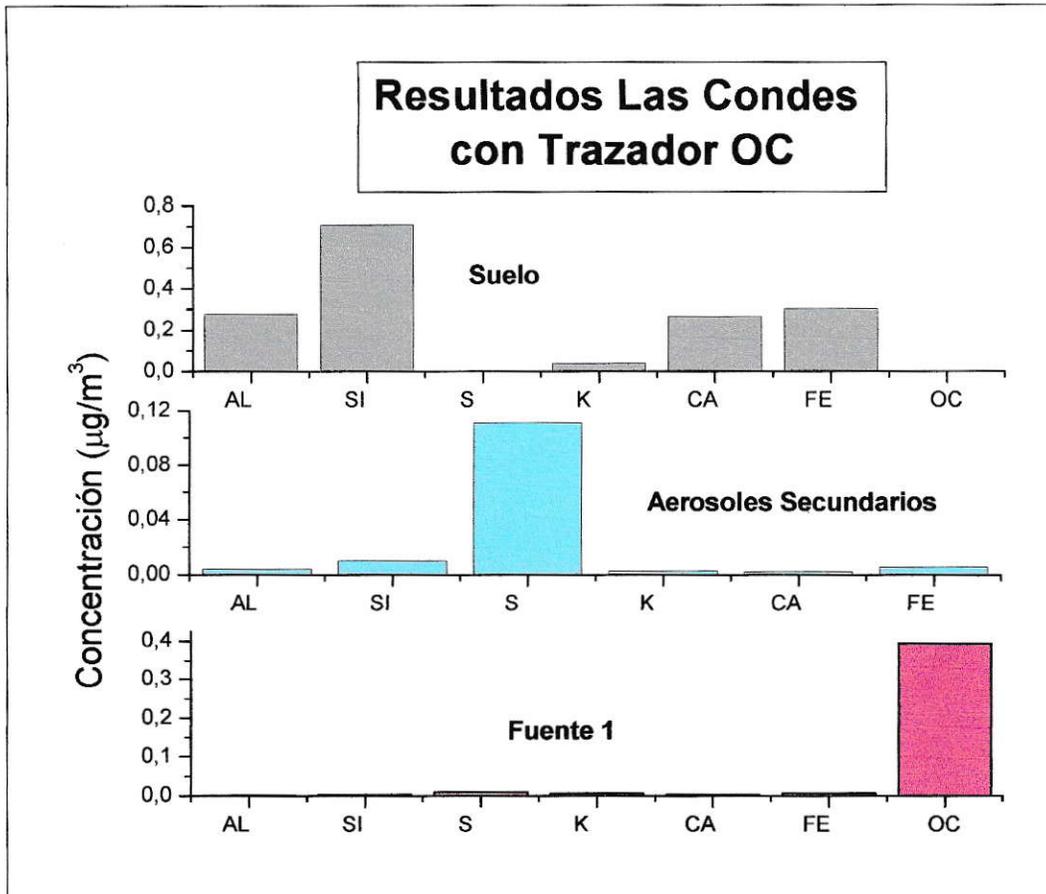


Figura 11. Resultado de Las Condes con Trazador OC

En este segundo Grafico de Las Condes (Figura 11), vemos como la presencia de un trazador destaca a todos aquellos elementos relacionados con el origen o fuente de la contaminación, en el caso de la primera fuente, aun no se tiene 100% de claridad de que tipo de fuente esta presente, todavía existen 2 posibilidades, estar frente a vehículos motorizados o frente a aerosoles secundarios, aunque lo mas probable es vehículos motorizados ya que hay una gran disminución del S.

En la fuente 2, se destaca la presencia de S por un alto margen, además no vemos la presencia del trazador, en este caso nos encontramos con Aerosoles secundarios.

En la fuente 3 podemos asegurar que estamos frente a fuente con compuestos que abundan en la corteza terrestre (polvo de calle), se destaca es Si, Ca, Fe y Al, el S que era el elemento que hacia dudar desaparece teniendo un aporte cero con la presencia del trazador, por lo cual no hay duda del origen.

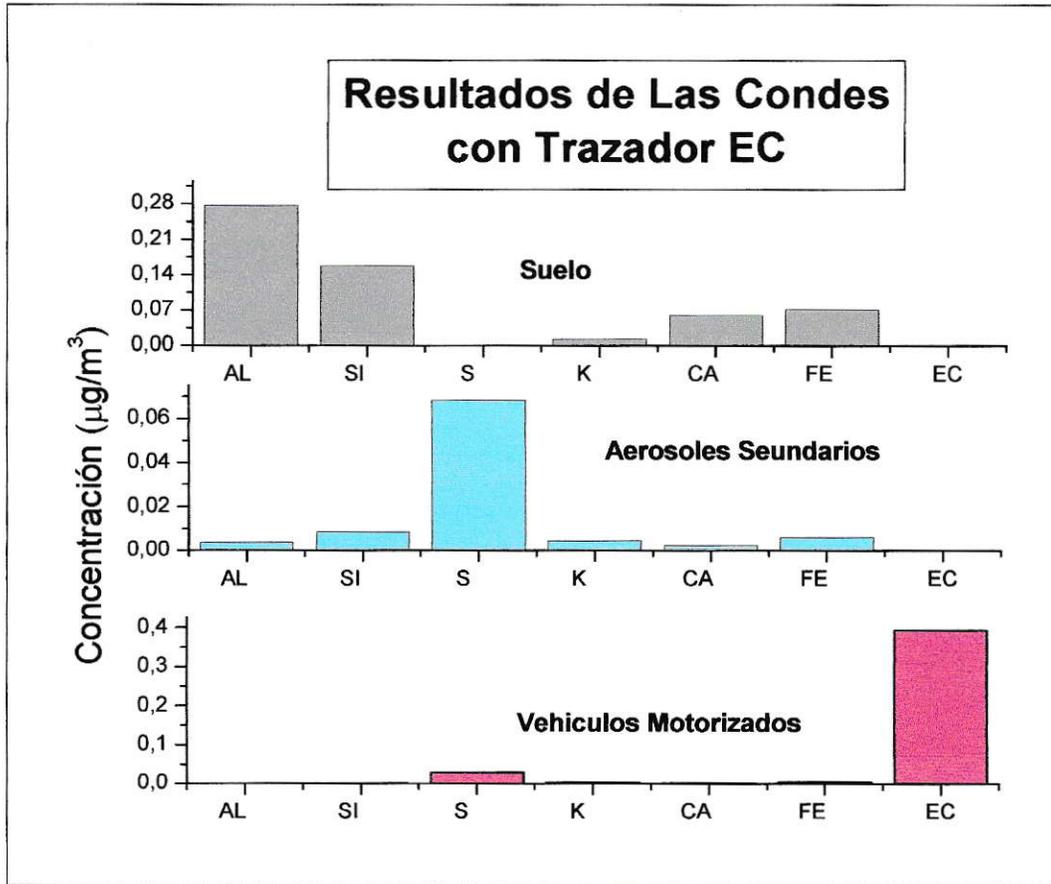


Figura 12. Resultado Las Condes con Trazador EC

La Presencia de EC destaca los aportes de los elementos. En el caso de la fuente 1 podemos decir que se trata de vehículos motorizados, esto se deduce ya que el trazador EC solo está presente en esta fuente.

De esta forma nos encontramos que los resultados en Las Condes Fracción Fina son,

Fuente 1: Vehículos Motorizados

Fuente 2: Aerosoles Secundarios

Fuente 3: Suelo (polvo de Calle)

Para tener un resumen de los aportes de cada una de estas fuentes de contaminación, el programa Unmix nos entrega los valores de aporte total por cada fuente. En la tabla 13 que se muestra a continuación podemos encontrar el aporte en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de cada uno de los orígenes que intervinieron en esta estación de monitoreo además el porcentaje de cada uno de esto.

Tabla 13. Aporte de Cada Fuente a la contaminación

Aporte en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Fuente 1 Vehículos Motorizados	Fuente 2 Aerosoles Secundarios	Fuente 3 Suelo (polvo Calle)
17,32	14,69	5,88
45,7%	38,8%	15,5%

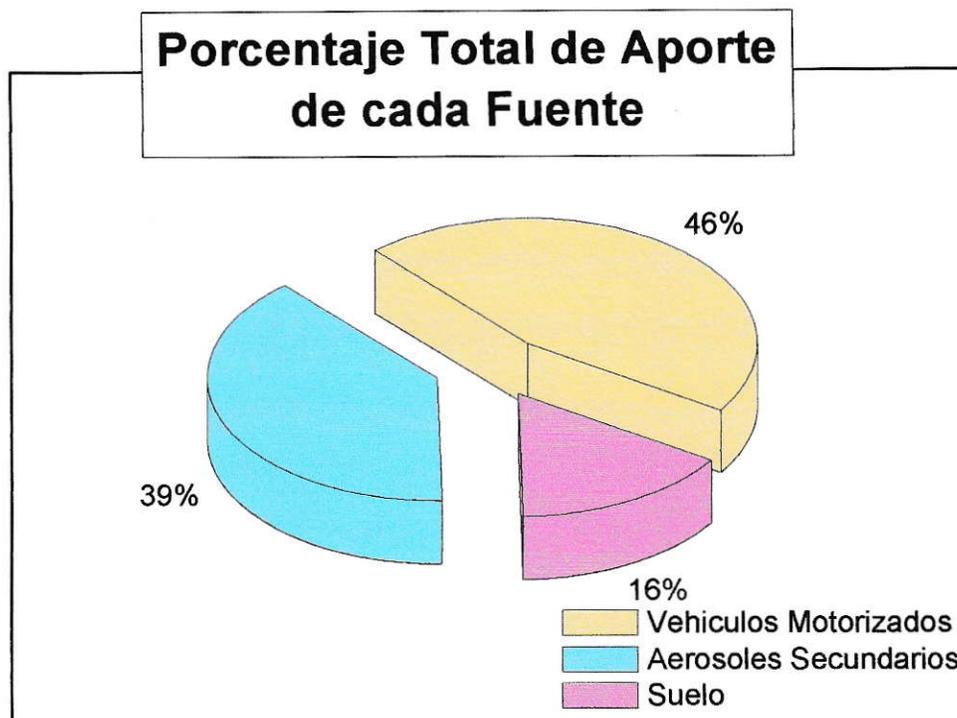


Figura 13. Aporte de Cada Fuente a la Contaminación

De este Grafico (Figura 13) se desprende que el mayor aporte en la Estación de Las Condes corresponde a Vehículos Motorizados con un 46,0%, seguido por Aerosoles Secundarios con un 39,0%, y por último con un aporte que llega al 16,0% tenemos Suelo o Polvo de calle.

4.2.2 Fracción Gruesa

En la Tabla 6 que se encuentra en la sección 2. Materiales y Métodos. Se encuentran los datos de la Fracción gruesa de la Estación Las Condes. De estos datos se selecciono al igual que en el caso de la fracción fina, a los elementos a incluir en el programa UNMIX, esta selección se realizo con el mismo criterio, es decir dejando fuera a todos aquellos elementos químicos que presentaron una concentración baja, y que pudieran afectar los resultados.

Con los valores seleccionados en una primera instancia, el programa UNMIX no es capaz de generar resultados coherentes y que se encuentren dentro de las posibilidades de orígenes o Fuentes de Contaminación de dicho programa.

Por esto se agrego a la selección de datos del programa UNMIX, a aquellos elementos químicos que en una primera instancia habían quedado fuera. Con la incorporación de estos datos, el Programa tampoco fue capaz de entregar resultados.

4.3. Resultados Análisis Temporal

Otra aplicación que contiene el programa UNMIX 2.3, es la entrega de la contribución de una fuente a la masa total de material particulado en el tiempo. Esta información es útil para comprobar que la fuente que se determinó con anterioridad sea correcta, esto es posible realizarlo debido a que cada tipo de contaminante tiene un comportamiento diferente en el transcurso de un año. Así por ejemplo la contaminación provocada por consumo de leña o biomasa, es mucho mayor en invierno y va disminuyendo progresivamente a medida que nos acercamos al verano.

El análisis temporal también entrega información de aquellos días en que el aporte de la contaminación es mayor. Los peak generados en el grafico son indicativos de que algo provocó un aumento de la contaminación, ya que los resultados se encuentran por tipo de contaminación se puede realizar un seguimiento mas riguroso para determinar las causas de la anomalía. Por ejemplo un peak generado en quema de biomasa o quema de leña, puede ser provocado por un incendio forestal ocurrido en las cercanías de la estación de monitoreo. Y si eso es así, se esperaría medir altos valores de potasio en ese día episódico.

Tanto para la Estación de Monitoreo Parque O'Higgins como Las Condes se realizó el análisis temporal cuyos resultados se muestran a continuación.

4.3.1. Análisis Temporal Parque O'Higgins

Para cada tipo de fuente de contaminación de la Estación Parque O'Higgins se posee un análisis temporal estos resultados se ven en la Figura 14;

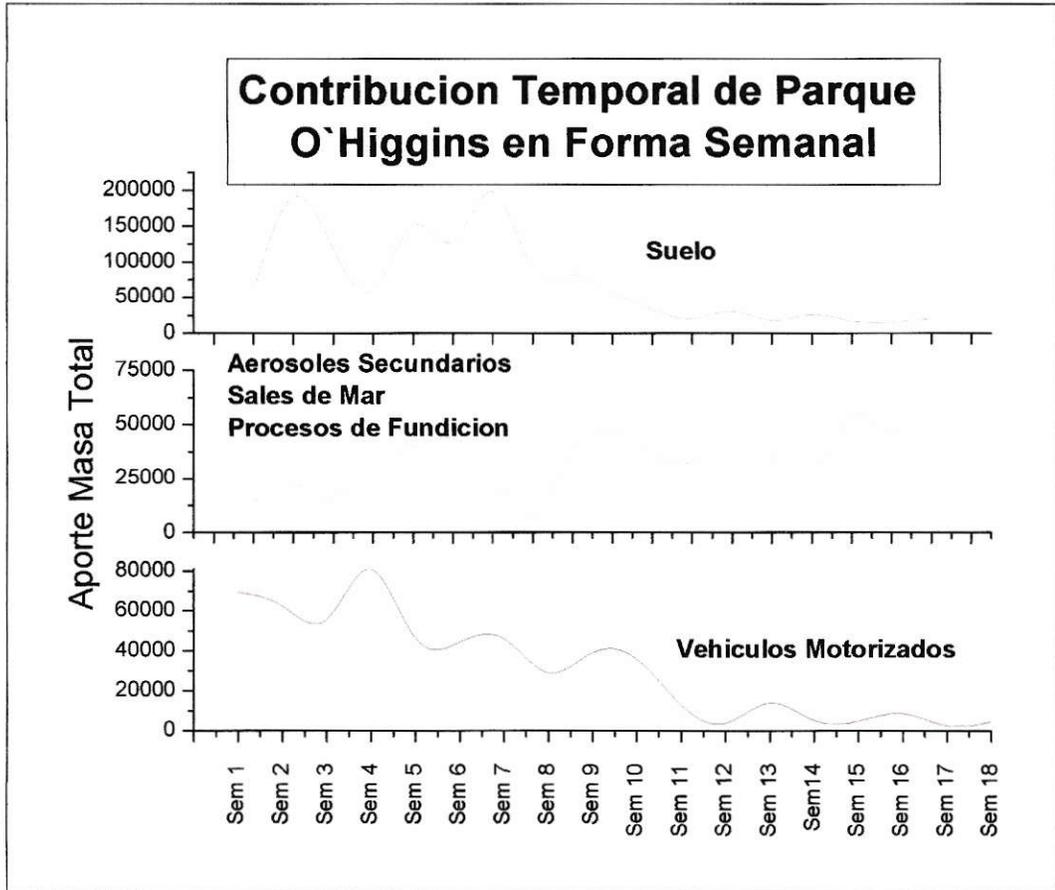


Figura 14. Contribución Semanal de las fuentes de contaminación de Parque O'Higgins

La contribución semanal de los contaminantes (Figura 14) es entregada por el Programa UNMIX. En este caso vemos lo siguiente

- Vehículos Motorizados, el aporte de la contaminación disminuye a medida que nos acercamos a el verano
- Suelo (polvo Natural); el aporte de la contaminación disminuye a medida que nos acercamos a el verano, es decir, se comporta de manera similar al caso de los vehículos.
- Aerosoles Secundarios, sal de mar, procesos de Fundición; el aporte de la contaminación a diferencia de los otros dos Orígenes aumenta levemente a medida que nos acercamos al verano. Esto puede estar reflejando procesos de oxidación de azufre a sulfato que son incrementados por las temperaturas mayores de la época estival.

Para mejorar la detección de los peak generados en cada Fuente de contaminación de la estación Parque O'Higgins, se realizo un análisis temporal de forma diaria de manera de visualizar mejor el comportamiento y poder determinar el día exacto en el cual se produjo el peak.

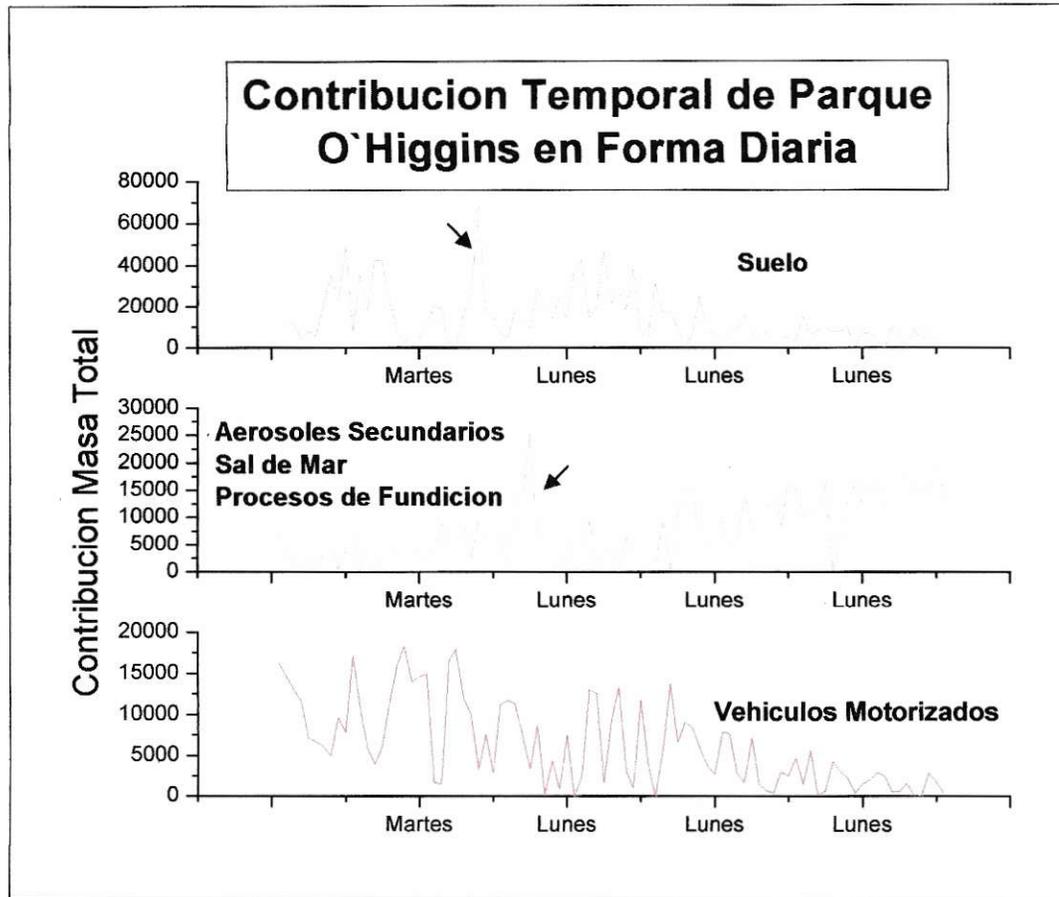


Figura 15. Contribución Diaria de las fuentes de contaminación de Parque O'Higgins

En este análisis podemos ver para vehículos motorizados se genera un periodo aleatorio con alzas y bajas de contaminación, en el caso de Suelo se ve claramente un peak el que corresponde al 2 de Agosto. Por ultimo en el caso de Aerosoles secundarios, Procesos de Fundición y sales de mar también se genera un peak notorio el cual corresponde al día 10 de Agosto. Ninguno de ellos coincide con días con precipitaciones ese mes.

4.3.2. Análisis Temporal Las Condes

Para cada Tipo de Fuente de Contaminación de la Estación Las Condes posee un análisis temporal estos resultados se ven en la Figura 16

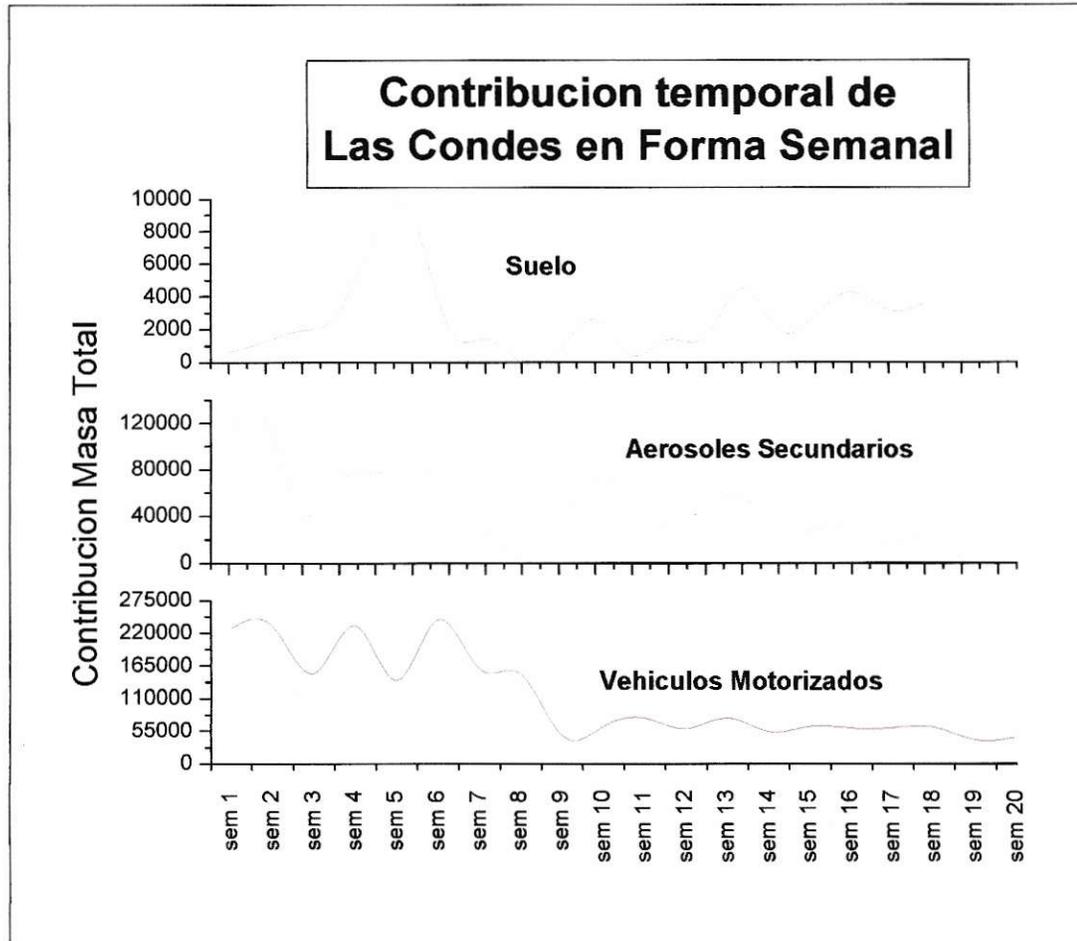


Figura 16. Contribución Semanal de las fuentes de contaminación de Las Condes

La contribución semanal de los contaminantes (Figura 16) es entregada por el Programa UNMIX. En este caso vemos lo siguiente

- Vehículos Motorizados, el aporte de la contaminación disminuye a medida que nos acercamos a el verano
- Suelo (polvo Natural); el aporte de la contaminación disminuye a medida que nos acercamos a el verano, con una cierta correlación con los aportes de fuentes móviles, esto puede deberse al efecto de las lluvias.
- Aerosoles Secundarios, el aporte de la contaminación a diferencia de los otros dos Orígenes disminuye pero lo hace en mucho menor medida que los otros dos.

Para mejorar la detección de los peak generados en cada fuente de contaminación de la estación Las Condes, se realizó un análisis temporal de forma diaria de manera de visualizar mejor el comportamiento y poder determinar el día exacto en el cual se produjo el peak.

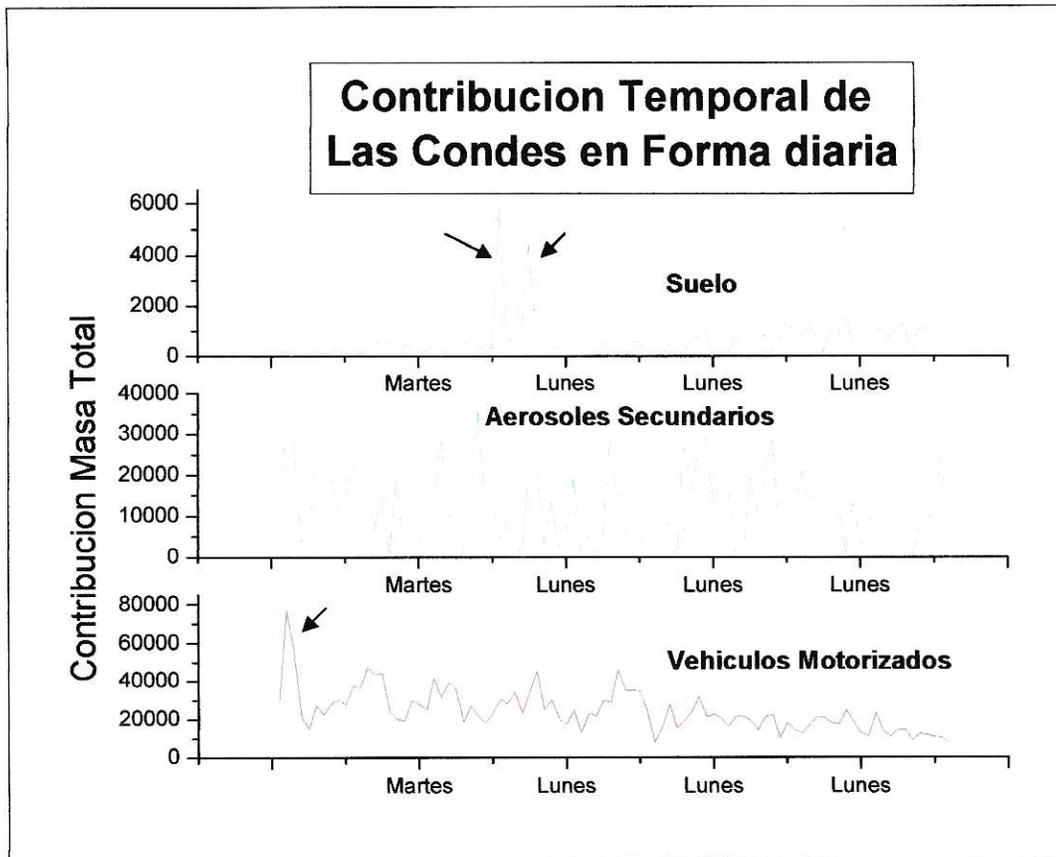


Figura 17. Contribución Diaria de las fuentes de contaminación de Las Condes

En este análisis podemos ver para vehículos motorizados se genera un periodo aleatorio con alzas y bajas de contaminación pero también hay un peak que destaca el cual corresponda al 7 de Julio, en el caso de Suelo se ve claramente la existencia de 2 peak los cuales corresponden al 6 de Agosto y 10 de Agosto respectivamente. Por ultimo en el caso de Aerosoles secundarios, se generan altos y bajos en las concentraciones pero no destaca un peak específico.

5. RESULTADO OBTENIDO DEL PPDA ACTUALIZADO

El análisis de los filtros, realizado durante el invierno de 1999, provenientes de las estaciones Las Condes, Parque O'Higgins y Pudahuel, entrega la composición química del material particulado, de acuerdo a la siguiente tabla

Tabla 14. Compuestos y participación porcentual

Compuesto	Participación porcentual
Carbón orgánico	8%
Carbón elemental	7%
Nitrato	10%
Sulfato	8%
Amonio	8%
Cloro	7%
Polvo natural o background	38%
Polvo Antropogénico	11%
Otros	3%
TOTAL	100

Fuente: CONAMA RM partir de **Artaxo** y CENMA (1999)

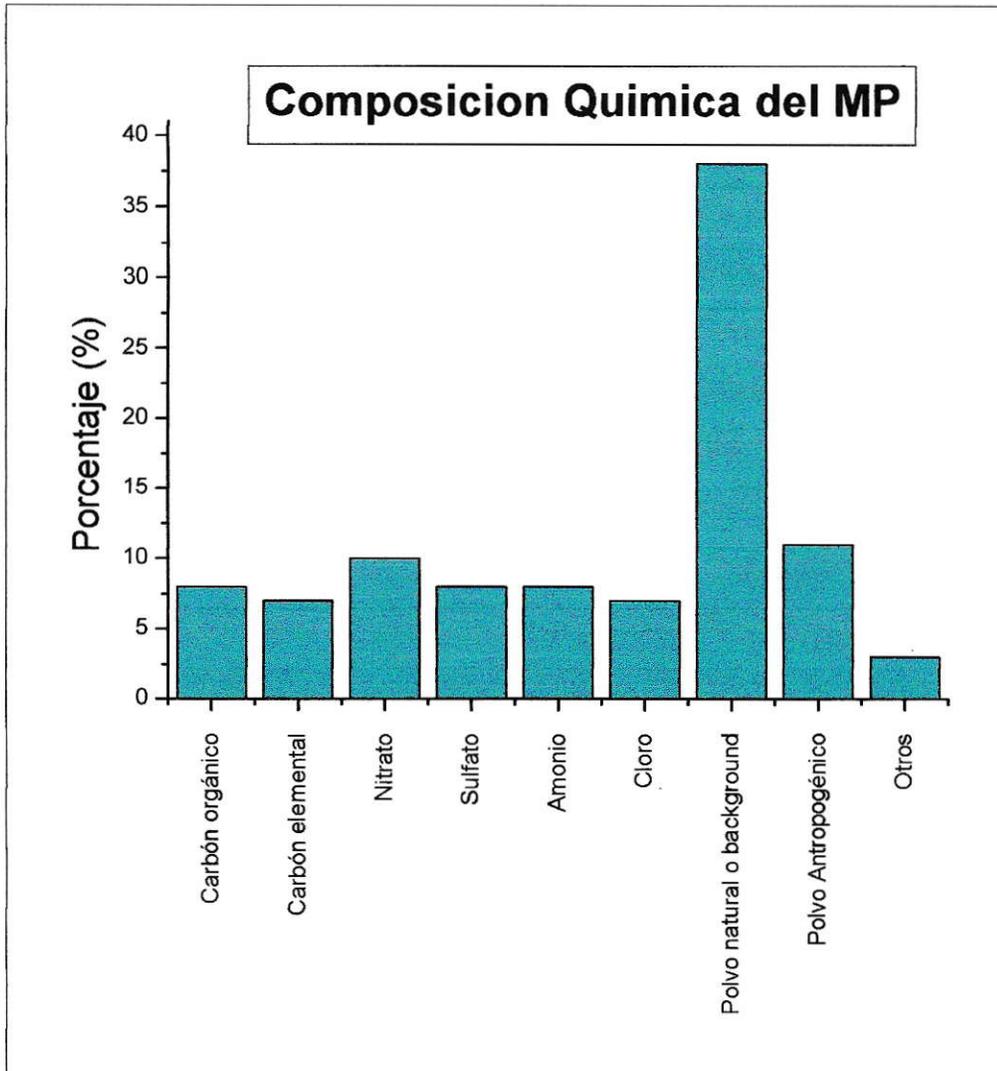


Figura 18. Compuestos y participación porcentual
Fuente: CONAMA RM a partir de datos PPDA actualizado

Para calcular la participación en las concentraciones del MP10 debido a la actividad humana, se identificó el contenido químico de los filtros. Esto permitió definir las proporciones de MP10 emitido directamente y las de sus precursores, a saber, nitrato, sulfato y amonio. Al combinar esta información con el Inventario de Emisiones 2000, para MP10, NO_x, SO_x y NH₃, bajo el supuesto que éstos compuestos se encuentran en el aire en proporciones iguales a las emitidas, y considerando solamente el material

particulado de fuente antropogénico, se llegó a la responsabilidad en las concentraciones de MP10.

De acuerdo a lo anterior, los responsables de las emisiones y su impacto en las concentraciones de material particulado producido por actividades humanas (no natural), tanto por su emisión directa como por la emisión de sus precursores, son:

Tabla 15. Fuente y Porcentaje de Participación

Fuente	Participación
Buses	22%
Camiones	13%
Vehículos livianos y comerciales	14%
Total Fuentes Móviles	49%
Procesos de combustión	9%
Otros procesos industriales	15%
Fuentes residenciales	5%
Total Fuentes Fijas	29%
Quemas agrícolas, crianza de animales, aguas servidas, otros.	22%
Total Fuentes Areales	22%

Fuente: CONAMA RM a partir de CENMA-Artaxo (1999)

Participación Porcentual de las Fuente de Contaminación

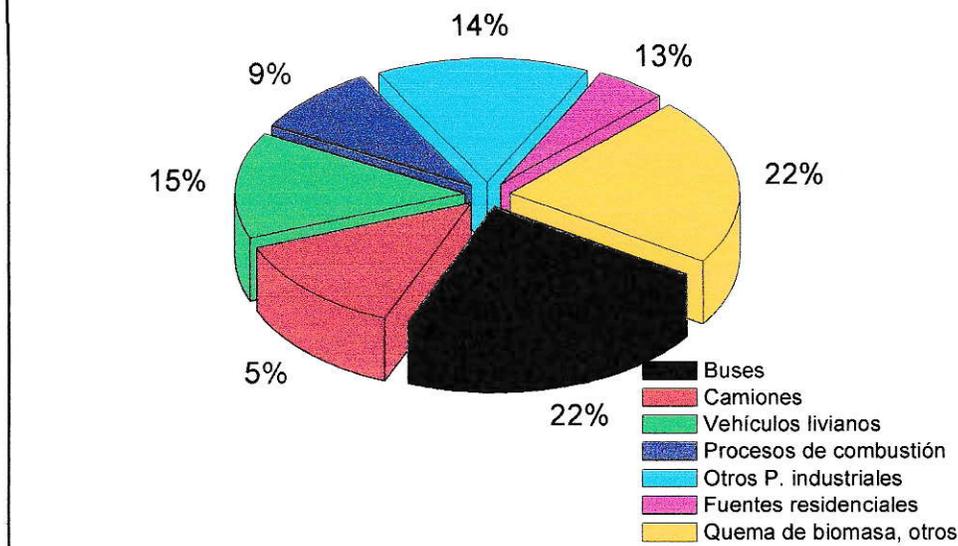


Figura 19. Porcentaje de aporte de las Fuentes de Contaminación para Santiago
Fuente: CONAMA RM a partir de datos PPDA actualizado

El enfoque del Plan hace énfasis en las concentraciones de los contaminantes, como se aprecia en la última tabla. Estas son más representativas de la exposición de la población que la estimación de las emisiones, desagregadas por actividad.

6. DISCUSION

6.1 Discusión de los Resultados Obtenidos por UNMIX 2.3

El paso mas importante en el análisis o estudio realizado con el Modelo de Receptores Unmix, es la determinación del numero de factores o fuentes de contaminación que aportan en las diferentes estaciones de monitoreo. Sin embargo, para esto es importante la determinación del r_m^2 y de S/R. Además hay que considerar que la estimación de error en etapas anteriores a la utilización del programa (ordenamiento de datos), se basan principalmente en el juicio del investigador.

La gran parte de los resultados entregados por Unmix son consistentes y de fácil determinación con la Tabla 1. "Fuentes de Contaminación y Factores de Identificación de Particulado Fino" y con la Tabla 2. "Fuentes de Contaminación y Factores de Identificación de Particulado Grueso". Pero también hay resultados que dejan una cierta ambigüedad por ser mezcla de factores que generan resultados de más de un tipo de fuente de Contaminación presente en las muestras de PM10.

El estudio realizado a ambas estaciones arrojó resultados favorables para la fracción fina del Material Particulado, no así para la fracción gruesa, en este último caso las estaciones Parque O'Higgins y Las Condes no fueron capaces de determinar Fuentes de Contaminación coherentes y con sentido físico.

Los resultados obtenidos tanto para la Estación Parque O'Higgins como para la Estación Las Condes, en lo que a fracción fina de Material Particulado se refiere, fueron muy similares, ya que ambos presentan tres tipos de fuentes de contaminación, que para una mejor discusión se analizaran por separado.

La Estación de Monitoreo Parque O'Higgins presenta los siguientes resultados;

- Fuente 1: Vehículos Motorizados
- Fuente 2: Aerosoles Secundarios, Sal de Mar, Procesos de Fundición
- Fuente 3. Suelo (polvo natural y polvo de calle)

La fuente 1 posee alta concentración de EC, y OC, típico de fuentes emisoras de vehículos motorizados, esto puede explicarse ya que la estación Parque O'Higgins se encuentra en las cercanías de vías muy transitadas tanto por vehículos particulares como de locomoción colectiva.

Este tipo de contaminación presenta un comportamiento en el tiempo ya conocido, toda vez que las emisiones del transporte son aproximadamente constantes en el periodo en que se hizo la campaña de monitoreo. Se sabe que en épocas de baja temperatura (invierno) la contaminación producto de esta fuente aumenta (debido a las peores condiciones de ventilación de la cuenca) y es en esta época donde se producen los más altos índices de contaminación. A medida que nos acercamos al verano esta contaminación va disminuyendo (debido a las mejores condiciones de ventilación), y este comportamiento es el que se observa en el estudio Temporal realizado, al aislarse esa componente que proviene de las fuentes móviles.

En este trabajo se encuentran dos análisis Temporales;

La contribución Temporal en forma semanal de Parque O'Higgins (Figura 14), donde se observa claramente que la fuente 1 Vehículos motorizados presenta un comportamiento como el ya explicado.

El análisis temporal diario de Parque O'Higgins (Figura 15) nos encontramos con un comportamiento zigzagueante, este corresponde a la disminución en la contaminación producida los fines de semana, esto producto que la actividad vehicular baja en relación con los días hábiles.

La fuente 2 posee una mezcla de factores en los cuales destaca Fe, Zn, Cl, S, los cuales representan a fuentes de contaminación del tipo, Aerosoles Secundarios, Sal de Mar, y Procesos de Fundición. Este es un caso en el cual no existe una claridad en el resultado. La presencia de Fe y Zn nos indican procesos metalúrgicos que pueden encontrarse en las cercanías de la Estación Parque O'Higgins, el S corresponde a SO_4^- puede generarse producto de las emisiones de fuentes que queman combustibles con alto contenido de azufre como el petróleo pesado, este tipo de contaminante secundario suele ser mayor en época de verano debido a la mayor velocidad de oxidación del azufre a sulfato en esas condiciones.

Por ultimo tenemos Cl, indicativo de sal de mar, esto puede ocurrir a pesa de que Santiago se encuentra a una distancia considerable de la costa, pero el tiempo de incursión de las masas de aire marino pueden generar que esta concentración de Cl captado en la Estación Parque O'Higgins corresponda a "sal envejecida de mar" que

presenta una diferencia en la composición que aquella típica que se puede encontrar en las zonas costeras.

En la contribución o variación temporal del aporte, estos factores presentan un aumento leve a medida que nos acercamos al verano, también destaca un peak generado el día 10 de Agosto, este peak que se destaca en la Figura 15. “Contribución Diaria de las fuentes de contaminación de Parque O’Higgins” puede deberse a varios factores, los cuales quedan indeterminados en este análisis agregado.

La fuente 3 posee una gran cantidad de Si, Fe, Ca, Al, factores típicos del suelo. En este caso puede deberse a polvo natural o polvo de calle generado en la zona urbana, este factor mezcla diversas fuentes de levantamiento de polvo urbano, así tenemos polvo producto de la construcción o de polvo de calle producido por el tránsito de gran cantidad de automovilistas, por lo tanto se puede decir que la fuente 1 y la 3 se encuentran relacionadas.

El análisis de Contribución Temporal de forma semanal (Figura 14) muestra una disminución del aporte al acercarnos al verano, además se destacan un peak generado el 2 de agosto (ver Figura 15). Este peak puede deberse a lluvias de días anteriores que acumulan una gran cantidad de suelo (barro) en las cunetas y que al dejar de llover los automóviles levantan.

La Estación de Monitoreo Las Condes presenta los siguientes resultados;

- Fuente 1: Vehículos Motorizados
- Fuente 2: Aerosoles Secundarios
- Fuente 3. Suelo (polvo natural o polvo de calle)

La fuente 1 posee una alta concentración de EC y OC característicos de las fuentes de vehículos motorizados. Las Condes es una zona de mayor nivel económico y por lo tanto es una zona en la cual los vehículos particulares son más abundantes que los de locomoción colectiva. En esta parte de la ciudad de Santiago las vías para transitar son de mayor nivel (mas expeditas) pero el número de vehículos particulares que circulan es mucho mayor, de modo que es posible pensar que en Las Condes este aporte se debe principalmente a vehículos particulares.

La contribución Temporal de forma semanal (Figura 16) de Las Condes disminuye a medida que nos acercamos al verano (debido a las mejores condiciones de ventilación), además en la Figura 17 Contribución Temporal en forma diaria, se destaca un peak producido el día 7 de Julio, este peak en la fuente 1 presenta una mayor dificultad para explicarla ya que no hay datos anteriores a esta fecha.

En la fuente 2 destaca la presencia de S factor típico de Aerosoles Secundarios, en este caso del tipo sulfato particulado (SO_4^{2-}), normalmente este tipo de fuentes de contaminación aumentan hacia épocas de verano producto que es en esta época

cuando la actividad fotoquímica es mas alta, pero el estudio temporal muestra una pequeña disminución y luego un mantenimiento en el tiempo.

En la fuente 3 se encuentran presente los factores Al, Si, Ca, Fe, elementos típicos del suelo, proveniente principalmente del levantamiento de polvo en las calles, construcción y áreas abiertas sin construcción y con falta de forestación.

Para estos contaminantes el comportamiento temporal es una disminución a medida que nos acercamos a épocas más calurosas, además el estudio de forma diaria (Figura 17) nos muestra 2 peaks producidos los días 6 y 10 de agosto, este ultimo coincide con un peak generado en la fuente 2 de Parque O`Higgins. Estos peaks pueden deberse a un aumento en el viento de la zona es mucho mas abierta que el centro de santiago, también puede deberse a lluvias producida días anteriores.

En importante destacar que los peak producidos tanto en las Estación Las Condes y la Estación parque O`Higgins corresponden a los primeros días de Agosto en ambos casos. Esta coincidencia temporal sugiere que estos máximos han sido producidos por condiciones meteorológicas de baja ventilación, ya que las emisiones de cada fuente no están necesariamente correlacionadas.

Las Figuras 9 y 13 Muestran el aporte de cada fuente a la contaminación de Parque O`Higgins y Las Condes Respectivamente ellos podemos ver que para ambas estaciones de monitoreo las fuentes de contaminación poseen el siguiente orden decreciente;

- 1º Vehículos Motorizados
- 2º Aerosoles Secundarios
- 3º Suelo

El aporte de vehículos motorizados es mayor en Parque O'Higgins por un 10% en comparación con Las Condes. Esta superioridad de Parque O'Higgins puede deberse a su ubicación cercana a la carretera Norte-Sur.

Hay que considerar que Parque O'Higgins esta ubicada en una zona céntrica y por esto la congestión es mayor y la cantidad de vehículos de locomoción colectiva es superior, siendo estos últimos los que generan una mayor entrega en la contaminación, además si pensamos que los vehículos motorizados generan mayor contaminación (tanto en la partida como en la detención del vehículo) es lógico pensar que en una zona de mayor congestión la contaminación generada es mas alta que en una zona que a pesar de tener un gran numero de vehículos particulares en las calles como es Las Condes presenta una mas expedita circulación vehicular y por lo tanto una menor cantidad de contaminación producto de vehículos motorizados.

El aporte de Aerosoles secundarios es levemente mayor en Las Condes que en Parque O'Higgins, aunque estos presentan un comportamiento diferente en el tiempo, pero también hay que considerar que Parque O'Higgins presenta no solo Aerosoles secundarios, sino que también posee Sal de Mar, y contaminación por Procesos de Fundición y son estos los que pueden generar una diferencia entre el análisis temporal de Las Condes con el análisis temporal de Parque O'Higgins. Aparentemente hay más

sulfato en Las Condes que en Parque O'Higgins, lo cual coincide con que en Las Condes hay más impactos por ozono que en Parque O'Higgins.

El aporte generado por el Suelo, polvo natural o polvo de calle es mayor en un 5% en Las Condes, esto puede deberse principalmente a que esta zona de Santiago hay mayor cantidad de áreas abiertas, sin construcciones elevadas, que favorecen el levantamiento de polvo de suelo, en cambio en la zona de parque O'Higgins esta prácticamente en un lugar lleno de edificios y de cemento, de modo que el polvo que se levanta es casi en su totalidad producto del levantamiento de polvo generado por los vehículos que circulan en las cercanías.

6.2. Comparación de los Resultados, con los entregados por el PPDA actualizado de CONAMA RM.

Una vez declarada zona saturada y latente a la Región Metropolitana, se elaboró un Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana, el PPDA.

A partir del año 1998 se han llevado acabo diversas medidas de control de los contaminantes, es así que se realizaron diversos estudios del material Particulado.

El año 1999 se determinó la composición química de los filtros de las estaciones de Monitoreo de Pudahuel Parque O'Higgins y Las Condes y con esta información

determinar los responsables de las emisiones y su impacto en las concentraciones de material particulado producidas por actividad humana (no Naturales)

Como la información obtenida del PPDA actualizada corresponde a los datos del segundo semestre (época de invierno) del año 1999, al igual que los datos utilizados para esta memoria de título. Es posible realizar una comparación entre los resultados entregados por UNMIX 2.3 y los entregados por el PPDA.

En los resultados entregados por el PPDA nos encontramos que en la composición química de MP lo que mas destaca es el aporte generado por el Polvo Natural (background) con un 38,0% seguido por Polvo antropogénico en un 11,0% y por nitrato 10,0%, el resto de los compuestos se encuentran dentro del mismo rango de porcentaje (entre 8-7%) OC, EC, Sulfatos, Amoniac, Cloro. Ver Tabla 14. "Compuestos y participación porcentual" y Figura 18. "Compuestos y participación porcentual".

A partir de estos análisis es posible determinar que emisiones de material particulado afectan por tipo proceso. Es así como en la Tabla 15. "Fuente y Porcentaje de Participación" y la Figura 19. "Porcentaje de aporte de las Fuentes de Contaminación para Santiago" donde se muestran estos resultados teniéndose que el mayor aporte lo generan las Fuentes Móviles (buses, camiones, vehículos livianos y comerciales) con un total del 49,0%.

En segundo lugar el aporte corresponde a fuentes Fijas (Procesos de combustión, procesos industriales o fuentes residenciales), por ultimo tenemos Fuentes Areales con

un 22,0% correspondiente a Quema agrícola, crianza de animales, aguas servidas y otros.

Es importante destacar que aunque la información de partida de ambos estudios es la misma la forma de análisis varia, además el PPDA cuenta con 3 estaciones de Monitoreo en su análisis y en este estudio contamos solo con dos dejando fuera Pudahuel.

A pesar de esto los resultados obtenidos son similares y se encuentran dentro de la magnitud; de esta forma ambos estudios coinciden con que el mayor aporte de contaminación en la ciudad son las fuentes móviles (vehículos motorizados) la diferencia que se genera entre ambos estudios no supera el 3%, lo cual es un indicio de que los resultados obtenidos en ambos estudios son consistentes.

Para el caso de Aerosoles Secundarios nos encontramos con que había parte de Procesos de Fundición y Sales de Mar, de esta forma podríamos compararlos con Fuentes fijas, así nos encontramos con una diferencia mayor al 7%.

El aporte del suelo se compara con polvo natural (background) aquí es donde se nota mayormente la diferencia entre los resultados. El PPDA informa un 38,0% de polvo natural mientras que UNMIX solo 12,6% (promedio entre Las Condes y Parque O'Higgins). Pero si consideramos que el 38,0% reportado por CONAMA corresponden a PM10, y los calculados en este trabajo son de PM2.5, podemos decir que los resultados son coherentes.

Las diferencias encontradas pueden deberse principalmente a la falta de la estación Pudahuel en el estudio con UNMIX 2.3, además hay que considerar que las diferencias se encontraron principalmente en el aporte de polvos naturales, ese mayor aporte puede deberse a que Pudahuel es una zona de alto nivel de polvo en las calles, además por su ubicación el polvo presente es mucho más fino facilitando el levantamiento de este.

La estación de Pudahuel se encuentra ubicada en las cercanías de un consultorio con gran flujo de gente, si a esto sumamos que Pudahuel es una zona de bajas áreas verdes e incluso con calles sin pavimentar, no es difícil pensar que esta diferencia tan alta se deba a que el PPDA incluye los datos de esta estación en su análisis.

7. CONCLUSIONES

- Las Estaciones de Monitoreo de Parque O'Higgins y Las Condes, entregaron como resultado las mismas fuentes de contaminación, solo difieren en el aporte porcentual de cada una de ellas.
- El mayor aporte de contaminación en Parque O'Higgins es producto de vehículos motorizados con un 56,0%, seguido por una mezcla de Aerosoles secundarios, sales de mar, Procesos Metalúrgicos con un 34,4% y por ultimo con un 9,6% suelo (polvo natural o polvo de calle), es importante destacar que este ultimo también es producto de los automóviles, lo que hace aumentar aún más la influencia de las fuentes móviles en las concentraciones ambientales de material particulado fino.
- Para la estación de monitoreo Las Condes el mayor aporte es de Vehículos motorizados con un 45,7% seguido de Aerosoles Secundarios con un 38,8% y por ultimo con un 15,5% Suelo.
- En ambas estaciones, los aerosoles secundarios (sulfatos) aparecen combinados con pequeñas cantidades de elementos de corteza, lo que sugiere aportes de polvo regional al MP2.5, causados por erosión eólica en toda la cuenca. En el caso de Parque O'Higgins, los aerosoles (sulfatos) aparecen

combinados también con metales pesados característicos de procesos industriales.

- El azufre no aparece tan relevante en la fuente de transporte (al emplear trazadores como carbono elemental), sino que aparece mayoritariamente en la contribución de sulfatos. Dadas las altas emisiones de azufre del sector industrial, se puede concluir que el aporte de este sector explicaría la presencia de estas partículas en el PM2.5.
- Todos los peak presentes En las Estaciones Las Condes y Parque O`Higgins ocurrieron los primeros días del mes de Agosto.
- Los Peak generados en las estaciones de monitoreo tanto de Parque O`Higgins como de Las Condes (estudios temporales) son escasos y producto principalmente de condiciones meteorológicas especiales en esos días. Hay que considerar que el año 1999 fue un año de sequía producto de la influencia del fenómeno climático conocido como La Niña, pero durante el mes de Agosto de ese año se produjeron en Santiago 4 eventos de lluvia, donde hay uno producido el día 6 de Agosto, coincidente con los peak tanto de la Estación de Monitoreo Parque O`Higgins como de Las Condes.
- El análisis temporal realizado para cada fuente de contaminación posee un comportamiento acorde a cada fuente determinado por UNMIX 2.3.

- El PPDA actualizado difiere con el estudio realizado con UNMIX2.3, en los datos, ya que este ultimo no incluye la Estación de monitoreo Pudahuel, como lo hace el PPDA actualizado.
- La mayor diferencia entre los resultados del PPDA actualizado y el estudio realizado con UNMIX 2.3 se presenta en el aporte del polvo natural, siendo mucho mayor en el caso del PPDA, esto se debe a la presencia de la estación Pudahuel en el PPDA actualizado, ya que esta estación presenta problemas con el polvo natural. Además, en el análisis presentado aquí solamente se ha analizado el material particulado fino (MP2.5) y no el total (MP10).
- En general el PPDA actualizado presenta información similar a la que entrega UNMIX 2.3 y las diferencias presentes están dentro de lo esperado.
- La utilización de un Modelo de Receptores como UNMIX 2.3 para realizar análisis o determinaciones de Fuentes de Contaminación tiene a favor el hecho de que facilita y agiliza los resultados. Los cuales se obtienen en un menor tiempo. Pudiendo realizar estudios semanales, mensuales, semestrales y/o anuales. Además entrega información del aporte temporal de cada fuente de contaminación determinada por UNMIX, de modo que entrega información suficiente como para profundizar los estudios, en un menor tiempo.

- Pero también presenta dificultades como el poseer solo un máximo de 8 factores posibles a determinar, además problemas como los que nos encontramos en este estudio la no determinación de posibles Orígenes (Fracción Gruesa de ambas estaciones), ya que el programa no entrega información que no sea coherente y que no posea sentido físico, quedando el estudio nulo.
- La preparación de los datos antes de ser utilizados en UNMIX 2.3, es donde ocurre un mayor error, ya que esto queda a criterio del investigador, de modo que es este paso el que hay que mejorar de manera que el Modelo de Receptores cuente con información adecuada para así generar resultados óptimos.
- A pesar que Unmix 2.3 es un Modelo que se basa principalmente en la problemática ambiental de otro país (EEUU), entrega resultados consistentes a los que entrega el PPDA actualizado. Lo que implica que la utilización de este Modelo de Receptores (Unmix) , es un procedimiento valido y eficaz para realizar estudios atmosféricos, incluso con mayor rapidez, pudiendo obtener resultados en forma diaria, semanal, mensual, o anual, y mejorando la información que entregan las Estaciones de Monitoreo, logrando saber no solo que sectores generan contaminación, sino que pudiendo cuantificar el aporte de cada uno de estos sectores a la Contaminación atmosférica.

8. BIBLIOGRAFIA

- CONAMA RM.1999. *Auditoria del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana*. Santiago de Chile
- CONAMA RM.2003. *Evolución de la Calidad de Aires de Santiago, 1997-2003*
- Eugene Kim, Philip K. Hopke and Eric S. Edgerton; June 2003. Source Identification of Atlanta Aerosol by Positive Matrix. *J. Air & Waste Management Assoc.*, **53**: 731-739
- Henry, R.C. Junio 2001, "Unmix 2.4 Manual"
- República de Chile, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Santiago de Chile 2004. *Reformula y Actualización Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA)*.
- Ziad Ramadan, Xin-Hua Song, and Philip K.Hopke; Agosto 2000. Identification of Sources of Phoenix Aerosol by Positive Matrix Factorization. *J. Air & Waste Management Assoc.*,**50**: 1308-1320.

SITIOS WEB

- CONAMA RM: www.conamarm.cl
- www.puc.cl/sw_educ/contam/pobl/pobl25.htm
- www.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/workshop/report.pdf
- <http://met.dgf.uchile.cl/clima/>

ANEXOS

ANEXO I

Tabla 1. Datos completos de Estación de Monitoreo Parque O'Higgins Fracción Fina (Primera Parte)

DÍA INICIO	HORA INICIO	DÍA TERMINO	HORA TERMINO	FPM	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	V	SC	TI	Cr
06-jul-1999	9:44:00	07-jul-1999	9:28:00	31	086	211	489	13	1629	060	137	222	004	012	028	001
07-jul-1999	9:32:00	08-jul-1999	9:35:00	43	008	179	372	03	1565	042	162	175	004	007	030	004
08-jul-1999	9:37:00	09-jul-1999	9:33:00	29	008	071	101	03	1371	038	095	046	002	008	010	004
09-jul-1999	9:36:00	10-jul-1999	8:25:00	22	008	051	080	03	1212	029	073	025	002	006	007	001
10-jul-1999	8:30:00	11-jul-1999	8:40:00	25	008	071	141	03	1494	027	099	068	003	008	007	003
11-jul-1999	8:47:00	12-jul-1999	9:54:00	13	008	051	050	03	173	020	062	015	002	006	004	001
12-jul-1999	9:58:00	13-jul-1999	9:20:00	30	008	173	357	08	1505	058	175	124	004	008	020	001
13-jul-1999	9:25:00	14-jul-1999	9:10:00	41	060	213	485	03	2579	089	228	236	007	012	034	006
14-jul-1999	9:15:00	15-jul-1999	9:26:00	29	008	122	246	03	1262	062	158	120	002	008	019	001
15-jul-1999	9:30:00	16-jul-1999	10:34:00	44	008	277	696	03	2772	127	327	289	008	015	043	008
16-jul-1999	10:38:00	17-jul-1999	8:48:00	28	008	168	471	03	1157	055	115	178	003	001	022	004
17-jul-1999	8:52:00	18-jul-1999	8:54:00	46	008	175	382	03	1847	092	321	164	003	003	026	004
18-jul-1999	8:58:00	19-jul-1999	9:14:00	35	008	157	447	03	1741	065	163	128	004	001	018	001
19-jul-1999	9:16:00	20-jul-1999	9:29:00	41	008	189	408	09	1408	128	278	242	005	003	033	003
20-jul-1999	9:33:00	21-jul-1999	9:11:00	51	008	222	530	19	1716	148	281	238	004	008	035	015
21-jul-1999	9:16:00	22-jul-1999	9:40:00	34	008	120	367	15	1054	093	160	146	005	001	025	005
22-jul-1999	8:43:00	23-jul-1999	9:23:00	43	008	123	417	03	2060	045	101	164	002	008	023	001
23-jul-1999	9:24:00	24-jul-1999	8:55:00	14	008	087	248	03	436	030	080	105	002	006	014	003
24-jul-1999	9:00:00	25-jul-1999	9:35:00	25	008	192	443	03	759	022	134	181	003	006	023	001
25-jul-1999	9:40:00	26-jul-1999	9:45:00	27	048	156	369	10	943	024	115	155	001	003	027	004
26-jul-1999	9:48:00	27-jul-1999	9:30:00	15	008	111	244	03	680	017	084	113	003	006	016	008
27-jul-1999	9:35:00	28-jul-1999	9:18:00	26	008	103	191	03	2012	027	124	096	003	004	014	002
28-jul-1999	9:20:00	29-jul-1999	10:25:00	21	008	213	409	07	448	053	192	167	003	004	023	002
29-jul-1999	10:25:00	30-jul-1999	9:00:00	31	008	283	668	12	522	032	133	276	004	005	041	014
30-jul-1999	9:02:00	31-jul-1999	8:40:00	11	008	125	275	03	179	014	049	100	002	008	016	002

31-jul1999	8:45:00	1ago-1999	9:19:00	18	008	164	349	06	668	016	081	126	003	005	017	001
1-ago-1999	9:22:00	2Ago-1999	9:20:00	46	008	238	551	03	2994	039	262	199	005	008	031	001
2ago-1999	9:22:00	3ago-1999	9:50:00	51	008	129	273	03	3208	041	189	109	005	009	013	004
4-ago-1999	10:34:00	05ago1999	9:50:00	92	008	477	915	03	3346	147	489	376	011	008	084	023
5-ago-1999	9:10:00	06ago1999	8:50:00	23	008	248	507	03	449	088	143	202	002	001	032	004
6-ago-1999	8:55:00	07ago1999	8:55:00	29	015	250	500	03	1046	060	125	181	003	003	029	005
7-ago-1999	9:00:00	08ago1999	10:12:00	32	061	196	391	03	2320	032	111	144	003	002	017	004
8-ago-1999	10:19:00	09ago1999	9:33:00	11	008	093	156	03	604	020	047	055	001	001	016	005
9-ago-1999	9:35:00	10ago1999	9:33:00	46	008	404	826	03	2184	081	194	313	008	001	046	005
10ago1999	9:08:00	11ago1999	9:35:00	38	008	404	867	03	2180	079	241	343	005	001	041	008
11ago1999	9:40:00	12ago1999	9:35:00	37	061	658	1575	03	1409	098	287	448	004	008	069	008
18ago1999	10:07:00	19ago1999	10:20:00	26	008	244	506	09	1401	190	233	219	007	001	028	004
19ago1999	10:40:00	20ago1999	8:40:00	20	008	201	407	03	582	121	131	177	004	005	022	004
20ago1999	8:45:00	21ago1999	8:40:00	27	008	159	317	05	447	077	100	135	003	002	015	002
21ago1999	8:45:00	22ago1999	9:58:00	29	008	198	390	09	487	115	177	152	003	001	019	001
22ago1999	10:02:00	23ago1999	10:02:00	47	035	164	363	03	1780	090	125	126	002	004	018	006
23ago1999	10:05:00	24ago1999	10:00:00	35	008	093	117	10	628	171	166	068	002	001	010	010
24ago1999	10:04:00	25ago1999	10:01:00	29	008	297	656	19	1269	177	206	288	003	001	034	005
25ago1999	10:05:00	26ago1999	9:43:00	32	008	322	761	03	958	087	130	260	004	001	039	004
26ago1999	9:47:00	27ago1999	8:54:00	35	008	118	295	11	2131	100	159	119	003	001	017	005
27ago1999	8:55:00	28ago1999	8:49:00	71	008	234	549	24	2191	148	251	230	007	001	037	013
28ago1999	8:50:00	29ago1999	10:00:00	43	008	209	470	13	1063	090	223	179	003	001	022	006
29ago1999	10:02:00	30ago1999	10:10:00	23	008	055	090	03	428	126	155	052	004	003	013	008
30ago1999	10:11:00	31ago1999	10:25:00	23	008	222	589	06	404	092	124	230	004	002	034	003
01sep1999	10:35:00	02sep1999	19:22:00	31	008	189	524	13	709	197	143	208	004	001	034	014
03sep1999	10:00:00	04sep1999	10:00:00	14	008	083	205	04	287	046	106	091	001	002	011	001
05sep1999	10:00:00	06sep1999	10:00:00	7	008	029	086	03	168	030	039	032	002	002	004	001
07sep1999	10:00:00	08sep1999	10:00:00	30	008	150	401	06	534	117	168	192	002	001	026	004
09sep1999	10:00:00	10sep1999	10:00:00	33	008	286	733	13	1421	069	153	250	004	008	036	005
11sep1999	10:00:00	12sep1999	10:00:00	27	008	117	231	03	411	059	231	104	003	003	016	005
13sep1999	10:00:00	14sep1999	10:00:00	30	049	274	672	03	2260	020	142	302	004	004	037	003
15sep1999	10:00:00	16sep1999	10:00:00	18	027	345	881	07	730	023	120	302	005	006	048	001

19sep1999	10:00:00	20sep1999	10:00:00	21	058	398	954	09	2059	043	245	257	004	001	043	002
21sep1999	10:00:00	22sep1999	10:00:00	60	008	175	410	13	3221	040	165	159	006	001	039	013
23sep1999	10:00:00	24sep1999	10:00:00	28	008	156	394	03	1512	035	110	113	003	001	020	001
25sep1999	10:00:00	26sep1999	10:00:00	26	008	186	436	03	1809	041	101	136	004	004	019	001
27sep1999	10:00:00	28sep1999	10:00:00	28	008	308	774	07	1160	039	167	285	004	001	042	003
29sep1999	10:00:00	30sep1999	10:00:00	22	008	085	167	03	1352	034	131	068	002	001	012	005
02oct-1999	10:00:00	03oct-1999	10:00:00	23	008	135	279	03	2324	033	091	101	004	003	014	001
04oct-1999	10:00:00	05oct-1999	10:00:00	19	008	159	356	03	1124	041	114	140	002	002	017	001
06oct-1999	10:00:00	07oct-1999	10:00:00	41	008	379	896	11	2223	050	254	283	004	001	044	004
08oct-1999	10:00:00	09oct-1999	10:00:00	31	008	225	435	03	2254	031	162	134	003	003	022	007
10oct-1999	10:00:00	11oct-1999	10:00:00	13	008	234	560	03	544	022	140	172	003	001	025	005
12oct-1999	10:00:00	13oct-1999	10:00:00	21	061	473	1070	07	739	032	187	303	003	003	050	003
14oct-1999	10:00:00	15oct-1999	10:00:00	24	100	333	849	08	1342	044	171	273	004	001	045	006
16oct-1999	10:00:00	17oct-1999	10:00:00	28	037	208	586	03	637	042	093	143	001	001	023	001
18oct-1999	10:00:00	19oct-1999	10:00:00	29	008	421	1073	03	1186	035	197	314	004	003	048	003
20oct-1999	10:00:00	21oct-1999	10:00:00	25	008	353	925	08	2027	025	185	246	003	004	040	001
22oct-1999	10:00:00	23oct-1999	10:00:00	36	008	295	735	19	1590	053	223	227	004	001	035	010
24oct-1999	10:00:00	25oct-1999	10:00:00	21	008	264	679	12	1468	043	128	202	004	004	027	002
26oct-1999	10:00:00	27oct-1999	10:00:00	20	008	296	742	09	912	054	203	193	004	001	033	001
28oct-1999	10:00:00	29oct-1999	10:00:00	26	024	434	1123	19	1198	064	229	289	003	004	048	001
30oct-1999	10:00:00	31oct-1999	10:00:00	13	008	024	054	03	984	027	059	026	002	001	003	001
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	21	008	162	491	03	1083	028	092	153	003	001	032	004
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	24	008	344	812	16	1593	065	175	250	004	001	040	007
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	12	068	401	973	03	415	037	126	248	004	001	045	001
08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	14	041	351	828	12	674	079	114	222	004	001	040	003
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	22	108	367	890	08	1162	047	197	254	002	001	040	001
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	19	043	408	1016	03	954	050	163	277	003	001	056	004
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	12	015	274	701	03	863	026	100	184	002	001	030	001
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	16	062	373	923	14	602	062	163	245	002	001	044	001
18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	14	068	388	960	14	520	068	174	247	004	002	047	002
20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	16	073	425	1082	03	1129	060	159	259	005	001	050	001
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	19	044	383	948	03	888	097	222	243	007	001	044	002

24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	16	035	426	1037	08	584	066	174	247	004	002	050	002
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	21	051	384	963	07	1356	085	171	246	005	001	047	002
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	21	041	458	1126	03	2105	038	157	258	002	001	028	003
30nov1999	10:00:00	01dic1999	10:00:00	11	008	316	810	03	747	037	094	218	003	001	035	001

Tabla 2. Datos completos de Estación de Monitoreo Parque O'Higgins Fracción Fina (Segunda Parte)

Día Inicio	Hora Inicio	Día Termino	Hora Termino	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Br	Sr	ZR	Mo	Pb	EC	OC
06-jul-1999	9:44:00	07-jul-1999	9:28:00	012	363	NULO	26	071	023	029	002	001	001	101	597	251
07-jul-1999	9:32:00	08-jul-1999	9:35:00	022	397	002	26	060	044	024	001	001	001	123	492	250
08-jul-1999	9:37:00	09-jul-1999	9:33:00	015	190	001	19	069	025	015	001	001	001	053	400	243
09-jul-1999	9:36:00	10-jul-1999	8:25:00	008	108	NULO!	14	023	012	009	001	001	001	044	309	241
10-jul-1999	8:30:00	11-jul-1999	8:40:00	008	138	NULO!	16	027	022	014	001	001	002	045	193	141
11-jul-1999	8:47:00	12-jul-1999	9:54:00	002	062	NULO!	02	011	004	013	000	001	001	076	195	149
12-jul-1999	9:58:00	13-jul-1999	9:20:00	019	258	NULO!	62	083	071	032	001	001	001	103	202	164
13-jul-1999	9:25:00	14-jul-1999	9:10:00	025	461	002	63	127	057	051	002	001	004	184	201	145
14-jul-1999	9:15:00	15-jul-1999	9:26:00	016	317	NULO!	24	052	043	035	001	001	001	189	343	189
15-jul-1999	9:30:00	16-jul-1999	10:34:00	043	673	001	61	154	096	072	002	004	001	321	317	239
16-jul-1999	10:38:00	17-jul-1999	8:48:00	021	454	NULO!	22	057	044	025	001	002	002	076	605	286
17-jul-1999	8:52:00	18-jul-1999	8:54:00	010	316	NULO!	43	073	048	084	001	001	008	286	399	230
18-jul-1999	8:58:00	19-jul-1999	9:14:00	007	226	NULO!	31	041	031	033	001	001	001	126	182	152
19-jul-1999	9:16:00	20-jul-1999	9:29:00	016	403	NULO!	28	110	014	070	001	001	001	253	204	163
20-jul-1999	9:33:00	21-jul-1999	9:11:00	036	560	001	64	136	027	047	001	001	007	190	283	207
21-jul-1999	9:16:00	22-jul-1999	9:40:00	023	387	NULO!	34	082	013	027	002	001	001	135	393	272
22-jul-1999	8:43:00	23-jul-1999	9:23:00	017	325	NULO!	22	055	017	019	001	001	001	125	416	279
23-jul-1999	9:24:00	24-jul-1999	8:55:00	023	268	NULO!	16	048	016	014	001	001	001	078	490	260
24-jul-1999	9:00:00	25-jul-1999	9:35:00	008	298	NULO!	17	022	018	022	001	001	001	130	612	305
25-jul-1999	9:40:00	26-jul-1999	9:45:00	020	377	NULO!	14	039	019	015	001	002	001	077	428	275
26-jul-1999	9:48:00	27-jul-1999	9:30:00	016	263	NULO!	015	045	011	011	001	001	001	081	490	243
27-jul-1999	9:35:00	28-jul-1999	9:18:00	015	221	NULO!	49	067	014	014	001	001	002	082	496	217

28-jul-1999	9:20:00	29-jul-1999	10:25:00	019	285	NULO!	23	045	010	056	001	001	001	167	109	086
29-jul-1999	10:25:00	30-jul-1999	9:00:00	026	571	NULO!	019	101	012	020	001	003	001	120	109	086
30-jul-1999	9:02:00	31-jul-1999	8:40:00	009	227	NULO!	07	016	003	014	001	001	001	078	515	305
31-jul-1999	8:45:00	1ago-1999	9:19:00	006	201	NULO!	13	015	028	011	001	001	001	065	542	333
1-ago-1999	9:22:00	2Ago-1999	9:20:00	019	396	NULO!	53	067	030	019	001	001	001	115	347	234
2ago-1999	9:22:00	3ago-1999	9:50:00	020	316	NULO!	41	100	026	021	001	001	001	105	297	171
4-ago-1999	10:34:00	05ago1999	9:50:00	091	1.250	009	101	225	104	085	001	001	001	348	243	158
5-ago-1999	9:10:00	06ago1999	8:50:00	016	346	NULO!	14	044	011	043	001	001	002	150	299	201
6-ago-1999	8:55:00	07ago1999	8:55:00	014	338	NULO!	42	041	080	030	001	002	005	116	120	102
7-ago-1999	9:00:00	08ago1999	10:12:00	008	220	NULO!	38	033	046	016	002	001	004	070	290	233
8-ago-1999	10:19:00	09ago1999	9:33:00	013	199	NULO!	26	035	044	022	002	003	003	075	363	223
9-ago-1999	9:35:00	10ago1999	9:33:00	033	578	NULO!	053	088	086	018	001	001	001	132	455	197
10ago1999	9:08:00	11ago1999	9:35:00	026	483	NULO!	090	077	045	014	003	000	005	076	292	173
11ago1999	9:40:00	12ago1999	9:35:00	044	796	NULO!	079	069	044	016	004	005	006	064	200	164
18ago1999	10:07:00	19ago1999	10:20:00	021	347	001	029	085	013	031	001	001	002	106	396	238
19ago1999	10:40:00	20ago1999	8:40:00	014	274	NULO!	024	057	009	021	001	001	001	083	092	076
20ago1999	8:45:00	21ago1999	8:40:00	011	216	NULO!	019	044	003	014	001	003	002	066	160	147
21ago1999	8:45:00	22ago1999	9:58:00	009	255	NULO!	012	033	013	058	001	001	004	151	100	091
22ago1999	10:02:00	23ago1999	10:02:00	007	196	NULO!	016	034	078	018	001	002	001	046	211	198
23ago1999	10:05:00	24ago1999	10:00:00	020	236	001	033	062	009	055	001	001	003	155	072	098
24ago1999	10:04:00	25ago1999	10:01:00	029	485	NULO!	080	103	010	062	002	002	004	265	199	159
25ago1999	10:05:00	26ago1999	9:43:00	021	481	NULO!	026	091	035	023	001	001	001	104	512	255
26ago1999	9:47:00	27ago1999	8:54:00	012	225	NULO!	019	060	014	022	001	001	002	099	425	239
27ago1999	8:55:00	28ago1999	8:49:00	029	505	001	052	075	056	068	003	003	001	286	133	100
28ago1999	8:50:00	29ago1999	10:00:00	011	301	NULO!	017	036	023	051	003	001	001	172	354	198
29ago1999	10:02:00	30ago1999	10:10:00	026	225	NULO!	014	092	002	042	002	001	002	162	466	325
30ago1999	10:11:00	31ago1999	10:25:00	019	366	NULO!	023	063	004	023	002	003	003	110	165	137
01sep1999	10:35:00	02sep1999	19:22:00	031	406	001	052	109	003	031	003	002	004	147	172	130
03sep1999	10:00:00	04sep1999	10:00:00	005	136	NULO!	028	026	002	019	001	000	002	089	367	258
05sep1999	10:00:00	06sep1999	10:00:00	003	076	NULO!	008	018	002	009	001	001	001	037	110	118
07sep1999	10:00:00	08sep1999	10:00:00	021	302	NULO!	021	085	004	037	001	001	003	148	081	073
09sep1999	10:00:00	10sep1999	10:00:00	022	460	NULO!	034	058	064	022	002	001	008	139	212	170

11sep1999	10:00:00	12sep1999	10:00:00	013	218	NULO!	011	033	007	046	001	001	001	186	452	295
13sep1999	10:00:00	14sep1999	10:00:00	017	378	NULO!	035	058	037	012	001	001	001	097	187	155
15sep1999	10:00:00	16sep1999	10:00:00	014	408	NULO!	024	029	028	008	001	001	001	049	328	186
19sep1999	10:00:00	20sep1999	10:00:00	015	433	NULO!	025	037	038	016	002	001	001	114	244	228
21sep1999	10:00:00	22sep1999	10:00:00	031	404	NULO!	022	095	017	017	001	001	001	104	156	121
23sep1999	10:00:00	24sep1999	10:00:00	008	213	NULO!	011	024	006	010	001	001	001	043	102	097
25sep1999	10:00:00	26sep1999	10:00:00	008	200	NULO!	006	020	008	008	001	001	001	035	063	081
27sep1999	10:00:00	28sep1999	10:00:00	016	419	NULO!	014	041	006	018	001	001	002	097	056	064
29sep1999	10:00:00	30sep1999	10:00:00	016	188	002	020	035	006	010	001	001	004	051	255	161
02oct-1999	10:00:00	03oct-1999	10:00:00	005	146	NULO!	022	032	020	011	001	001	001	040	198	151
04oct-1999	10:00:00	05oct-1999	10:00:00	009	210	NULO!	018	037	002	011	001	001	001	046	120	064
06oct-1999	10:00:00	07oct-1999	10:00:00	023	467	NULO!	031	064	029	017	002	001	005	095	082	079
08oct-1999	10:00:00	09oct-1999	10:00:00	008	217	NULO!	052	029	010	012	002	001	001	057	199	144
10oct-1999	10:00:00	11oct-1999	10:00:00	009	244	NULO!	013	015	006	004	001	001	001	010	056	073
12oct-1999	10:00:00	13oct-1999	10:00:00	018	472	NULO!	023	036	006	007	002	001	002	039	051	072
14oct-1999	10:00:00	15oct-1999	10:00:00	018	417	NULO!	030	034	020	016	003	001	001	065	045	064
16oct-1999	10:00:00	17oct-1999	10:00:00	007	222	NULO!	011	011	018	008	001	001	001	039	091	106
18oct-1999	10:00:00	19oct-1999	10:00:00	017	468	NULO!	015	037	005	018	003	001	003	069	108	108
20oct-1999	10:00:00	21oct-1999	10:00:00	013	411	NULO!	021	033	020	009	004	001	001	052	145	120
22oct-1999	10:00:00	23oct-1999	10:00:00	011	347	NULO!	016	032	028	036	002	001	004	123	069	078
24oct-1999	10:00:00	25oct-1999	10:00:00	010	291	NULO!	017	042	023	010	002	002	001	055	159	167
26oct-1999	10:00:00	27oct-1999	10:00:00	013	310	NULO!	15	038	014	014	002	001	003	036	044	064
28oct-1999	10:00:00	29oct-1999	10:00:00	015	464	NULO!	31	049	009	023	003	001	001	081	075	093
30oct-1999	10:00:00	31oct-1999	10:00:00	002	050	NULO!	04	013	013	012	001	001	004	058	092	114
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	014	328	NULO!	29	040	038	009	001	001	002	048	101	090
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	013	406	NULO!	49	046	037	011	003	001	003	062	097	108
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	012	398	NULO!	19	009	001	004	002	001	007	023	051	072
08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	015	385	NULO!	26	036	016	007	003	001	001	041	103	102
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	016	409	NULO!	27	041	016	009	002	001	001	054	087	108
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	015	501	NULO!	21	027	013	012	003	001	002	064	120	130
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	008	279	NULO!	12	018	011	005	003	001	003	018	069	106
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	017	434	NULO!	23	081	001	005	002	001	009	039	076	103

18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	016	447	NULO!	14	031	000	009	002	001	012	034	087	083
20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	013	443	NULO!	11	017	015	006	003	001	001	020	076	109
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	014	432	NULO!	16	024	002	010	003	002	002	045	067	095
24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	016	486	NULO!	22	033	005	005	002	001	002	025	058	074
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	014	445	NULO!	13	029	012	010	003	001	001	052	096	159
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	012	358	NULO!	27	006	035	004	001	001	001	019	052	083
30nov1999	10:00:00	01dic1999	10:00:00	011	325	NULO!	08	016	003	002	002	002	001	013	045	055

Tabla 3. Datos completos de Estación de Monitoreo Parque O'Higgins Fracción Gruesa (Primera Parte)

Día Inicio	Hora Inicio	Día Termino	Hora Termino	CPM	MG	AL	SI	P	S	CL	K	CA	SC	TI	V	CR
06-jul-1999	9:44:00	07-jul-1999	9:28:00	150	460	2303	6240	063	4010	216	822	2700	020	339	09	NULO
07-jul-1999	9:32:00	08-jul-1999	9:35:00	172	534	2942	8140	113	4236	796	1142	3273	032	465	20	030
08-jul-1999	9:37:00	09-jul-1999	9:33:00	99	159	1199	3485	038	1620	328	473	1277	012	220	08	017
09-jul-1999	9:36:00	10-jul-1999	8:25:00	77	195	1332	3718	035	2855	237	453	1448	014	215	08	046
10-jul-1999	8:30:00	11-jul-1999	8:40:00	48	244	1249	3307	037	1267	188	390	1393	013	185	06	NULO
11-jul-1999	8:47:00	12-jul-1999	9:54:00	19	113	591	1638	009	224	096	159	524	006	075	01	NULO
12-jul-1999	9:58:00	13-jul-1999	9:20:00	27	195	1008	2706	030	370	176	266	917	012	137	04	NULO
13-jul-1999	9:25:00	14-jul-1999	9:10:00	95	436	2249	5895	067	2003	435	766	2395	012	331	18	NULO
14-jul-1999	9:15:00	15-jul-1999	9:26:00	85	377	1763	4607	047	1195	413	607	1810	008	270	06	NULO
15-jul-1999	9:30:00	16-jul-1999	10:34:00	66	520	2181	5735	040	945	439	578	2344	021	287	08	NULO
16-jul-1999	10:38:00	17-jul-1999	8:48:00	215	579	3598	9456	132	2818	807	1377	3880	025	606	34	039
17-jul-1999	8:52:00	18-jul-1999	8:54:00	43	272	1171	2997	036	690	272	353	1118	011	147	03	NULO
18-jul-1999	8:58:00	19-jul-1999	9:14:00	23	200	871	2210	017	349	200	227	791	012	103	01	NULO
19-jul-1999	9:16:00	20-jul-1999	9:29:00	72	318	1631	4394	036	1162	624	564	2067	014	270	07	NULO
20-jul-1999	9:33:00	21-jul-1999	9:11:00	96	490	2122	5760	058	1816	612	738	2518	015	307	12	023
21-jul-1999	9:16:00	22-jul-1999	9:40:00	157	549	3096	8295	106	2468	814	1093	3480	032	478	23	023
22-jul-1999	8:43:00	23-jul-1999	9:23:00	134	674	3101	8320	074	2792	636	1118	3479	028	465	21	NULO

23-jul-1999	9:24:00	24-jul-1999	8:55:00	173	711	3373	8982	113	3094	752	1239	4025	020	518	24	023
24-jul-1999	9:00:00	25-jul-1999	9:35:00	111	431	2359	6156	054	2046	265	816	2270	019	297	20	NULO
25-jul-1999	9:40:00	26-jul-1999	9:45:00	162	691	3507	9139	110	3305	506	1197	3738	020	517	27	NULO
26-jul-1999	9:48:00	27-jul-1999	9:30:00	118	532	2933	7876	065	2947	311	959	3244	018	381	18	NULO
27-jul-1999	9:35:00	28-jul-1999	9:18:00	16	120	570	1486	009	449	081	153	667	006	072	01	NULO
28-jul-1999	9:20:00	29-jul-1999	10:25:00	66	435	2150	5810	052	597	399	565	2054	008	289	16	011
29-jul-1999	10:25:00	30-jul-1999	9:00:00	232	938	5388	14152	165	1684	957	1685	5330	042	795	37	046
30-jul-1999	9:02:00	31-jul-1999	8:40:00	140	611	3104	8257	082	2322	375	1047	3104	017	445	21	NULO
31-jul-1999	8:45:00	01ago1999	9:19:00	149	737	4034	10479	116	1709	445	1265	3727	021	527	25	015
01ago1999	9:22:00	02ago1999	9:20:00	37	246	1356	3600	019	824	123	365	1262	012	172	07	NULO
02ago1999	9:22:00	03ago1999	9:50:00	30	102	851	2329	015	890	066	233	1100	014	136	04	NULO
04ago1999	10:34:00	05ago1999	9:50:00	104	572	3296	8600	081	1345	818	814	3489	034	513	17	120
05ago1999	9:10:00	06ago1999	8:50:00	77	427	2615	6817	063	747	604	749	2422	018	328	13	NULO
06ago1999	8:55:00	07ago1999	8:55:00	122	652	3281	8558	106	1893	635	1063	3084	023	440	21	NULO
07ago1999	9:00:00	08ago1999	10:12:00	132	755	4031	10509	104	2468	462	1196	3427	029	497	22	NULO
08ago1999	10:19:00	09ago1999	9:33:00	17	121	663	1670	010	218	095	152	601	004	083	03	NULO
09ago1999	9:35:00	10ago1999	9:33:00	80	419	2619	7009	057	1598	217	736	2749	021	348	09	NULO
10ago1999	9:08:00	11ago1999	9:35:00	34	197	1444	3794	024	414	230	376	1449	012	178	07	NULO
11ago1999	9:40:00	12ago1999	9:35:00	44	274	1852	4870	047	387	248	490	1845	012	234	06	NULO
18ago1999	10:07:00	19ago1999	10:20:00	68	545	2142	5624	047	925	1149	637	2146	015	273	14	NULO
19ago1999	10:40:00	20ago1999	8:40:00	24	206	830	2245	009	261	337	215	893	012	110	05	NULO
20ago1999	8:45:00	21ago1999	8:40:00	52	343	1873	4958	045	438	319	507	1622	010	219	09	NULO
21ago1999	8:45:00	22ago1999	9:58:00	26	200	964	2582	025	354	281	254	819	004	119	04	NULO
22ago1999	10:02:00	23ago1999	10:02:00	16	115	429	1223	006	217	140	122	483	004	077	02	012
23ago1999	10:05:00	24ago1999	10:00:00	82	366	2308	6205	054	854	474	622	2407	021	318	11	016
24ago1999	10:04:00	25ago1999	10:01:00	192	876	4977	13160	132	1879	867	1435	4548	028	747	30	027
25ago1999	10:05:00	26ago1999	9:43:00	130	370	2073	5802	054	1602	391	639	2160	025	427	20	NULO
26ago1999	9:47:00	27ago1999	8:54:00	36	235	1164	3168	035	764	275	311	1187	009	152	05	NULO
27ago1999	8:55:00	28ago1999	8:49:00	135	525	3161	8542	084	1779	878	982	3261	017	440	23	029
28ago1999	8:50:00	29ago1999	10:00:00	71	354	2013	5292	056	746	510	610	2061	015	265	13	NULO
29ago1999	10:02:00	30ago1999	10:10:00	10	045	198	535	014	188	089	069	258	005	048	01	NULO
30ago1999	10:11:00	31ago1999	10:25:00	76	436	2437	6696	062	649	617	661	2591	019	329	16	NULO

01sep1999	10:35:00	02sep1999	19:22:00	140	627	3665	9794	104	1301	1165	1093	3632	035	543	28	018
03sep1999	10:00:00	04sep1999	10:00:00	13	091	447	1187	008	143	097	126	490	003	060	02	NULO
05sep1999	10:00:00	06sep1999	10:00:00	5	031	096	320	002	056	163	035	126	003	016	02	NULO
07sep1999	10:00:00	08sep1999	10:00:00	35	197	1303	3616	025	272	281	328	1467	006	179	06	NULO
09sep1999	10:00:00	10sep1999	10:00:00	181	875	4180	11560	103	2136	966	1301	4099	031	652	35	NULO
11sep1999	10:00:00	12sep1999	10:00:00	20	096	638	1781	012	166	135	169	652	006	086	04	NULO
13sep1999	10:00:00	14sep1999	10:00:00	110	497	3118	8440	066	1910	579	946	3294	023	432	21	NULO
15sep1999	10:00:00	16sep1999	10:00:00	182	941	5209	14241	144	1504	1289	1566	5211	042	713	40	017
19sep1999	10:00:00	20sep1999	10:00:00	52	345	1827	4925	041	557	1083	516	1410	015	232	07	NULO
21sep1999	10:00:00	22sep1999	10:00:00	44	246	1316	3698	022	811	207	345	1510	019	236	07	NULO
23sep1999	10:00:00	24sep1999	10:00:00	31	191	1102	2940	018	520	147	307	831	007	130	05	NULO
25sep1999	10:00:00	26sep1999	10:00:00	30	245	1070	2692	016	648	456	300	765	006	116	04	NULO
27sep1999	10:00:00	28sep1999	10:00:00	76	446	2360	6254	054	852	341	671	2246	016	320	14	NULO
29sep1999	10:00:00	30sep1999	10:00:00	16	084	510	1234	009	392	058	137	471	003	060	02	NULO
02oct1999	10:00:00	03oct1999	10:00:00	20	125	586	1418	006	455	340	176	485	005	062	03	NULO
04oct1999	10:00:00	05oct1999	10:00:00	29	267	926	2400	026	411	1356	274	887	008	116	04	NULO
06oct1999	10:00:00	07oct1999	10:00:00	54	367	2000	5226	032	632	289	539	1720	011	243	10	NULO
08oct1999	10:00:00	09oct-1999	10:00:00	38	294	1598	3971	022	577	184	389	1266	008	190	05	NULO
10oct1999	10:00:00	11oct-1999	10:00:00	25	196	889	2246	013	207	949	249	705	005	114	03	NULO
12oct1999	10:00:00	13oct-1999	10:00:00	44	388	1881	4767	027	293	649	518	1424	007	215	10	NULO
14oct1999	10:00:00	15oct-1999	10:00:00	36	322	1397	3684	022	356	959	409	1111	010	163	06	NULO
16oct1999	10:00:00	17oct-1999	10:00:00	48	359	2057	5216	046	416	726	556	1456	010	237	11	NULO
18oct-1999	10:00:00	19oct-1999	10:00:00	54	418	2141	5597	029	459	217	597	1711	014	255	11	NULO
20oct-1999	10:00:00	21oct-1999	10:00:00	46	418	2085	5342	023	1026	104	562	1462	012	241	11	NULO
22oct-1999	10:00:00	23oct-1999	10:00:00	50	345	1986	5235	042	553	171	552	1740	012	250	10	NULO
24oct-1999	10:00:00	25oct-1999	10:00:00	27	185	1098	2948	013	334	108	309	862	006	147	05	NULO
26oct-1999	10:00:00	27oct-1999	10:00:00	38	271	1431	3721	029	301	872	405	1069	008	179	08	NULO
28oct-1999	10:00:00	29oct-1999	10:00:00	66	395	2206	5823	046	569	1156	675	1665	013	270	09	NULI
30oct-1999	10:00:00	31oct-1999	10:00:00	7	023	087	278	002	362	010	043	130	003	014	02	NULO
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	27	210	892	2344	027	276	886	262	764	007	114	03	NULO
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	41	279	1482	3817	033	394	466	427	1207	008	179	05	NULO
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	29	273	1301	3324	023	187	445	349	933	006	145	05	NULO

08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	53	411	2046	5326	057	552	480	580	1782	010	236	11	NULO
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	54	462	1979	5233	038	480	1000	587	1498	011	244	10	NULO
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	47	404	1898	4855	044	394	437	534	1459	011	229	10	NULO
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	27	222	1252	3178	022	279	310	345	857	006	141	06	NULO
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	34	288	1449	3585	029	233	381	393	1088	012	157	07	NULO
18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	35	276	1542	3819	028	239	918	423	1070	010	184	07	NULO
20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	38	315	1842	4521	029	363	841	486	1176	008	200	08	NULO
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	35	283	1398	3505	031	253	665	394	1018	013	158	06	NULO
24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	37	307	1578	3862	027	241	703	433	1109	010	177	06	NULO
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	41	286	1512	3987	012	368	647	439	1179	006	192	08	NULO
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	35	332	1689	4170	036	303	401	456	1073	006	180	07	NULO
30nov1999	10:00:00	01dic1999	10:00:00	23	200	908	2282	012	188	376	236	694	006	103	03	NULO

Tabla 4. Datos completos de Estación de Monitoreo Parque O'Higgins Fracción Gruesa (Segunda Parte)

Día Inicio	Hora Inicio	Día Termino	Hora Termino	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Br	Sr	Mo	Pb	EC	OC
06-jul-1999	9:44:00	07-jul-1999	9:28:00	094	3191	007	119	204	247	068	018	011	334	597	251
07-jul-1999	9:32:00	08-jul-1999	9:35:00	124	4323	005	166	247	172	122	019	010	476	492	250
08-jul-1999	9:37:00	09-jul-1999	9:33:00	057	1961	005	096	145	047	041	006	028	149	400	243
09-jul-1999	9:36:00	10-jul-1999	8:25:00	061	1971	007	064	119	173	023	010	012	133	309	241
10-jul-1999	8:30:00	11-jul-1999	8:40:00	043	1767	002	047	064	024	040	013	002	150	193	141
11-jul-1999	8:47:00	12-jul-1999	9:54:00	018	802	001	019	025	006	021	004	002	064	195	149
12-jul-1999	9:58:00	13-jul-1999	9:20:00	042	1273	002	046	060	025	010	005	010	058	202	164
13-jul-1999	9:25:00	14-jul-1999	9:10:00	089	3373	007	155	178	191	123	016	016	349	201	145
14-jul-1999	9:15:00	15-jul-1999	9:26:00	067	2618	003	090	134	060	109	016	002	299	343	189
15-jul-1999	9:30:00	16-jul-1999	10:34:00	082	2932	004	080	142	077	041	013	011	118	317	239
16-jul-1999	10:38:00	17-jul-1999	8:48:00	185	6484	009	189	318	141	254	026	007	856	605	286
17-jul-1999	8:52:00	18-jul-1999	8:54:00	034	1501	002	062	070	028	050	011	016	141	399	230
18-jul-1999	8:58:00	19-jul-1999	9:14:00	025	940	001	028	031	015	010	004	003	030	182	152

19-jul-1999	9:16:00	20-jul-1999	9:29:00	061	2512	003	076	150	034	083	015	004	247	204	163
20-jul-1999	9:33:00	21-jul-1999	9:11:00	090	2962	003	130	161	051	060	015	063	214	283	207
21-jul-1999	9:16:00	22-jul-1999	9:40:00	126	4344	007	150	259	092	107	017	024	431	393	272
22-jul-1999	8:43:00	23-jul-1999	9:23:00	135	4377	006	202	251	158	109	012	013	448	416	279
23-jul-1999	9:24:00	24-jul-1999	8:55:00	147	5028	008	172	328	164	191	026	010	863	490	260
24-jul-1999	9:00:00	25-jul-1999	9:35:00	081	2906	003	092	094	109	079	018	007	287	612	305
25-jul-1999	9:40:00	26-jul-1999	9:45:00	154	5015	006	149	250	180	144	030	025	545	428	275
26-jul-1999	9:48:00	27-jul-1999	9:30:00	108	3510	005	086	151	091	030	014	006	112	490	243
27-jul-1999	9:35:00	28-jul-1999	9:18:00	020	713	001	016	038	009	007	006	002	017	496	217
28-jul-1999	9:20:00	29-jul-1999	10:25:00	081	2763	003	052	123	020	063	019	002	226	109	086
29-jul-1999	10:25:00	30-jul-1999	9:00:00	212	7620	009	173	360	052	277	048	002	762	109	086
30-jul-1999	9:02:00	31-jul-1999	8:40:00	104	4154	005	130	175	139	162	029	018	528	515	305
31-jul-1999	8:45:00	01ago1999	9:19:00	128	5180	005	116	145	077	178	042	022	463	542	333
01ago1999	9:22:00	02ago1999	9:20:00	051	1543	003	035	082	001	013	012	007	058	347	234
02ago1999	9:22:00	03ago1999	9:50:00	030	1171	003	025	053	017	009	011	006	025	297	171
04ago1999	10:34:00	05ago1999	9:50:00	132	4587	005	096	244	001	027	029	002	198	243	158
05ago1999	9:10:00	06ago1999	8:50:00	086	3120	006	067	122	018	102	029	028	286	299	201
06ago1999	8:55:00	07ago1999	8:55:00	099	4260	004	137	165	219	214	027	040	516	120	102
07ago1999	9:00:00	08ago1999	10:12:00	125	4811	005	145	138	237	111	035	010	293	290	233
08ago1999	10:19:00	09ago1999	9:33:00	022	834	002	031	033	015	011	005	004	056	363	223
09ago1999	9:35:00	10ago1999	9:33:00	082	2958	004	085	151	088	013	026	002	122	455	197
10ago1999	9:08:00	11ago1999	9:35:00	046	1585	003	046	059	008	012	010	008	040	292	173
11ago1999	9:40:00	12ago1999	9:35:00	058	1910	003	060	052	012	011	019	039	036	200	164
18ago1999	10:07:00	19ago1999	10:20:00	073	2660	003	069	139	013	040	019	010	113	396	238
19ago1999	10:40:00	20ago1999	8:40:00	026	1006	002	026	038	001	011	010	002	026	092	076
20ago1999	8:45:00	21ago1999	8:40:00	052	2097	002	037	072	012	054	014	007	153	160	147
21ago1999	8:45:00	22ago1999	9:58:00	026	997	001	018	048	021	008	008	011	037	100	091
22ago1999	10:02:00	23ago1999	10:02:00	018	712	001	022	048	001	016	005	002	070	211	198
23ago1999	10:05:00	24ago1999	10:00:00	093	2984	004	095	161	038	054	018	020	251	072	098
24ago1999	10:04:00	25ago1999	10:01:00	178	6982	007	186	288	095	191	041	002	685	199	159
25ago1999	10:05:00	26ago1999	9:43:00	110	3625	004	090	175	075	030	024	010	195	512	256
26ago1999	9:47:00	27ago1999	8:54:00	035	1356	002	025	052	001	013	009	002	057	425	239

27ago1999	8:55:00	28ago1999	8:49:00	107	4184	006	095	166	001	131	029	015	416	133	100
28ago1999	8:50:00	29ago1999	10:00:00	060	2360	002	062	083	001	066	017	015	206	354	198
29ago1999	10:02:00	30ago1999	10:10:00	014	453	002	014	038	001	013	003	002	055	466	325
30ago1999	10:11:00	31ago1999	10:25:00	077	2849	004	082	133	011	037	024	039	169	165	137
01sep1999	10:35:00	02sep1999	19:22:00	133	4750	007	141	270	001	123	037	015	392	172	130
03sep1999	10:00:00	04sep1999	10:00:00	014	525	001	020	025	001	007	004	003	043	367	258
05sep1999	10:00:00	06sep1999	10:00:00	004	150	000	007	008	001	003	001	002	011	110	118
07sep1999	10:00:00	08sep1999	10:00:00	041	1461	002	026	082	001	017	012	014	166	081	073
09sep1999	10:00:00	10sep1999	10:00:00	164	5503	008	216	297	088	133	036	065	509	212	170
11sep1999	10:00:00	12sep1999	10:00:00	021	871	002	020	033	001	017	007	005	063	452	295
13sep1999	10:00:00	14sep1999	10:00:00	109	3767	005	103	230	110	057	032	012	434	187	155
15sep1999	10:00:00	16sep1999	10:00:00	202	6562	005	189	345	036	123	047	045	484	328	186
19sep1999	10:00:00	20sep1999	10:00:00	052	1945	002	036	045	013	012	017	002	039	244	228
21sep1999	10:00:00	22sep1999	10:00:00	043	1653	003	027	077	008	014	016	002	045	156	121
23sep1999	10:00:00	24sep1999	10:00:00	031	1117	002	011	019	001	008	008	002	025	102	097
25sep1999	10:00:00	26sep1999	10:00:00	029	969	001	015	018	001	004	011	010	012	063	081
27sep1999	10:00:00	28sep1999	10:00:00	074	2793	003	049	091	001	034	018	002	169	056	064
29sep1999	10:00:00	30sep1999	10:00:00	019	597	002	021	019	001	006	003	018	028	255	161
02oct1999	10:00:00	03oct1999	10:00:00	016	576	001	012	016	001	005	005	005	019	198	151
04oct1999	10:00:00	05oct1999	10:00:00	027	1000	001	013	031	001	007	008	002	029	120	064
06oct1999	10:00:00	07oct1999	10:00:00	058	2170	003	044	068	011	012	015	059	052	082	079
08oct1999	10:00:00	09oct-1999	10:00:00	043	1587	002	019	027	001	011	011	010	035	199	144
10oct1999	10:00:00	11oct-1999	10:00:00	026	869	002	010	014	003	001	006	002	016	056	073
12oct1999	10:00:00	13oct-1999	10:00:00	050	1841	002	023	042	005	006	009	002	015	051	072
14oct1999	10:00:00	15oct-1999	10:00:00	042	1513	002	022	030	001	010	015	002	038	045	064
16oct1999	10:00:00	17oct-1999	10:00:00	059	2067	001	027	040	001	013	011	002	041	091	106
18oct-1999	10:00:00	19oct-1999	10:00:00	065	2322	003	036	060	001	015	017	011	060	108	108
20oct-1999	10:00:00	21oct-1999	10:00:00	058	2113	002	038	055	009	009	015	002	042	145	120
22oct-1999	10:00:00	23oct-1999	10:00:00	056	2133	002	026	055	001	019	016	015	059	069	078
24oct-1999	10:00:00	25oct-1999	10:00:00	034	1238	001	010	050	001	005	010	002	016	159	167
26oct-1999	10:00:00	27oct-1999	10:00:00	046	1567	003	022	075	001	009	013	008	063	044	064
28oct-1999	10:00:00	29oct-1999	10:00:00	066	2403	002	035	074	014	019	020	002	024	075	093

30oct-1999	10:00:00	31oct-1999	10:00:00	004	146	001	005	010	001	006	002	014	026	092	114
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	028	998	002	023	031	012	008	007	004	022	101	090
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	042	1583	001	038	037	010	006	014	002	023	097	108
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	036	1246	001	009	017	001	005	007	012	019	051	072
08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	060	2185	002	070	081	001	017	012	009	091	103	102
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	060	2034	004	033	041	011	007	018	002	025	087	108
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	052	2015	002	048	046	001	011	016	002	052	120	130
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	034	1223	001	011	018	001	009	006	002	034	069	106
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	040	1419	002	020	063	001	008	013	018	026	076	103
18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	047	1543	001	023	033	001	007	014	010	020	087	083
20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	046	1738	001	013	023	001	005	011	002	019	076	109
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	040	1426	002	016	035	005	006	009	002	016	067	095
24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	044	1616	001	017	033	001	006	012	009	016	058	074
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	046	1688	002	019	030	001	007	008	002	024	096	159
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	044	1560	001	016	020	029	017	014	002	062	052	083
30nov1999	10:00:00	01dic1999	10:00:00	023	851	001	009	014	001	005	006	002	022	045	055

ANEXO II

Tabla 1. Datos completos de Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Fina (Primera Parte)

Día Inicio	Hora Inicio	Día termino	Hora Termino	FPM	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Sc	Tl	Cr	Mn
06-jul-1999	10:55:00	07-jul-1999	10:42:00	86	07	506	1.230	04	4200	50	244	617	22	68	13	31
07-jul-1999	10:47:00	08-jul-1999	11:05:00	80	81	230	683	04	3114	57	225	245	06	33	06	22
08-jul-1999	11:07:00	09-jul-1999	10:28:00	54	07	213	464	04	1956	41	151	178	01	27	01	15
09-jul-1999	10:33:00	10-jul-1999	10:50:00	114	07	315	628	23	4164	122	372	289	01	38	11	28
10-jul-1999	10:57:00	11-jul-1999	10:48:00	88	07	159	462	21	3818	123	481	195	01	29	07	17
11-jul-1999	10:59:00	12-jul-1999	10:28:00	23	07	44	98	04	504	32	231	35	01	07	01	03
12-jul-1999	10:32:00	13-jul-1999	10:30:00	27	07	57	197	04	828	30	112	76	01	11	01	06
13-jul-1999	10:35:00	14-jul-1999	10:31:00	40	07	214	402	04	2830	80	248	172	05	24	01	08
14-jul-1999	10:45:00	15-jul-1999	10:45:00	43	07	142	319	13	2379	80	277	140	01	19	04	09
15-jul-1999	10:52:00	16-jul-1999	10:12:00	46	60	166	404	04	2644	71	268	149	01	20	03	11
16-jul-1999	10:15:00	17-jul-1999	10:14:00	34	07	191	453	04	1465	41	139	216	01	29	01	12
17-jul-1999	10:16:00	18-jul-1999	10:09:00	38	69	126	342	09	1701	66	255	163	01	19	02	07
18-jul-1999	10:13:00	19-jul-1999	10:26:00	67	07	169	445	14	2885	123	350	162	01	24	01	09
19-jul-1999	10:32:00	20-jul-1999	10:22:00	55	07	133	390	04	2298	112	303	186	01	22	04	14
20-jul-1999	10:32:00	21-jul-1999	10:12:00	77	07	228	532	13	2136	100	358	249	06	35	06	20
21-jul-1999	10:14:00	22-jul-1999	10:42:00	55	07	182	551	04	1207	56	179	279	01	37	04	21
22-jul-1999	10:44:00	23-jul-1999	10:42:00	65	07	250	765	04	2165	58	206	355	01	53	01	26
26-jul-1999	15:00:00	28-jul-1999	10:24:00	15	07	189	508	04	626	16	81	228	01	27	08	12
28-jul-1999	10:27:00	29-jul-1999	10:24:00	32	07	82	194	04	2633	30	147	86	01	13	05	09
29-jul-1999	10:28:00	30-jul-1999	10:32:00	17	07	115	294	04	210	25	209	113	02	15	01	04
30-jul-1999	10:35:00	31-jul-1999	10:12:00	23	07	255	680	04	234	19	99	243	01	34	04	14
31-jul-1999	10:15:00	01ago1999	10:12:00	30	07	337	964	13	517	20	143	300	01	45	01	14
01ago1999	10:16:00	02ago1999	10:27:00	27	07	136	391	15	1420	26	136	110	01	18	01	05
02ago1999	10:30:00	03ago1999	10:28:00	55	21	210	639	19	1838	32	238	251	04	32	01	22
03ago1999	10:31:00	04ago1999	10:12:00	62	07	65	357	16	3412	40	243	66	01	17	04	17

04ago1999	10:16:00	05ago1999	10:20:00	55	141	235	529	13	1749	48	228	252	06	36	03	24
05ago1999	10:23:00	06ago1999	10:41:00	33	07	130	325	13	1053	57	199	144	01	20	06	15
06ago1999	10:45:00	07ago1999	10:27:00	20	07	203	512	04	315	33	143	157	01	25	04	12
07ago1999	10:30:00	08ago1999	10:28:00	39	82	220	562	16	1557	36	212	226	08	30	03	10
08ago1999	10:34:00	09ago1999	10:19:00	57	07	320	668	04	4271	43	154	202	01	40	06	11
09ago1999	10:28:00	10ago1999	10:18:00	25	07	203	449	10	1682	16	80	183	01	24	01	09
10ago1999	10:21:00	11ago1999	10:42:00	32	41	192	435	15	1733	30	139	169	01	25	01	10
11ago1999	10:46:00	12ago1999	10:38:00	49	386	1.687	4.305	36	685	124	433	1757	14	160	23	38
12ago1999	10:43:00	13ago1999	10:36:00	36	14	293	665	12	1241	57	229	263	01	33	02	19
13ago1999	10:42:00	14ago1999	10:31:00	42	07	280	658	21	763	49	235	232	01	34	01	17
14ago1999	10:36:00	15ago1999	10:27:00	17	07	262	625	12	320	29	114	272	01	30	01	11
16ago1999	10:16:00	17ago1999	10:25:00	65	07	308	614	04	2690	101	328	218	01	35	01	25
17ago1999	10:30:00	18ago1999	10:23:00	96	07	541	1.269	32	2737	103	312	479	12	59	01	27
18ago1999	10:30:00	19ago1999	10:20:00	25	07	220	521	04	704	38	160	206	01	24	01	10
19ago1999	10:25:00	20ago1999	10:23:00	39	07	211	445	12	1787	88	288	184	01	27	03	15
20ago1999	10:32:00	21ago1999	10:12:00	16	07	156	338	04	593	29	136	141	01	16	01	08
21ago1999	10:17:00	22ago1999	10:12:00	22	07	170	398	08	751	25	155	133	01	19	01	06
22ago1999	10:17:00	23ago1999	10:25:00	46	96	190	378	04	2407	34	189	137	01	21	01	08
23ago1999	10:32:00	24ago1999	10:30:00	09	07	36	52	04	278	12	94	19	01	05	01	02
24ago1999	10:35:00	25ago1999	10:17:00	31	07	208	530	09	766	23	175	192	02	26	01	20
25ago1999	10:22:00	26ago1999	10:31:00	20	07	169	410	04	345	12	84	153	01	22	03	12
26ago1999	10:34:00	27ago1999	10:14:00	35	07	254	628	21	937	32	162	241	01	33	05	17
27ago1999	10:18:00	28ago1999	9:55:00	59	07	119	228	04	3704	75	205	253	01	17	01	15
28ago1999	10:05:00	29ago1999	10:15:00	58	07	174	426	15	1663	81	372	160	05	25	03	12
29ago1999	10:17:00	30ago1999	10:13:00	38	07	132	289	09	935	44	270	112	01	18	02	07
31ago1999	10:48:00	01sep1999	10:47:00	46	76	240	607	09	823	67	248	233	01	33	01	20
02sep1999	10:17:00	03sep1999	10:26:00	44	07	260	595	24	1011	76	229	246	01	37	06	22
04sep1999	10:30:00	05sep1999	10:30:00	21	24	139	289	11	430	24	148	115	01	16	01	07
06sep1999	10:30:00	07sep1999	10:30:00	07	07	33	46	04	185	09	50	19	02	04	01	01
08sep1999	10:00:00	09se-1999	10:00:00	25	07	114	285	04	529	24	172	111	01	15	02	09
10sep1999	10:17:00	11sep1999	10:00:00	36	07	212	501	13	1239	42	176	199	01	32	01	14
12sep1999	10:00:00	13sep1999	10:00:00	08	07	45	100	04	181	11	90	27	01	07	01	02

14sep1999	10:00:00	15sep1999	10:00:00	44	104	184	497	14	3230	27	174	172	01	27	03	16
16sep1999	10:00:00	17sep1999	10:00:00	39	49	287	758	11	2120	31	179	259	01	41	04	19
18sep1999	10:00:00	19sep1999	10:00:00	79	98	392	1016	37	2859	41	241	300	20	56	01	13
20sep1999	10:00:00	21sep1999	10:00:00	50	07	458	1245	24	3565	31	203	402	31	69	01	17
22sep1999	10:00:00	23sep1999	10:00:00	34	07	85	179	07	1800	12	94	80	15	20	01	14
24sep1999	10:00:00	25sep1999	10:00:00	45	07	212	537	10	2356	52	169	208	14	33	06	16
26sep1999	10:00:00	27sep1999	10:00:00	34	07	128	314	04	2150	49	114	101	14	23	01	03
28sep1999	10:00:00	29sep1999	10:00:00	40	07	300	787	10	1731	46	174	287	15	47	01	15
30sep1999	10:00:00	01oct-1999	10:00:00	26	07	98	177	04	2146	33	139	72	18	19	01	06
03oct-1999	10:00:00	04oct-1999	10:00:00	31	07	168	367	14	2597	51	166	124	17	28	01	03
05oct-1999	10:00:00	06oct-1999	10:00:00	24	07	159	355	04	1335	64	137	163	10	21	01	10
07oct-1999	10:00:00	08oct-1999	10:00:00	43	07	342	883	20	2516	44	189	321	10	43	03	22
09oct-1999	10:00:00	10oct-1999	10:00:00	48	07	236	504	21	3479	46	220	159	12	32	01	11
11oct-1999	10:00:00	12oct-1999	10:00:00	15	07	182	454	10	790	22	90	169	11	23	02	09
13oct-1999	10:00:00	14oct-1999	10:00:00	27	56	485	1120	10	1114	30	194	414	13	51	04	21
15oct-1999	10:00:00	16oct-1999	10:00:00	26	42	318	793	11	1400	26	151	312	05	37	01	13
17oct-1999	10:00:00	18oct-1999	10:00:00	29	48	368	935	04	2560	24	170	261	09	40	01	10
19oct-1999	10:00:00	20oct-1999	10:00:00	29	07	437	1110	12	1680	33	172	383	11	49	03	20
21oct-1999	10:00:00	22oct-1999	10:00:00	26	07	303	793	04	1808	24	156	278	04	34	01	16
23oct-1999	10:00:00	24oct-1999	10:00:00	38	07	160	380	23	2187	25	136	131	07	22	01	10
25oct-1999	10:00:00	26oct-1999	10:00:00	29	07	351	894	21	1681	30	153	369	08	39	03	19
27oct-1999	10:00:00	28oct-1999	10:00:00	28	07	274	708	16	1602	34	205	270	05	34	02	14
29oct-1999	10:00:00	30oct-1999	10:00:00	32	153	469	1233	14	1389	43	225	401	08	52	01	21
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	38	07	214	594	20	1670	39	145	268	01	31	03	14
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	24	07	258	641	04	2001	29	131	264	24	39	01	09
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	13	63	312	793	16	471	31	124	234	17	36	01	06
08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	18	47	368	919	17	1076	31	128	363	19	47	01	13
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	26	173	389	985	17	1769	52	172	397	14	46	01	14
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	20	44	376	916	04	1191	27	136	318	08	43	01	13
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	14	61	270	672	11	841	20	108	217	11	32	01	07
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	17	127	385	961	13	696	23	136	321	09	41	03	13
18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	16	124	394	981	15	650	25	185	354	07	45	01	16

20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	04	07	93	232	04	283	07	36	72	13	15	01	02
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	18	79	374	953	10	902	22	157	303	08	36	02	13
24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	17	79	389	931	10	993	28	147	259	08	42	01	13
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	23	84	424	1057	14	1485	36	181	308	11	45	01	15
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	28	87	378	952	13	2895	34	152	250	08	38	04	11
30nov1999	10:00:00	01dic-1999	10:00:00	12	07	229	645	04	918	22	90	222	06	27	01	10

Tabla 2. Datos completos de Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Fina (Segunda Parte)

Día Inicio	Hora Inicio	Día termino	Hora Termino	Fe	Cu	Zn	As	Br	Sr	Mo	Pb	V	Ni	EC	OC
06-jul-1999	10:55:00	07-jul-1999	10:42:00	920	58	86	100	44	07	07	282	0.009	NULO	00,0	00,0
07-jul-1999	10:47:00	08-jul-1999	11:05:00	502	40	61	118	22	03	05	136	0.006	NULO	00,0	00,0
08-jul-1999	11:07:00	09-jul-1999	10:28:00	351	32	44	47	17	03	05	104	0.003	0.002	109,7	289,4
09-jul-1999	10:33:00	10-jul-1999	10:50:00	615	56	78	29	41	03	08	258	0.007	NULO	270,3	806,1
10-jul-1999	10:57:00	11-jul-1999	10:48:00	408	57	71	52	44	05	01	169	0.008	NULO	115,3	467,7
11-jul-1999	10:59:00	12-jul-1999	10:28:00	100	07	12	04	22	01	01	75	0.004	NULO	18,8	131,4
12-jul-1999	10:32:00	13-jul-1999	10:30:00	151	13	19	14	11	01	01	63	0.004	NULO	21,7	123,4
13-jul-1999	10:35:00	14-jul-1999	10:31:00	316	45	62	54	24	03	01	111	0.004	NULO	69,2	277,8
14-jul-1999	10:45:00	15-jul-1999	10:45:00	246	34	53	111	21	01	03	90	0.002	NULO	30,3	146,2
15-jul-1999	10:52:00	16-jul-1999	10:12:00	325	49	62	50	26	03	05	133	0.004	NULO	44,5	244,4
16-jul-1999	10:15:00	17-jul-1999	10:14:00	356	27	44	59	19	04	01	94	0.004	NULO	86,3	361,2
17-jul-1999	10:16:00	18-jul-1999	10:09:00	248	34	43	54	18	02	01	85	0.004	NULO	42,8	230,5
18-jul-1999	10:13:00	19-jul-1999	10:26:00	311	51	60	62	27	04	10	150	0.004	NULO	51,5	282,2
19-jul-1999	10:32:00	20-jul-1999	10:22:00	333	38	75	29	29	03	04	104	0.006	0.001	61,1	303,2
20-jul-1999	10:32:00	21-jul-1999	10:12:00	486	40	93	21	45	06	01	176	0.006	0.003	98,5	359,5
21-jul-1999	10:14:00	22-jul-1999	10:42:00	524	31	73	19	29	02	01	125	0.004	NULO	110,6	448,4
22-jul-1999	10:44:00	23-jul-1999	10:42:00	601	49	90	51	14	01	06	171	0.006	NULO	124,8	459,7
26-jul-1999	15:00:00	28-jul-1999	10:24:00	344	17	41	09	09	02	01	70	0.004	NULO	85,2	330,8
28-jul-1999	10:27:00	29-jul-1999	10:24:00	171	25	33	14	15	01	01	71	0.003	0.001	61,6	240,1

29-jul-1999	10:28:00	30-jul-1999	10:32:00	184	08	14	02	16	02	02	64	0.001	NULO	22,9	134,7
30-jul-1999	10:35:00	31-jul-1999	10:12:00	419	13	22	06	15	03	01	62	0.006	NULO	72,5	375,6
31-jul-1999	10:15:00	01ago1999	10:12:00	514	25	27	17	22	03	01	127	0.003	0.002	61,6	309,5
01ago1999	10:16:00	02ago1999	10:27:00	226	20	20	59	15	01	01	75	0.003	NULO	51,2	301,4
02ago1999	10:30:00	03ago1999	10:28:00	457	45	50	11	26	02	04	171	0.002	NULO	137,6	421,7
03ago1999	10:31:00	04ago1999	10:12:00	271	34	51	09	25	02	01	143	0.004	NULO	59,7	290,6
04ago1999	10:16:00	05ago1999	10:20:00	527	36	70	09	28	03	01	176	0.005	NULO	106,5	375,5
05ago1999	10:23:00	06ago1999	10:41:00	324	41	80	08	30	04	03	146	0.003	0.001	104,2	385,7
06ago1999	10:45:00	07ago1999	10:27:00	310	13	32	04	17	02	01	62	0.003	NULO	25,3	170,9
07ago1999	10:30:00	08ago1999	10:28:00	363	42	39	33	22	02	07	113	0.004	NULO	41,2	247,4
08ago1999	10:34:00	09ago1999	10:19:00	411	70	53	110	30	03	09	164	0.005	NULO	34,4	269,7
09ago1999	10:28:00	10ago1999	10:18:00	331	21	24	72	09	01	01	58	0.004	0.002	59,9	249,5
10ago1999	10:21:00	11ago1999	10:42:00	314	31	43	59	12	02	04	94	0.004	NULO	55,3	266,4
11ago1999	10:46:00	12ago1999	10:38:00	1850	74	68	11	19	12	21	83	0.016	0.003	44,2	248,2
12ago1999	10:43:00	13ago1999	10:36:00	418	35	54	26	14	02	06	80	0.004	0.001	45,7	257,0
13ago1999	10:42:00	14ago1999	10:31:00	415	27	58	12	17	03	01	92	0.004	0.002	44,4	310,5
14ago1999	10:36:00	15ago1999	10:27:00	402	16	18	06	13	04	01	59	0.002	0.001	40,2	277,2
16ago1999	10:16:00	17ago1999	10:25:00	498	29	82	18	27	02	01	111	0.005	0.002	43,4	248,7
17ago1999	10:30:00	18ago1999	10:23:00	802	50	77	12	29	05	07	165	0.007	0.003	71,9	356,4
18ago1999	10:30:00	19ago1999	10:20:00	308	21	36	11	12	02	01	54	0.004	NULO	43,2	267,8
19ago1999	10:25:00	20ago1999	10:23:00	367	35	61	14	26	03	01	106	0.005	NULO	58,1	246,1
20ago1999	10:32:00	21ago1999	10:12:00	218	12	28	08	16	02	01	57	0.002	NULO	50,7	222,8
21ago1999	10:17:00	22ago1999	10:12:00	245	18	18	17	16	01	05	64	0.003	NULO	21,1	149,9
22ago1999	10:17:00	23ago1999	10:25:00	254	24	26	66	20	03	01	125	0.004	NULO	33,3	241,6
23ago1999	10:32:00	24ago1999	10:30:00	55	05	06	05	07	01	01	26	0.001	NULO	27,3	135,0
24ago1999	10:35:00	25ago1999	10:17:00	359	30	53	04	13	01	06	87	0.004	0.001	28,0	200,1
25ago1999	10:22:00	26ago1999	10:31:00	301	13	31	07	11	02	01	71	0.003	NULO	35,5	254,2
26ago1999	10:34:00	27ago1999	10:14:00	450	29	52	27	19	03	01	89	0.004	0.001	73,9	313,5
27ago1999	10:18:00	28ago1999	9:55:00	284	28	47	23	25	03	01	87	0.006	NULO	60,0	295,0
28ago1999	10:05:00	29ago1999	10:15:00	354	25	42	05	38	02	01	167	0.003	NULO	66,0	379,7
29ago1999	10:17:00	30ago1999	10:13:00	244	18	26	11	27	03	04	97	0.003	NULO	30,4	308,0
31ago1999	10:48:00	01sep1999	10:47:00	430	48	59	07	28	02	04	133	0.004	0.001	56,2	297,9

02sep1999	10:17:00	03sep1999	10:26:00	475	38	98	04	27	03	03	155	0.005	0.002	78,7	309,5
04sep1999	10:30:00	05sep1999	10:30:00	202	24	26	04	13	01	03	79	0.002	NULO	27,8	252,0
06sep1999	10:30:00	07sep1999	10:30:00	40	02	06	04	06	01	01	23	0.001	NULO	07,8	88,9
08sep1999	10:00:00	09se-1999	10:00:00	201	15	32	08	12	01	01	59	0.004	NULO	05,8	85,7
10sep1999	10:17:00	11sep1999	10:00:00	441	28	52	40	15	03	05	120	0.007	NULO	57,1	270,3
12sep1999	10:00:00	13sep1999	10:00:00	92	04	08	07	07	01	01	14	0.003	NULO	31,6	174,6
14sep1999	10:00:00	15sep1999	10:00:00	360	48	60	81	11	02	01	103	0.004	NULO	22,1	197,2
16sep1999	10:00:00	17sep1999	10:00:00	471	34	64	66	17	05	04	109	0.006	NULO	36,1	252,6
18sep1999	10:00:00	19sep1999	10:00:00	623	41	43	95	19	03	04	83	0.007	NULO	17,4	240,5
20sep1999	10:00:00	21sep1999	10:00:00	627	44	51	102	11	05	06	78	0.006	NULO	81,8	244,8
22sep1999	10:00:00	23sep1999	10:00:00	278	14	39	09	08	01	01	42	0.002	NULO	57,0	263,6
24sep1999	10:00:00	25sep1999	10:00:00	336	44	51	08	16	02	07	84	0.002	NULO	21,1	190,2
26sep1999	10:00:00	27sep1999	10:00:00	212	12	13	13	10	02	04	25	0.003	NULO	07,7	174,8
28sep1999	10:00:00	29sep1999	10:00:00	500	23	42	06	10	03	08	63	0.005	NULO	18,4	193,6
30sep1999	10:00:00	01oct-1999	10:00:00	150	18	27	06	10	02	08	34	0.002	NULO	23,2	172,6
03oct-1999	10:00:00	04oct-1999	10:00:00	231	28	32	25	15	03	03	67	0.003	NULO	29,1	228,3
05oct-1999	10:00:00	06oct-1999	10:00:00	265	30	72	07	16	01	01	52	0.002	NULO	13,3	131,9
07oct-1999	10:00:00	08oct-1999	10:00:00	566	41	63	41	13	03	05	53	0.007	0.001	22,4	204,8
09oct-1999	10:00:00	10oct-1999	10:00:00	334	37	40	21	19	02	01	67	0.005	NULO	32,6	226,4
11oct-1999	10:00:00	12oct-1999	10:00:00	226	27	24	05	05	01	01	24	0.002	NULO	09,6	114,9
13oct-1999	10:00:00	14oct-1999	10:00:00	636	48	39	21	08	02	13	54	0.007	0.002	15,3	162,2
15oct-1999	10:00:00	16oct-1999	10:00:00	464	30	28	28	12	01	01	54	0.003	NULO	04,4	127,6
17oct-1999	10:00:00	18oct-1999	10:00:00	428	25	20	93	14	03	02	15	0.006	NULO	05,7	151,5
19oct-1999	10:00:00	20oct-1999	10:00:00	624	27	36	15	12	04	01	60	0.006	NULO	19,2	168,2
21oct-1999	10:00:00	22oct-1999	10:00:00	479	31	34	30	12	04	01	44	0.004	NULO	44,6	248,1
23oct-1999	10:00:00	24oct-1999	10:00:00	289	28	36	10	12	02	02	65	0.003	NULO	29,3	224,7
25oct-1999	10:00:00	26oct-1999	10:00:00	568	45	40	06	10	03	01	64	0.003	NULO	18,5	188,2
27oct-1999	10:00:00	28oct-1999	10:00:00	418	28	31	05	09	01	03	38	0.006	NULO	11,0	138,2
29oct-1999	10:00:00	30oct-1999	10:00:00	636	29	49	11	12	03	01	50	0.006	NULO	17,2	190,4
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	399	59	50	39	14	03	02	53	0.005	NULO	28,6	160,0
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	382	24	23	46	08	02	02	34	0.004	NULO	00,0	00,0
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	390	34	13	05	07	01	01	23	0.005	NULO	11,3	132,8

08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	490	15	21	26	07	02	02	33	0.004	NULO	07,8	115,4
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	496	27	34	49	06	02	01	21	0.004	NULO	63,0	290,2
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	488	19	24	16	09	03	01	41	0.002	NULO	08,9	154,1
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	324	13	10	04	04	02	05	29	0.004	NULO	01,3	124,6
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	524	26	32	04	07	02	02	39	0.004	0.002	08,9	151,4
18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	532	17	24	05	06	03	05	26	0.006	0.001	04,9	117,6
20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	110	03	04	01	02	01	01	07	0.002	NULO	04,7	138,1
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	449	15	17	07	08	04	03	27	0.004	NULO	05,2	116,5
24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	451	15	20	20	07	01	04	25	0.005	0.001	04,8	115,4
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	534	25	24	20	08	01	03	33	0.006	NULO	05,8	83,7
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	418	25	15	120	05	01	06	17	0.002	NULO	04,9	143,4
30nov1999	10:00:00	01dic-1999	10:00:00	305	14	17	05	04	01	01	22	0.003	0.001	07,4	88,8

Tabla 3. Datos completos de Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Gruesa (Primera Parte)

Día Inicio	Hora Inicio	Día Termino	Hora Termino	FPM	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Sc	Ti	V
06-jul-1999	10:55:00	07-jul-1999	10:42:00	86	506	3061	8693	90	3600	140	1044	4410	35	395	21
07-jul-1999	10:47:00	08-jul-1999	11:05:00	80	328	1915	5460	49	2459	147	706	2799	14	252	08
08-jul-1999	11:07:00	09-jul-1999	10:28:00	54	353	2212	6266	77	2827	457	908	3255	24	289	12
09-jul-1999	10:33:00	10-jul-1999	10:50:00	114	638	3341	9466	94	3860	537	1178	5002	27	438	23
10-jul-1999	10:57:00	11-jul-1999	10:48:00	88	81	1334	3639	47	1058	148	384	1655	09	136	07
11-jul-1999	10:59:00	12-jul-1999	10:28:00	23	82	300	778	08	125	21	77	231	02	26	01
12-jul-1999	10:32:00	13-jul-1999	10:30:00	27	173	816	2305	25	366	140	230	938	08	89	02
13-jul-1999	10:35:00	14-jul-1999	10:31:00	40	133	1039	2838	20	647	93	288	1258	13	114	03
14-jul-1999	10:45:00	15-jul-1999	10:45:00	43	68	748	2022	14	366	79	213	907	09	80	02
15-jul-1999	10:52:00	16-jul-1999	10:12:00	46	147	725	1957	14	392	66	205	842	05	73	01
16-jul-1999	10:15:00	17-jul-1999	10:14:00	34	347	1401	4010	45	1378	162	581	2073	02	171	09
17-jul-1999	10:16:00	18-jul-1999	10:09:00	38	157	759	2123	19	472	111	250	923	11	86	03

18-jul-1999	10:13:00	19-jul-1999	10:26:00	67	180	836	2294	28	437	166	262	1037	08	89	03
19-jul-1999	10:32:00	20-jul-1999	10:22:00	55	227	943	2645	30	594	183	293	1277	02	97	03
20-jul-1999	10:32:00	21-jul-1999	10:12:00	77	386	1917	5280	63	1145	309	608	2604	19	232	07
21-jul-1999	10:14:00	22-jul-1999	10:42:00	55	269	1808	4925	76	1340	295	660	2624	21	227	09
22-jul-1999	10:44:00	23-jul-1999	10:42:00	65	459	2060	5453	64	1509	180	713	2976	20	242	10
26-jul-1999	15:00:00	28-jul-1999	10:24:00	15	452	2336	6144	49	1436	121	706	2459	02	214	08
28-jul-1999	10:27:00	29-jul-1999	10:24:00	32	62	735	1890	12	631	29	174	825	04	62	01
29-jul-1999	10:28:00	30-jul-1999	10:32:00	17	85	822	2030	06	110	45	198	546	02	71	03
30-jul-1999	10:35:00	31-jul-1999	10:12:00	23	469	2129	5628	31	512	123	611	2086	09	211	08
31-jul-1999	10:15:00	01ago1999	10:12:00	30	357	1949	4947	39	945	105	564	1852	10	200	09
01ago1999	10:16:00	02ago1999	10:27:00	27	224	1133	2942	26	716	48	303	1087	05	117	02
02ago1999	10:30:00	03ago1999	10:28:00	55	225	1515	4156	32	1442	85	452	1830	10	172	06
03ago1999	10:31:00	04ago1999	10:12:00	62	222	1472	4171	24	1440	70	455	1835	08	170	07
04ago1999	10:16:00	05ago1999	10:20:00	55	395	2348	6166	79	1861	209	716	2799	16	250	07
05ago1999	10:23:00	06ago1999	10:41:00	33	218	1109	2885	23	516	172	287	1250	09	118	03
06ago1999	10:45:00	07ago1999	10:27:00	20	129	916	2309	13	123	55	201	716	05	77	02
07ago1999	10:30:00	08ago1999	10:28:00	39	305	1240	3307	25	538	76	336	1200	09	127	05
08ago1999	10:34:00	09ago1999	10:19:00	57	103	1109	2804	26	542	68	276	1011	11	96	01
09ago1999	10:28:00	10ago1999	10:18:00	25	341	1527	4098	37	2220	88	450	1643	02	149	07
10ago1999	10:21:00	11ago1999	10:42:00	32	300	1450	3877	30	1308	106	425	1712	10	159	05
11ago1999	10:46:00	12ago1999	10:38:00	49	44	221	572	11	611	106	154	253	02	30	04
12ago1999	10:43:00	13ago1999	10:36:00	36	301	1730	4697	40	693	221	520	1964	14	175	08
13ago1999	10:42:00	14ago1999	10:31:00	42	394	1862	4916	39	621	208	580	2067	20	216	08
14ago1999	10:36:00	15ago1999	10:27:00	17	337	1712	4477	44	544	170	568	1836	11	167	06
16ago1999	10:16:00	17ago1999	10:25:00	65	322	1737	4324	43	671	177	404	1737	11	165	05
17ago1999	10:30:00	18ago1999	10:23:00	96	415	2676	6571	66	880	238	641	2932	12	212	07
18ago1999	10:30:00	19ago1999	10:20:00	25	300	1491	3764	33	969	181	421	1490	02	141	05
19ago1999	10:25:00	20ago1999	10:23:00	39	351	1720	4383	45	687	461	448	1749	10	167	05
20ago1999	10:32:00	21ago1999	10:12:00	16	202	843	2181	19	264	186	211	915	07	77	02
21ago1999	10:17:00	22ago1999	10:12:00	22	114	948	2475	14	180	52	217	760	04	79	02
22ago1999	10:17:00	23ago1999	10:25:00	46	195	1146	2920	26	388	38	284	971	02	96	02
23ago1999	10:32:00	24ago1999	10:30:00	09	36	117	255	05	56	83	27	98	02	10	01

24ago1999	10:35:00	25ago1999	10:17:00	31	256	1227	3258	26	268	39	288	1134	02	115	02
25ago1999	10:22:00	26ago1999	10:31:00	20	328	1604	4288	30	487	65	483	1605	12	161	03
26ago1999	10:34:00	27ago1999	10:14:00	35	373	2318	6110	67	1464	215	699	2515	02	258	08
27ago1999	10:18:00	28ago1999	9:55:00	59	195	1055	2846	30	985	175	300	1277	10	124	12
28ago1999	10:05:00	29ago1999	10:15:00	58	286	1632	4295	48	825	160	443	1712	12	178	06
29ago1999	10:17:00	30ago1999	10:13:00	38	158	868	2226	17	291	68	220	826	06	83	01
31ago1999	10:48:00	01sep1999	10:47:00	46	276	1726	4775	39	341	152	422	1726	12	180	05
02sep1999	10:17:00	03sep1999	10:26:00	44	251	1827	4705	57	510	167	447	1894	11	194	09
04sep1999	10:30:00	05sep1999	10:30:00	21	74	645	1656	24	161	63	175	652	05	60	03
06sep1999	10:30:00	07sep1999	10:30:00	07	63	107	223	05	45	144	33	98	02	07	01
08sep1999	10:00:00	09sep1999	10:00:00	25	122	768	2086	13	170	42	204	769	06	78	03
10sep1999	10:17:00	11sep1999	10:00:00	36	313	1668	4334	37	400	96	411	1579	02	170	04
12sep1999	10:00:00	13sep1999	10:00:00	08	59	178	361	07	34	32	38	131	02	14	01
14sep1999	10:00:00	15sep1999	10:00:00	44	224	1084	2875	27	535	61	274	1114	06	109	02
16sep1999	10:00:00	17sep1999	10:00:00	39	359	1661	4406	34	474	75	410	1557	28	166	03
18sep1999	10:00:00	19sep1999	10:00:00	79	104	1504	3929	37	389	63	389	1399	35	156	02
20sep1999	10:00:00	21sep1999	10:00:00	50	235	1853	4808	24	480	112	479	1785	41	167	01
22sep1999	10:00:00	23sep1999	10:00:00	34	80	702	1820	11	454	29	169	861	22	81	01
24sep1999	10:00:00	25sep1999	10:00:00	45	433	1679	4544	44	928	226	467	1880	09	151	07
26sep1999	10:00:00	27sep1999	10:00:00	34	273	972	2653	23	645	173	282	897	12	87	01
28sep1999	10:00:00	29sep1999	10:00:00	40	363	1782	4821	46	506	231	478	1970	19	183	05
30sep1999	10:00:00	01oct-1999	10:00:00	26	96	744	1934	17	785	29	185	782	11	74	01
03oct-1999	10:00:00	04oct-1999	10:00:00	31	141	898	2307	24	554	366	258	875	18	86	01
05oct-1999	10:00:00	06oct-1999	10:00:00	24	269	1029	2834	25	575	970	307	1282	17	112	01
07oct-1999	10:00:00	08oct-1999	10:00:00	43	371	2012	5509	43	684	209	557	2.404	26	224	01
09oct-1999	10:00:00	10oct-1999	10:00:00	48	427	2014	5268	56	1168	128	504	1948	37	209	04
11oct-1999	10:00:00	12oct-1999	10:00:00	15	160	832	2160	26	276	638	238	877	23	86	01
13oct-1999	10:00:00	14oct-1999	10:00:00	27	440	2098	5479	47	424	295	538	2.319	28	202	06
15oct-1999	10:00:00	16oct-1999	10:00:00	26	317	1346	3528	25	319	338	365	1457	19	129	03
17oct-1999	10:00:00	18oct-1999	10:00:00	29	248	1423	3624	33	331	99	360	1145	25	131	02
19oct-1999	10:00:00	20oct-1999	10:00:00	29	409	2030	5343	46	428	144	523	2010	26	187	01
21oct-1999	10:00:00	22oct-1999	10:00:00	26	528	2559	6611	53	1237	172	717	2491	27	255	06

23oct-1999	10:00:00	24oct-1999	10:00:00	38	156	1350	3439	37	570	51	338	1284	36	131	01
25oct-1999	10:00:00	26oct-1999	10:00:00	29	438	1841	4756	51	634	103	496	2130	25	183	03
27oct-1999	10:00:00	28oct-1999	10:00:00	28	368	2042	5244	40	557	363	532	2023	29	192	07
29oct-1999	10:00:00	30oct-1999	10:00:00	32	478	2234	5938	57	474	303	646	2219	21	209	05
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	38	273	1276	3464	42	389	331	373	1451	23	130	01
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	24	195	1017	2674	26	264	94	276	1103	13	106	02
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	13	86	698	1792	14	133	199	191	635	09	70	01
08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	18	259	1589	4007	35	260	255	390	1522	12	146	02
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	26	660	2231	6008	29	563	1013	639	2284	14	204	10
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	20	375	1694	4343	27	313	114	438	1566	10	155	01
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	14	227	1081	2821	26	231	206	296	962	11	96	03
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	17	296	1350	3454	29	222	170	361	1408	11	128	05
18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	16	425	1862	4740	38	281	421	504	1725	16	180	06
20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	04	51	363	895	07	60	57	92	313	07	31	01
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	18	241	1145	2913	32	229	175	309	1069	10	103	02
24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	17	250	1280	3337	28	253	275	343	1153	06	118	04
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	23	340	1782	4589	42	352	384	471	1593	11	165	06
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	28	317	1480	3732	31	361	197	397	1136	16	130	03
30nov1999	10:00:00	01dic-1999	10:00:00	12	161	1028	2611	22	213	287	271	1015	13	94	01

Tabla 4. Datos completos de Estación de Monitoreo Las Condes Fracción Gruesa (Segunda Parte)

Día Inicio	Hora Inicio	Día Termino	Hora Termino	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Br	Sr	Mo	Pb	EC	OC
06-jul-1999	10:55:00	07-jul-1999	10:42:00	NULO	115	4553	170	271	160	89	32	01	340	00,0	00,0
07-jul-1999	10:47:00	08-jul-1999	11:05:00	NULO	78	2997	99	140	109	28	20	01	188	00,0	00,0
08-jul-1999	11:07:00	09-jul-1999	10:28:00	NULO	94	3600	107	213	54	55	25	01	253	109,7	289,4
09-jul-1999	10:33:00	10-jul-1999	10:50:00	37	133	5423	170	290	147	86	36	26	333	270,3	806,1
10-jul-1999	10:57:00	11-jul-1999	10:48:00	NULO	44	1712	34	59	18	21	09	01	61	115,3	467,7
11-jul-1999	10:59:00	12-jul-1999	10:28:00	NULO	07	351	11	08	00	03	02	01	14	18,8	131,4

12-jul-1999	10:32:00	13-jul-1999	10:30:00	NULO	25	1051	34	42	18	07	07	06	37	21,7	123,4
13-jul-1999	10:35:00	14-jul-1999	10:31:00	NULO	31	1341	54	63	79	14	10	01	53	69,2	277,8
14-jul-1999	10:45:00	15-jul-1999	10:45:00	NULO	21	955	40	41	25	09	04	01	42	30,3	146,2
15-jul-1999	10:52:00	16-jul-1999	10:12:00	NULO	22	972	51	45	38	14	09	04	56	44,5	244,4
16-jul-1999	10:15:00	17-jul-1999	10:14:00	NULO	67	2147	62	123	53	34	18	01	164	86,3	361,2
17-jul-1999	10:16:00	18-jul-1999	10:09:00	NULO	23	1037	39	46	23	09	08	04	34	42,8	230,5
18-jul-1999	10:13:00	19-jul-1999	10:26:00	NULO	26	1079	35	41	17	09	06	11	34	51,5	282,2
19-jul-1999	10:32:00	20-jul-1999	10:22:00	NULO	30	1249	31	51	13	12	11	04	38	61,1	303,2
20-jul-1999	10:32:00	21-jul-1999	10:12:00	NULO	65	2696	57	127	00	31	21	24	137	98,5	359,5
21-jul-1999	10:14:00	22-jul-1999	10:42:00	NULO	77	2699	79	182	22	40	22	16	187	110,6	448,4
22-jul-1999	10:44:00	23-jul-1999	10:42:00	NULO	87	2829	84	140	43	20	18	01	137	124,8	459,7
26-jul-1999	15:00:00	28-jul-1999	10:24:00	NULO	70	2774	70	103	25	33	19	01	146	85,2	330,8
28-jul-1999	10:27:00	29-jul-1999	10:24:00	NULO	21	816	16	23	00	03	05	07	42	61,6	240,1
29-jul-1999	10:28:00	30-jul-1999	10:32:00	NULO	19	840	14	18	00	10	05	01	24	22,9	134,7
30-jul-1999	10:35:00	31-jul-1999	10:12:00	NULO	61	2585	52	85	09	30	18	01	125	72,5	375,6
31-jul-1999	10:15:00	01ago1999	10:12:00	NULO	53	2274	78	80	71	23	12	01	107	61,6	309,5
01ago1999	10:16:00	02ago1999	10:27:00	NULO	29	1385	43	44	46	15	10	01	79	51,2	301,4
02ago1999	10:30:00	03ago1999	10:28:00	NULO	47	1926	60	73	19	17	15	06	73	137,6	421,7
03ago1999	10:31:00	04ago1999	10:12:00	NULO	47	1932	60	74	18	03	15	01	76	59,7	290,6
04ago1999	10:16:00	05ago1999	10:20:00	NULO	73	3026	83	149	22	39	21	01	165	106,5	375,5
05ago1999	10:23:00	06ago1999	10:41:00	NULO	28	1382	43	69	00	12	10	01	79	104,2	385,7
06ago1999	10:45:00	07ago1999	10:27:00	NULO	21	928	14	27	05	09	06	01	23	25,3	170,9
07ago1999	10:30:00	08ago1999	10:28:00	NULO	34	1452	53	51	82	10	05	06	50	41,2	247,4
08ago1999	10:34:00	09ago1999	10:19:00	NULO	27	1171	47	40	60	03	06	01	63	34,4	269,7
09ago1999	10:28:00	10ago1999	10:18:00	NULO	44	1927	79	88	127	23	10	17	136	59,9	249,5
10ago1999	10:21:00	11ago1999	10:42:00	NULO	46	1835	76	92	77	16	13	01	102	55,3	266,4
11ago1999	10:46:00	12ago1999	10:38:00	NULO	21	428	48	87	50	19	04	08	95	44,2	248,2
12ago1999	10:43:00	13ago1999	10:36:00	NULO	54	2109	64	94	30	19	15	15	66	45,7	257,0
13ago1999	10:42:00	14ago1999	10:31:00	23	61	2349	53	80	16	23	13	06	86	44,4	310,5
14ago1999	10:36:00	15ago1999	10:27:00	NULO	52	2148	50	89	15	25	14	08	93	40,2	277,2
16ago1999	10:16:00	17ago1999	10:25:00	NULO	42	1787	39	75	07	03	11	01	47	43,4	248,7
17ago1999	10:30:00	18ago1999	10:23:00	NULO	69	2849	46	91	00	03	19	12	90	71,9	356,4

18ago1999	10:30:00	19ago1999	10:20:00	NULO	37	1608	42	66	11	14	13	01	29	43,2	267,8
19ago1999	10:25:00	20ago1999	10:23:00	NULO	44	1901	36	68	00	12	14	01	60	58,1	246,1
20ago1999	10:32:00	21ago1999	10:12:00	NULO	21	879	18	27	00	03	05	01	26	50,7	222,8
21ago1999	10:17:00	22ago1999	10:12:00	NULO	23	992	29	28	09	03	06	04	28	21,1	149,9
22ago1999	10:17:00	23ago1999	10:25:00	NULO	29	1165	34	38	26	03	09	08	44	33,3	241,6
23ago1999	10:32:00	24ago1999	10:30:00	NULO	04	137	02	03	00	03	01	01	15	27,3	135,0
24ago1999	10:35:00	25ago1999	10:17:00	NULO	35	1302	41	49	00	06	09	17	33	28,0	200,1
25ago1999	10:22:00	26ago1999	10:31:00	NULO	49	1946	47	79	00	19	13	01	98	35,5	254,2
26ago1999	10:34:00	27ago1999	10:14:00	NULO	76	2944	88	150	39	31	21	07	171	73,9	313,5
27ago1999	10:18:00	28ago1999	9:55:00	NULO	31	1355	54	93	00	10	10	01	52	60,0	295,0
28ago1999	10:05:00	29ago1999	10:15:00	NULO	46	2067	50	74	00	24	14	01	101	66,0	379,7
29ago1999	10:17:00	30ago1999	10:13:00	NULO	23	1052	27	36	00	06	07	08	46	30,4	308,0
31ago1999	10:48:00	01sep1999	10:47:00	NULO	51	1889	36	70	00	12	14	20	57	56,2	297,9
02sep1999	10:17:00	03sep1999	10:26:00	NULO	54	2129	43	92	00	14	16	10	82	78,7	309,5
04sep1999	10:30:00	05sep1999	10:30:00	NULO	17	727	27	30	00	03	06	04	33	27,8	252,0
06sep1999	10:30:00	07sep1999	10:30:00	NULO	02	102	02	03	00	03	01	01	11	07,8	88,9
08sep1999	10:00:00	09sep1999	10:00:00	NULO	19	800	12	30	00	03	06	01	22	05,8	85,7
10sep1999	10:17:00	11sep1999	10:00:00	NULO	46	1874	41	68	22	11	12	01	53	57,1	270,3
12sep1999	10:00:00	13sep1999	10:00:00	NULO	03	163	02	05	00	03	02	02	04	31,6	174,6
14sep1999	10:00:00	15sep1999	10:00:00	NULO	30	1235	44	54	61	07	10	01	59	22,1	197,2
16sep1999	10:00:00	17sep1999	10:00:00	NULO	44	1780	50	72	23	08	11	06	61	36,1	252,6
18sep1999	10:00:00	19sep1999	10:00:00	NULO	36	1533	42	43	23	03	12	01	29	17,4	240,5
20sep1999	10:00:00	21sep1999	10:00:00	NULO	45	1845	43	50	20	03	12	01	38	81,8	244,8
22sep1999	10:00:00	23sep1999	10:00:00	NULO	19	1016	17	35	02	03	05	01	25	57,0	263,6
24sep1999	10:00:00	25sep1999	10:00:00	NULO	42	1830	41	56	00	07	13	10	53	21,1	190,2
26sep1999	10:00:00	27sep1999	10:00:00	NULO	25	1024	13	25	05	03	07	07	17	07,7	174,8
28sep1999	10:00:00	29sep1999	10:00:00	NULO	53	2275	39	48	03	03	11	08	34	18,4	193,6
30sep1999	10:00:00	01oct-1999	10:00:00	NULO	22	856	25	30	00	03	04	17	36	23,2	172,6
03oct-1999	10:00:00	04oct-1999	10:00:00	NULO	22	978	22	31	06	03	06	02	37	29,1	228,3
05oct-1999	10:00:00	06oct-1999	10:00:00	NULO	32	1298	31	48	00	03	05	07	31	13,3	131,9
07oct-1999	10:00:00	08oct-1999	10:00:00	NULO	57	2493	61	76	08	07	21	01	55	22,4	204,8
09oct-1999	10:00:00	10oct-1999	10:00:00	NULO	47	2190	42	60	06	03	08	05	73	32,6	226,4

11oct-1999	10:00:00	12oct-1999	10:00:00	NULO	19	907	11	19	04	03	06	02	08	09,6	114,9
13oct-1999	10:00:00	14oct-1999	10:00:00	NULO	56	2517	49	49	05	06	15	15	41	15,3	162,2
15oct-1999	10:00:00	16oct-1999	10:00:00	NULO	38	1584	22	30	06	03	06	02	23	04,4	127,6
17oct-1999	10:00:00	18oct-1999	10:00:00	NULO	32	1375	21	19	23	03	04	03	09	05,7	151,5
19oct-1999	10:00:00	20oct-1999	10:00:00	NULO	52	2317	31	37	06	03	11	01	29	19,2	168,2
21oct-1999	10:00:00	22oct-1999	10:00:00	NULO	72	2946	55	94	25	10	21	01	30	44,6	248,1
23oct-1999	10:00:00	24oct-1999	10:00:00	NULO	30	1435	23	31	04	03	10	03	30	29,3	224,7
25oct-1999	10:00:00	26oct-1999	10:00:00	NULO	46	2200	37	46	01	07	10	01	45	18,5	188,2
27oct-1999	10:00:00	28oct-1999	10:00:00	NULO	51	2354	41	35	05	03	08	11	20	11,0	138,2
29oct-1999	10:00:00	30oct-1999	10:00:00	NULO	60	2476	33	48	13	03	13	01	18	17,2	190,4
02nov1999	10:00:00	03nov1999	10:00:00	NULO	34	1480	46	52	23	08	10	06	19	28,6	160,0
04nov1999	10:00:00	05nov1999	10:00:00	NULO	29	1200	24	24	05	03	05	01	26	00,0	00,0
06nov1999	10:00:00	07nov1999	10:00:00	NULO	22	802	08	13	00	03	04	02	23	11,3	132,8
08nov1999	10:00:00	09nov1999	10:00:00	NULO	45	1718	24	29	12	03	10	01	12	07,8	115,4
10nov1999	10:00:00	11nov1999	10:00:00	NULO	66	2541	34	44	17	03	12	01	43	63,0	290,2
12nov1999	10:00:00	13nov1999	10:00:00	NULO	46	1941	23	34	13	03	07	01	39	08,9	154,1
14nov1999	10:00:00	15nov1999	10:00:00	NULO	30	1199	12	14	06	03	05	07	15	01,3	124,6
16nov1999	10:00:00	17nov1999	10:00:00	NULO	36	1529	19	29	05	03	07	04	15	08,9	151,4
18nov1999	10:00:00	19nov1999	10:00:00	NULO	54	2175	23	29	12	03	09	02	30	04,9	117,6
20nov1999	10:00:00	21nov1999	10:00:00	NULO	09	379	02	04	01	03	02	01	02	04,7	138,1
22nov1999	10:00:00	23nov1999	10:00:00	NULO	30	1228	18	27	02	03	04	01	18	05,2	116,5
24nov1999	10:00:00	25nov1999	10:00:00	NULO	35	1446	21	27	00	03	12	01	34	04,8	115,4
26nov1999	10:00:00	27nov1999	10:00:00	NULO	48	1987	28	36	02	03	14	03	45	05,8	83,7
28nov1999	10:00:00	29nov1999	10:00:00	NULO	37	1459	17	19	33	05	05	01	12	04,9	143,4
30nov1999	10:00:00	01dic-1999	10:00:00	NULO	29	1079	13	21	00	03	05	06	16	07,4	88,8