



Servicios Tecnológicos Ambientales

## "DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO CALIDAD DEL AIRE PARA ARICA - IQUIQUE - ALTO HOSPICIO"



( INFOTEC-0314-02-INFO-FINAL-CONAMA-I-20090806 )

### INFORME FINAL ORIGINAL

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGION TARAPACÁ Y REGION ARICA PARINACOTA

CODIGO: INFOTEC-0314-02-INFO-FINAL-CONAMA-I-20090806  
AUTOR(ES): IOU-YSC.  
RESPONSABLE: YSC.

**INDICE**

|   |               |
|---|---------------|
| <b>1. Antecedentes Generales del Estudio.</b>   | <b>3-6</b>    |
| <b>2. Objetivos del Estudio.</b>  |               |
| 2.1. Objetivo General del Estudio.  | 6             |
| 2.2. Objetivos Específicos del Estudio.   | 6             |
|   | <b>7-8</b>    |
| <b>3. Metodología de Medición Utilizadas en el Estudio.</b>   |               |
| 3.1 Material Particulado Respirable MP10  | 8             |
| 3.2 Tubos Pasivos BTEX  | 8             |
| 3.3 Variables Meteorológicas.   | 8             |
| <b>4.Desarrollo y Resultados obtenidos en función a los objetivos específicos planteados por CONAMA I Región.</b>   |               |
| 4.1. Resultados del seguimiento del contaminante Material Particulado respirable MP <sub>10</sub> y BTEX en 2 áreas críticas Iquique.   | 9             |
| 4.1.1. Resultados Mediciones de MP <sub>10</sub> realizadas en Estación Bajo Molle (BMOL).  | 10-13         |
| 4.1.2. Resultados Mediciones de MP <sub>10</sub> realizadas en Estación (INP).  | 14-16         |
| 4.1.3. Resultados Mediciones de BTEX realizadas en Estación (INP) y Estación (BCI).   | 17-22         |
| 4.2. Resultados del seguimiento del contaminante Material Particulado respirable MP <sub>10</sub> en 3 áreas críticas Arica.  | 22-23         |
| 4.2.1 Resultados Mediciones de MP <sub>10</sub> realizadas en Estación (ACAS).  | 23-25         |
| 4.2.2 Resultados Mediciones de MP <sub>10</sub> realizadas en Estación (JVLL).  | 25-28         |
| 4.2.3 Resultados Mediciones de MP <sub>10</sub> realizadas en Estación (ED11).  | 28-30         |
| 4.3. Resultados del diagnóstico de los niveles de contaminación por Material Particulado respirable MP <sub>10</sub> en 2 Sitios, y MP <sub>2.5</sub> en 1 Sitio, Meteorología en un Sitio y en dos Sitios BTEX en Alto Hospicio. | 31            |
| 4.3.1. Resultados Mediciones de MP <sub>10</sub> realizadas en Estación (JINF).   | 31-34         |
| 4.3.2. Resultados Mediciones de BTEX realizadas en Estación (JINF) y Estación (HOSP).   | 34-39         |
| 4.3.3. Resultados Mediciones de MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub> realizadas en Estación (HOSP).   | 39-44         |
| 4.3.4.Resultados Mediciones Meteorológicas realizada en la Estación (JINF).   | 45-52         |
| 4.4. Resultados especiación química de muestras del Material Particulado respirable MP <sub>10</sub> obtenida en Iquique, Arica y Alto Hospicio.  | 52-57         |
| 4.5. Resultados de la identificación de fuentes más probables de contaminación atmosférica en Iquique, Arica y Alto Hospicio.   | 57-81         |
| 5. Evaluación del comportamiento de los parámetros críticos en Iquique y Arica con los resultados obtenidos en el estudio Básico del año 2005.  | 82-85         |
| 6. Postular una propuesta de gestión para resolver excedencia.  | 86-89         |
| <b>7.Conclusiones.</b>  | <b>90-94</b>  |
| <b>8. Bibliografías.</b>  | <b>94</b>     |
| <b>9. Anexos.</b>   | <b>95-136</b> |

## 1. ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO.

El presente estudio denominado "**Seguimiento y Diagnóstico de Calidad del aire en las Comunas de Arica, Iquique y Alto Hospicio**" se enmarca dentro de los resultados obtenidos el año 2005 del estudio "Diagnóstico y monitoreo de la Calidad del Aire de las Ciudades de Arica e Iquique", en el que fueron identificados como variables críticas<sup>1</sup>; el material particulado respirable fracción MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> y las concentraciones de benceno en el Aire (BTEX<sup>2</sup>), en algunos de los Sitios monitoreados durante ese periodo.

Este estudio planteo como objetivo principal para la ciudad de Iquique, realizar mediciones en aquellos sectores donde fueron detectados niveles de contaminación altos el año 2005, considerándolo como la etapa de seguimiento para el contaminantes MP<sub>10</sub><sup>3</sup> y de los compuestos BTEX. Para la ciudad de Arica, es el mismo planteamiento pero solo para el contaminante MP<sub>10</sub> y por último, para la comuna de Alto Hospicio, al no contar con información de Calidad del Aire ni Meteorología, contemplo la realización de un Diagnostico en 2 sectores de la comuna para el contaminante MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub><sup>4</sup> y para los compuestos BTEX, anexando en uno de los sectores, una estación meteorológica nivel superficial variables Magnitud y dirección del viento.

Las área o sectores donde se efectuaron las mediciones fueron entregadas por CONAMA I Región basadas en los resultados obtenido el año 2005. Para Iquique, se mantuvo el sector donde esta el Instituto de Normalización Previsional (INP), que corresponde al sector céntrico de las ciudad de Iquique, caracterizado por su alto tráfico vehicular y alta actividad comercial y el sector denominado bajo Molle, donde fue detectado ya el año 2005, valores promedio anual del contaminante MP10 sobre los 50 [ug/m3N], lo cual llevo a CONAMA I Región no solo mantener este sector, sino además realizar un seguimiento del contaminante MP10 por un periodo de 12 meses, realizar durante 5 semanas una campaña especial de medición que es descrita más adelante en este informe. Para la ciudad de Arica, si bien originalmente el estudio contemplo sólo la medición en 2 sectores (sector Casino de Juegos de Arica y sector donde esta la Empresa Edelnor), con mediciones de 12 y 6 meses, esto fue modificado a petición de la Autoridad Sanitaria de Arica, seleccionando los mismos tres sectores donde fueron instalados el año 2005 los equipos de MP10, Casino de Juegos Arica, Junta Vecinal Los Laureles y Escuela D11. Fue modificado el programa de muestreo cambiando a mes por medio en los 3 sitios.

---

<sup>1</sup> Variables Críticas: Aquellos elementos contaminantes correspondientes a Material Particulado, fracciones MP<sub>10</sub> / MP<sub>2.5</sub> y Benceno, que presentan superación o están en márgenes cercanos a los valores normados, contaminantes que fueron detectados en estudios realizados anteriormente. (Estudio realizado el año 2005 por CONAMA Región de Tarapacá).<sup>2</sup> BTEX: Corresponde a la medición de gases; Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos, origen primario y secundario utilizando Técnicas del tipo Pasivo. Nos entrega información basal de los COV's (Compuestos Orgánicos Volátiles).<sup>3</sup> MP<sub>10</sub>: Material particulado respirable fracción 10 micrones.<sup>4</sup> MP<sub>2.5</sub>: Material particulado respirable fracción 2.5 micrones.

Todos los Sitios donde fueron emplazados los equipos para la medición de material particulado respirable, en sus fracciones bajo 10 y 2.5 micrones como para la medición de compuestos BTEX,  **fueron seleccionados en conjunto por la consultora ejecutora del proyecto y la contraparte técnica de este Estudio**, Profesionales de CONAMA I Región, Profesionales de la Autoridad Sanitaria Región de Arica e Iquique, Profesionales del Ministerio de Transporte, del Ministerio de la Vivienda y Profesionales de las Municipalidades de las comunas Iquique, Alto Hospicio y Arica. Para ello fueron realizadas reuniones y visitas a terreno en Iquique, Arica y Alto Hospicio.

El sector de Bajo Molle es un sector de Iquique que durante mucho tiempo fue considerado y utilizado con fines industriales y posteriormente durante los últimos 10 años se instalaron allí discotec, Pub, Moteles y otras actividades económicas. Este es un sector que a pesar de estar muy cerca de la ciudad de Iquique, aun se encuentra fuera del limite urbano. A partir de la instalación de conjunto habitacionales "condominios", se inició un sin número de reclamos, principalmente de los habitantes de dichos condominios y de los apoderados de los alumnos del Liceo Academia Iquique, siendo uno de los reclamos el "Polvo en Suspensión ". Por tal razón y en forma paralela a este Estudio y considerando que se efectuarían mediciones en el sector de bajo molle, fue acogida la solicitud realizada por CONAMA I Región, de implementar una campaña especial de medición de Calidad del Aire y Meteorología, centrada en el monitoreo del Material Particulado respirable  $MP_{10}$  , en 3 de Sitios y  $MP_{2.5}$  en 1 de los Sitios, por un total de 5 semanas. El objetivo de la medición propuesta por CONAMA I Región, fue evaluar los niveles del contaminante  $MP_{10}$  con respecto al valor de la norma para período corto. Finalizada esta campaña, fue seleccionado uno de los 3 Sitios donde se mantuvo la medición de  $MP_{10}$  por el resto del período solicitado (12 meses). Los resultados de esta campaña son presentados en el **Anexo 1**. La realización de esta campaña especial significo una modificación en los Programas de monitoreo en Iquique, Alto Hospicio y Arica, como una reestructuración presupuestaria del estudio.

Las mediciones y resultados por comuna que son presentadas en este informe final son resumidas de las siguiente forma:

- a) Resultados obtenidos en las Estaciones de seguimiento de Calidad del Aire por Material Particulado, fracción  $MP_{10}$  en **Iquique**, período de Abril 2008 a Enero 2009;
- Estación Condominio Bajo Molle (BMOL),
  - Estación Instituto de Normalización Previsional INP (INP).

- b) Resultados obtenidos en las Estaciones de seguimiento de Calidad del Aire por Material Particulado fracción MP<sub>10</sub> en **Arica**, período Abril 2008 a Enero 2009;
- Estación Casino de Arica (CAS),
  - Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL),
  - Estación Escuela D11 (D11).
- c) Resultados obtenidos en las Estaciones Diagnóstico de Calidad del Aire por Material Particulado fracción MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> en **Alto Hospicio**, de Abril 2008 a Enero de 2009;
- Estación Hospital Dr. Héctor Reyno (HOSP),
  - Estación Jardín Infantil Arumanti(JINF).
- d) Resultados de tubos pasivos BTEX para el seguimiento de la Calidad del Aire referido a los compuestos orgánicos volátiles en **Iquique**, mes de; Abril, Junio, Agosto, Octubre, Diciembre del 2008 y Enero 2009;
- Estación INP (INP).
- e) Resultados de tubos pasivos BTEX para el Diagnóstico de la Calidad del Aire referido a los compuestos orgánicos volátiles en **Alto Hospicio**, mes de; Abril, Junio, Agosto, Octubre, Diciembre de 2008 y Enero 2009;
- Estación Hospital Dr. Héctor Reyno (HOSP),
  - Estación Jardín Infantil Arumanti (JINF).

De los resultados obtenidos de las Estaciones emplazadas en la ciudad de Iquique que midieron el contaminante MP<sub>10</sub>, efectuando una comparación con respecto al año 2005, ambas registraron, Estación sector Bajo Molle (BMOL) y Estación (INP), un incremento de los promedios mensuales de MP<sub>10</sub>, destacándose la Estación (BMOL) con los mayores registros tanto diarias como promedios mensuales. Para los compuestos BTEX, en ambas estaciones, Estación (INP) y Estación (BCI), los valores promedio mensuales comparativamente con el año 2005, registraron promedios en general mas bajos.

De las Estaciones emplazadas en la ciudad de Arica que midieron el contaminante MP<sub>10</sub>, efectuando una comparación con respecto al año 2005, la única estación que presento valores promedios mensuales mas bajo fue la Estación Casino(ACAS), mientras la Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL) y la Estación Escuela D11 (ED11), registraron promedios mensuales ligeramente más altos el año 2009. Observamos que en todas las estaciones, una más que otra, presentan niveles basales por sobre los 25 [ug/m<sup>3</sup>N], siendo la Estación (JVLL) la que presenta promedios más altos, valores igual o sobre los 39 [ug/m<sup>3</sup>N].

Por último las Estaciones de Alto Hospicio, la que presento las mayores concentraciones fue la Estación Jardín Infantil (JINF) comparativamente con la Estación Hospital (HOSP). También observamos un nivel basal de MP<sub>10</sub>, para la Estación Hospital (HOSP) es más bajo de 22 [ug/m<sup>3</sup>N] y para la Estación Jardín Infantil (JINF) más alto de 29 [ug/m<sup>3</sup>N]. Para los compuestos BTEX, Estación Hospital (HOSP) presento promedios mensuales de los diferentes compuestos, ligeramente más bajos comparativamente con la Estación Jardín Infantil (JINF) y si comparamos las mediciones con las obtenidas en Iquique, la mayoría de las concentraciones en Alto Hospicio, son ligeramente más bajas. Para el compuesto Benceno, efectuando una comparación con el valor referencia anual de la CE, todas mediciones realizadas tanto en Iquique como en Alto Hospicio, los promedios mensuales estuvieron bajo este valor de referencia que corresponde a 5 [ug/m<sup>3</sup>N].

Por lo tanto cumplido el objetivo de este Estudio de, "realizar el seguimiento de los niveles de material particulado respirable en las comunas de Iquique y Arica, realizar el seguimiento de los Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX) en la comuna de Iquique, y realizar un diagnóstico del material particulado respirable y de compuestos Orgánicos volátiles (BTEX) en la Comuna de Alto Hospicio" y basados en los resultados obtenidos, resulta importante que sea evaluado por parte de las autoridades ambientales Regionales de la I y XV Región, el implementar un Sistema de vigilancia de la Calidad del Aire tanto del Material Particulado fracción MP<sub>10</sub> como de la fracción fina (MP<sub>2.5</sub>) del tipo automático y continuo a objeto de una mejor supervisión del recurso aire como para la gestión por parte de las autoridades ambientales de cada Región.

## **2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.**

### **2.1 Objetivo General del Estudio**

Realizar el seguimiento de los niveles de material particulado respirable en las comunas de Iquique y Arica, realizar el seguimiento de los Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX) en la comuna de Iquique, y realizar un diagnóstico del material particulado respirable y de compuestos Orgánicos volátiles (BTEX) en la Comuna de Alto Hospicio.

## **2.2 Objetivos Específicos del Estudio.**

### **2.2.1 Referentes al MP10 en las comunas de Arica, Alto Hospicio e Iquique;**

1. Realizar un seguimiento del Material Particulado Respirable (MP<sub>10</sub>), en dos áreas críticas de las ciudades de Arica e Iquique por un tiempo de un año para establecer planes de Gestión Ambiental si correspondiere, con su propia especiación química que se indica, representativa a un año.
2. Determinar niveles de contaminación por Material Particulado Respirable MP<sub>10</sub>, en dos sitios, y MP<sub>2.5</sub>, en un sitio de la Comuna de Alto Hospicio durante un año.
3. Comparar los resultados obtenidos del monitoreo en las Comunas de Arica, Alto Hospicio e Iquique, con Normas Chilenas y extranjeras cuando sea el caso.
4. Identificar las fuentes más probables de contaminación, a través de encuestas a la comunidad y fuentes fijas.
5. Evaluar la evolución de los parámetros críticos con los resultados obtenidos en el anterior Estudio Básico (2005).
6. Postular una propuesta de gestión para resolver las excedencias.

### **2.2.2 Referente a BTEX en las ciudades de Iquique y Alto Hospicio;**

1. Ejecutar un seguimiento de las concentraciones de BTEX (Benceno, Tolueno, etilbenceno y xileno), en la ciudad de Iquique.
2. Determinar niveles de contaminación por BTEX, en dos sitios de la Comuna de Alto Hospicio durante un año.
3. Evaluar la evolución de los parámetros críticos con los resultados obtenidos en el anterior Estudio Básico (2005).
4. Elaborar una propuesta de gestión para resolver los problemas detectados cuando correspondiere.
5. Identificar las fuentes fijas más probables de contaminación.
6. Comparar los resultados obtenidos del monitoreo en las Comunas de Iquique y Alto Hospicio, con estándares internacionales de la UE.

7. Postular una propuesta de gestión para resolver las excedencias.

### **3. Metodologías de Medición Utilizadas en el Estudio.**

#### **3.1. Material Particulado Respirable MP10.**

Las mediciones se realizaron de acuerdo a lo señalado en el D.S. N° 59. Fueron utilizados muestreadores de bajo volumen equipados con cabezal MP<sub>10</sub>, para medir la concentración de material particulado respirable, según configuración solicitada para cada estación y comuna (Iquique, Alto Hospicio y Arica). El cabezal del equipo fue instalado a una altura entre 5 y 15 m.

La determinación de la cantidad de partículas colectadas en los filtros se realizó a través de análisis gravimétrico.

Para el análisis químico de las muestras seleccionadas, el procedimiento de oxidación de los filtros y su posterior medición, se realizó de acuerdo a lo que establece el Compendium Method IO-3.2 (Junio 1999) "DETERMINATION OF METALS IN AMBIENT PARTICULATE MATTER USING ATOMIC ABSORPTION (AA) SPECTROSCOPY". Center for Environmental Research Information Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, OH 45268 June 1999, actividad realizada en Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de Universidad de Concepción.

#### **3.2 Tubos Pasivos BTEX.**

El análisis de los Tubos pasivos de BTEX, es efectuado según la metodología establecida en Norma Europea EN 14662-5:2005 "Ambient air quality". Standard method for measurement of benzene concentrations. Diffusive sampling followed by solvent desorption and gas chromatography". Las muestras fueron expuestas por periodos de 1 mes y la altura donde fueron instalados los tubos pasivos fue entre 5 a 15 metros.

#### **3.3. Variables meteorológicas.**

Para la medición de variables meteorológicas; Magnitud del Viento y Dirección del viento, se instaló primeramente el equipamiento en la Estación (BMOL) en Iquique, de Febrero a Mayo de 2008 y posteriormente se trasladó a la Estación (JINF) Alto Hospicio para realizar las mediciones desde fines del mes de Agosto 2008 hasta Enero de 2009.



#### **4. Desarrollo y resultados obtenidos de la campaña en función a los objetivos específicos planteados por CONAMA I Región.**

##### **4.1. Resultados del seguimiento del contaminante Material Particulado Respirable (MP<sub>10</sub>) y de BTEX, en dos áreas críticas de las ciudades de Iquique.**

Para la realización del seguimiento de Material Particulado respirable fracción MP<sub>10</sub> en Iquique, las áreas críticas seleccionadas por CONAMA I Región, correspondieron al sector de Bajo Molle (Estación BMOL) y del sector céntrico (Estación INP). Ver **Anexo 2**, donde se describen los equipos utilizados en las Estaciones emplazadas en Iquique.

Las mediciones del contaminante Material particulado fracción MP<sub>10</sub> fueron realizadas en diferentes períodos al programado, conforme a lo propuesto por la consultora a cargo del presente estudio, esto debido a la ejecución de una campaña especial de medición solicitado por CONAMA I Región para el sector Bajo Molle, realizada entre los meses de Febrero y Marzo de 2008. Por lo tanto, para la Estación Bajo Molle (BMOL) el período de medición total fue de 12 meses (Febrero 2008 a Enero 2009), con frecuencia de medición diaria (Febrero a Marzo de 2008) y día por medio a partir del mes de Marzo 2008 a Enero del 2009 a solicitud de CONAMA I Región.

Para la Estación INP (INP), las mediciones comenzaron en el mes de Abril 2008 hasta el mes de Enero de 2009, mes por medio, con un total de 6 meses de muestreo y frecuencia de 1 de cada 3 días.

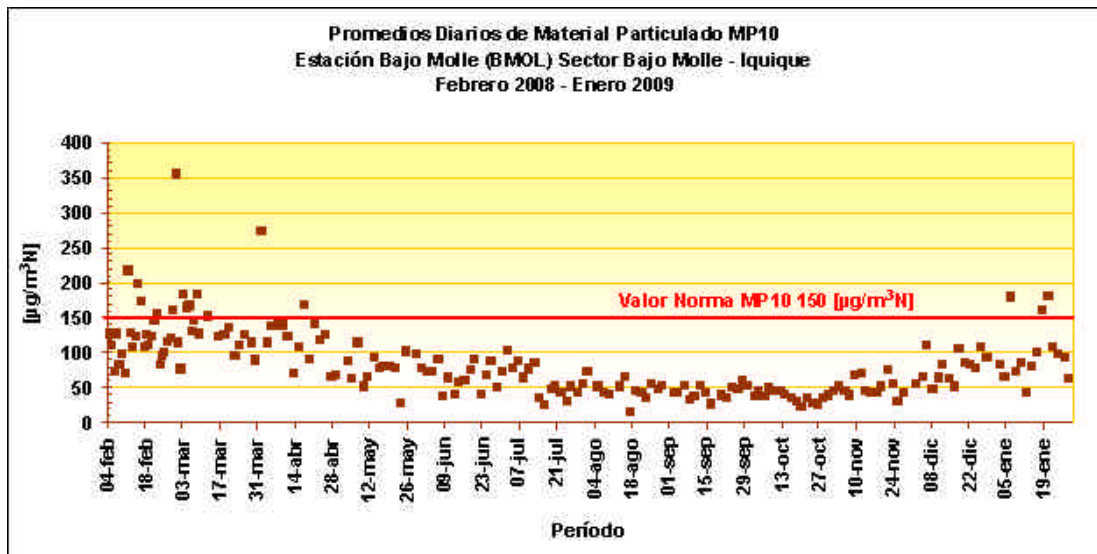
Para ambas estaciones se cumplió con el período de medición solicitado por CONAMA I Región. Ver **Anexo 3**, donde se muestran los programas de medición respectivos para material particulado, tanto para la Campaña especial de medición como para el seguimiento de este contaminante.

En relación a la especiación química de las muestras de material particulado MP<sub>10</sub>, se analizó un número limitado de filtros. Las muestras fueron seleccionadas por CONAMA I Región y CONAMA XV, en base a los resultados de las concentraciones finales de los muestreos correspondientes a todo el período de medición y al número de análisis por elementos (Plomo, Arsénico o Cadmio) que fue posible realizar de acuerdo al ajuste presupuestario realizado por la ejecución de la campaña especial de medición solicitada por CONAMA I Región. Ver **Anexo 4** la selección de muestras y los resultados de los análisis que fueron entregados por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción.

**4.1.1. Resultados mediciones de MP<sub>10</sub> realizadas en Estación Bajo Molle (BMOL).**

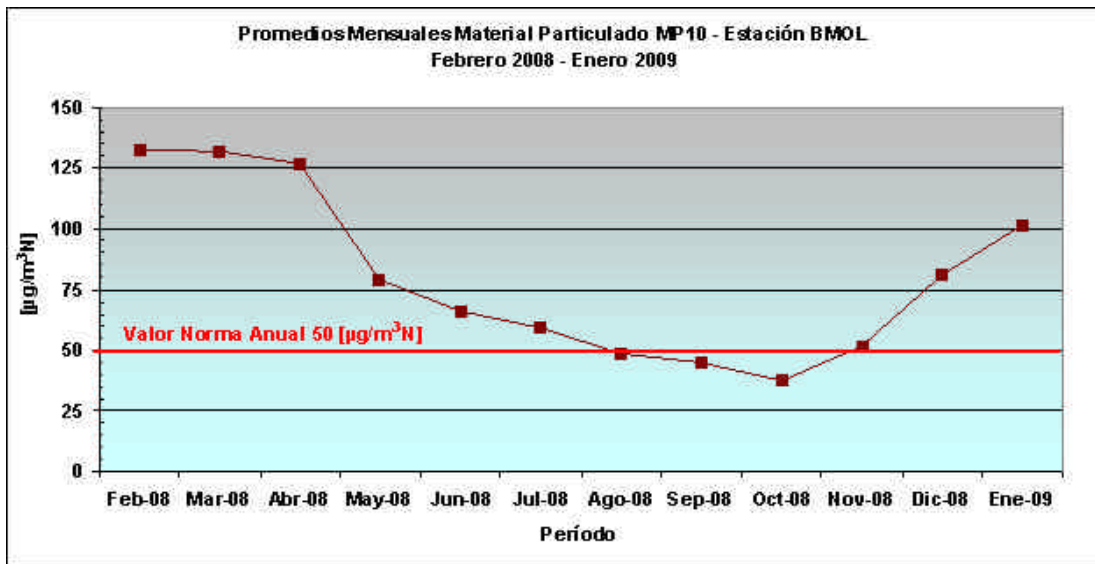
El **Grafico 1**, muestra los resultados de Material Particulado MP<sub>10</sub> desde la fecha de instalación, 4 de Febrero hasta las mediciones del 28 de Enero 2009.

Al comparar las mediciones con el valor norma de material particulado respirable período corto, los promedios de 24 horas, entre los meses de Febrero a Abril 2008, registraron concentraciones sobre 150 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], con un valor máximo de 355 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], el 28 de febrero del año 2008. A partir del mes de Mayo hasta el mes de Diciembre 2008, los promedios de 24 horas estuvieron bajo el valor de la Norma. Sin embargo, en el mes de Diciembre de 2008 comenzaron a incrementarse nuevamente los valores, registrándose en el mes de Enero 2009, 3 días sobre el valor de la Norma, valor máximo medido 182 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] (20 de Enero 2009). Observamos un nivel base de las mediciones de 16 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], todos los valores promedio de 24 horas estuvieron igual o por sobre este valor en esta Estación.



**Grafico 1.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub>. Estación Bajo Molle (BMOL) Febrero 2008 a Enero 2009. Iquique.

El **Grafico 2**, refleja los promedios mensuales de Material particulado MP<sub>10</sub>, de los muestreos realizados en Estación (BMOL), entre Febrero 2008 y Enero 2009. Si comparamos los valores obtenidos con el valor de la norma anual de 50 [µg/m<sup>3</sup>N], utilizado como referencia, los meses de Febrero hasta Julio, están por sobre este valor, el mes de Agosto, Septiembre y Octubre se mantuvieron bajo este valor y los promedios de Noviembre, Diciembre 2008 y Enero 2009 superaron este valor de referencia. El promedio de los 12 meses de mediciones en la Estación (BMOL) está por sobre el valor de la norma anual utilizado como referencia.



**Grafico 2.** Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub>. Estación Bajo Molle (BMOL) Período 2008 y Enero 2009. Iquique

La **Tabla 1**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>10</sub> registrados en Estación (BMOL).

| Estación BMOL                             |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|
| MP <sub>10</sub>                          |                       |                       |
| Febrero 2008 - Enero 2009                 |                       |                       |
| Promedios Mensuales                       |                       |                       |
|   |                       | [µg/m <sup>3</sup> N] |
| Febrero                                   |                       | 133                   |
| Marzo                                     |                       | 132                   |
| Abril                                     |                       | 127                   |
| Mayo                                      |                       | 79                    |
| Junio                                     |                       | 66                    |
| Julio                                     |                       | 59                    |
| Agosto                                    |                       | 49                    |
| Septiembre                                |                       | 45                    |
| Octubre                                   |                       | 37                    |
| Noviembre                                 |                       | 52                    |
| Diciembre                                 |                       | 81                    |
| Enero 2009                                |                       | 102                   |
| Promedio Período 12 meses                 | [µg/m <sup>3</sup> N] | 80                    |
| Valor Norma Anual Referencia              | [µg/m <sup>3</sup> N] | 50                    |
| Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual |                       | NO                    |

**Tabla 1.** Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>10</sub>. Estación Bajo Molle (BMOL) Iquique.

Basados en los análisis realizados del contaminantes Material particulado MP<sub>10</sub> en este sector, existió una clara superación del valor de la norma referencia periodo corto durante los primeros meses de medición como observamos en el grafico 1, con de los promedios mensuales grafico 2, registrando valores sobre los 100 [ug/m<sup>3</sup>N], situación que se mantuvo durante los 3 primeros meses, sin embargo a partir del mes de Mayo comenzó un descenso de las concentraciones diarias y por ende también de los promedios mensuales llegando a un mínimo de 37 [ug/m<sup>3</sup>N] en el mes de octubre del año 2008. Esto fue producto de las acciones que fueron tomadas por los diferentes organismos públicos de Iquique, que frente a esta constatación de superación de los niveles de contaminación por MP<sub>10</sub> registrados, comenzaron a gestionar una seria de actividades dirigidas a las fuentes mas cercanas que originaban estos valores. Las principales actividades desarrolladas por las autoridades regionales fueron las siguientes;

a) Canteras sector Bajo Molle:

Según Resolución sanitaria N°717 del 13 de marzo del 2008 y según el diagnóstico geotécnico de la estabilidad de las canteras enviado por la alcaldesa de Iquique, se paralizó todas las faenas dedicadas a la extracción de áridos que se realizan en el sector de Bajo Molle por constituir un riesgo inminente a la salud de la población.

b) Plantas de asfalto legales e ilegales.

La autoridad sanitaria comenzó un proceso de fiscalización en marzo del año 2008 hasta la fecha, realizando un barrido por el sector, a todas las plantas de asfalto Pétreos, Lafarge y las plantas ilegales que se encontraban en el sector.

c) Terrenos Fiscales.

Bienes Nacionales en conjunto con servicios competentes procedió al desalojo administrativo de los terrenos fiscales el día 21 de agosto 2008, de los cuales se detallan a continuación.

- Carlos Vega Díaz, Cantera y depósito de desechos de construcción.
- Cantera de Luz Caballero Gonzáles, 2 faenas de extracción de áridos, depósito de desechos de construcción, taller mecánico, proyecto innova y bodega de Santa Elvira.
- Cantera de Ana Contreras, faena de extracción de áridos, depósito de desechos y depósito de chatarra.

Las autoridades dieron un plazo hasta el día lunes 25 de agosto para que retirarán sus enceres, vehículos, camiones, maquinarias, galpones viviendas, depósitos de chatarra, entre otros objetos.

d) Vías acceso sector condominios.

El Intendente Región de Tarapaca ha mandatado a Vialidad para intervenir y realizar un proyecto de carpeta de sal en las vías con mayor tránsito del sector, proyecto que fue ejecutado en marzo de este año.

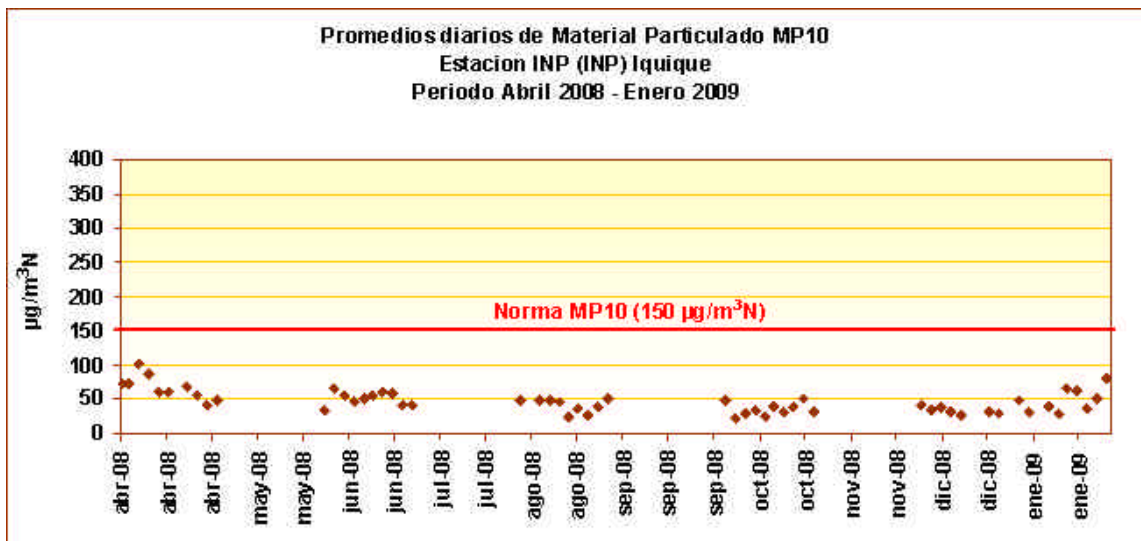
Todas estas acciones contribuyeron a la disminución de los niveles de contaminación por MP10, sin embargo a partir del mes de Noviembre 2008 hasta el último periodo de medición, Enero del 2009, comenzaron nuevamente a subir los niveles de MP10. Por lo tanto podemos inferir que podría existir nueva o nuevas fuentes emisoras (fija, móvil o difusa) o que las existentes, están generando mayores emisiones de material particulado, contribuyendo al aumento de las concentraciones de MP10 que registro esta Estación. Con todos estos antecedentes, resultados de las mediciones realizadas de MP10 por 12 meses, las diferentes acciones y actividades realizadas por las autoridades públicas regionales, es necesario implementar, como instrumento de gestión para la vigilancia de la calidad del aire de las personas que habitan en el sector, una Estación Monitora con representación población para el material particulado MP10 (EMRPP), del tipo automático (mediciones horarias) con el objeto de efectuar un seguimiento de las concentraciones con una mejor resolución temporal y que a su vez las autoridades ambientales puedan utilizar esta herramienta para gestionar frente a la constatación de niveles que podría poner en riesgo la salud de la población que habita en el sector.

**4.1.2. Resultados mediciones de MP<sub>10</sub> realizadas en Estación INP (INP).**

En el **Grafico 3**, se observan los resultados de Material Particulado MP<sub>10</sub> de Estación (INP), en donde se muestreo 1 de cada 3 días, mes por medio desde Abril 2008 a Enero 2009. Los análisis que son presentados a continuación, son estimativos ya que las mediciones corresponden a un período menor a 1 año calendario y con muestreos mes por medio, por lo tanto, no es posible evaluar el cumplimiento de la Norma período corto (Promedio 24 horas) ni la del período largo (anual) correspondiente al contaminante Material Particulado respirable MP<sub>10</sub>.

Si comparamos las mediciones de 24 horas, con el valor normado para material particulado respirable fracción MP<sub>10</sub>, período corto de 150 [µg/m<sup>3</sup>N], no se superó el valor normado utilizado como referencia.

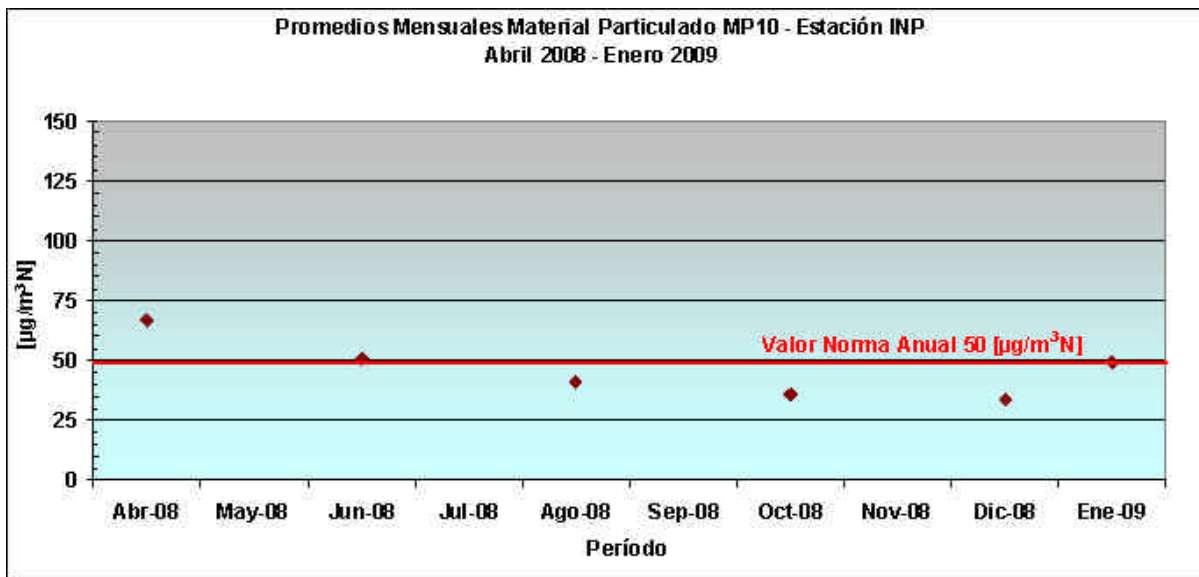
Los meses con promedios diarios más altos se registraron en el mes de Abril 2008, con un valor máximo de 103 [µg/m<sup>3</sup>N], y en el mes de Enero 2009, con un valor máximo 79[µg/m<sup>3</sup>N] el 28 de Enero 2009, en comparación a los meses Junio, Agosto, octubre y Diciembre 2008. Observamos un nivel base de las mediciones de 22 [µg/m<sup>3</sup>N], todos los valores promedio de 24 horas estuvieron igual o por sobre este valor en esta Estación



**Grafico 3.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación INP (INP). Abril 2008 a Enero 2009. Iquique.

El **Grafico 4**, muestra los promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub> de las mediciones realizados en Estación (INP).

Comparando los valores obtenidos con el valor norma anual de 50 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], utilizado como referencia, de los todos meses muestreados, Abril y Junio están por sobre este valor, los promedios de los meses restantes no alcanzaron el valor de referencia. Si contrastamos el promedio período de 6 meses, que correspondió a 46 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], está ligeramente por debajo del valor referencial anual de 50 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ].



**Grafico 4.** Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub>. Estación INP (INP) Abril 2008 - Enero 2009. Iquique

La **Tabla 2**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>10</sub> registrados en Estación (INP).

| Estación INP<br>MP <sub>10</sub><br>Febrero 2008 - Enero 2009<br>Promedios Mensuales |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|
|  |                       | [µg/m <sup>3</sup> N] |
|  | Febrero               | No Programado         |
|  | Marzo                 | No Programado         |
|  | Abril                 | 67                    |
|  | Mayo                  | No Programado         |
|  | Junio                 | 51                    |
|  | Julio                 | No Programado         |
|  | Agosto                | 41                    |
|  | Septiembre            | No Programado         |
|  | Octubre               | 36                    |
|  | Noviembre             | No Programado         |
|  | Diciembre             | 34                    |
|  | Enero 2009            | 49                    |
| Promedio Período 6 meses   | [µg/m <sup>3</sup> N] | 46                    |
| Valor Norma Anual Referencia   | [µg/m <sup>3</sup> N] | 50                    |
| Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual  |                       | SI                    |

**Tabla 2.** Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>10</sub>. Estación INP (INP). Iquique.

Efectuando una comparación entre la Estación (BMOL) y Estación (INP), meses que ambas estaciones monitorearon, los meses de Abril y Octubre del 2008, presentaron promedios mensuales muy similares, siendo siempre la Estación (BMOL) la que presento los mayores promedios diarios y mensuales. Para ambas estaciones observamos que los valores promedios de 24 horas del periodo medido en cada estación presentan una base que varia entre 16 y 22 [µg/m<sup>3</sup>N], todos los valores están igual o por sobre esta concentración Estación (BMOL) y Estación (INP) respectivamente.



**4.1.3. Resultados mediciones de BTEX realizadas en Estación (INP) y Estación (BCI).**

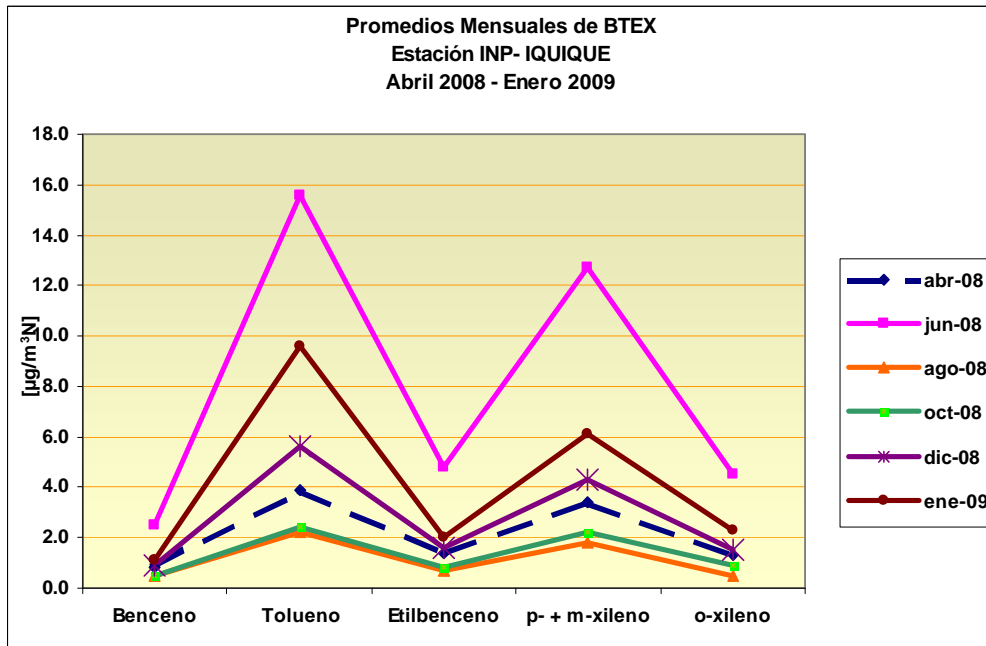
**4.1.3.1 Resultados mediciones de BTEX realizadas en Estación (INP).**

Para la Campaña realizada en la Ciudad de Iquique año 2008 y Enero 2009, fueron utilizados tubos pasivos para BTEX con tiempo de exposición de 1 mes, igual metodología de medición y de análisis químico utilizado para el estudio año 2005. La **Tabla 3**, muestra los resultados de los análisis de BTEX en esta estación.

| Especie:             | IQUIQUE INP 2008 - 2009                    |        |        |        |        |        |
|----------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
|                      | Promedio Períodos<br>[µg/m <sup>3</sup> N] |        |        |        |        |        |
|                      | Abr 08                                     | Jun 08 | Ago 08 | Oct 08 | Dic 08 | Ene 09 |
| <b>Benceno</b>       | 0.8  | 2.5    | 0.5    | 0.5    | 0.9    | 1.1    |
| <b>Tolueno</b>       | 3.9  | 15.6   | 2.2    | 2.4    | 5.6    | 9.6    |
| <b>Etilbenceno</b>   | 1.4  | 4.8    | 0.7    | 0.8    | 1.6    | 2      |
| <b>p- + m-xileno</b> | 3.4  | 12.7   | 1.8    | 2.2    | 4.3    | 6.1    |
| <b>o-xileno</b>      | 1.3  | 4.5    | 0.5    | 0.9    | 1.5    | 2.3    |

**Tabla 3.** Mediciones promedio mensual para algunos COV's realizadas en campaña con Tubos pasivos BTEX Estación (INP). Año 2008 y Enero 2009. Iquique.

En el **Grafico 5**, se visualizan en virtud de las mediciones la campaña 2008 y enero 2009; las concentraciones más bajas correspondieron al mes de Agosto y Octubre 2008 con concentraciones muy similares entre si para todos los compuestos; las concentraciones más altas se dieron en el mes de Junio 2008 y luego en Enero 2009, destacando los valores más altos registrados de 15.6 [µg/m<sup>3</sup>N] para Tolueno y de 12.7 [µg/m<sup>3</sup>N] para p-+m-xileno; en el caso de Benceno, Etilbenceno, y o-xileno los valores fueron más cercanos en los diferentes meses.



**Grafico 5.** Promedios Mensuales de BTEX - Estación (INP).  
Período de Abril 2008 - Enero 2009. Iquique.

El sector donde fue instalado el tubo pasivo corresponde al sector céntrico de la Ciudad de Iquique, fue seleccionado con el objeto de medir el impacto de las fuentes móviles del sector (concentraciones de vehículos, movilización de taxis - colectivos y transporte publico), las actividades principalmente son de tipo comercial; siendo las fuentes móviles las que tienen un efecto directo durante la jornada laboral sobre las personas que trabajan o se desplazan en el sector para realizar actividades de diversa índole.

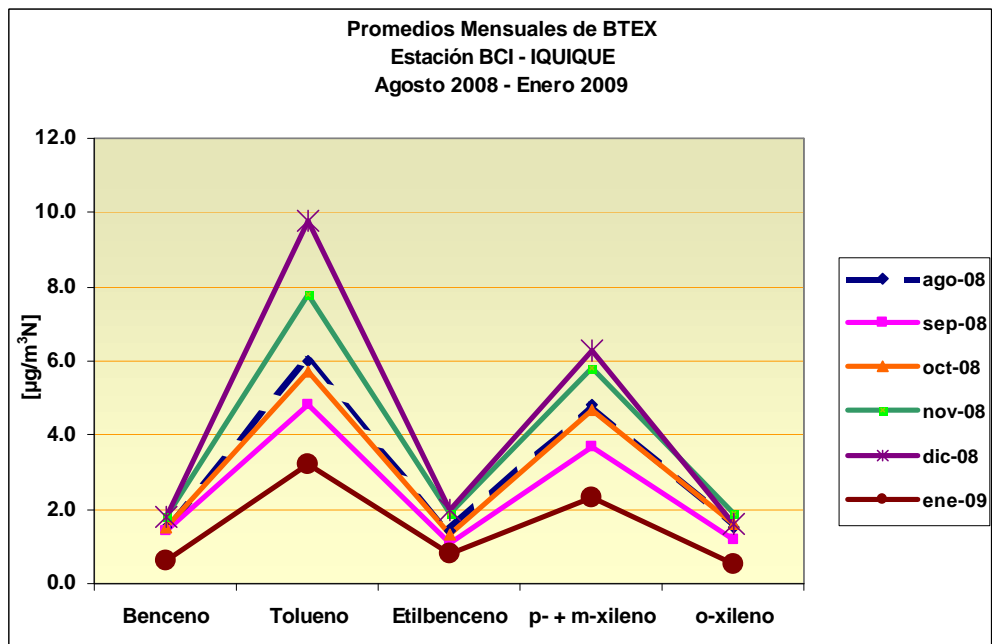
#### 4.1.3.2 Resultados mediciones de BTEX realizadas en Estación (BCI).

Para la Campaña realizada en la Ciudad de Iquique año 2008 y Enero 2009, fueron utilizados tubos pasivos para BTEX con tiempo de exposición de 1 mes, igual metodología de medición y de análisis químico utilizado para el estudio año 2005. La **Tabla 4**, muestra los resultados de los análisis de BTEX en esta estación.

| Especie:      | IQUIQUE BCI 2008 - 2009                    |        |        |        |        |        |
|---------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | Promedio Períodos<br>[µg/m <sup>3</sup> N] |        |        |        |        |        |
|               | Ago 08                                     | Sep 08 | Oct 08 | Nov 08 | Dic 08 | Ene 09 |
| Benceno       | 1.5  | 1.4    | 1.5    | 1.8    | 1.8    | 0.6    |
| Tolueno       | 6.0  | 4.8    | 5.7    | 7.8    | 9.8    | 3.2    |
| Etilbenceno   | 1.4  | 1.1    | 1.3    | 1.9    | 2.0    | 0.8    |
| p- + m-xileno | 4.8  | 3.7    | 4.7    | 5.8    | 6.3    | 2.3    |
| o-xileno      | 1.5  | 1.2    | 1.6    | 1.9    | 1.6    | 0.5    |

**Tabla 4.** Mediciones promedio mensual para algunos COV's realizadas en campaña con Tubos pasivos BTEX Estación (BCI). Año 2008 y Enero 2009. Iquique.

En el **Grafico 6**, se refleja el comportamiento de los diferentes compuestos durante la campaña 2008 y enero 2009; las concentraciones más bajas corresponden a Enero 2009, en tanto que las mayores concentraciones se presentaron en Diciembre 2008, los valores más altos correspondieron a Tolueno con 7.8 y 9.8 [µg/m<sup>3</sup>N] en Noviembre y Diciembre, respectivamente. Las concentraciones para Benceno, Etilbenceno, y o-xileno son muy cercanas en los diferentes meses, entre cada compuesto.



**Grafico 6.** Promedios Mensuales de BTEX - Estación (INP). Período de Abril 2008 - Enero 2009. Iquique.

La **Tabla 5**, expone los promedios mensuales de BTEX, de algunos períodos de mediciones período año 2008, en la Comuna de Iquique para efectos de comparación entre las Estaciones (INP) y (BCI).

| Especie:             | IQUIQUE                 |        |        |        |        |        |
|----------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                      | INP / BCI - 2008 - 2009 |        |        |        |        |        |
|                      | Promedio Períodos       |        |        |        |        |        |
|                      | INP                     |        |        | BCI    |        |        |
|                      | Ago 08                  | Oct 08 | Dic 08 | Ago 08 | Oct 08 | Dic 08 |
| <b>Benceno</b>       | 0.5                     | 0.5    | 0.9    | 1.5    | 1.5    | 1.8    |
| <b>Tolueno</b>       | 2.2                     | 2.4    | 5.6    | 6.0    | 5.7    | 9.8    |
| <b>Etilbenceno</b>   | 0.7                     | 0.8    | 1.6    | 1.4    | 1.3    | 2.0    |
| <b>p- + m-xileno</b> | 1.8                     | 2.2    | 4.3    | 4.8    | 4.7    | 6.3    |
| <b>o-xileno</b>      | 0.5                     | 0.9    | 1.5    | 1.5    | 1.6    | 1.6    |

**Tabla 5.** Comparación mediciones BTEX Estación (INP) y (BCI). Iquique. 2008.

El **Grafico 7**, muestra los valores obtenidos en el período 2008, para los mismos meses en Estaciones (INP) y (BCI), para efectos de comparar resultados obtenidos en estos 2 sitios.

Se evidencia que en Diciembre, la Estación BCI, registro los datos más altos, respecto a Estación INP para los compuestos Tolueno y p-+m-xileno, con 9.8 y 6.3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], respectivamente; las concentraciones de los compuestos Benceno, Etilbenceno y o-xileno, son muy parejas en los meses contratados.

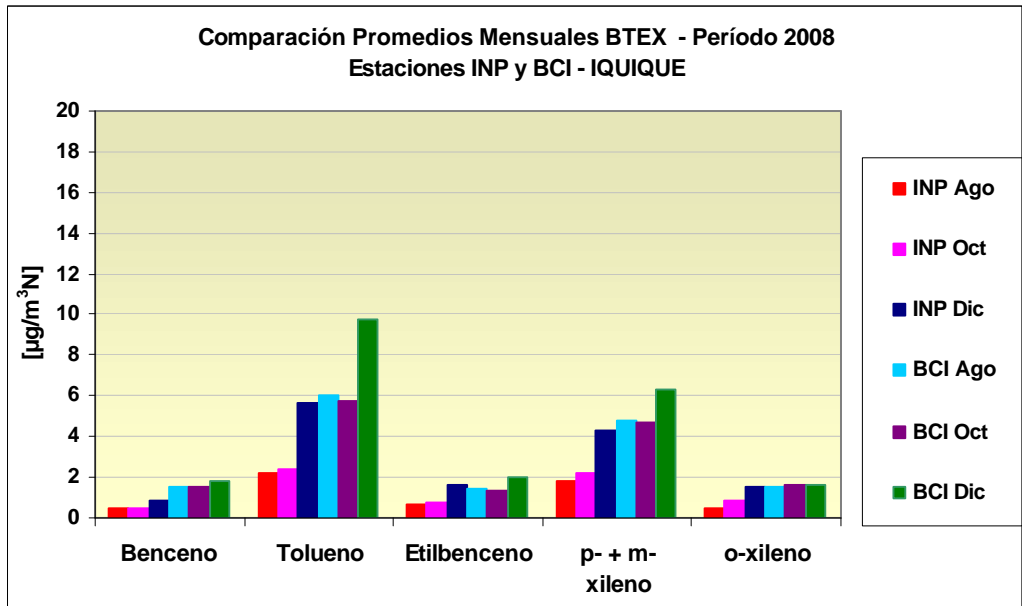


Grafico 7. Comparación mediciones BTEX Estaciones (INP) Y (BCI) Período 2008. Iquique.

El **Grafico 8**, son comparados los resultados promedios mensuales para el compuesto Benceno, obtenidos en Estación (BCI), con la Norma referencial anual de la Comunidad Europea (CAFE) de 5.0[µg/m³N]. Observamos que ningún mes alcanzó el valor Norma de 5.0[µg/m³N], el valor más alto alcanzado fue de 1.8[µg/m³N], en los meses de Noviembre y Diciembre 2008.

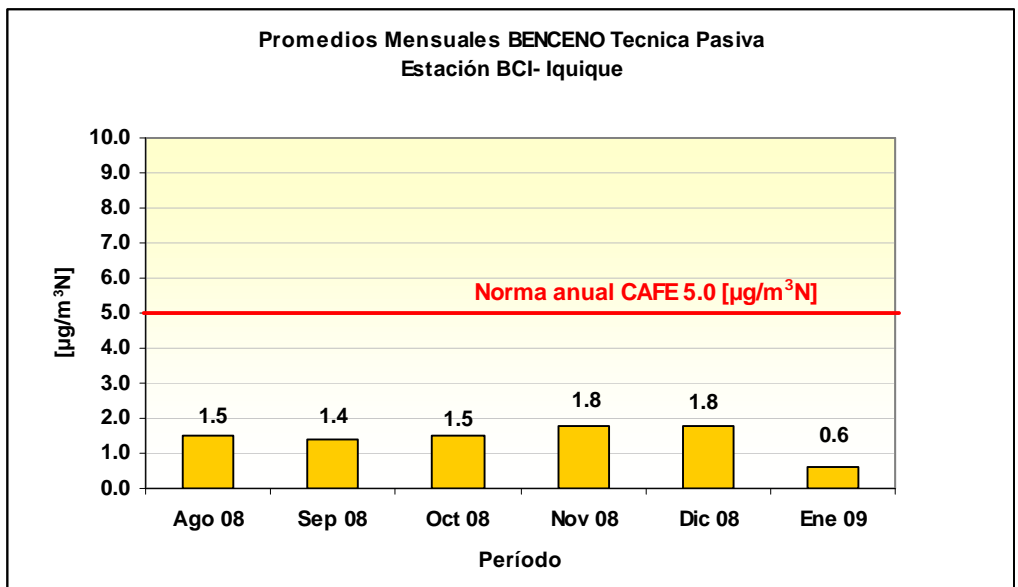
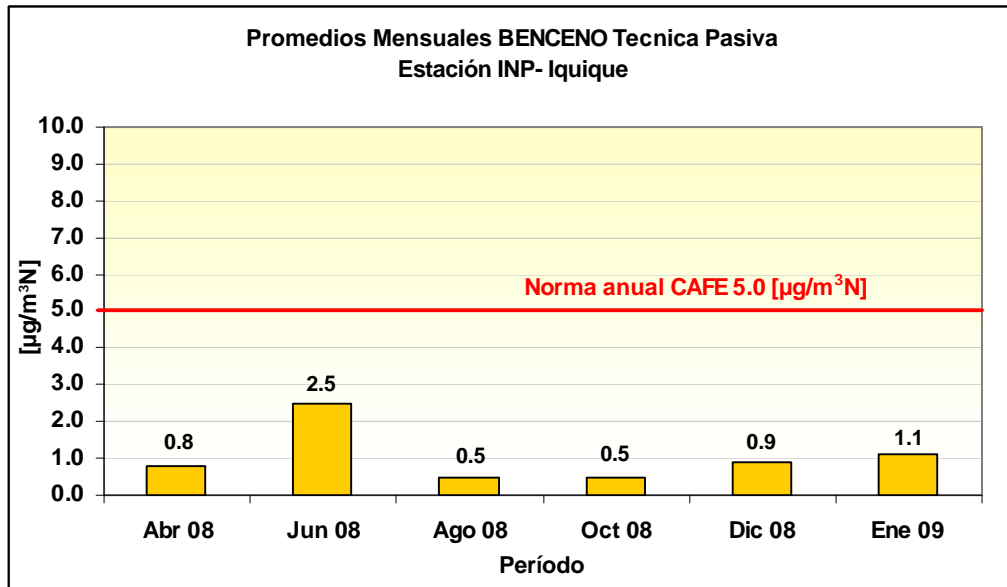


Grafico 8. Mediciones mensuales de Benceno, Estación (BCI). Iquique.

El **grafico 9**, son comparados los resultados promedios mensuales para el compuesto Benceno, obtenidos en Estación (INP), con la Norma referencial anual de la Comunidad Europea (CAFE) de 5.0[ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ]. Observamos que ningún mes alcanzó el valor Norma de 5.0[ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], el valor más alto alcanzado fue de 2.5[ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], en el mes de Junio 2008.



**Grafico 9.** Mediciones mensuales de Benceno, Estación (INP).Iquique.

**4.2. Resultados del seguimiento del contaminante Material Particulado Respirable (MP<sub>10</sub>), en dos áreas críticas de la ciudad de Arica.**

Para la realización del seguimiento de Material Particulado respirable fracción MP<sub>10</sub> en Arica, las áreas críticas seleccionadas por CONAMA I Región, en conjunto con la Autoridad Sanitaria de la XV Región, mantuvo las 3 estaciones que muestrearon el año 2005, modificando el programa de muestreo mes por mes. Por lo tanto la estaciones fueron; Estación Casino de Arica (ACAS), Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL) y Escuela D11 (ED11). Ver **Anexo 5**, donde son descritos los equipos utilizados en las Estaciones emplazadas en Arica.

Las mediciones en esta ciudad fueron reprogramadas debido a la realización de una campaña especial de medición solicitado por CONAMA I Región en el sector Bajo Molle (Iquique), por tal motivo las mediciones de seguimiento de MP<sub>10</sub> comenzaron a fines de Marzo del 2008 (marcha blanca), y desde Abril 2008 hasta Enero 2009 las mediciones propias de la campaña de seguimiento en esta ciudad. Por lo tanto, para las Estaciones (ACAS), (JVLL) y (ED11), las mediciones se realizaron entre Abril de 2008 hasta el mes de Enero de 2009, mes por medio, total de 6 meses y con frecuencia de muestreo 1 de cada 3 días. Para las tres estaciones se cumplió con el período de medición solicitado por CONAMA I Región. Ver **Anexo 6**, donde se indica el Programa de muestreo realizado en Arica.

Los análisis que son presentados a continuación de las tres (3) Estaciones, son estimativos por corresponder a mediciones de un período menor a 1 año calendario y con muestreos mes por medio, por lo tanto, no es posible evaluar el cumplimiento de la Norma período corto (Promedio 24 horas) ni la del período largo (anual) correspondiente al contaminante Material Particulado respirable MP<sub>10</sub>.

En relación a la especiación química de las muestras de material particulado MP<sub>10</sub>, fueron analizadas un número limitado de filtros. Las muestras fueron seleccionadas por CONAMA I Región y CONAMA XV, en base a los resultados de las concentraciones finales de los muestreos correspondientes a todo el período de medición y al número de análisis por elementos (Plomo, Arsénico o Cadmio). Se realizó de acuerdo al ajuste presupuestario que significó la ejecución de la campaña especial de medición solicitada por CONAMA I Región. Ver **Anexo 3**. Selección de muestras y resultados de los análisis entregados por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción.

#### **4.2.1. Resultados mediciones de MP<sub>10</sub> realizadas en Estación Casino de Arica (ACAS).**

El **Grafico 10**, muestra los resultados del Material Particulado MP<sub>10</sub> de Estación Casino de Arica (ACAS), donde se muestreo 1 de cada 3 días, meses Abril a Diciembre de 2008 y Enero 2009. Al comparar las mediciones con el valor de referencia normado de 150 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], para material particulado período corto, ningún muestreo superó el valor de referencia. En general las mediciones en promedio son parejas y bajas, observando un nivel base mas bajo que las otras estaciones, todas las mediciones promedio de 24 horas, son igual o por sobre el valor 7 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ].

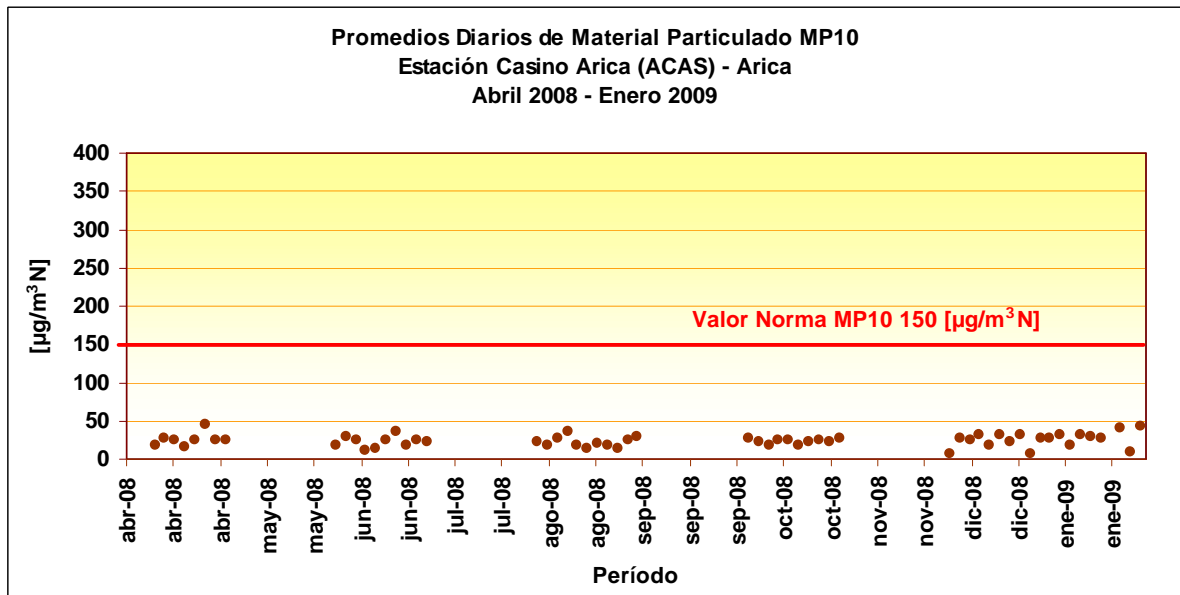


Grafico 10. Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Casino Arica (ACAS). Período Abril 2008 a Enero 2009. Arica.

El Grafico 11, muestra los promedios mensuales para MP<sub>10</sub> de las mediciones realizadas en Estación (ACAS), período de Abril a Diciembre de 2008 y Enero 2009. Comparando los resultados con el valor referencia norma anual de 50 [µg/m<sup>3</sup>N], observamos que todos los meses están por debajo de este valor y promedios muy parejos, variación entre los 22 y 28 [µg/m<sup>3</sup>N]. Comparativamente esta Estación arrojo los valores mas bajos que las Estación (ED11) y Estación (JVLL).

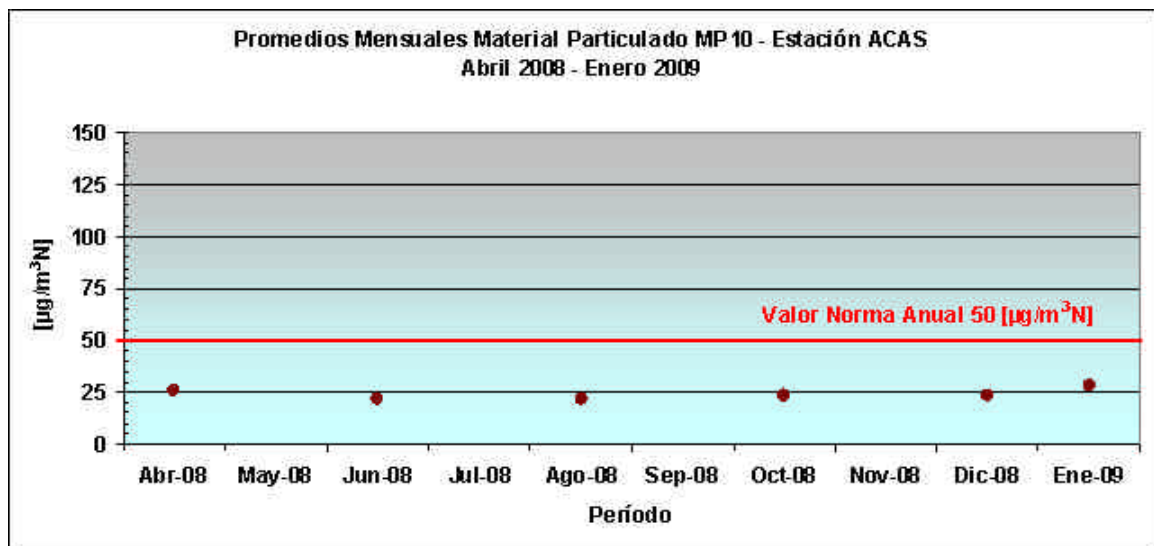


Grafico 11. Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Casino Arica (ACAS). Período Abril 2008 a Enero 2009. Arica.



La **Tabla 6**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>10</sub> registrados en Estación (ACAS).

| Estación ACAS<br>MP <sub>10</sub><br>Febrero 2008 - Enero 2009<br>Promedios Mensuales |                       |  |
|---|-----------------------|--|
|   | Febrero               | [µg/m <sup>3</sup> N]<br>No Programado |
|   | Marzo                 | No Programado                          |
|   | Abril                 | 26                                     |
|   | Mayo                  | No Programado                          |
|   | Junio                 | 22                                     |
|   | Julio                 | No Programado                          |
|   | Agosto                | 22                                     |
|   | Septiembre            | No Programado                          |
|   | Octubre               | 23                                     |
|   | Noviembre             | No Programado                          |
|   | Diciembre             | 23                                     |
|   | Enero 2009            | 28                                     |
| Promedio Período 6 meses [µg/m <sup>3</sup> N]  |                       | 24                                     |
| Valor Norma Anual   | [µg/m <sup>3</sup> N] | 50                                     |
| Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual   |                       | SI                                     |

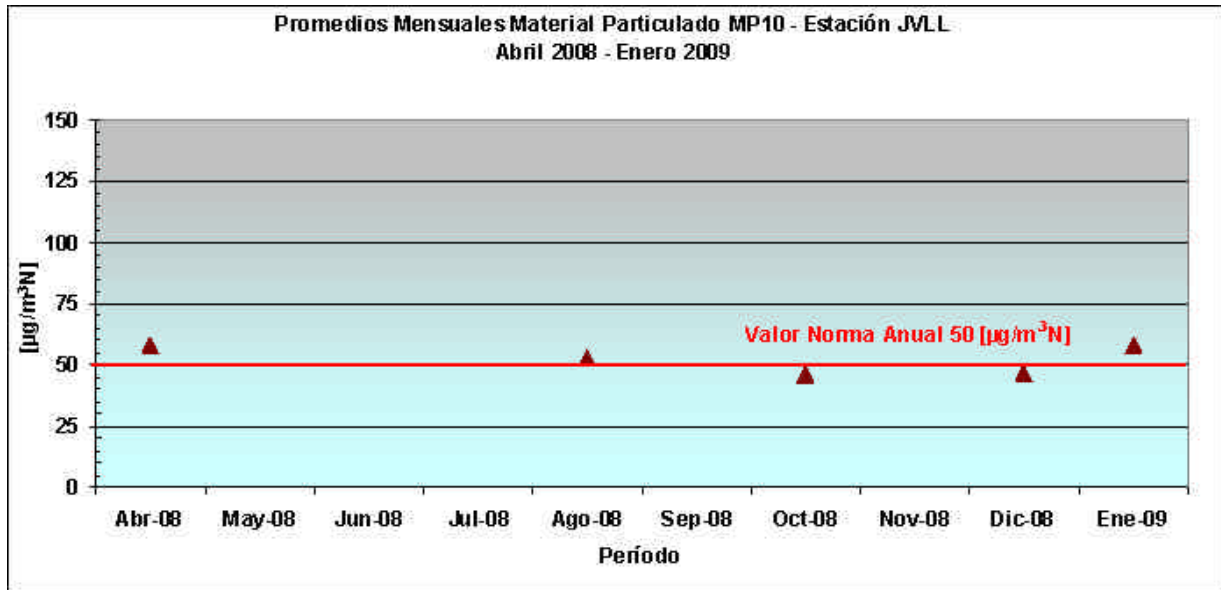
**Tabla 6.** Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>10</sub>. Estación Casino de Arica (ACAS). Arica.

Basados en los resultados obtenidos en esta Estación Casino (ACAS), podemos concluir que este sector no presenta problemas por el contaminante MP<sub>10</sub>, registrando durante todo el periodo de medición, valores bajos comparándolos con los valores de referencia utilizados norma anual como el de la norma promedio 24 horas.

#### 4.2.2. Resultados mediciones de MP<sub>10</sub> realizadas en Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL).

El **Grafico 12**, muestra los resultados de Material Particulado MP<sub>10</sub> de Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL), donde se muestreo 1 de cada 3 días, los meses Abril 2008 a Enero 2009.





**Gráfico 13.** Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL). Período Abril 2008 - Enero 2009. Arica

La **Tabla 7**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>10</sub> registrados en Estación (JVLL).

| Estación JVLL<br>MP <sub>10</sub><br>Febrero 2008 - Enero 2009<br>Promedios Mensuales |            |                           |
|---|------------|---------------------------|
|   | Febrero    | [µg/m³N]<br>No Programado |
|   | Marzo      | No Programado             |
|   | Abril      | 60                        |
|   | Mayo       | No Programado             |
|   | Junio      | No valido                 |
|   | Julio      | No Programado             |
|   | Agosto     | 53                        |
|   | Septiembre | No Programado             |
|   | Octubre    | 46                        |
|   | Noviembre  | No Programado             |
|   | Diciembre  | 47                        |
|   | Enero 2009 | 58                        |
| Promedio Período 5 meses  | [µg/m³N]   | 52                        |
| Valor Norma Anual   | [µg/m³N]   | 50                        |
| Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual   |            | NO                        |

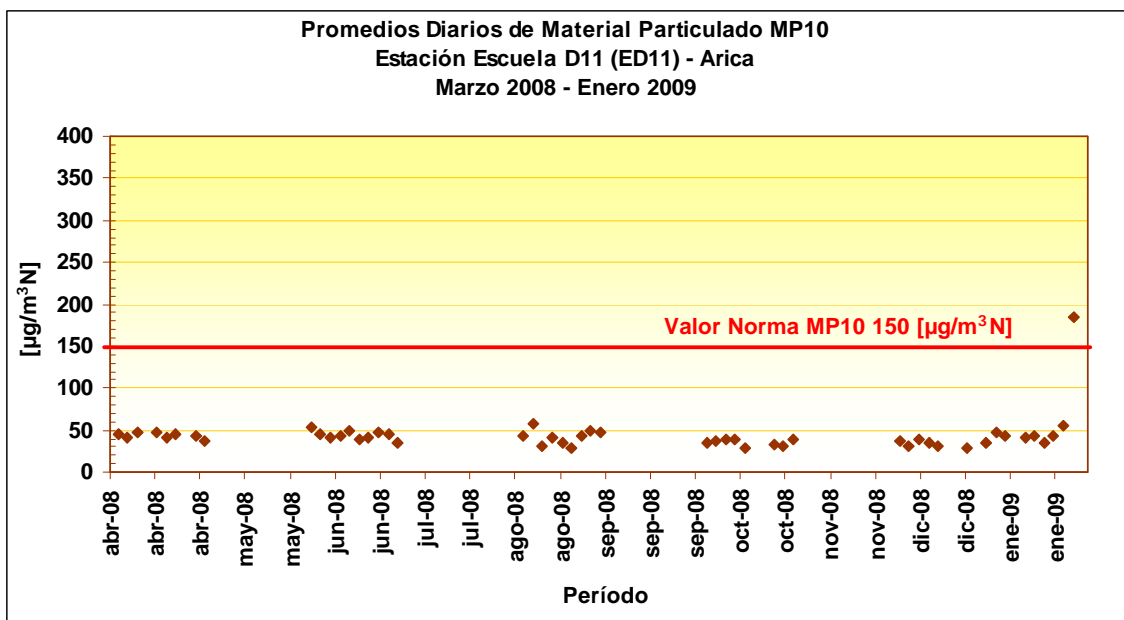
**Tabla 7.** Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>10</sub>. Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL). Arica.

El caso de la Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL), observamos que existe un nivel base de MP10 sobre los 39 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] y si bien comparando los resultados con el valor norma referencia periodo de 24 horas están las concentraciones bajo esta, no ocurre lo mismo con el valor referencia anual que esta muy cercano. Por tal razón es necesario utilizar como herramienta de gestión, para la vigilancia de la calidad del aire por material particulado, una estación con representatividad población para MP10 en este sector, del tipo automática y continua para evaluar cumplimiento de la norma primaria por este contaminantes y que pueda la autoridad ambiental de la región gestionar el recurso aire.

**4.2.3. Resultados mediciones de MP<sub>10</sub> realizadas en Estación Escuela D11 (ED11).**

El **Grafico 14**, muestra los resultados de Material Particulado MP<sub>10</sub> de Estación Escuela D11 (ED11), donde se muestreó 1 de cada 3 días durante el período de Abril a Enero 2009.

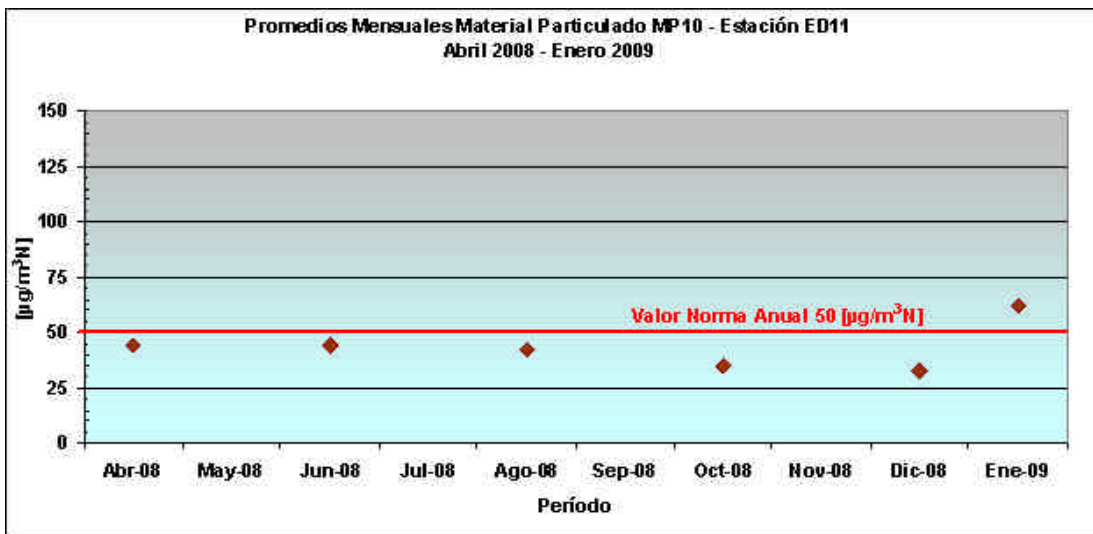
Si comparamos las mediciones con el valor referencia normado de 150 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] para MP<sub>10</sub>, período corto, no se sobrepaso este valor para el año 2008. Se superó el valor de referencia solo en 1 muestreo en Enero 2009, registrando un valor de 184 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] el 25 de Enero 2009, esto podría explicarse debido a algún impacto local atípico. Observamos un nivel base de las mediciones de 28 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], todos los valores promedio de 24 horas estuvieron igual o por sobre este valor en esta Estación.



**Grafico 14.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub>. Estación Escuela D11 (ED11). Período Abril 2008 - Enero 2009. Arica

El **Grafico 15**, muestra los promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub>, mediciones realizadas en Escuela D11 (ED11), del período Abril a Diciembre de 2008 y Enero 2009. Para el mes de Enero 2009, presentamos 2 promedios, incluyendo y excluyendo este valor atípico, para un mejor análisis.

Al comparar los valores obtenidos con el valor de la norma anual de 50 [µg/m<sup>3</sup>N], se observa que los meses muestreados período 2008, están por debajo este valor, excepto Enero 2009, único mes que registró un promedio mensual superior al Valor Norma Anual (dado por valor atípico ocurrido el 25 Enero 2009). Si efectuamos esta comparación excluyendo este valor, observamos que en general los promedios, al igual que los otros sitios en Arica, presentan poca variabilidad estacional, los promedios mensuales fluctúan entre los 33 y 44 [µg/m<sup>3</sup>N].



**Grafico 15.** Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Escuela D11 (ED11). Período Abril 2008 - Enero 2009. Arica

La **Tabla 8**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>10</sub> registrados en Estación (ED11).

| Estación ED11             |   |  |
|---------------------------|---|--|
| MP <sub>10</sub>          |   |  |
| Febrero 2008 - Enero 2009 |   |  |
| Promedios Mensuales       |   |  |
|                           | Febrero                                   | [µg/m <sup>3</sup> N]<br>No Programado |
|                           | Marzo                                     | No Programado                          |
|                           | Abril                                     | 44                                     |
|                           | Mayo                                      | No Programado                          |
|                           | Junio                                     | 44                                     |
|                           | Julio                                     | No Programado                          |
|                           | Agosto                                    | 42                                     |
|                           | Septiembre                                | No Programado                          |
|                           | Octubre                                   | 35                                     |
|                           | Noviembre                                 | No Programado                          |
|                           | Diciembre                                 | 33                                     |
|                           | Enero 2009 (con dato atípico)             | 62                                     |
|                           | Enero 2009 (sin dato atípico)             | 44                                     |
| Promedio Período 6 meses  |   |  |
|                           | con dato atípico                          | [µg/m <sup>3</sup> N] 43               |
|                           | sin dato atípico                          | [µg/m <sup>3</sup> N] 40               |
|                           | Valor Norma Anual                         | [µg/m <sup>3</sup> N] 50               |
|                           | Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual | SI                                     |

Tabla 8. Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>10</sub>. Estación Escuela D11 (ED11). Arica.

Efectuando una comparación entre las mediciones efectuadas en las ciudad de Arica del contaminante Material Particulado Respirable MP<sub>10</sub>, la Estación (ACAS) presento el promedio del periodo más bajo, 24 [µg/m<sup>3</sup>N], siguiendo la Estación (ED11) con un valor de 40 [µg/m<sup>3</sup>N] y la más alto fue Estación (JVLL), con un promedio de 52 [µg/m<sup>3</sup>N]. Observamos además un nivel base en las Estaciones de (JVLL) y (ED11) con valores promedios de 24 horas igual o por sobre los 39 y 28 [µg/m<sup>3</sup>N] respectivamente, más altos comparando esta nivel basal con la Estación (ACAS) que presento promedio igual o por sobre lo 7 [µg/m<sup>3</sup>N].

#### **4.3. Resultado del Diagnóstico de los niveles de contaminación por Material Particulado Respirable MP<sub>10</sub>, en dos sitios, y MP<sub>2.5</sub>, en un sitio de Meteorología y en dos sitios BTEX en la Comuna de Alto Hospicio.**

Para la determinación de los niveles del contaminante Material Particulado respirable fracción MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> en la comuna de Alto Hospicio, fueron seleccionados 2 sitios para la medición de este contaminante. Ver **Anexo 7**, donde son descritos los equipos utilizados en las Estaciones emplazadas en la comuna de Alto Hospicio.

Las mediciones en esta comuna, al igual que los restantes sitios, fueron reprogramadas debido a la realización de la campaña especial previa en el sector Bajo Molle (Iquique). El período de medición comenzó a fines de Marzo del 2008 (marcha blanca) y la campaña de diagnóstico desde Abril 2008 hasta Enero del 2009.

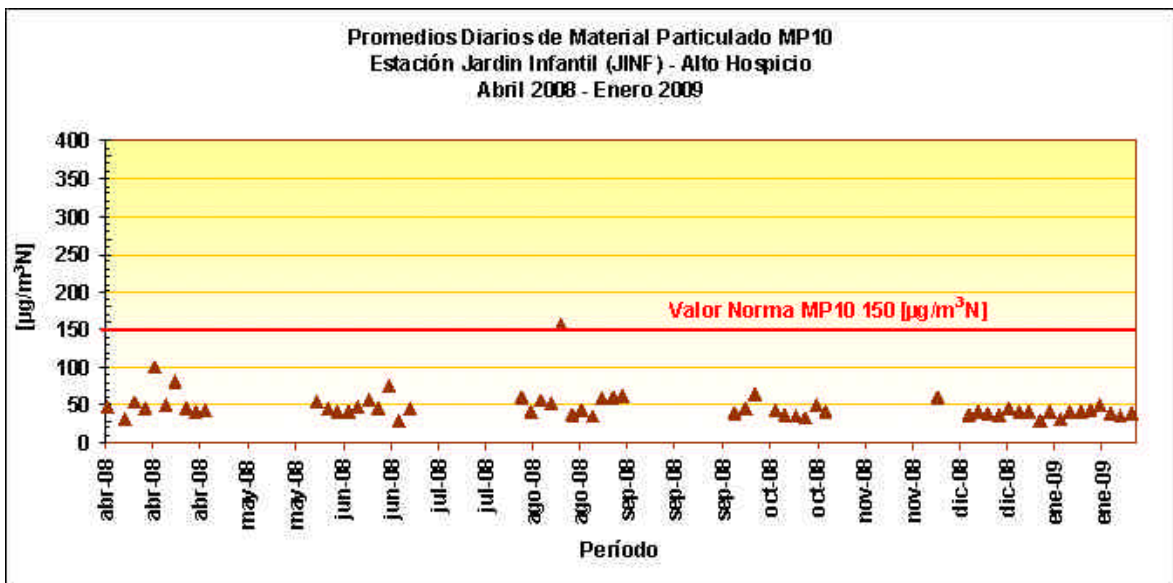
Para la medición de Material Particulado fracción MP<sub>10</sub> y variables meteorológicas de Magnitud y Dirección del viento se emplazó equipos en Estación Jardín Infantil (JINF); en tanto en Estación Hospital (HOSP), se realizaron las mediciones de Material Particulado fracción MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>. Las mediciones del Material particulado respirable en la Estación (JINF) comenzaron en Abril del 2008, finalizando en el mes de Enero de 2009, funcionando mes por medio con un total de 6 meses y con frecuencia de muestreo de 1 cada 3 días. Respecto a Meteorología (Magnitud y Dirección del Viento) fue medida en período de Agosto a Diciembre de 2008 y Enero de 2009, con una frecuencia de promedios de 15 minutos. En la Estación (HOSP), se muestreo todos los meses a partir de Abril 2008 a Enero de 2009, un total de 10 meses, frecuencia de 1 de cada 3 días.

##### **4.3.1 Resultados mediciones de MP<sub>10</sub> realizadas en Estación Jardín Infantil (JINF).**

Los análisis que son presentados a continuación, son estimativos ya que las mediciones corresponden a un período menor a 1 año calendario y con muestreos mes por medio, un total de 6. Por lo tanto, no es posible evaluar el cumplimiento de Norma período corto (Promedio 24 horas) ni la del período largo (anual) correspondiente al contaminante Material Particulado respirable MP<sub>10</sub>.

El **Grafico 16**, muestra los resultados de Material Particulado MP<sub>10</sub> de la Estación (JINF), donde se muestreo 1 de cada 3 días, mes por medio desde Abril de 2008 a Enero 2009.

Si comparamos las mediciones con el valor norma de material particulado respirable, período corto de 150 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], solo un día del total de mediciones realizadas, se superó valor Norma de 24 horas utilizado como referencia, con una concentración de 157 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] el 12 de Agosto. Si analizamos los meses muestreados, a diferencia de lo observado en las Estaciones de Iquique, no se advierte un descenso de los promedios diarios en los períodos mensuales; en general las mediciones en promedio son muy parejas, exceptuando el día 12 de Agosto. Se observa que existe un nivel base de 29 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], ya que todas las mediciones están igual o por sobre este valor.

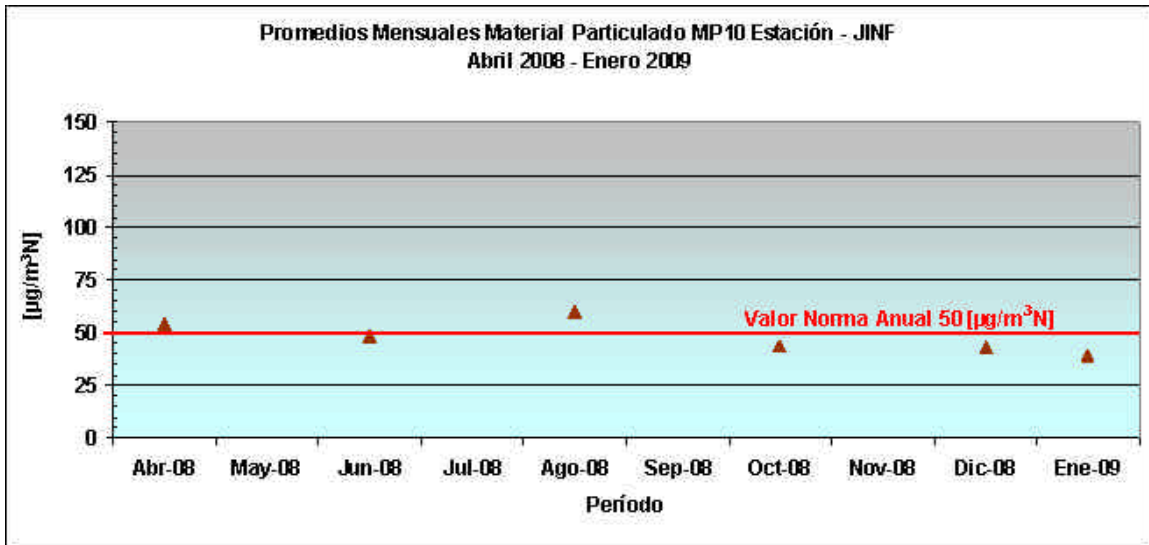


**Grafico 16.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub>. Estación Jardín Infantil (JINF). Período Abril 2008 y Enero 2009. Alto Hospicio.

El **Grafico 17**, muestra los promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub>, Estación (JINF), período de mediciones Abril 2008 a enero 2009.

Al comparar los promedios obtenidos respecto a valor referencia norma anual de 50 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], utilizado como referencia, Abril y Agosto están por sobre este valor, cabe notar que los meses restantes están entre 40 y 50 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ]. Los meses mas fríos (Abril a Agosto), las concentraciones son ligeramente más altas comparativamente con los meses más cálidos (Septiembre a Enero).





**Gráfico 17.** Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Jardín Infantil (JINF). Período Abril 2008 a enero 2009. Alto Hospicio.

La **Tabla 9**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>10</sub> registrados en la Estación (JINF).

| Estación JINF<br>MP <sub>10</sub><br>Febrero 2008 - Enero 2009<br>Promedios Mensuales |                   |                           |
|---|-------------------|---------------------------|
|   | <b>Febrero</b>    | [µg/m³N]<br>No Programado |
|   | <b>Marzo</b>      | No Programado             |
|   | <b>Abril</b>      | <b>55</b>                 |
|   | <b>Mayo</b>       | No Programado             |
|   | <b>Junio</b>      | <b>49</b>                 |
|   | <b>Julio</b>      | No Programado             |
|   | <b>Agosto</b>     | <b>60</b>                 |
|   | <b>Septiembre</b> | No Programado             |
|   | <b>Octubre</b>    | <b>44</b>                 |
|   | <b>Noviembre</b>  | No Programado             |
|   | <b>Diciembre</b>  | <b>43</b>                 |
|   | <b>Enero 2009</b> | <b>40</b>                 |
| Promedio Período 6 meses  | [µg/m³N]          | <b>48</b>                 |
| Valor Norma Anual   | [µg/m³N]          | <b>50</b>                 |
| Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual   |                   | <b>SI</b>                 |

**Tabla 9.** Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>10</sub>. Estación Jardín Infantil (JINF). Alto Hospicio.

Esta estación registro las mayores concentraciones, si bien la mayoría de las concentraciones promedio 24 horas estuvieron por debajo del valor norma utilizado como referencia, los promedios mensuales estuvieron por sobre el valor referencia anual o muy cercano. Por lo tanto para una mejor evaluación de este contaminantes en la comuna de Alto Hospicio, debiera implementarse la medición automática del MP10 para evaluar cumplimiento de la norma primario, emplazando una Estación con representación poblacional para este contaminantes.

**4.3.2. Resultados mediciones de BTEX realizadas en Estación (JINF) y Estación (HOSP).**

**4.3.2.1. Resultados mediciones de BTEX realizadas en Estación (JINF).**

Para la determinación de las concentraciones de los compuestos orgánicos volátiles "BTEX" (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, p- + m-xileno o-xileno), en la comuna de Alto Hospicio, se realizaron mediciones en la Estación (JINF) y (HOS).

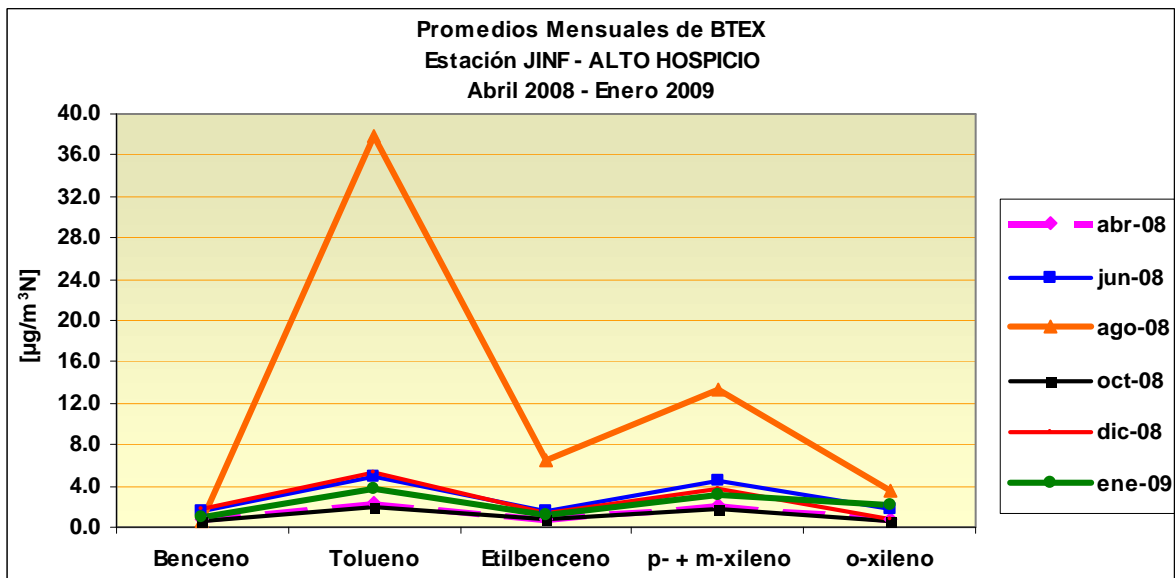
Para la Campaña realizada en Alto Hospicio año 2008 y Enero 2009, fueron utilizados tubos pasivos para BTEX con tiempo de exposición de 1 mes, igual metodología de medición y de análisis químico utilizado para el estudio año 2005.

La **Tabla 10**, muestra los resultados de las mediciones realizadas en la Estación (JINF).

| Especie:      | ALTO HOSPICIO 2008 - 2009<br>Estación JINF<br>Promedio Períodos<br>[µg/m³N] |        |        |        |        |        |
|---------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | Abr 08  | Jun 08 | Ago 08 | Oct 08 | Dic 08 | Ene 09 |
| Benceno       | 0.7   | 1.5    | 0.6    | 0.5    | 1.7    | 1.0    |
| Tolueno       | 2.4   | 4.9    | 37.8   | 2.0    | 5.2    | 3.8    |
| Etilbenceno   | 0.8   | 1.6    | 6.4    | 0.7    | 1.4    | 1.1    |
| p- + m-xileno | 2.2   | 4.6    | 13.4   | 1.7    | 3.8    | 3.1    |
| o-xileno      | 0.8   | 1.8    | 3.6    | 0.6    | 0.8    | 2.1    |

**Tabla 10.** Resultados de mediciones promedio mensual para algunos COV's Campaña con Tubos pasivos BTEX Estación JINF. Alto Hospicio. 2008.

El **Grafico 18**, observamos el comportamiento de los compuestos COV's en la Estación (JINF) de Alto Hospicio. Para el período de Diciembre 2008 se registro un valor muy alto respecto a todos los periodos para la campaña 2008 - Enero 2009, de 37.8 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], este resultado puede haber sido afectado por alguna actividad puntual que no refleja el comportamiento de las estaciones ni de los períodos evaluados. Se evidencia un comportamiento y concentraciones muy parejas para el resto de los compuestos estudiados en el resto de los meses y compuestos BTEX.



**Grafico 18.** Promedios Mensuales de BTEX - Estación (JINF). Alto Hospicio Período de Abril 2008 - Enero 2009.

**4.3.2.2. Resultados mediciones de BTEX realizadas en Estación (HOSP).**

La **Tabla 11**, muestra los resultados de las mediciones realizadas en la Estación (HOSP).

| Especie:      | ALTO HOSPICIO 2008 - 2009<br>Estación HOSP<br>Promedio Períodos<br>[µg/m <sup>3</sup> N] |        |        |        |        |        |
|---------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | Ago 08   | Sep 08 | Oct 08 | Nov 08 | Dic 08 | Ene 09 |
| Benceno       | 0.4  | 0.3    | n.d    | 0.4    | 0.4    | 2.4    |
| Tolueno       | 2.4  | 1.2    | 1.3    | 1.6    | 1.8    | 12.8   |
| Etilbenceno   | 0.6  | 0.4    | 0.4    | 0.4    | 0.6    | 2.7    |
| p- + m-xileno | 1.8  | 0.8    | 0.8    | 1.4    | 1.6    | 8.2    |
| o-xileno      | 0.4  | 0.5    | n.d    | 0.4    | 0.4    | 2.5    |

Tabla 11. Resultados de mediciones promedio mensual para algunos COV's Campaña con Tubos pasivos BTEX Estación HOSP. Alto Hospicio.

El **Grafico 19**, observamos el comportamiento de los compuestos COV's en la Estación HOSP de Alto Hospicio. De todo el período evaluado el mes que registro las concentraciones más elevadas fue Enero 2009, para los compuestos Tolueno y p-+m-xileno, de 12.8 y 8.2 [µg/m<sup>3</sup>N], respectivamente. El comportamiento de todos los compuestos BTEX, durante los meses medidos durante el año 2008 son muy parejos. Cabe destacar que para el mes de Octubre la técnica analítica usada no detecto compuestos Benceno y o-xileno.

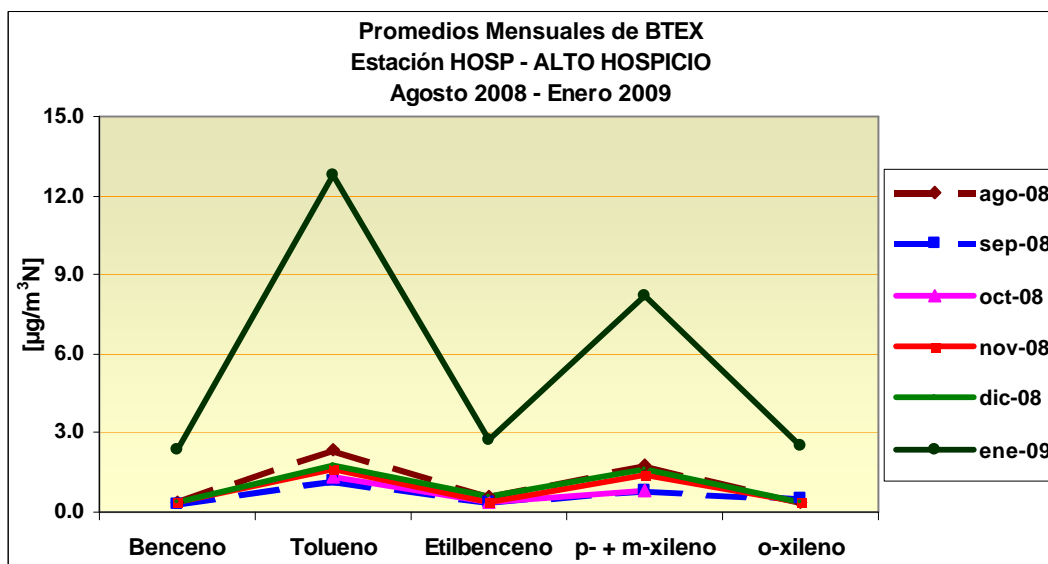


Grafico 19. Resultados de mediciones promedio mensuales de BTEX Estación (HOSP). Alto Hospicio.

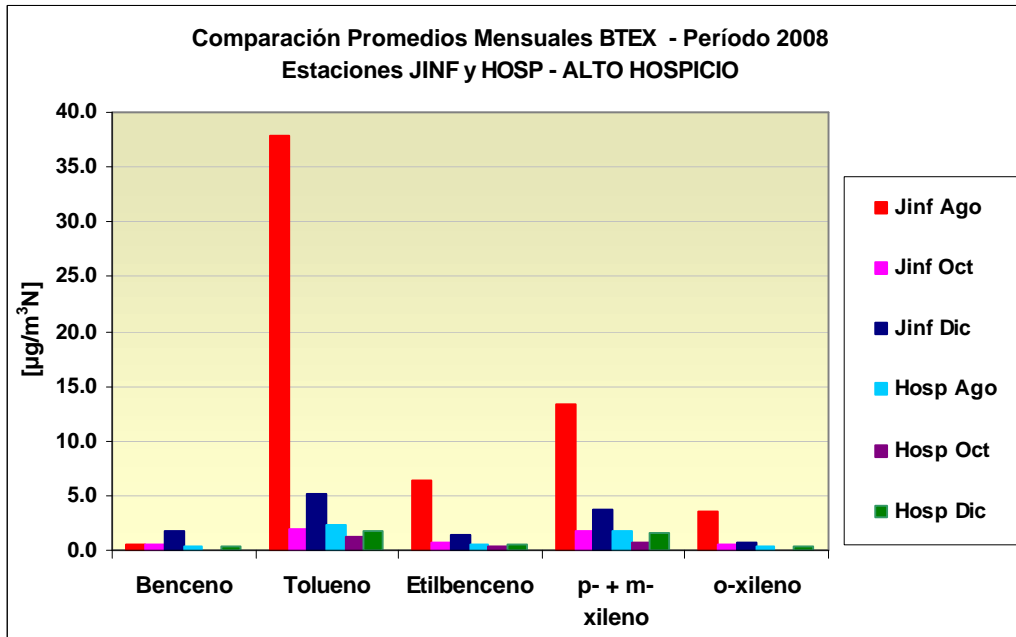
La **Tabla 12**, expone los promedios mensuales de BTEX, de algunos períodos de mediciones período año 2008, en la Comuna de Alto Hospicio para efectos de comparación entre las Estaciones (JINF) y (HOSP).

| Especie:             | ALTO HOSPICIO                              |        |        |        |        |        |
|----------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
|                      | JINF / HOSP - 2008                         |        |        |        |        |        |
|                      | Promedio Períodos<br>[µg/m <sup>3</sup> N] |        |        |        |        |        |
|                      | JINF                                       |        |        | HOSP   |        |        |
|                      | Ago 08                                     | Oct 08 | Dic 08 | Ago 08 | Oct 08 | Dic 08 |
| <b>Benceno</b>       | 0.6  | 0.5    | 1.7    | 0.4    | n.d    | 0.4    |
| <b>Tolueno</b>       | 37.8                                       | 2.0    | 5.2    | 2.4    | 1.3    | 1.8    |
| <b>Etilbenceno</b>   | 6.4  | 0.7    | 1.4    | 0.6    | 0.4    | 0.6    |
| <b>p- + m-xileno</b> | 13.4                                       | 1.7    | 3.8    | 1.8    | 0.8    | 1.6    |
| <b>o-xileno</b>      | 3.6  | 0.6    | 0.8    | 0.4    | n.d    | 0.4    |

**Tabla 12.** Comparación mediciones BTEX en Alto Hospicio. Estación (JINF) y (HOSP).

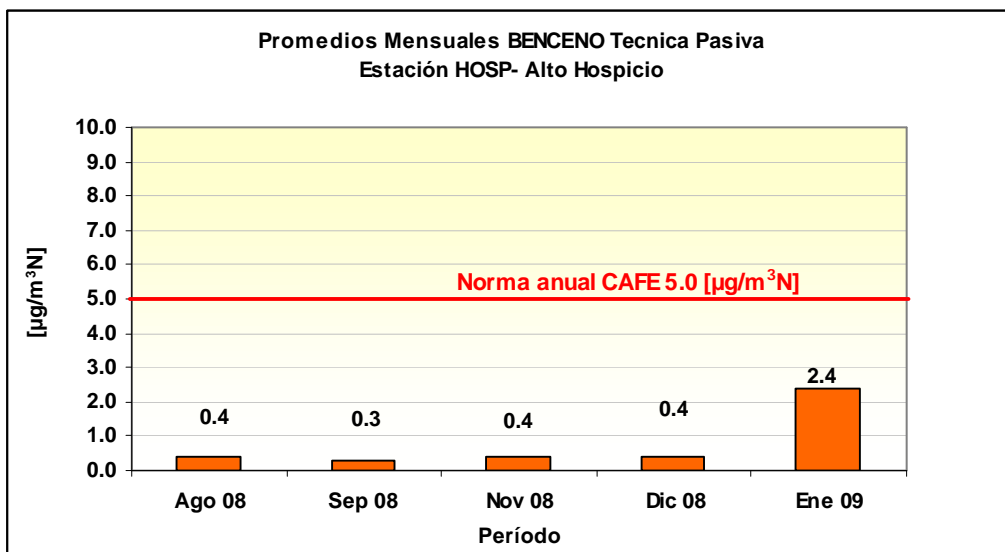
El **Grafico 20**, muestra los valores obtenidos en el período 2008, para los mismos meses en Estaciones (JINF) y (HOSP) para efectos de comparar resultados obtenidos en estos 2 sitios.

Como se mencionó anteriormente el valor registrado para el compuesto Tolueno puede haber estado afectado por una actividad puntual aislada. Para la Estación JINF, en Agosto se registro el valor más alto para p-+m-xileno, con 13.4[µg/m<sup>3</sup>N]; las concentraciones para todos los compuestos a excepción de las concentraciones del mes de Agosto Estación JINF, son muy parejas.



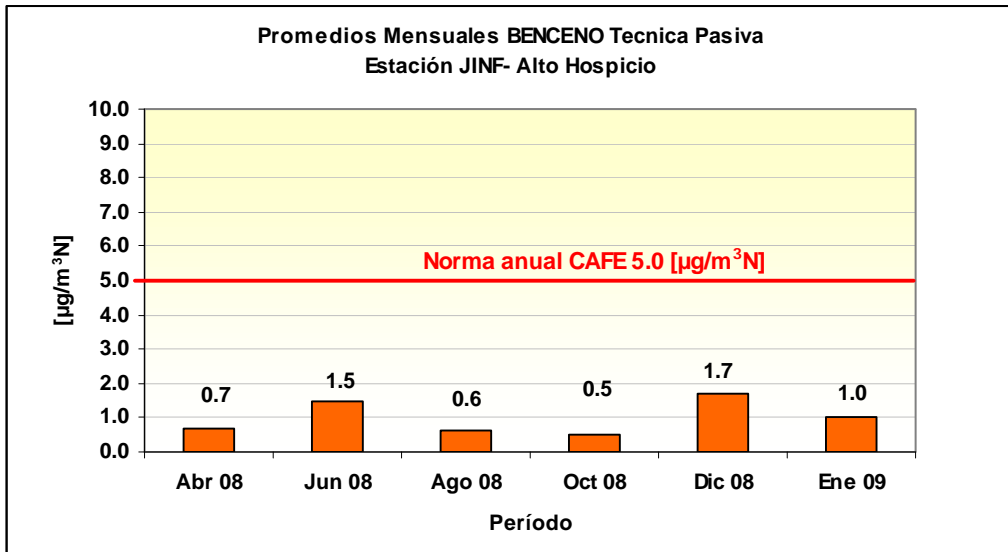
**Grafico 20.** Comparación mediciones BTEX Estaciones (JINF) Y (HOSP) Período 2008. Alto Hospicio.

El **Grafico 21**, son comparados los resultados promedios mensuales para el compuesto Benceno, obtenidos en Estación (HOSP), con la Norma referencial anual de la Comunidad Europea (CAFE) de 5.0[µg/m<sup>3</sup>N]. Observamos que ningún mes alcanzó el valor Norma de 5.0[µg/m<sup>3</sup>N], el valor más alto alcanzado fue de 2.4[µg/m<sup>3</sup>N], en los mes de Enero del 2009.



**Grafico 21.** Mediciones mensuales Benceno, Estación (HOSP).Alto Hospicio.

En el **Grafico 22**, son comparados los resultados promedios mensuales para el compuesto Benceno, obtenidos en Estación (JINF), con la Norma referencial anual de la Comunidad Europea (CAFE) de 5.0[ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ]. Observamos que ningún mes alcanzó el valor Norma de 5.0[ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], el valor más alto alcanzado fue de 1.7[ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], en los mes de Diciembre del 2008.



**Grafico 22.** Mediciones mensuales Benceno, Estación (JINF).Alto Hospicio.

#### 4.3.3 Resultados mediciones de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> realizadas en Estación Hospital (HOSP).

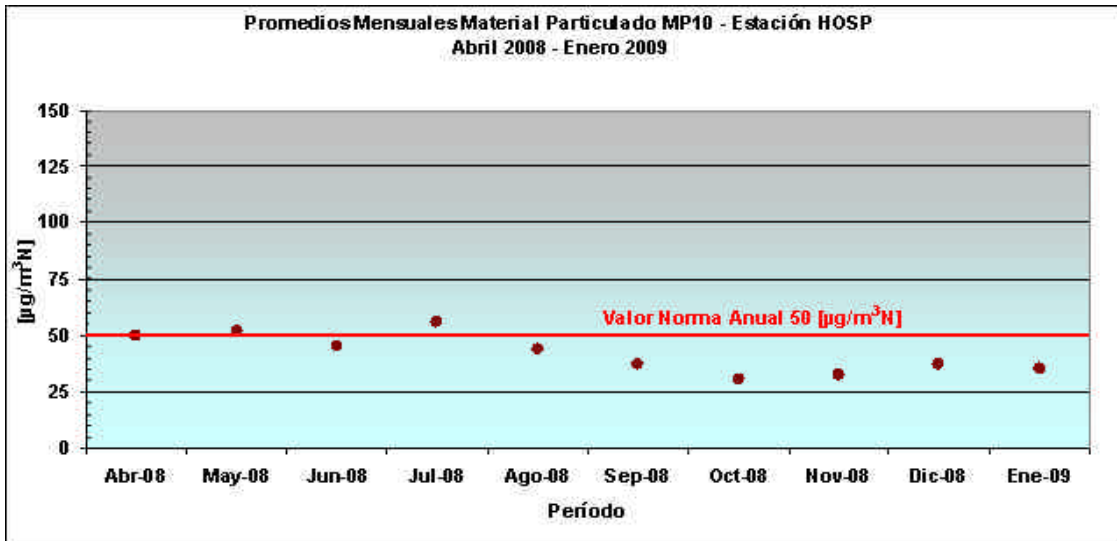
Los análisis que son presentados a continuación, son estimativos ya que las mediciones corresponden a un período menor a 1 año calendario, un total de 10. Por lo tanto, no es posible evaluar el cumplimiento de la Norma período corto (Promedio 24 horas) ni la del período largo (anual) correspondiente al contaminante Material Particulado respirable MP<sub>10</sub>.

El **Grafico 23**, muestra los resultados del Material Particulado MP<sub>10</sub> de la Estación (HOSP), período de Abril a Enero 2009, donde se muestreo 1 de cada 3 días.

Si comparamos las mediciones con el valor norma de 150 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] para material particulado respirable período corto, ningún valor supero la norma. Si analizamos los meses muestreados, a diferencia de lo observado en las Estaciones de Iquique, no se observa un descenso en los promedios diarios. Los valores son muy parejos y similar al comportamiento de la Estación (JINF) emplazada en la misma comuna, notando que también existe un nivel base de 22 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ]. Todas las mediciones del período están igual







**Grafico 24.** Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Hospital (HOSP). Período de Abril a Enero de 2009. Alto Hospicio.

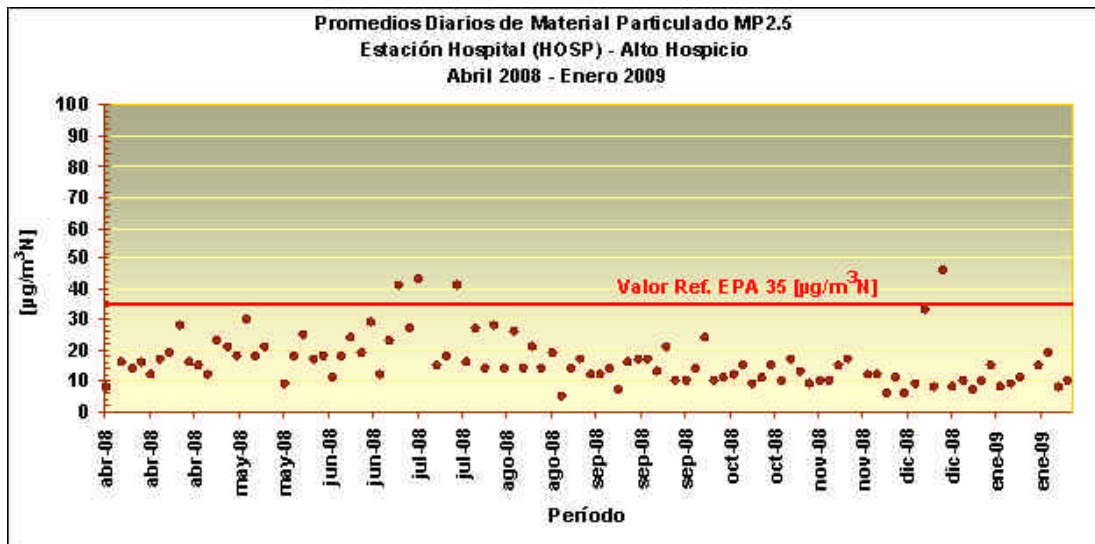
La **Tabla 13**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>10</sub> registrados en la Estación (HOSP).

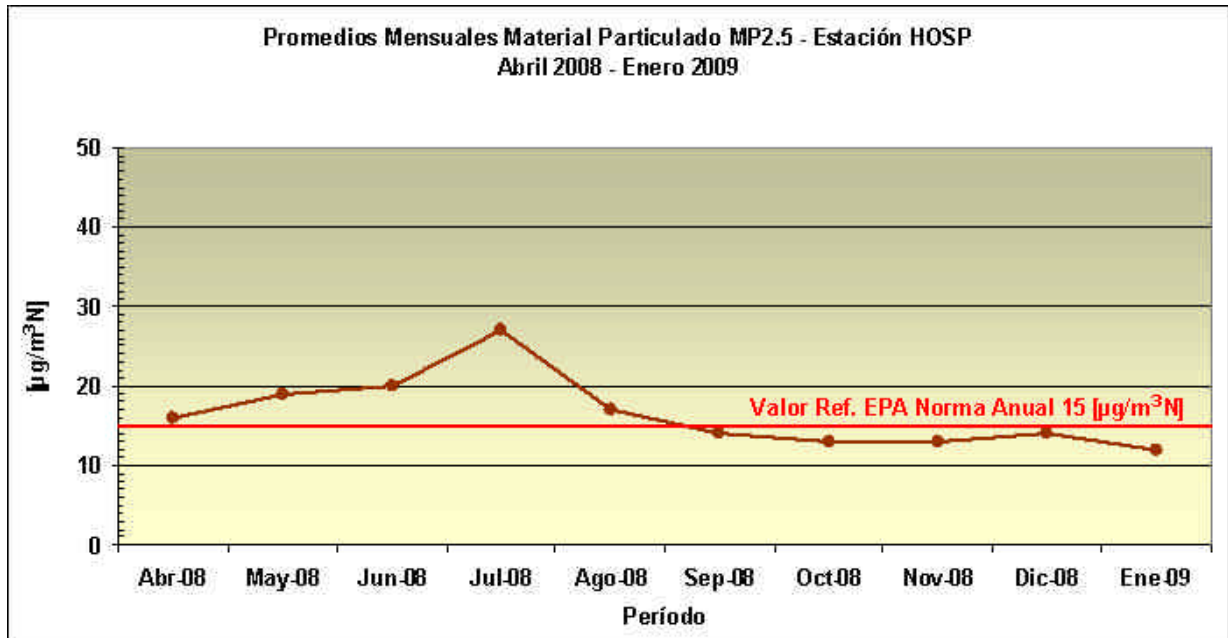
| Estación HOSP<br>MP <sub>10</sub><br>Febrero 2008 - Enero 2009<br>Promedios Mensuales |          |                           |
|---|----------|---------------------------|
| Febrero   |          | [µg/m³N]<br>No Programado |
| Marzo   |          | No Programado             |
| Abril   |          | 50                        |
| Mayo  |          | 52                        |
| Junio   |          | 45                        |
| Julio   |          | 56                        |
| Agosto  |          | 44                        |
| Septiembre  |          | 37                        |
| Octubre   |          | 30                        |
| Noviembre   |          | 32                        |
| Diciembre   |          | 37                        |
| Enero 2009  |          | 35                        |
| Promedio Período 10 meses   | [µg/m³N] | 42                        |
| Valor Norma Anual   | [µg/m³N] | 50                        |
| Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual   |          | SI                        |

**Tabla 13.** Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>10</sub>. Estación Hospital (HOSP). Alto Hospicio.

El **Grafico 25**, muestra los resultados del Material Particulado MP<sub>2.5</sub> de la Estación (HOSP), donde se muestreo 1 de cada 3 días, período Abril 2008 a Enero de 2009.

De todas las mediciones realizadas, 4 días se superó el valor de referencia de 35 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], de la USEPA, para promedios de 24 horas, siendo el valor más alto de 46 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], el 20 de Diciembre 2008. También es posible observar un nivel base de este contaminante de 5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], promedio más bajo si lo comparamos con la fracción 10 micrones, pero entrega un antecedente del particulado fino del sector y su nivel base mínimo del período de medición.





**Grafico 26.** Promedios mensuales de Material Particulado MP<sub>2.5</sub> Estación Hospital (HOSP). Período de Abril a Septiembre de 2008. Alto Hospicio.

La **Tabla 14**, muestra estadísticas básicas para los promedios mensuales de MP<sub>2.5</sub> registrados en Estación (HOSP). Comparando el valor promedio anual (10 meses) en forma estimativa registrado de 16 [µg/m³N] con respecto al valor referencia anual entregado por la USEPA de 15 [µg/m³N], la Estación esta ligeramente por sobre este valor.

| Estación HOSP                             |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| MP <sub>2.5</sub>                         |                       |  |
| Febrero 2008 - Enero 2009                 |                       |  |
| Promedios Mensuales                       |                       |  |
|   | Febrero               | [µg/m <sup>3</sup> N]<br>No Programado |
|   | Marzo                 | No Programado                          |
|   | Abril                 | 16                                     |
|   | Mayo                  | 19                                     |
|   | Junio                 | 20                                     |
|   | Julio                 | 27                                     |
|   | Agosto                | 17                                     |
|   | Septiembre            | 14                                     |
|   | Octubre               | 13                                     |
|   | Noviembre             | 13                                     |
|   | Diciembre             | 14                                     |
|   | Enero 2009            | 12                                     |
| Promedio Período 10 meses                 | [µg/m <sup>3</sup> N] | 16                                     |
| Valor Ref. EPA Norma Anual                | [µg/m <sup>3</sup> N] | 15                                     |
| Cumplimiento Valor Norma Referencia Anual |                       | NO                                     |

**Tabla 14.** Estadísticas básicas de Promedios Mensuales de MP<sub>2.5</sub>. Estación Hospital (HOSP). Alto Hospicio.

Efectuando una comparación entre las mediciones efectuadas en la comuna de Alto Hospicio del contaminante Material Particulado Respirable MP<sub>10</sub>, la Estación (HOSP) presento el promedio del periodo medición más bajo, 43 [µg/m<sup>3</sup>N] y con un valor ligeramente más alto la Estación (JINF) con un promedio del periodo de 48 [µg/m<sup>3</sup>N]. Observamos, al igual que lo visto en el Iquique y Arica, un nivel base en las Estaciones de (HOSP) y (JINF) con valores promedios de 24 horas igual o por sobre los 22 y 29 [µg/m<sup>3</sup>N] respectivamente, valor similar al registrado en las Estaciones de Iquique, 16 [µg/m<sup>3</sup>N] Estación (BMOL) y 22 [µg/m<sup>3</sup>N] Estación (INP).

#### 4.3.4 Resultados de mediciones Meteorológicas en Estación (JINF) Alto Hospicio.

En el Jardín Infantil Laboral ARUMATI de la Comuna de Alto Hospicio, fue instalado un mástil meteorológico con un sensor integrado de dirección y magnitud de viento, marca MetOne, Modelo 034B ubicado a 10 (metros) de altura sobre el nivel del suelo. El Sensor fue orientado respecto al Norte Geográfico o Norte Verdadero, entregando promedios básicos de 15 minutos (15m) para la magnitud de la componente horizontal de viento en metros por segundo (m/s), la dirección del viento de la componente horizontal en grados sexagesimales ( $^{\circ}$ ) y la desviación estándar Sigma Tetha de la dirección del viento en grados ( $^{\circ}$ ). Los datos son referenciados respecto al Huso Horario GMT-4, correspondiente a la Hora Chilena Continental de Invierno.

Con los promedios básicos de 15 minutos son obtenidos promedios horarios (1h), por cada hora donde disponemos entre 2 y 4 datos de 15 minutos. Estos promedios básicos fueron integrados en promedios horarios mediante métodos de promediación consistentes (p.e. promediación vectorial para la magnitud y dirección del viento y promediación cuadrática para el sigma tetha). La componente horizontal del vector viento es medido con respecto al Eje Norte en sentido de las agujas del reloj, indicando el sentido respecto a la dirección desde donde sopla. La transformación de este ángulo ( $\beta$ ) respecto al ángulo ( $\alpha$ ) de un sistema de orientación cartesiano es de  $\beta = 270^{\circ} - \alpha$ . Los vientos que soplan del Norte corresponden a  $0^{\circ}$ , los vientos soplan del Este corresponden a  $90^{\circ}$ , los vientos soplan del Sur corresponden a  $180^{\circ}$  y los vientos soplan del Oeste corresponden a  $270^{\circ}$ . Las mediciones fueron realizadas nominalmente entre el 01/Jul/2008 y el 31/Ene/2009. El objetivo principal de estas mediciones fue el estimar el flujo de aire en el área urbana de la Comuna de Alto Hospicio. El Jardín Infantil ARUMATI está ubicado en las inmediaciones de la Municipalidad de Alto Hospicio. Ver en la **Figura 1**, la ubicación de la Estación en un Mapa Google.



**Figura 1.** Ubicación de la Estación Meteorológica (JINF) en Alto Hospicio.

Con el fin de tener una perspectiva global de las mediciones realizadas, la **Tabla 15**, muestra un resumen de todas las mediciones realizadas durante el periodo de medición, comprendido entre el 01/Ago/2008 y el 31/Ene/2009 (5 meses completos). Para los diferentes rangos de direcciones de viento, estos son agrupados por rangos de magnitudes de la componente horizontal del viento. Estos rangos son indicados en metros por segundo (m/s) y el valor equivalente en kilómetros por hora (k/h) en amplitudes de aproximadamente 10 (k/h). Aparece una primera componente con rumbo SW, WSW y W con magnitudes entre 10 y 40 (k/h) y una segunda componente con rumbos NE y ENE con magnitudes de viento menores de hasta 20 (k/h).

| TABLA DE FRECUENCIAS DE MAGNITUD DE VIENTO<br>ESTACION ALTO HOSPICIO<br>ALTO HOSPICIO<br>Promedios Horarios (1h)<br>01/Sep/2008-31/Ene/2009 |                       |            |             |             |             |        |       |
|---|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------|
| Clases Magnitud de Viento   |                       |            |             |             |             |        |       |
| Items   | Rangos<br>Direcciones | (m/s)      |             |             |             |        | Total |
|   |                       | [0.4-2.8[  | [2.8-5.6[   | [5.6-8.4[   | [8.4-11.2[  | >=11.2 |       |
|   |                       | (k/h)      |             |             |             |        |       |
|   |                       | [1.4-10.1[ | [10.1-20.2[ | [20.2-30.2[ | [30.2-40.3[ | >=40.3 |       |
| 1   | [348.75 - 11.25[ N    | 44         | 7           | 0           | 0           | 0      | 51    |
| 2   | [ 11.25 - 33.75[ NNE  | 75         | 16          | 0           | 0           | 0      | 91    |
| 3   | [ 33.75 - 56.25[ NE   | 232        | 185         | 8           | 0           | 0      | 425   |
| 4   | [ 56.25 - 78.75[ ENE  | 171        | 159         | 22          | 0           | 0      | 352   |
| 5   | [ 78.75 - 101.25[ E   | 70         | 24          | 1           | 0           | 0      | 95    |
| 6   | [101.25 - 123.75[ ESE | 24         | 2           | 0           | 0           | 0      | 26    |
| 7   | [123.75 - 146.25[ SE  | 18         | 4           | 0           | 1           | 0      | 23    |
| 8   | [146.25 - 168.75[ SSE | 14         | 1           | 1           | 0           | 0      | 16    |
| 9   | [168.75 - 191.25[ S   | 13         | 1           | 0           | 0           | 0      | 14    |
| 10  | [191.25 - 213.75[ SSW | 33         | 15          | 0           | 0           | 0      | 48    |
| 11  | [213.75 - 236.25[ SW  | 84         | 167         | 471         | 207         | 15     | 944   |
| 12  | [236.25 - 258.75[ WSW | 114        | 244         | 470         | 87          | 4      | 919   |
| 13  | [258.75 - 281.25[ W   | 123        | 138         | 42          | 15          | 0      | 318   |
| 14  | [281.25 - 303.75[ WNW | 72         | 73          | 16          | 5           | 0      | 166   |
| 15  | [303.75 - 326.25[ NW  | 57         | 18          | 0           | 0           | 0      | 75    |
| 16  | [326.25 - 348.75[ NNW | 40         | 12          | 0           | 0           | 0      | 52    |
| Sub-Total   |                       | 1184       | 1066        | 1031        | 315         | 19     | 3615  |
| Calma (<0.4 m/s)  |                       |            |             |             |             |        | 30    |
| Total Validos   |                       |            |             |             |             |        | 3645  |
| Validos   |                       |            |             |             |             |        | 3645  |
| Nulos   |                       |            |             |             |             |        | 27    |
| Total   |                       |            |             |             |             |        | 3672  |

Tabla 15. Tabla de Frecuencias para los promedios horarios de magnitud del viento. Estación (JINF). Septiembre 2008 a Enero 2009. Alto Hospicio.

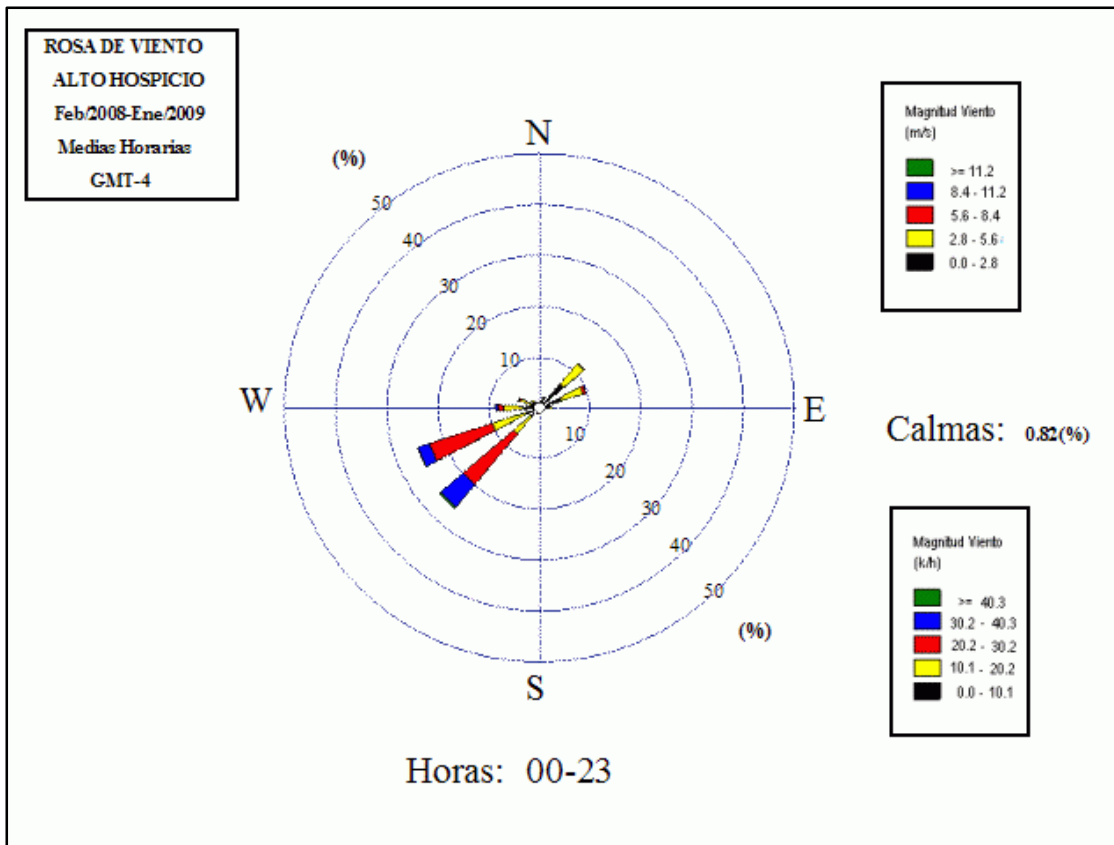
La **Tabla 16**, muestra la misma información de la Tabla 9, indicando los porcentajes respectivos.

| TABLA DE PORCENTAJES DE MAGNITUD VIENTO<br>ESTACION ALTO HOSPICIO<br>ALTO HOSPICIO<br>Promedios Horarios (1h)<br>01/Sep/2008-31/Ene/2009 |                       |            |             |             |             |        |              |
|--|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------------|
| Clases Magnitud de Viento  |                       |            |             |             |             |        |              |
| Items  | Rangos<br>Direcciones | (m/s)      |             |             |             |        | Total<br>(%) |
|  |                       | [0.4-2.8[  | [2.8-5.6[   | [5.6-8.4[   | [8.4-11.2[  | >=11.2 |              |
|  |                       | (k/h)      |             |             |             |        |              |
|  |                       | [1.4-10.1[ | [10.1-20.2[ | [20.2-30.2[ | [30.2-40.3[ | >=40.3 |              |
| 1  | [348.75 - 11.25[ N    | 1.2        | 0.2         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 1.4          |
| 2  | [ 11.25 - 33.75[ NNE  | 2.1        | 0.4         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 2.5          |
| 3  | [ 33.75 - 56.25[ NE   | 6.4        | 5.1         | 0.2         | 0.0         | 0.0    | 11.7         |
| 4  | [ 56.25 - 78.75[ ENE  | 4.7        | 4.4         | 0.6         | 0.0         | 0.0    | 9.7          |
| 5  | [ 78.75 -101.25[ E    | 1.9        | 0.7         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 2.6          |
| 6  | [101.25 -123.75[ ESE  | 0.7        | 0.1         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 0.8          |
| 7  | [123.75 -146.25[ SE   | 0.5        | 0.1         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 0.6          |
| 8  | [146.25 -168.75[ SSE  | 0.4        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 0.4          |
| 9  | [168.75 -191.25[ S    | 0.4        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 0.4          |
| 10   | [191.25 -213.75[ SSW  | 0.9        | 0.4         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 1.3          |
| 11   | [213.75 -236.25[ SW   | 2.3        | 4.6         | 12.9        | 5.7         | 0.4    | 25.9         |
| 12   | [236.25 -258.75[ WSW  | 3.1        | 6.7         | 12.9        | 2.4         | 0.1    | 25.2         |
| 13   | [258.75 -281.25[ W    | 3.4        | 3.8         | 1.2         | 0.4         | 0.0    | 8.8          |
| 14   | [281.25 -303.75[ WNW  | 2.0        | 2.0         | 0.4         | 0.1         | 0.0    | 4.5          |
| 15   | [303.75 -326.25[ NW   | 1.6        | 0.5         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 2.1          |
| 16   | [326.25 -348.75[ NNW  | 1.1        | 0.3         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 1.4          |
| Sub-Total  |                       | 32.7       | 29.3        | 28.2        | 8.6         | 0.5    | 99.3         |
| Calma (<0.4 m/s)   |                       |            |             |             |             |        | 0.7          |
| Validos  |                       |            |             |             |             |        | 100.0        |
| Validos  |                       |            |             |             |             |        | 99.3         |
| Nulos  |                       |            |             |             |             |        | 0.7          |
| Total  |                       |            |             |             |             |        | 100.0        |

Tabla 16. Tabla de Frecuencias para los promedios horarios de viento. Estación (JINF). Septiembre 2008 a Enero 2009. Alto Hospicio .

Para una mejor visualización del comportamiento de los datos, el **Gráfico 27**, muestra en una Rosa de Vientos de Frecuencia y Magnitud obtenida a partir del Software WrplotView, el comportamiento de los vientos de 00:00 a 00:00 horas (todas las horas del periodo) de la Estación Alto Hospicio (EALH), desde el 01/Sep/2008 al 31/Ene/2009. Todas las mediciones están referidas al Huso Horario GMT-4 (Hora Oficial Chilena de Invierno).





**Gráfico 27.** Rosa de viento del comportamiento de los vientos de 00:00 a 00:00 horas. Periodo Septiembre 2008 a Enero 2009. Estación (JINF). Alto Hospicio.

El gráfico 27, permite visualizar en forma clara la característica bimodal predominante indicada en la Tabla 15 y en la Tabla 16.

Para un mejor conocimiento de la variación del viento a través de las diferentes horas del día, fueron confeccionadas Rosas de Vientos, integrando periodos horarios de 4 horas. El **Gráfico 28**, muestra todas las mediciones realizadas en los diferentes intervalos de tiempo. Los vientos de dirección SW, WSW y W ocurren a horas del día y los vientos del NE y ENE ocurren en horas de la madrugada.

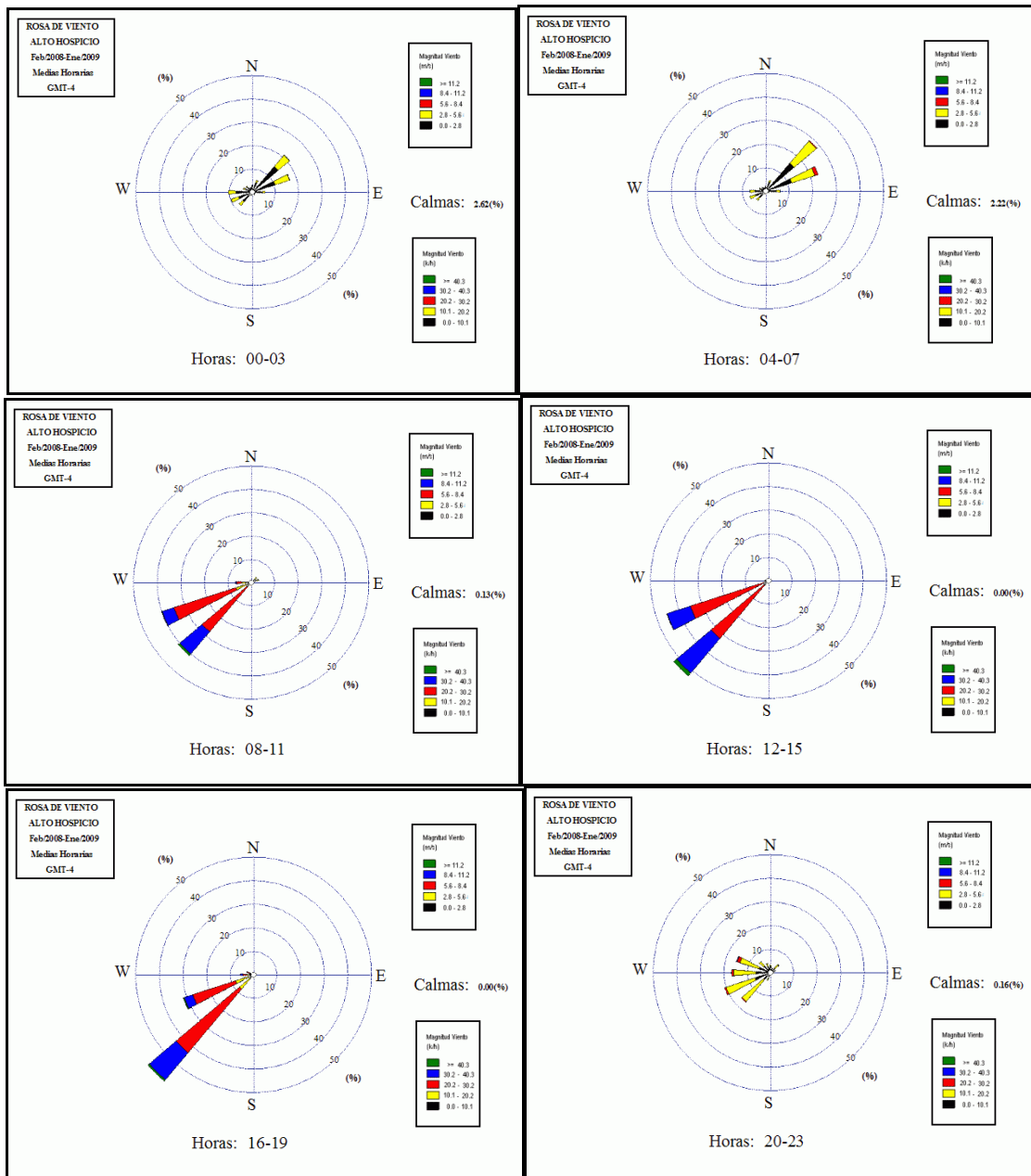
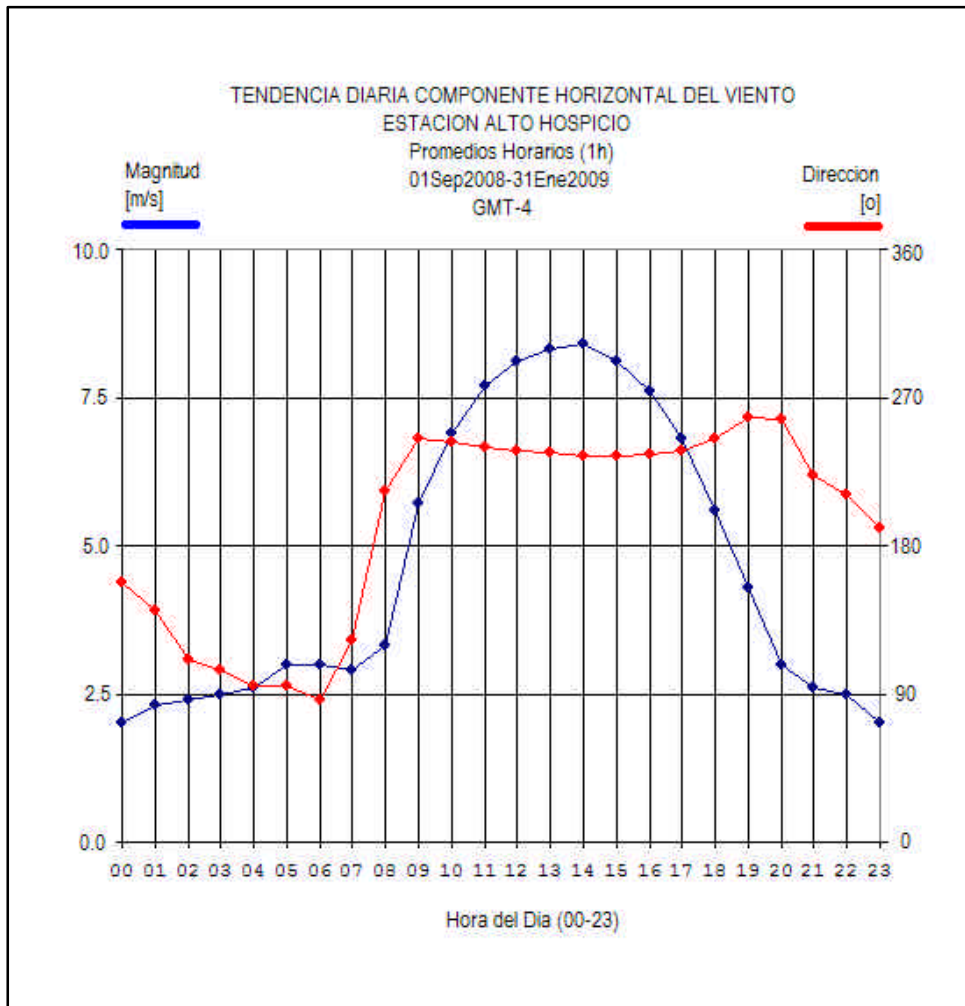


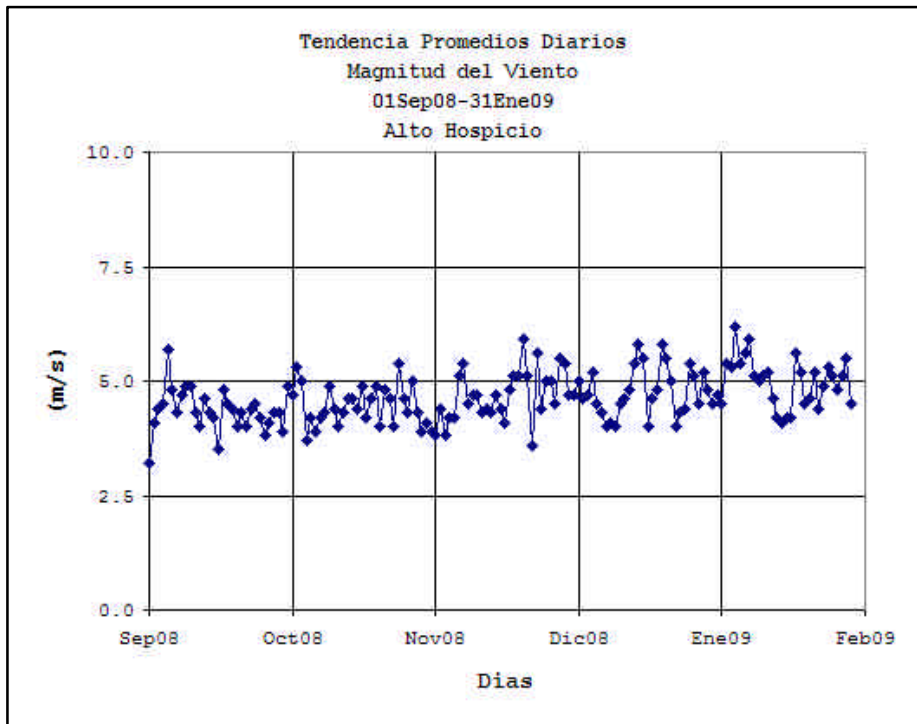
Gráfico 28. Rosas de viento por periodo del día para Estación (JINF) Alto Hospicio. 01 de Septiembre del 2008 al 31 de Enero del 2009.

El Gráfico 29, muestra para el periodo de medición del 01Sep2008 al 31Ene2009, la variación diaria de los promedios de magnitud y dirección del viento para cada hora del conjunto de los días (00 a 23). Las mayores magnitudes de vientos ocurren a Hora 13 y Hora 14 (GMT-4) de cada día, es decir entre las 13:00 y las 15:00 horas. Las magnitudes menores de viento durante la medianoche y madrugada. En promedio la máxima magnitud de vientos es de aproximadamente cuatro veces a la menor magnitud de viento.



**Gráfico 29.** Variación diaria de la magnitud y Dirección del Viento. 01 de Septiembre del 2008 al 31 de Enero del 2009. Estación (JINF) Alto Hospicio.

El **Gráfico 30**, muestra los promedios diarios de la magnitud del viento en el periodo de medición. Aparece un ligero incremento entre Septiembre del 2008 y Enero del 2009.



**Gráfico 30.** Promedios Diarios Magnitud del Viento.  
01 de Septiembre del 2008 al 31 de Enero del 2009.  
Estación (JINF) Alto Hospicio.

**4.4. Resultados especiación química de muestras del Material Particulado respirable MP<sub>10</sub> obtenidas en Iquique, Arica y Alto Hospicio.**

Como parte del Estudio fueron realizadas determinaciones de los metales pesados; Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en muestra de filtros de MP<sub>10</sub> en Iquique, Arica y Alto Hospicio. La **Tabla 17**, muestra las características relevantes de este muestreo.

| Parámetro  | Técnica   | Limite Detección  | Método                               |
|------------|---|-------------------|--------------------------------------|
| As en MP10 | Espectroscopia de Absorción Atómica, con generador de hidruros. | 0.025 (ug)/filtro | Method IO-3.2 EPA (EPA/625/R96/010a) |
| Cd en MP10 | Espectrometría de Absorción Atómica.                            | 0.15 (ug)/filtro  | Method IO-3.2 EPA (EPA/625/R96/010a) |
| Pb en MP10 | Espectrometría de Absorción Atómica.                            | 1.75 (ug)/filtro  | Method IO-3.2 EPA (EPA/625/R96/010a) |

**Tabla 17.** Mediciones de Metales Pesados en Filtros MP<sub>10</sub>.  
Iquique - Arica - Alto Hospicio. 2008.

Existe una Norma Chilena de Calidad primaria anual para el Plomo en Aire de 500 [ng/m<sup>3</sup>N]. Se considerada sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación que tenga la clasificación de EMPB. Para el calculo de esta norma anual hay que tener las mismas consideraciones que establece el calculo de la norma anual del material particulado MP<sub>10</sub> y adicionalmente se considera como valor de concentración mensual valido aquel que contemple las mediciones de plomo de al menos el 70% de los valores programados para el mes, de acuerdo a la periodicidad de monitoreo previamente definida. En el caso de la determinación de la concentración mensual por compósito, se deberá utilizar al menos el 70% de los filtros programados para el mes.

Para el elemento Arsenico (As), fue encontrada una referencia anual que corresponde a un Nivel de Vigilancia que corresponde a 6 [ng/m<sup>3</sup>N] referencia Comunidad Europea (Proyecto CAFE).

Para efectos de este Estudio fueron seleccionadas un número limitado de filtros. Las muestras fueron seleccionadas por CONAMA I Región y CONAMA XV, en base a los resultados de las concentraciones finales de los muestreos correspondientes a todo el período de medición y al número de análisis por elementos (Plomo, Arsénico o Cadmio). Se realizó de acuerdo al ajuste presupuestario que significo la ejecución de la campaña especial de medición solicitada por CONAMA I Región algunas filtros para ser especiados, filtros de MP<sub>10</sub> para Iquique, Arica y Alto Hospicio.

Las **Tabla 18**, muestra los resultados obtenido de las especiación de Arsénico (As). Si comparamos los valores con el valor de referencia anual de la Comunidad Europea (Proyecto CAFE), en las 3 comunas este valor promedio esta igual o por sobre el valor de referencia, siendo la comuna más alta Alto Hospicio, con un promedio del periodo de 37 [ng/m<sup>3</sup>N], seguida por Arica con 13 [ng/m<sup>3</sup>N] y por Iquique de 6 [ng/m<sup>3</sup>N].

| LUGAR         | MUESTREOS | MINIMO<br>(ng/m <sup>3</sup> N) | PROMEDIO<br>(ng/m <sup>3</sup> N) | MAXIMO<br>(ng/m <sup>3</sup> N) |
|---------------|-----------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| ARICA         | 13        | 2                               | 13                                | 30                              |
| IQUIQUE       | 6         | 1                               | 6                                 | 12                              |
| ALTO HOSPICIO | 12        | 2                               | 37                                | 314                             |

**Tabla 18.** Resultados de Arsénico (As) en MP<sub>10</sub>.  
Iquique - Arica - Alto Hospicio. 2008.

La **Tabla 19**, muestra los resultados obtenido de las especiación de Cadmio (Cd) en MP<sub>10</sub>. Todos los análisis de Cd dieron resultados por debajo del limite de detección.

| LUGAR         | MUESTREOS | MINIMO<br>(ng/m3N) | PROMEDIO<br>(ng/m3N) | MAXIMO<br>(ng/m3N) |
|---------------|-----------|--------------------|----------------------|--------------------|
| ARICA         | 15        | 10                 | 10                   | 11                 |
| IQUIQUE       | 6         | 6                  | 8                    | 10                 |
| ALTO HOSPICIO | 8         | 10                 | 10                   | 10                 |

**Tabla 19.** Resultados de Cadmio (Cd) en MP<sub>10</sub>.  
Iquique - Arica - Alto Hospicio. 2008.

La **Tabla 20**, muestra los resultados obtenido de las especiación de Plomo(Pb) en MP<sub>10</sub>. Todos los análisis de Pb dieron resultados por debajo del limite de detección. Para la ciudad de Arica, CONAMA XV no selecciono muestra para la determinación de Pb.

| LUGAR         | MUESTREOS | MINIMO<br>(ng/m3N) | PROMEDIO<br>(ng/m3N) | MAXIMO<br>(ng/m3N) |
|---------------|-----------|--------------------|----------------------|--------------------|
| ARICA         | 0         | ---                | ---                  | 11                 |
| IQUIQUE       | 6         | 71                 | 96                   | 120                |
| ALTO HOSPICIO | 16        | 117                | 120                  | 122                |

**Tabla 20.** Resultados de Plomo (Pb) en MP<sub>10</sub>.  
Iquique - Alto Hospicio. 2008.

La **Tabla 21**, muestra los resultados de los análisis químicos realizado por la Universidad de Concepción, correspondientes a los muestreos realizados en la Ciudad de Arica.

**A. Resultado Especiación Química Arica.**

| Código Filtro  | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Limite Detección |
|----------------|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| TAR 156 filtro | ACAS     | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 308 filtro | ACAS     | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 533 filtro | ACAS     | Arsénico | 0,009     | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 659 filtro | ACAS     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 747 filtro | ACAS     | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 164 filtro | JVLL     | Arsénico | 0,011     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 318 filtro | JVLL     | Arsénico | 0,018     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 543 filtro | JVLL     | Arsénico | 0,010     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 669 filtro | JVLL     | Arsénico | 0,006     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 757 filtro | JVLL     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 172 filtro | ED11     | Arsénico | 0,010     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 328 filtro | ED11     | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 553 filtro | ED11     | Arsénico | 0,008     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 679 filtro | ED11     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 767 filtro | ED11     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |

**Tabla 21.** Resultados de metales pesados analizados por Laboratorio de Química de la Universidad de Concepción. Muestras de filtros MP<sub>10</sub>. Arica.

La **Tabla 22**, muestra los resultados de los análisis químicos realizado por la Universidad de Concepción, correspondientes a los muestreos realizados en la Ciudad de Alto Hospicio.

**B. Resultado Especiación Química Alto Hospicio.**

| Código Filtro  | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Limite Detección |
|----------------|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| TAR 182 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
| TAR 183 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 235 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,011     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 238 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,009     | mg/L   | -                |
| TAR 505 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 513 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
| TAR 626 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
| TAR 640 filtro | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,016     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 194 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
| TAR 195 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 297 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
| TAR 304 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,014     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 524 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 528 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
| TAR 647 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
| TAR 652 filtro | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,18      | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |

**Tabla 22.** Resultados de metales pesados analizados por Laboratorio de Química de la Universidad de Concepción. Muestras de filtros MP<sub>10</sub>. Alto Hospicio.

La **Tabla 23**, muestra los resultados de los análisis químicos realizado por la Universidad de Concepción, correspondientes a los muestreos realizados en la Ciudad de Iquique.



**C. Resultado Especiación Química Iquique.**

| Código Filtro  | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Limite Detección |
|----------------|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| TAR 224 filtro | INP      | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,006     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 496 filtro | INP      | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 619 filtro | INP      | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| TAR 288 filtro | BMOL     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,011     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 483 filtro | BMOL     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| TAR 607 filtro | BMOL     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|                |          | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|                |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |

**Tabla 23.** Resultados de metales pesados analizados por Laboratorio de Química de la Universidad de Concepción. Muestras de filtros MP<sub>10</sub>. Iquique.

**4.5. Resultado de la identificación de fuentes más probables de contaminación atmosférica en Iquique, Arica y Alto Hospicio.**

Por razones presupuestaria, este estudio contemplo la recopilación de información existente en las diferentes reparticiones publicas relacionada con la identificación de fuentes existentes y que estarían dentro del radio donde fueron ubicadas las Estaciones de Monitoreo de Material particulado y Tubo pasivo BTEX en Iquique, Arica y Alto Hospicio.

Fueron visitados y contactados Funcionarios para solicitar información relevante a la fuentes catastradas en cada Comuna. Las Instituciones Públicas visitadas fueron las siguientes:

- I. Municipalidad de Iquique,
- I. Municipalidad de Arica,
- I. Municipalidad de Alto Hospicio,
- Autoridad Sanitaria Iquique.
- Autoridad Sanitario de Arica.
- SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones Región de Tarapacá.
- CONAMA I Región y
- CONAMA XV Región.

La mayoría de las Instituciones visitadas no cuentan con información actualizada de las fuentes fijas y móviles. La Municipalidad de Iquique, entregó un listado de Empresas que se encuentran ubicadas en el Sector de Bajo Molle.

Los contaminantes presentes en la atmósfera proceden de dos tipos de fuentes emisoras que están bien diferenciadas, las cuales describimos en forma general a continuación;

- **Fuentes Naturales** :Son factores que contaminan independientemente de las actividades humanas, como los vientos que producen polvaredas, las erupciones volcánicas, la erosión del suelo, los incendios forestales y descomposición de la materia orgánica en el suelo y los océanos y
- **Fuentes Artificiales:** Son las que contaminan a causa de actividades humanas y comprenden a;

**Fuentes fijas o estacionarias:** Se define como **fuentes fijas** de contaminación, toda instalación o actividad establecida en un solo lugar o área, que desarrolle operaciones o procesos industriales, comerciales y/o de servicios que emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera, el agua o el suelo. Las emisiones derivadas de la combustión utilizada para la generación de energía o vapor, dependen de la calidad de los combustibles y de la eficiencia de los quemadores, mantenimiento del equipo y de la presencia de equipo de control al final del proceso (filtros, precipitadores y lavadores, entre otros). Los principales contaminantes asociados a la combustión son partículas (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e hidrocarburos).

**Fuentes Móviles:** Así mismo, **fuentes móviles** de contaminación, son todos aquellos vehículos automotores, vehículos ferroviarios motorizados, aviones, equipos y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que en su operación emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera. El sector transporte es uno de los focos de emisión de contaminantes. Su aporte corresponde a dos tipos principales de emisiones: Material particulado y gases contaminantes. Los vehículos

automotores de acuerdo al combustible utilizado ya sea diesel o gasolina contribuyen con determinados elementos nocivos emitidos por los gases de escape a la contaminación ambiental.

La composición de las emisiones de un vehículo automotor proviene principalmente de los gases de escape y depende en gran medida del tipo de combustible, peso del vehículo, diseño del motor, condiciones de tránsito y hábitos de conducción. Dentro de un motor, la combustión completa de combustible compuesto exclusivamente de carbón e hidrógeno, solamente generaría CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Sin embargo, el corto tiempo disponible para que el proceso de oxidación química se desarrolle al interior de la cámara, la falta de homogeneidad en la mezcla, así como la heterogeneidad y variaciones de temperatura, no permiten el estado de equilibrio termodinámico ideal necesario. Esto significa que aparecen productos de combustión incompleta en el escape, así como compuestos de azufre de los residuos sulfurosos del combustible que permanecen en el motor. Además, se presentan también óxidos de nitrógeno formados a partir del nitrógeno inerte presente en el aire, debido a las altas temperaturas de oxidación. El tipo particular de emisiones arrojado por motores de combustión interna corresponde a monóxido de carbono (CO), hidrocarburos, óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Material Particulado.

En este contexto aparece un tipo de contaminante atmosférico denominado Material Particulado, el cual es una mezcla compleja de partículas suspendidas en el aire las que varían de tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones. Las partículas de fuentes móviles tienden a caer en una distribución bi-modal referidas como "modo de núcleos" y "modos de acumulación". Las partículas de modo de núcleos son de un diámetro inferior a 0,05 micrones (micrón = 1 millonésima de metro) y están compuestas generalmente de hidrocarburos, sulfuros y cenizas metálicas. Las partículas de modo de acumulación tienen un rango de tamaño desde 0,05 a a 0,5 micrones y contienen carbono elemental y orgánico, nitrato, sulfato y diferentes cenizas metálicas. Después de su emisión, las partículas experimentan reacciones químicas en el aire, por esto su composición y tamaño varían dependiendo de la proximidad a las fuentes, el clima y otros factores.

De acuerdo a su tamaño este tipo de contaminante se puede clasificar en:

- MP-10 o material particulado respirable: Estas Corresponden a partículas sólidas o líquidas, dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro es menor a 10 µm. Generalmente presentan un pH básico, producto de la combustión no controlada.
- MP-2.5: Estas corresponden a partículas de menos tamaño y por ende mas nocivas en el ser humano ya que son en un 100% respirables, acumulándose en los bronquios, bronquiolos y alvéolos. Presentan un pH ácido y contienen hollín y otros derivados de las emisiones industriales y vehiculares.

#### 4.5.1 Descripción de Estaciones desde el punto de vista de la cercanía de fuente emisoras de contaminación atmosférica en Iquique.

A continuación son descritas en forma general algunas fuentes fijas, móviles y difusas, desde el punto de vista de su proximidad como fuentes de contaminación, a cada una de las Estaciones de monitoreo ubicadas en Iquique, Alto Hospicio y Arica.

##### 4.5.1.1 Estación Bajo Molle (BMOL-EBMO).

Estación ubicada en el Sector de Bajo Molle de la Ciudad de Iquique, específicamente al interior del Condominio Bajo Molle (en el techo de uno de los bloques de Departamentos).

El Equipo utilizado en este sector fue un Muestreador de Bajo Volumen Equipado con Cabezal MP<sub>10</sub>. Ver **Figura 2**, donde muestra el emplazamiento del Equipo.



**Figura 2.** Vista satelital de Estación (BMOL) donde fue emplazado Equipo MP10 y ubicación de fuentes fijas y móviles. Sector Bajo Molle. Iquique.

Las **fuentes fijas (estacionarias)** de contaminación identificadas en este sector son las siguientes;

- LaFarge Hormigones, es una Empresa dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de hormigón premezclado. Ubicada en Calle Vía 1, Sector Bajo Molle.



**Figura 3.** Fotografía de camiones transportadores de mezcla.  
Empresa LaFarge Hormigones. Sector Bajo Molle. Iquique.

- Sociedad Pétreos S.A., Empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cemento y hormigones, ubicada en Calle Vía 4, Bajo Molle.



**Figura 4.** Fotografía de Dependencias de la Empresa Soc. Pétreos S.A.  
Sector Bajo Molle. Iquique.

- Adocretos y Servicios Chirinos Ltda., fabricantes de concreto y cemento, además de servicios de grúas horquillas y transportes terrestres. Ubicados en Vía 3, Bajo Molle.
- Proiven Ltda., Empresa fabricante y envasadora de productos e insumos industriales, ubicada en calle Vía 1 sitio 2, Bajo Molle.

- Andes Drip Ltda., industria dedicada al suministro de materiales plásticos para la industria, agricultura, construcción y minería, ubicada en calle Vía 5, Bajo Molle.
- Canteras Ilegales, empresas dedicadas a la explotación de áridos, que hoy sí se encuentran en funcionamiento. Su funcionamiento por movimiento de camiones en el sector como la explotación de áridos, también contribuyen a los mayores niveles de material particulado detectado en este sector, tanto por la emisión del tipo fuente difusa como el depósito del material sobre los caminos y calles (de tierra o pavimentados) que por la acción del viento o tránsito vehicular, resuspende el material particulado. El hecho de existir material particulado depositado en las calles, los vehículos al circular y pisar van "moliendo" y por lo tanto generando un particulado más fino.

Las **fuentes móviles** de contaminación en este sector son las siguientes:

- Terminal de Buses Tur Bus
- Terminal Línea 21
- Terminal Transcavanca
- Terminal Andacollo
- Terminal Taxibuses Arturo Prat

Esto provoca la contaminación producida por la combustión interna de los motores. Además del resto de los vehículos que transitan por el sector dentro de los cuales se encuentran automóviles, buses, micros y camiones. Ver **Figura 5**, donde muestra uno de los terminales del sector (Terminal Transcavanca).



**Figura 5.** Fotografía de Terminal de micros empresa Transcavanca. Sector Bajo Molle. Iquique.

Otra fuente contaminación es el lugar donde se realizan las revisiones técnicas que se encuentra ubicado en la calle Vía 4. En este lugar se concentran gran cantidad de vehículos los que a su vez generan emisiones gaseosas propias de este tipo de fuente, que combinado con emisiones del los Terminales de Buses y vehículos que circulan por el sector Bajo Molle, contribuyen como fuente importante del Material Particulado.

Cabe señalar que las calles del sector bajo molle se encuentran sin pavimentar por lo que la circulación de vehículos por ese sector provoca un levantamiento de polvo y tierra considerable, consideradas como **fuentes difusas**, que en estos momentos podría ser el mayor de los focos de contaminación de ese sector. El la **Figura 6**, muestra este tipo de contaminación en el sector.



**Figura 6.** Fotografía tomado a Calle Vía 1, donde muestra el problema de fuentes difusas (resuspensión del material particulado por la circulación de vehículos en calle sin pavimentar.  
Sector Bajo Molle. Iquique.

Resumiendo las principales fuentes de emisión de material particulado detectadas en el sector Bajo Molle corresponden a; las canteras, procesos de algunas empresas que generan material particulado (fabricación de cemento, hormigón, etc), terminales de buses, Planta de revisión técnica y fuentes móviles (emisiones de gases y material particulado fino), fuentes naturales (contaminación eólica por transporte) y un porcentaje importante de emisión y que corresponden al tipo de fuentes difusa cuyo origen es la resuspensión del material particulado deposito en la calles y avenidas con

o sin pavimentar que producto del tráfico vehicular que existe en algunas horas del día, produce un aumento de las concentraciones de este contaminante. Por tal razón, dado que en este lugar existe una gran variabilidad de tipos de fuentes que resulta difícil el identificar su grado de participación en los niveles de concentración de Material particulado  $MP_{10}$  encontrado, recomendamos aumentar la fiscalización a aquellas empresas que por Ley deben cumplir con las exigencias ambientales impuestas por la autoridad sanitaria de la Región y para aquellas fuentes ilegales, aplicar mayores sanciones para evitar que estas sigan funcionando y contribuyendo al aumento del contaminante material particulado respirable.

#### **4.5.1.2 Estación Banco BCI (BCI).**

Estación ubicada al interior del Banco BCI Avenida Tadeo Haenke N°1690. La técnica para la toma de muestra utiliza fue tubos pasivos BTEX. Ver **Figura 7**, donde muestra el emplazamiento del equipo.



**Figura 7.** Vista imagen satelital Estación (BCI) emplazado el Tubo Pasivo BTEX. Iquique.



Las fuentes de contaminación de este sector se podrían clasificar solamente en móviles ya que en un radio de 2 kilómetros no existen fábricas que pudieran contribuir a la contaminación del aire considerablemente.

Podemos decir con respecto a las **fuentes móviles** que este es un sector de gran flujo vehicular a toda hora del día, ya que en el sector se ubican centros de reunión de grandes masas (Mall Las Américas, Supermercado Santa Isabel, Casino de Juegos Iquique, Playa Cavancha). Por lo que las congestiones vehiculares, sobre todo en la avenida Héroes de la Concepción, son algo habitual. En este caso podríamos señalar que el tránsito vehicular está compuesto en su mayoría por automóviles, camionetas y micros. Ver **Figura 8**.

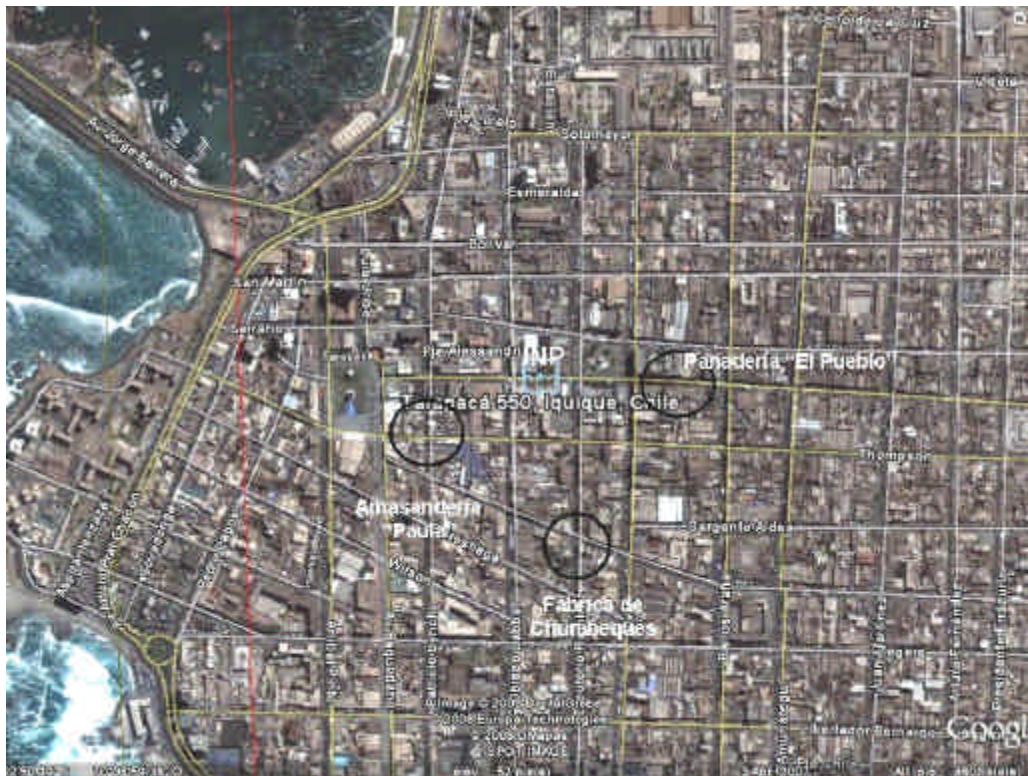


**Figura 8. Fotografía** del sector correspondiente a la calle Avda Héroes de la Concepción y sector Mall Las Américas. Iquique.

**4.5.1.3 Estación Instituto de Normalización Previsional (INP).**

Estación ubicada en calle Tarapacá 550, en la terraza del Instituto de Normalización Previsional (INP). Los instrumento y Tubo pasivo utilizados en esta estación para medir la contaminación fueron, un muestreador de bajo volumen equipado con cabezal MP<sub>10</sub> y tubos pasivos de BTEX.

Las **fuentes fijas o estacionarias** de contaminación, ubicadas en este sector, corresponden a fábricas de alimentos como la Fábrica de chumbeques y a panaderías como Amasandería Paula y Panadería el Pueblo. Ver **Figura 9**, donde muestra las principales fuentes fijas detectadas cercanas a la Estación (INP).



**Figura 9.** Vista imagen satelital sector emplazamiento Estación (INP) y fuentes fijas cercanas. Iquique.

Sin embargo más importantes aún en este sector son las **fuentes móviles** de contaminación, ya que con sólo observar es posible señalar que el "centro de la ciudad", como es denominado este sector, es el sector más congestionado de la ciudad. Esto debido a que en esta área se encuentra ubicado el comercio de la ciudad de Iquique en su gran mayoría (Grandes Tiendas, Bancos, Oficinas, Ferias, Restaurantes, Farmacias, etc.).

Los vehículos que transitan por este sector son en su mayoría automóviles y micros. Ver **Figura 10**.



**Figura 10. Fotografía de sector** Calle Eleuterio Ramírez (imagen fotografía izquierda) y vista de Calle Bartolomé Vivar (imagen fotografía derecha). Iquique.

#### 4.5.2. Descripción de Estaciones desde el punto de vista de la cercanía de fuente emisoras de contaminación atmosférica en Alto Hospicio.

##### 4.5.2.1. Estación Jardín Infantil Arumanti (JINF).

Estación ubicada en la Avenida Los Nogales N° 3017, al interior del Jardín infantil Arumanti. Los instrumentos utilizados en esta estación para medir la contaminación fueron un muestreador de bajo volumen equipado con cabezal MP<sub>10</sub>, para la medición del Material particulado respirable y tubo pasivo BTEX. Ver **Figura 11**, donde muestra el emplazamiento del equipo.



**Figura 11.** Vista imagen satelital sector Jardín Infantil Arumanti (JINF). Alto Hospicio. Iquique.

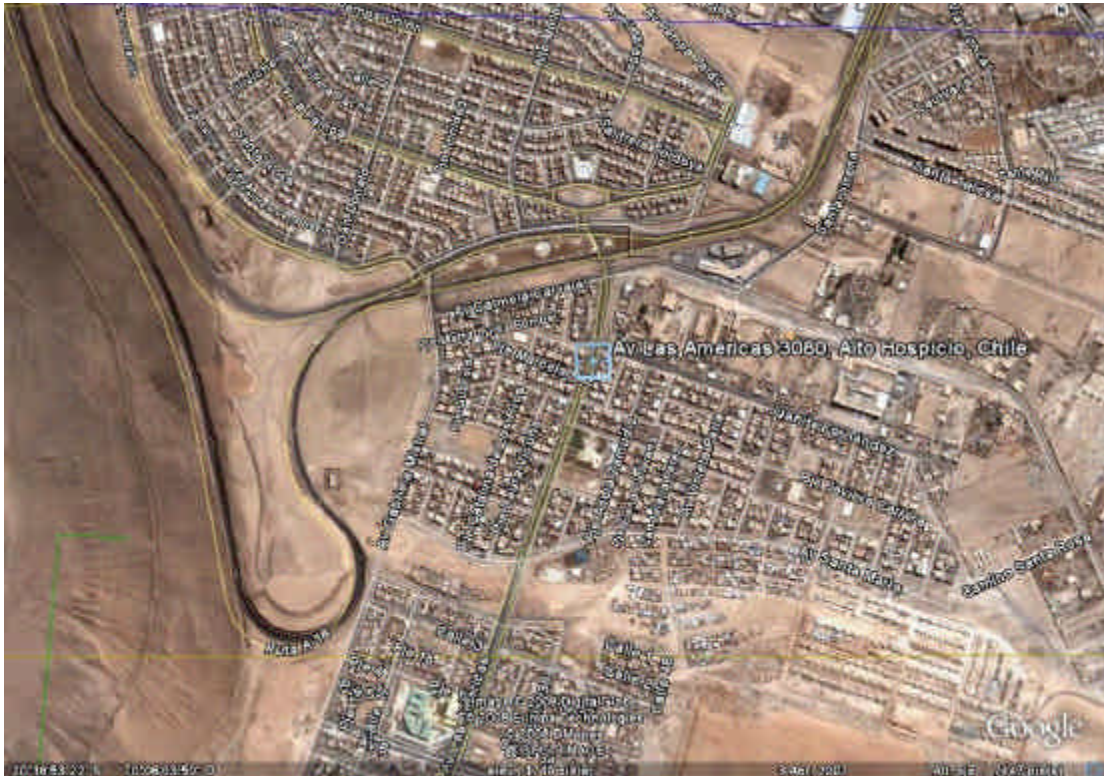
Las fuentes de contaminación de este sector, al igual que el sector del Banco BCI de Iquique, se podrían considerar fuentes móviles, fuentes difusas (barrido de calles, calle sin pavimentar, otras) y fuente natural (por nivel base de material particulado dado por el tipo de clima y geografía del lugar). No existen fábricas detectadas en el área que pudieren aportar considerablemente a la contaminación de la ciudad. Las fuentes móviles de contaminación podrían clasificarse en automóviles y micros principalmente, ya que este es el sector de comercio de la ciudad donde se reúne gran cantidad de personas que se movilizan en este tipo de transporte. Ver **Figura 12.**



**Figura 12.** Fotografías del Sector Estacion Jardín Infantil (INF). Alto Hospicio. Iquique.

#### 4.5.2.2 Estación Hospital Dr. Héctor Reyno (HOSP).

Estación ubicada en Avenida Las Américas 3080, correspondiente al Hospital Dr. Héctor Reyno comuna de Alto Hospicio. El instrumento utilizados en esta estación fue un muestreador de bajo volumen para la medición de Material Particulado fracción  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  y tubo pasivo de BTEX. Ver **Figura 13**, donde muestra emplazamiento del equipo y tubo pasivo.



**Figura 13.** Vista imagen satelital sector Hospital Dr. Héctor Reyno donde fue emplazada la Estacion (HOSP). Alto Hospicio. Iquique.

Las **fuentes** de contaminación **fijas o estacionarias** de este sector son las fábricas que se encuentran en este sector, principalmente maestranzas y arenados.

Las **fuentes móviles** de contaminación son representadas en este sector por vehículos motorizados como automóviles, micros y vehículos de carga de gran envergadura.

Cabe destacar que la comuna de Alto Hospicio es una comuna relativamente nueva en pleno proceso de desarrollo por lo que es común, especialmente en este sector, encontrarse con calles sin pavimentar, sitios eriazos y viviendas en plena construcción, los cuales sin duda son focos de contaminación principalmente de Material Particulado. Ver **Figura 14**, donde muestran algunos de estos focos de contaminación.



**Figura 14.** Fotografías de focos de contaminación de Material Particulado en el Sector donde fue emplazada la Estación (HOSP). Alto Hospicio. Iquique.

#### 4.5.3. Descripción de Estaciones desde el punto de vista de la cercanía de fuente emisoras de contaminación atmosférica en Arica.

##### 4.5.3.1. Estación Casino de Arica (ACAS).

Ubicada en la Avenida General Velásquez # 995, al interior del Casino de Arica (techo). El lugar donde se encuentra la unidad de muestreo es la loza del sector denominado "La Gaviota". El instrumento utilizados en esta estación fue un muestreador de bajo volumen para la medición de Material Particulado fracción  $MP_{10}$ . Ver **Figura 15**, donde muestra emplazamiento del equipo.



**Figura 15.** Vista imagen satelital del emplazamiento de la Estación (ACAS) donde son indicadas además algunas fuentes contaminantes. Arica.

Una de las principales características de este sector es su ubicación, ya que se encuentra en el sector céntrico de la ciudad.

Analizando las posibles fuentes que impactan la Estación encontramos;

- Al Norte: Universidad de Tarapacá, Maestranza Chinchorro o llamado "Sector La Pera". Por el sector Norte el Casino Arica colinda con el Hotel El Paso, los cuales sus aportes provienen de las actividades propias de este tipo de establecimientos como son emisiones de cocinas y movimiento de vehículos por estacionamiento cuando funciona el casino y del Hotel, eventos, etc.

Otro de los sitios que afectan la calidad del aire en este sector lo conforma la Maestranza de ferrocarriles ubicada a 1450 m aprox. (1,45 Km), la cual por años recibió los barros con contenidos minerales desde Bolivia. Durante 10 años este lugar fue el centro de almacenaje de acopios, los cuales después de este período fueron trasladados hacia el Puerto de Arica. Ver **Figura 16**.





**Figura 16.** Fotografía de Maestranza Chinchorro. Arica.

- Al Sur: Centro de la ciudad, el cual esta rodeado de un sector residencial y de un Parque. Ver **Figura 17**, donde muestra vista sur de la Estación (ACAS). No presenta fuentes importantes de contaminación, solo por emisiones fuentes móviles y posible aporte del Morro de Arica, como fuente difusa de Material Particulado.



**Figura 17.** Fotografía, vista Sur de la Estación (ACAS) hacia el Parque Brasil. Arica.

- Al Este: Sector residencial. Como el sector sur de la ciudad este no constituye ningún tipo de fuente de contaminación significativa por material particulado, debido a que corresponde a un sector residencial de la ciudad y como fuente potenciales solo el tipo móvil, por el tráfico vehicular que tiene la Avda General Velásquez, por ser una de las avenidas importantes de la ciudad. Ver **Figura 18**, donde muestra una vista desde la Estación (ACAS) hacia el sector Este, Avda General Velásquez.



**Figura 18.** Fotografía, vista Este de la Estación (ACAS) hacia la Avda. General Velasquéz. Arica.

- Al Oeste: Puerto de Arica. Las principales fuentes corresponden a actividades propias del puerto.



**Figura 19.** Fotografía, vista Oeste de la Estación (ACAS) hacia el Puerto de Arica. Arica.

#### 4.5.3.2. Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL).

Estación ubicado en la población Cerro Chuño, específicamente en la Junta de Vecinos Los Laureles, dirección Calle Cocharcas # 1678. El instrumento utilizados en esta estación fue un muestreador de bajo volumen para la medición de Material Particulado fracción  $MP_{10}$ . Ver **Figura 20**, donde muestra emplazamiento del equipo.



**Figura 20.** Vista imagen satelital emplazamiento de la Estación (JVLL) donde son señaladas además algunas fuentes contaminantes. Arica.

Este sector también representa un potencial fuente de emisión de material particulado, ya que se encuentra cerca del "sitio F del Barrio Industrial de Arica" además de la "Quebrada Encantada".

Este sector está rodeado principalmente;

- Al Norte: Sector residencial. En este sector se ubica sector residencial, llamado Población Cerro Chuño. Ver **Figura 21**.



**Figura 21.** Vista Norte de la Estación (JVLL).  
Población Cero Chuño. Arica.

- Al Sur: Sector Residencial. Las fuentes probables de contaminación entran dentro de la clasificación de difusas (levantamiento por tráfico y por actividades propias del sector (quemadas, barrido de calles, etc)).
- Al Este: Sector Quebrada Encantada. En este lugar a unos 870 m (0,87 Km) aprox. se encuentra "Quebrada Encantada", lugar donde fueron trasladados los acopios de plomo después de el año 1997. Las fuentes probables de contaminación entran dentro de la clasificación de difusas (levantamiento por tráfico, por actividades propias del sector (quemadas, barrido de calles, etc) y del tipo eólica, por resuspensión del Material Particulado producto de la acción del viento.
- Al Oeste: Punto F del Barrio Industrial. Población Los industriales. Ver **Figura 22**. Las fuentes probables de contaminación entran dentro de la clasificación de difusas (levantamiento por tráfico, por actividades propias del sector (quemadas, barrido de calles, etc), del tipo eólica, por resuspensión del Material Particulado producto de la acción del viento y por fuentes móviles debido al tráfico importante de camiones en el sector industrial.



**Figura 22.** Población Cerro Chuño. Arica.

Entre los años 1984 y 1988, en el sector F del Barrio Industrial de Arica ubicado a 240 m (0,24 Km) aprox, hacia el oeste de la Junta de vecinos Los Laureles. Ver **Figura 23.**



**Figura 23.** Sector F del Barrio Industrial. Arica.

La **Figura 24,** muestra la presencia de microvertederos.



**Figura 24.** Imágen de la Zona Industrial. Arica.

También se debe señalar que por aquí circula una cantidad razonable de camiones durante todo el día. Lo que también contribuye como fuente contaminante del sector.

#### **4.5.3.3. Estación Escuela D11 Manuel Rodrigues (ED11).**

Ubicada en la calle Balmaceda N° 2450, al interior de la Escuela (ED11). El instrumento utilizados en esta estación fue un muestreador de bajo volumen para la medición de Material Particulado fracción  $MP_{10}$ . Corresponde a un sector residencial y al igual que los otros sitios, las principales fuentes de emisión son del tipo material particulado, siendo su origen principal las generadas por fuentes difusas. En la **Figura 25**, muestra el emplazamiento de la Estación Escuela (ED11).



**Figura 25.** Vista imagen Satelital de emplazamiento de Estación (ED11). Arica.

Analizando el emplazamiento de la Estación de monitoreo encontramos que;

- Al Norte: Zona Residencial. La **Figura 26**, muestra el tipo de viviendas del sector, corresponde principalmente a construcciones de 1 piso y al igual que los otros Sitios donde fueron instalados equipos para la medición del Material Particulado, observa calles pavimentadas pero con bastante polvo depositado a los bordes como veredas y bandejones con tierres, por lo tanto la resuspensión del material particulado sea por trafico vehicular, levatamiento y traslado de material particulado por el viento, barrido de calles y otros, corresponde al tipo de fuente difusa como principal fuente emisora en este sector.



**Figura 26.** Vista Norte del emplazamiento de la Estación (ED11). Arica.

- Al Sur: Sector Residencial. Observamos lo mismo de la vista Norte, viviendas construida de 1 piso, bandejones y veredas sin pavimentar, etc. La **Figrua 27**, muestra vista hacia sur del lugar de emplazamiento de la Estación (ED11).



**Figura 27.** Vista Sur del emplazamiento de la Estación (ED11), intersección de las calles Balmaceda y Joaquín Aracena. Arica.

- Al Este: Población Campo Verde, ver **Figura 28**. Por el lado este de la escuela D-11, se encuentra la Avenida Capitán Avalos, por la cual circulan una gran cantidad de camiones acoplados que van desde la ciudad de Arica hacia Bolivia. En este lugar se encuentra la Población Campo Verde.





**Figura 28.** Vista Este del emplazamiento de la Estación (ED11), Población Campo Verde y Avenida Capitán Avalos. Arica

- Al Oeste: Población Cabo Aroca. Sector Residencial. Observamos lo mismo de las vistas anteriores, viviendas construida principalmente de 1 piso, bandejones y veredas sin pavimentar, etc. La **Figrua 29**, muestra vista hacia Oeste del lugar de emplazamiento de la Estación (ED11).



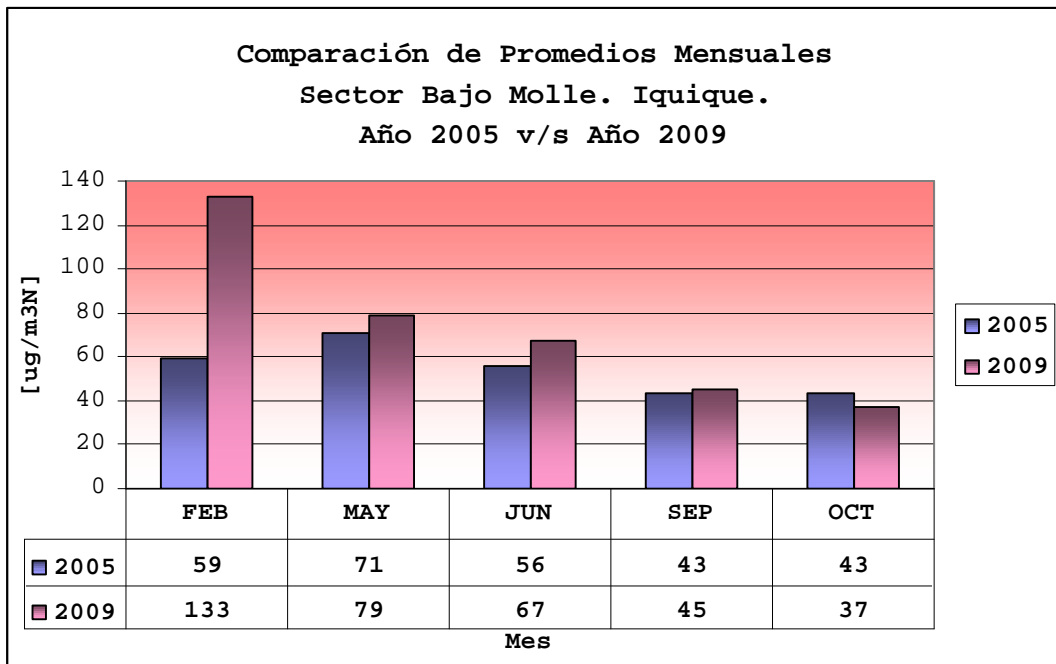
**Figura 29.** Vista Oeste del emplazamiento de la Estación (ED11), Población Cabo Aroca y Calle Balmaceda. Arica

**5. Evaluar el comportamiento de los parámetros críticos en Iquique y Arica con los resultados obtenidos en el anterior Estudio Básico (2005).**

Del estudio realizado el año 2005, las estaciones que es posible comparar los resultados son las que se emplazaron en la ciudad de Iquique y Arica.

**5.1 Comportamiento de parámetro crítico Material Particulado respirable MP10 en sector de Bajo Molle Iquique.**

El **Gráfico 31**, muestra para igual periodo de medición en el sector de Bajo Molle, año 2005 v/s año 2009 los promedios mensuales. Observando los datos encontramos que; los promedios son mas altos los meses de Febrero y Junio año 2009, los meses de Mayo y Septiembre son muy parecidos y por último en mes de octubre registro un promedio más bajo el 2009 con respecto al 2005.



**Gráfico 31.** Comparación de Promedios mensuales sector Bajo Molle. Año 2005 v/s Año 2009. Iquique.

Por lo tanto podemos concluir que el sector de bajo molle mantiene su situación de sector detectado el año 2005, como crítico por material particulado respirable MP<sub>10</sub>.

### 5.2 Comportamiento de parámetro crítico BTEX en Iquique.

Como resultado de la comparación de las mediciones realizadas en la Estación (INP) con resultados obtenidos en la campaña año 2005 y año 2008, es presentada la **Tabla 21**.

| Especie:      | IQUIQUE INP - 2005                         |        |        |        | IQUIQUE INP 2008 - 2009                    |        |        |        |        |        |
|---------------|--|--------|--------|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | Promedio Períodos<br>[µg/m <sup>3</sup> N] |        |        |        | Promedio Períodos<br>[µg/m <sup>3</sup> N] |        |        |        |        |        |
|               | Ene 05                                     | Abr 05 | Jun 05 | Oct 05 | Abr 08                                     | Jun 08 | Ago 08 | Oct 08 | Dic 08 | Ene-09 |
| Benceno       | 2.6  | 6.6    | 4.7    | 7.9    | 0.8  | 2.5    | 0.5    | 0.5    | 0.9    | 1.1    |
| Tolueno       | 9.5  | 18.4   | 9.0    | 10.1   | 3.9  | 15.6   | 2.2    | 2.4    | 5.6    | 9.6    |
| Etilbenceno   | 2.3  | 2.8    | 2.1    | 1.4    | 1.4  | 4.8    | 0.7    | 0.8    | 1.6    | 2      |
| p- + m-xileno | 8.6  | 14.1   | 6.7    | 7.4    | 3.4  | 12.7   | 1.8    | 2.2    | 4.3    | 6.1    |
| o-xileno      | 3.5  | 4.7    | 2.7    | 2.3    | 1.3  | 4.5    | 0.5    | 0.9    | 1.5    | 2.3    |

**Tabla 21.** Comparación referencial de mediciones para algunos COV's. Campaña con Tubos pasivos BTEX Estación (INP). Año 2005 v/s Año 2008. Iquique.

El **Gráfico 32**, refleja que los valores encontrados en Abril 2005 fueron más altos para Tolueno y p-+m-xileno que los valores obtenidos durante las mediciones año 2008. Respecto al Benceno las mediciones de Abril y Octubre 2005 son más altas también que en los restantes períodos muestreados. En relación a Tolueno y p-+m-xileno los meses Abril 2005 y Junio 2008, son más altos que los demás períodos estudiados; los compuestos Etilbenceno y o-xileno son muy cercanos en los períodos expuestos, reflejando también que abril 2005 para o-xileno y Etilbenceno en junio 2008, son moderadamente más altos que el resto de los períodos contrastados.

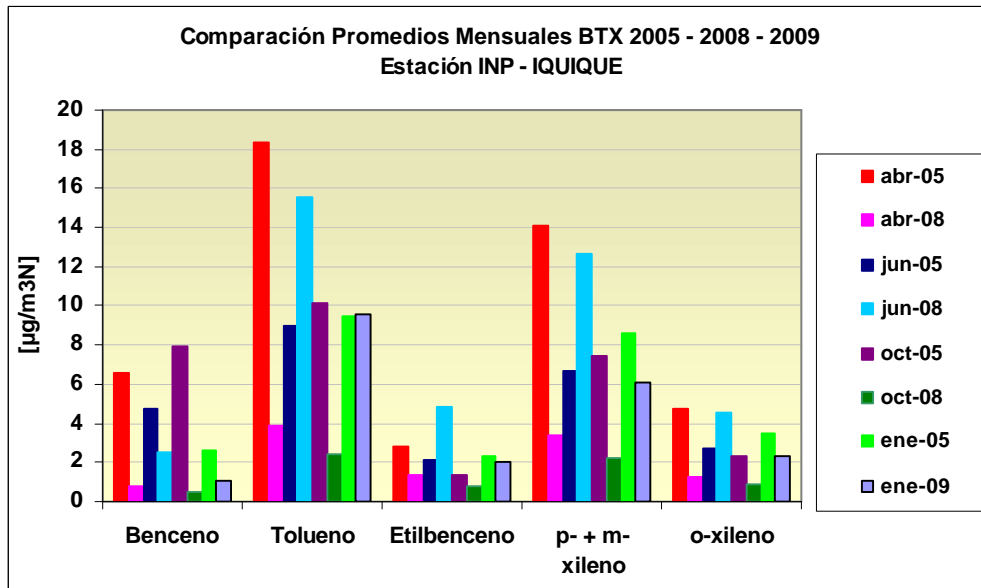


Gráfico 32. Comparación mediciones BTEX Estación (INP) Año 2005 v/s Año 2008. Período Otoño. Iquique.

5.3 Comportamiento de parámetro crítico Material Particulado respirable MP10 en Arica.

El Gráfico 33, muestra una comparación de las mediciones realizadas del material particulado respirable MP<sub>10</sub> realizado el año 2005 v/s las mediciones del año 2009 en la Estación (ACAS). Observamos que las mediciones son mas bajas el año 2009 con respecto al 2005.

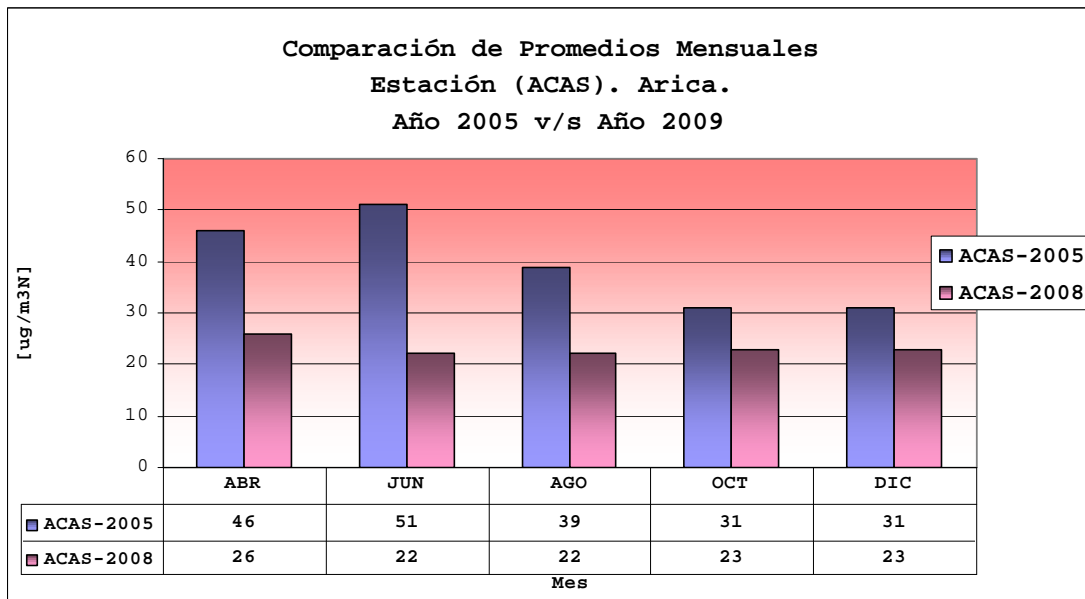
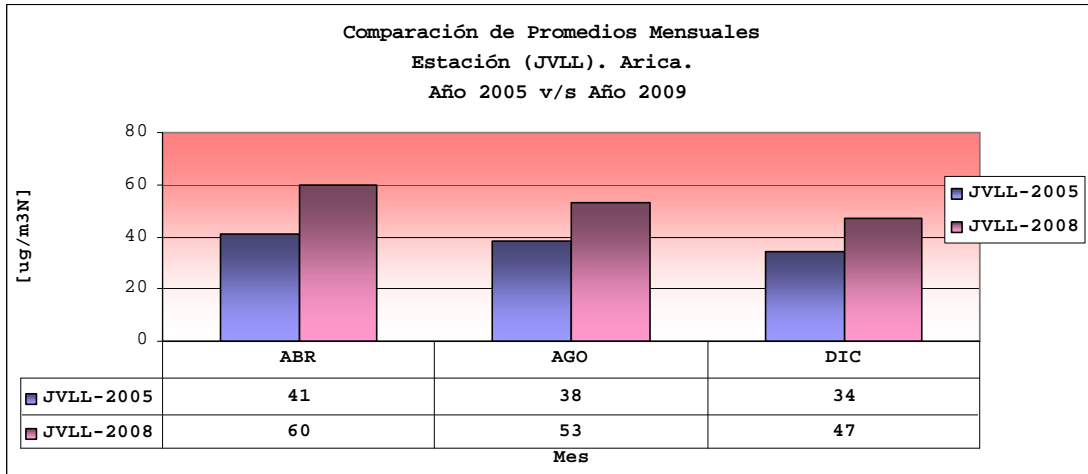


Gráfico 33. Comparación de Promedios mensuales Estación (ACAS). Año 2005 v/s Año 2009. Arica.

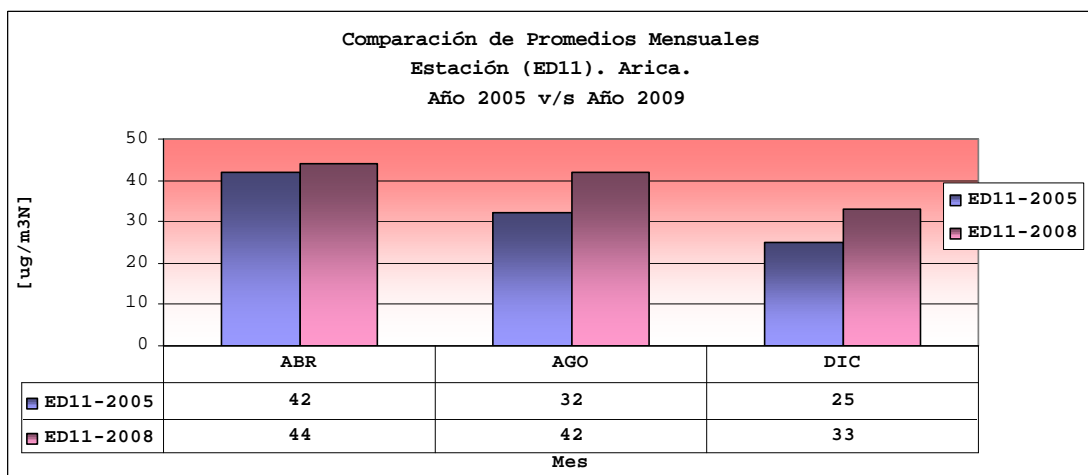
El **Gráfico 34**, muestra una comparación de las mediciones realizadas del material particulado respirable  $MP_{10}$  realizado el año 2005 v/s las mediciones del año 2009 en la Estación (JVLL). Observamos que las mediciones son mas altas el año 2009 con respecto al 2005.



**Gráfico 34.** Comparación de Promedios mensuales Estación (JVLL). Año 2005 v/s Año 2009. Arica.

Por lo tanto podemos concluir que el sector Junta Vecinal Los Laureles mantiene su situación de sector detectado el año 2005, como critico por material particulado respirable  $MP_{10}$ .

El **Gráfico 35**, muestra una comparación de las mediciones realizadas del material particulado respirable  $MP_{10}$  realizado el año 2005 v/s las mediciones del año 2009 en la Estación (ED11). Observamos que las mediciones son mas altas el año 2009 con respecto al 2005.



**Gráfico 35.** Comparación de Promedios mensuales Estación (ED11). Año 2005 v/s Año 2009. Arica.

## 6. Postular una propuesta de gestión para resolver las excedencias.

### 6.1 Propuesta de Gestión para el contaminante Material Particulado.

Para evaluar la calidad del aire son utilizadas las normas las cuales nos entregan, dependiendo del contaminante valores de cumplimiento diario, mensual y anual. Su evaluación para la mayoría de los casos requiere de mediciones trianuales año calendario para su aplicación y evaluación de cumplimiento.

Por otro lado, la aplicación de una Norma a una Estación de monitoreo requiere que este validada por la Autoridad Sanitaria de la Región y que cumpla con los criterios de Estación con Representatividad Poblacional para partículas (EMRPP). Si bien los sitios fueron visitados en conjunto con la autoridad ambiental de Iquique y Arica, ninguna de las Estaciones fue validada a través de un Decreto por parte de Autoridad Sanitaria de la Región. El objetivo principal de este estudio, fue el levantamiento de información para el seguimiento de la contaminación por partículas fracción  $MP_{10}$  en Iquique y Arica y un Diagnóstico en la comuna de Alto Hospicio del contaminante material particulado fracción  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ . Los periodos y programas de medición fueron variables según lo solicitado por CONAMA I Región, basados en los resultados del estudio realizado el año 2005, por tal razón en todos los análisis realizados fueron utilizadas, a modo de referencia la norma primaria de material particulado respirable D.2 59, con la observación que para su aplicación son requeridos 3 años de medición como lo indique este Decreto.

Por lo tanto presentamos para cada Estación una propuesta de gestión basado en los resultados obtenidos y en el entendido que solo es de carácter referencial dado que los periodos monitoreados son menores a 3 años y las estaciones no fueron validadas por la autoridad sanitaria.

#### 6.1.1 Estaciones emplazadas en Iquique.

##### 6.1.1.1. Estación Bajo Molle (BMOL).

Analizado el período de mediciones (12 meses) y los resultados obtenidos en este Sitio, utilizando como valores de referencia las Normas primarias de Calidad del Aire para el contaminante  $MP_{10}$ , para ambas Normas (período corto y largo), esta estación supera los valores normados. Por lo tanto, ameritaría por parte de la Autoridad ambiental, implementar un programa de seguimiento utilizando Monitoreo automático continuo para contaminante fracción  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en este Sector implementando una EMRPP para evaluar el cumplimiento de la Norma en un período calendario de 3 años, incorporando además una Estación Meteorológica básica que mida la Magnitud del Viento, Dirección del Viento, Temperatura y Radiación solar con el objeto de efectuar los análisis perfiles diarios, evolución de las medias diarias del contaminante material particulado comparando y discriminando la fracción fina de la gruesa y sus efectos en salud, Rosas de contaminación y otros.

#### **6.1.1.2. Estación INP (INP).**

Basado en los resultados obtenidos, con la observación que corresponde a un período total de 6 meses, con mediciones mes por medio y frecuencia de muestreo 1 cada 3 días, realizando una comparación con el valor utilizado como referencia de la norma primaria del contaminante material particulado respirable  $MP_{10}$ , esta estación no presenta superación de las normas utilizadas. Por lo tanto, no ameritaría un Programa de monitoreo para este sitio.

#### **6.1.2 Estaciones emplazadas en Arica.**

##### **6.1.2.1. Estación Casino de Arica (ACAS).**

Basado en los resultados del período analizado y considerando que corresponde a una muestra de solo 6 meses, mes por medio de medición, utilizando como referencia la Norma primaria de Material Particulado respirable período corto y largo, este sitio presentó todas las mediciones por debajo de estos valores, por lo tanto no se justifica implementar un Programa de seguimiento para este contaminante.

##### **6.1.2.2. Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL).**

Esta Estación, a pesar de tener un período menor de mediciones, presentó las mayores concentraciones promedio comparativamente con el resto de las Estaciones (ACAS y ED11). Por lo tanto, ameritaría por parte de la Autoridad ambiental, implementar un programa de seguimiento utilizando Monitoreo continuo para contaminante fracción  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en este Sector implementando una EMRPP para evaluar el cumplimiento de la Norma en un período calendario de 3 años, incorporando además una Estación Meteorológica básica que mida la Magnitud del Viento, Dirección del Viento, Temperatura y Radiación solar con el objeto de efectuar los análisis perfiles diarios, evolución de las medias diarias del contaminante material particulado comparando y discriminando la fracción fina de la gruesa y sus efectos en salud, Rosas de contaminación y otros.

##### **6.1.2.3. Estación Escuela D11 (ED11).**

Basado en los resultados del período analizado y considerando que corresponde a una muestra de solo 6 meses, mes por medio de medición, utilizando como referencia la Norma primaria de Material Particulado respirable período corto y largo, este sitio presentó la mayoría de las mediciones por debajo de estos valores. Si bien registró un valor promedio de 24 horas por sobre el valor referencia de  $150 [\mu g/m^3 N]$ . Este valor pudo estar determinado por algún impacto local puntual que no corresponde al comportamiento de los otros meses, por lo tanto no se justifica implementar un Programa de seguimiento para este contaminante.

### **6.1.3 Estaciones emplazadas en Alto Hospicio.**

#### **6.1.3.1. Estación Jardín Infantil (JINF).**

Basado en los resultados obtenidos, con la observación que corresponde a un período total de 6 meses, con mediciones mes por mes y frecuencia de muestreo 1 cada 3 días, realizando una comparación con el valor utilizado como referencia de la norma primaria del contaminante material particulado respirable  $MP_{10}$ , esta estación si bien no presenta superación de las normas utilizadas, los valores promedios están muy cercano al valor normal anual de referencia, además esta comuna es nueva y con gran actividad de construcción y remodelación. Por lo tanto, ameritaría por parte de la Autoridad ambiental, implementar un programa de seguimiento utilizando Monitoreo continuo para contaminante fracción  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en este Sector implementando una EMRPP para evaluar el cumplimiento de la Norma en un período calendario de 3 años, incorporando además una Estación Meteorológica básica que mida la Magnitud del Viento, Dirección del Viento, Temperatura y Radiación solar con el objeto de efectuar los análisis perfiles diarios, evolución de las medias diarias del contaminante material particulado comparando y discriminando la fracción fina de la gruesa y sus efectos en salud, Rosas de contaminación y otros.

#### **6.1.3.2. Estación Hospital Dr. Héctor Reyno (HOSP).**

Basado en los resultados obtenidos, con la observación que corresponde a un período total de 10 meses y frecuencia de muestreo 1 de cada 3 días, realizando una comparación con el valor utilizado como referencia de la norma primaria del contaminante material particulado respirable  $MP_{10}$ , esta estación no presenta superación de las normas utilizadas. Si comparamos la fracción fina, encontramos superación utilizando la norma referencia de la EPA para este contaminante. Por lo tanto, recomendamos mantener en la comuna de Alto Hospicio, en el sector norte una EMRPP para realizar el seguimiento de ambas fracciones  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ .

### **6.2 Propuesta de Gestión para los BTEX.**

Los compuestos orgánicos volátiles medidos con la técnica pasiva BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) no tienen norma en Chile. El Benceno tiene una Norma Internacional de la Comunidad Europea denominada CAFE, cuyo valor es de 5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ]. Como el objeto de este estudio fue realizar un seguimiento de estas variables en Iquique (Estación (INP) y Estación (BCI) y un Diagnóstico en Alto Hospicio ( Estación (HOSP) y Estación (JINF) por un periodo total de 6 meses. En forma estimativa, podemos efectuar un análisis del promedio obtenido mensualmente del Benceno y compararlo con el valor Norma anual CAFE.



**6.2.1 Estaciones emplazadas en Iquique.**

**6.2.1.1. Estación (INP).**

Basado en los resultados obtenidos, con la observación que corresponde a un período total de 6 meses, con mediciones mes por medio, realizando una comparación con el valor utilizado como referencia de la norma anual CAFE esta estación no presento ningún promedio mensual por sobre este valor. Por lo tanto, no ameritaría un Programa de monitoreo para este sitio.

**6.2.1.2. Estación (BCI).**

Basado en los resultados obtenidos, con la observación que corresponde a un período total de 6 meses, con mediciones mes por medio, realizando una comparación con el valor utilizado como referencia de la norma anual CAFE esta estación no presento ningún promedio mensual por sobre este valor. Por lo tanto, no ameritaría un Programa de monitoreo para este sitio.

**6.2.2 Estaciones emplazadas en Alto Hospicio.**

**6.2.2.1. Estación (HOSP).**

Basado en los resultados obtenidos, con la observación que corresponde a un período total de 6 meses, con mediciones mes por medio, realizando una comparación con el valor utilizado como referencia de la norma anual CAFE esta estación no presento ningún promedio mensual por sobre este valor. Por lo tanto, no ameritaría un Programa de monitoreo para este sitio.

**6.2.2.2. Estación (JINF).**

Basado en los resultados obtenidos, con la observación que corresponde a un período total de 6 meses, con mediciones mes por medio, realizando una comparación con el valor utilizado como referencia de la norma anual CAFE esta estación no presento ningún promedio mensual por sobre este valor. Por lo tanto, no ameritaría un Programa de monitoreo para este sitio.

## **7. Conclusiones.**

### **7.1 Conclusiones Generales para Iquique.**

1. Respecto de las mediciones realizadas en el sector Bajo Molle, resultado de la campaña especial de medición para el seguimiento de la Calidad del Aire por material particulado en suspensión fracción  $MP_{10}$ , se puede concluir que de las 3 Estaciones instaladas, 2 de ellas, Estación Bajo Molle (BMOL) y Estación Alto Arquen (AAR), registraron las mayores concentraciones promedio 24 horas, con valores máximos de 355 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] y 281 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] respectivamente. Esto corrobora que existen fuentes Fijas y Móviles en el Sector de Bajo Molle y sus alrededores que están impactando en la población y su medio ambiente.
2. Debido a que la Estación (BMOL) superó por 10 días en Valor norma de referencia para período corto, fue seleccionada para mantener el muestreo permanente por un período de 12 meses con una frecuencia menor a la estipulada en los TDR, modificando la frecuencia de 1 de cada 3 días a día por medio. Al aplicar la Norma D.S 59, Estación Monitorea de Representatividad Poblacional para  $MP_{10}$  (EMRP), se considera sobre pasada cuando antes de concluir el primer período anual de mediciones existan mediciones sobre 150 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] por más de 7 días. Esta Estación registró un total de 16 días en todo el período de medición sobre el valor Normado, por tanto, ameritaría por parte de la Autoridad ambiental, implementar un programa de seguimiento utilizando Monitoreo continuo para contaminante fracción  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en este Sector implementando una EMRPP para evaluar el cumplimiento de la Norma en un período calendario de 3 años, incorporando además una Estación Meteorológica básica que mida la Magnitud del Viento, Dirección del Viento, Temperatura y Radiación solar.
3. Respecto a la Norma Anual de Referencia para 12 meses se mantienen por sobre el valor Norma Anual utilizado como comparación, de 50 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], con un promedio de 80 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ].
4. La Estación (INP), todas los promedios diarios están por debajo del valor de la norma promedio de 24 horas, el valor máximo registrado fue de 103 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], registrada el 6 de Abril del 2008.

5. La Estación (INP) en relación a los promedios mensuales respecto del valor norma anual, solo 2 meses estuvieron por sobre valor normado (Abril y Junio 2008) y el mes de Enero del 2009, ligeramente por debajo de esta valor, 49 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ].
6. Efectuando una comparación de los promedios mensuales de las mediciones realizadas en el sector Bajo Molle el año 2005 v/s 2009, igual período de medición, los promedios son más altos los meses de Febrero y Junio año 2009, los meses de Mayo y Septiembre son muy parecidos y por último en mes de octubre registro un promedio más bajo el 2009 con respecto al 2005.
7. Por lo tanto podemos concluir que el sector de bajo molle mantiene su situación de sector detectado el año 2005, como crítico por material particulado respirable  $\text{MP}_{10}$ .
8. Efectuando una comparación de las mediciones realizadas de BTEX, en promedio las mediciones tanto en la Estación (BCI) como la Estación (INP) del periodo monitoreado, año 2005 v/s año 2009, están mas bajas.
9. De las especiación de filtros realizados en la Ciudad de Iquique, considerando que solo se cuenta con una Norma chilena para el Plomo y dadas las razones antes expuesta de la forma de calculo de esta Norma, solo fue posible efectuar análisis estimativos calculando promedios anuales en función a los análisis efectuados, el 100% de las muestras están bajo el límite de detección del método.
10. Si comparamos los valores con el valor de referencia anual de la Comunidad Europea (Proyecto CAFE de 6 [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]), Iquique registro un promedio de 6 [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]. Comparativamente con el año 2005, el valor promedio registrado el 2009 ligeramente más bajo.
11. Todos las muestras analizadas de material particulado  $\text{MP}_{10}$  elemento Cadmio, estuvieron bajo el limite de detección del método utilizado para su determinación.

## **7.2 Conclusiones Generales para Alto Hospicio.**

1. De las mediciones realizadas en Alto Hospicio, por material particulado fracción  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ , se puede concluir que; las Estaciones de (HOSP) y (JINF), al comparar los promedios de 24 horas con el valor de la norma período corto, la mayoría de las mediciones estuvieron por debajo del valor normado. La concentración más alta registrada fue de 157 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] en la Estación (JINF) en el mes de Agosto, y para la Estación (HOSP) 134 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ] registrada en Julio.
2. De las 2 Estaciones emplazadas en la comuna de Alto Hospicio, la Estación (JINF), registra concentraciones diarias más altas que la Estación (HOSP). Por ser la comuna de Alto Hospicio nueva y que esta en constantes procesos de reconstrucción y remodelación, lo que implica mayores emisiones de material particulado, recomendamos implementar un Programa de monitoreo del contaminante material particulado del tipo continuo de la fracción  $MP_{10}$  e incorporar la fracción fina ( $MP_{2.5}$ ) dado los resultados obtenidos en la Estación (HOSP), complementando las mediciones con Meteorología nivel superficial (Magnitud del Viento, Dirección del Viento, Temperatura y Radiación solar). Implementar una EMRPP para evaluar el cumplimiento de la Norma en un período calendario de 3 años.
3. Al comparar los promedios mensuales con respecto al valor de la norma anual, para el período de estudio, la Estación (JINF), registro 2 promedios por sobre el valor norma anual. En tanto la Estación (HOSP), de los promedios mensuales registrados, 3 estuvieron por sobre o igual valor de la norma.
4. Al analizar los valores promedio de 24 horas de material particulado fino ( $MP_{2.5}$ ), de la Estación (HOSP) y comparándolos con el valor de referencia EPA de 35 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ], se supero en 4 oportunidades el valor norma del período analizado.
5. En tanto la Estación (HOSP), respecto a los promedios mensuales registrados, 5 promedios estuvieron por sobre o igual valor de la norma referencia EPA para material particulado fino de 15 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ].
6. Efectuando una comparación de las mediciones realizadas de BTEX, en promedio las mediciones tanto en la Estación (HOSP) como la Estación (JINF), las concentraciones promedio mensuales son mas altas en esta última Estación.
7. Efectuando una comparación de los promedios mensuales con el valor de referencia anual del Benceno, ambas estaciones están por debajo de esta valor ( 5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ]).

8. De la especiación de filtros realizados en la comuna de Alto Hospicio, considerando que solo se cuenta con una Norma chilena para el Plomo y dadas las razones antes expuesta de la forma de calculo de esta Norma, solo fue posible efectuar análisis estimativos calculando promedios anuales en función a los análisis efectuados, el 100% de las muestras están bajo el límite de detección del.
9. Si comparamos los valores con el valor de referencia anual de la Comunidad Europea (Proyecto CAFE de 6 [ng/m<sup>3</sup>]), Alto Hospicio registro un promedio de 37 [ng/m<sup>3</sup>N], valor por sobre este valor de referencia, con un máximo de promedio de 314 [ng/m<sup>3</sup>N]. Por lo tanto recomendamos incorporar a las mediciones continuas de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>, un equipo discreto para la toma de muestra y vigilancia de este elemento.
10. Todos las muestras analizadas de material particulado MP<sub>10</sub> de Cadmio, estuvieron bajo el limite de detección del método.

### **7.3 Conclusiones Generales para Arica.**

1. De las mediciones realizadas en Arica, por material particulado fracción MP<sub>10</sub>, se puede concluir que; las Estaciones de (ACAS), (JVLL) y (ED11), al comparar los promedios de 24 horas con el valor de la norma período corto, todas las mediciones están por debajo del valor normado, salvo un valor puntual registrado durante el mes de Enero en la estación ACAS, con un valor de 184 [µg/m<sup>3</sup>N].
2. De las 3 Estaciones emplazadas en Arica, la Estación (JVLL), registra concentraciones diarias más altas con respecto a las Estaciones (ACAS) y (ED11).
3. Al comparar los promedios mensuales con respecto al valor de la norma anual, para el período de estudio, la Estación (JVLL), los 2 promedios mensuales registrados estuvieron por sobre el valor norma anual. En tanto la Estación (ED11), los 3 promedios mensuales registrados estuvieron cercanos al valor de la norma.
4. Al comparar las mediciones realizada en el estudio del año 2005 v/s año 2009, igual periodo de medición, exceptuando la Estación (ACAS), las Estaciones (JVLL) y (ED11) presentaron promedios más altos el año 2009 respecto al año 2005. Dado que la Estación (JVLL) esta emplazada en un sector con importante fuentes emisoras de material particulado y por registrar las mayores concentraciones de MP<sub>10</sub>, recomendamos implementar un programa de seguimiento utilizando Monitoreo continuo para contaminante fracción MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> en este Sector implementando una EMRPP para evaluar el cumplimiento de la Norma en un período calendario de 3 años, incorporando

además una Estación Meteorológica básica que mida la Magnitud del Viento, Dirección del Viento, Temperatura y Radiación solar y un equipo discreto para la toma de muestra para su especiación química.

5. Si comparamos los valores con el valor de referencia anual de la Comunidad Europea (Proyecto CAFE de 6 [ng/m<sup>3</sup>]), Arica registro un promedio de 13 [ng/m<sup>3</sup>N], valor por sobre este valor de referencia, con un máximo de promedio de 30 [ng/m<sup>3</sup>N]. Recomendamos mantener la supervisión de este elemento incorporando al sistema de medición continuo de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>, un equipo discreto para la toma de muestra y vigilancia de este elemento.
6. Todas las muestras analizadas de material particulado MP<sub>10</sub> de Cadmio, estuvieron bajo el límite de detección del método.

## **8. Bibliografías.**

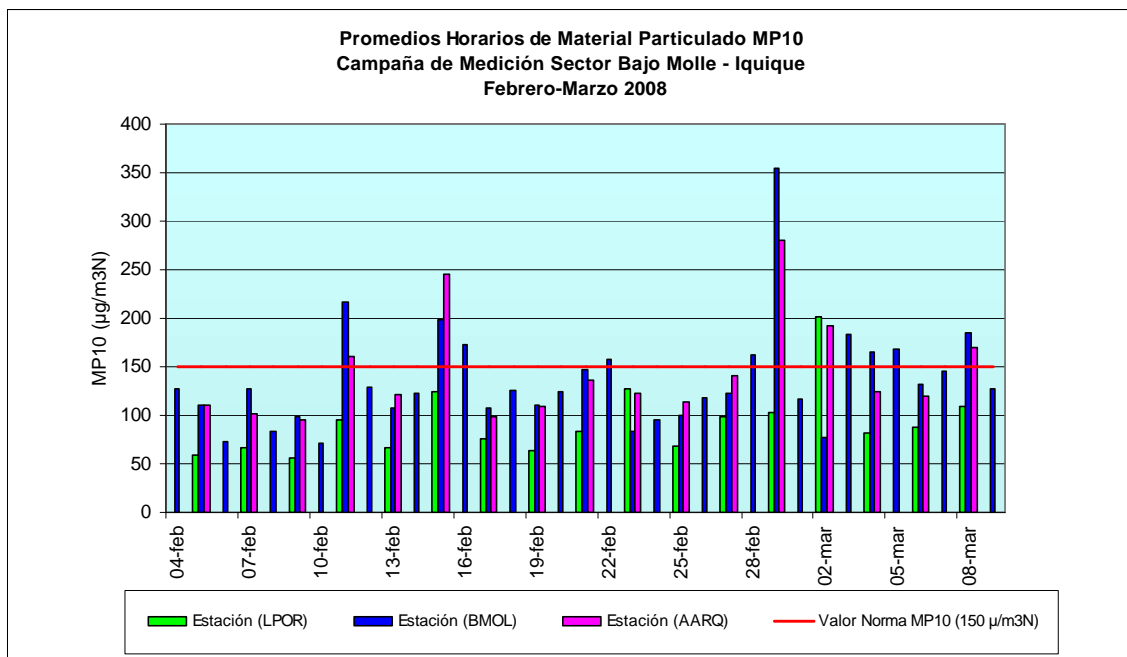
1. Estudio " Campaña Caracterización Aerosoles Secundarios". Universidad de Concepción Facultad de Química, Dr. Dietrich von Baer, Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento Química Ambiental, Dr. Francisco Cereceda. 2000-2002-2003.
2. An urban photochemistry study in Santiago de Chile. Atmospheric Environment, Volume 39, Issue 16, May 2005, Pages 2913-2931. B. Rappenglück, R. Schmitz, M. Bauerfeind, F. Cereceda-Balic, D. von Baer, H. Jorquera, Y. Silva and P. Oyola
3. INTEC-CHILE. "Estudio Diagnostico y Mejoramiento integral de la medición de la Contaminación del Aire en la Región metropolitana". Estudio solicitado por SESMA con fondos MIDEPLAN. 1996.
4. EPA. "Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems". U.S EPA, Office of Research and development, Research Triangle Park. N.C EPA-600/R-94/038B-D. 1994.
5. Estudio " DIAGNOSTICO Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS COMUNAS DE ARICA E IQUIQUE", CONAMA I. 2005.
6. Normas Ambientales dictadas bajo la Ley de Bases del Medio Ambiente N 19.300". Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2003.

**ANEXO 1.**

**1. Resultados de mediciones realizadas en la Campaña Especial de Material Particulado MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>.**

Los siguientes Gráficos muestran los resultados de las mediciones realizadas en Iquique, tanto en la campaña de medición efectuada en el sector Bajo Molle (Estación condominio La Portada (LPOR), Estación condominio Bajo Molle (BMOL) y Estación condominio Alto Arquen (AAR) y de la Estación INP (INP), período de medición de Febrero - Marzo 2008.

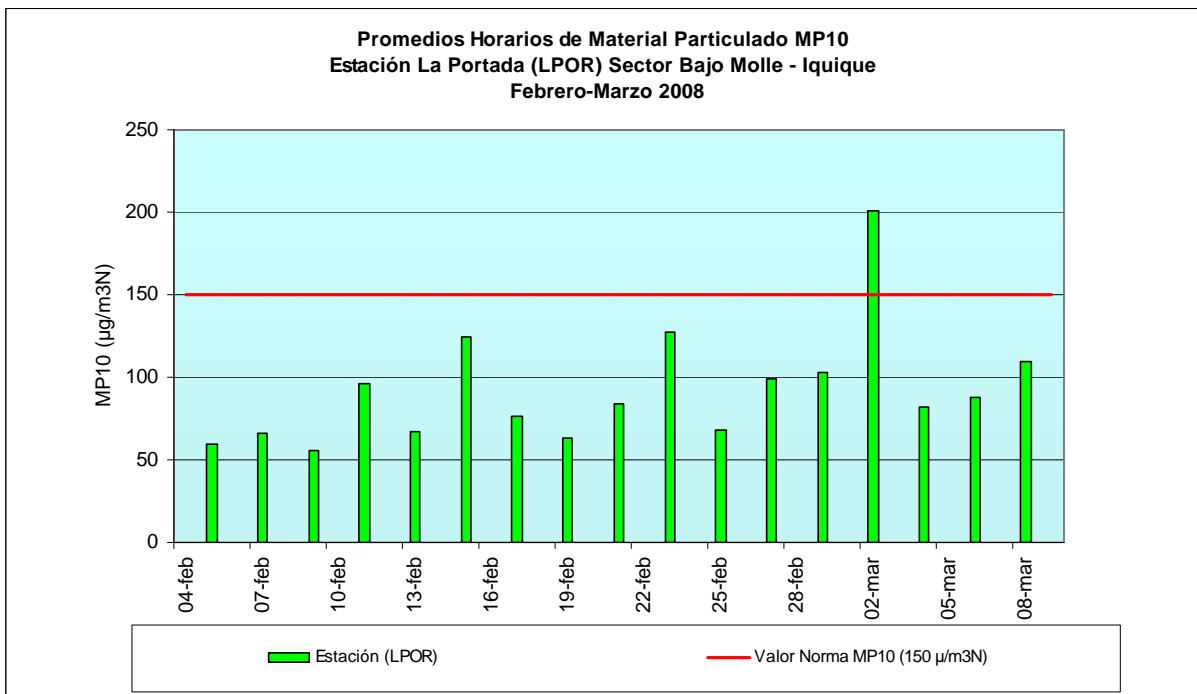
El **Grafico 1**, muestra los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en las 3 Estaciones del sector Bajo Molle durante 5 semanas, con objeto de evaluar los Niveles de Material Particulado respirable fracción MP<sub>10</sub> e identificar la Estación que se mantendría hasta Enero de 2009.



**Grafico 1.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub> efectuadas en el sector Bajo Molle efectuadas del 4 de Febrero al 9 de Marzo de 2008. Iquique.

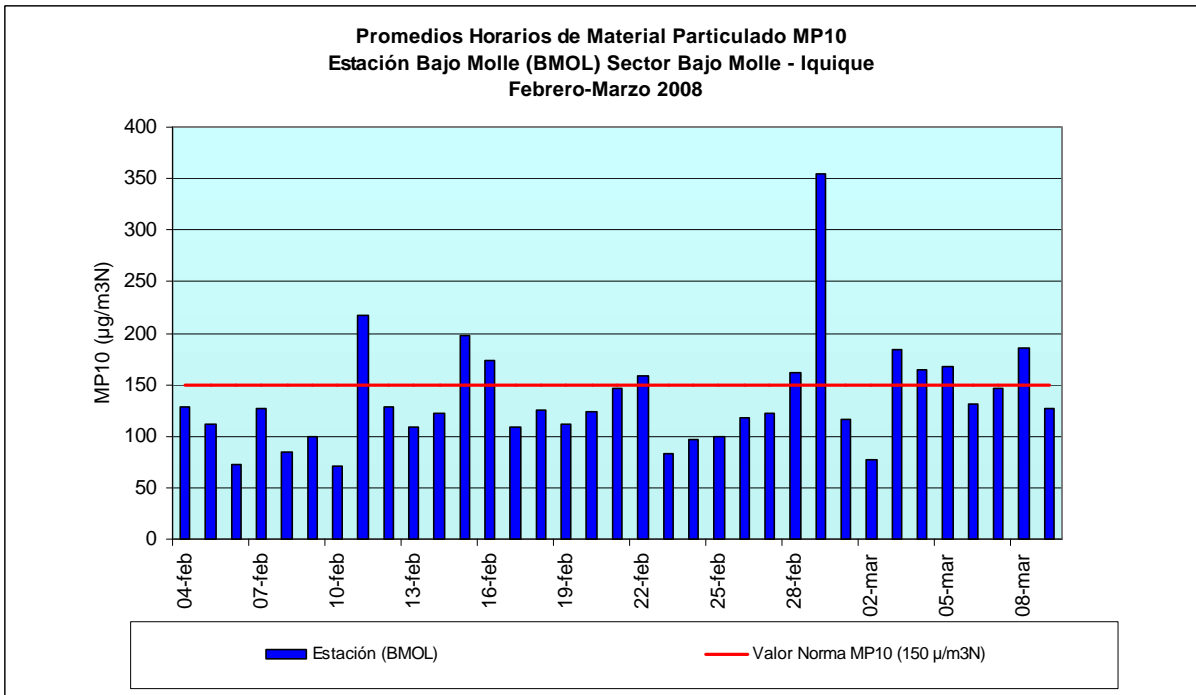
Como podemos observar en el **Grafico 1**, comparando los resultados de las mediciones con el valor de Norma  $MP_{10}$ , período corto de 24 horas de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para el período de análisis del 4 de Febrero al 9 de Marzo de 2008, la Estación La Portada (LPOR), barras de color verde, 1 día registró concentración por sobre el valor norma, en tanto la Estación Alto Arquen (AAR), barras de color fucsia, registró 5 días concentraciones por sobre el valor norma, mientras que en la Estación Bajo Molle (BMOL), barras azul, se registraron 10 días concentraciones por sobre el valor norma.

Los siguientes Gráficos muestran los resultados por cada Estación de las mediciones realizadas en la Campaña especial de medición de Material Particulado período del 4 de Febrero al 9 de Marzo 2008.

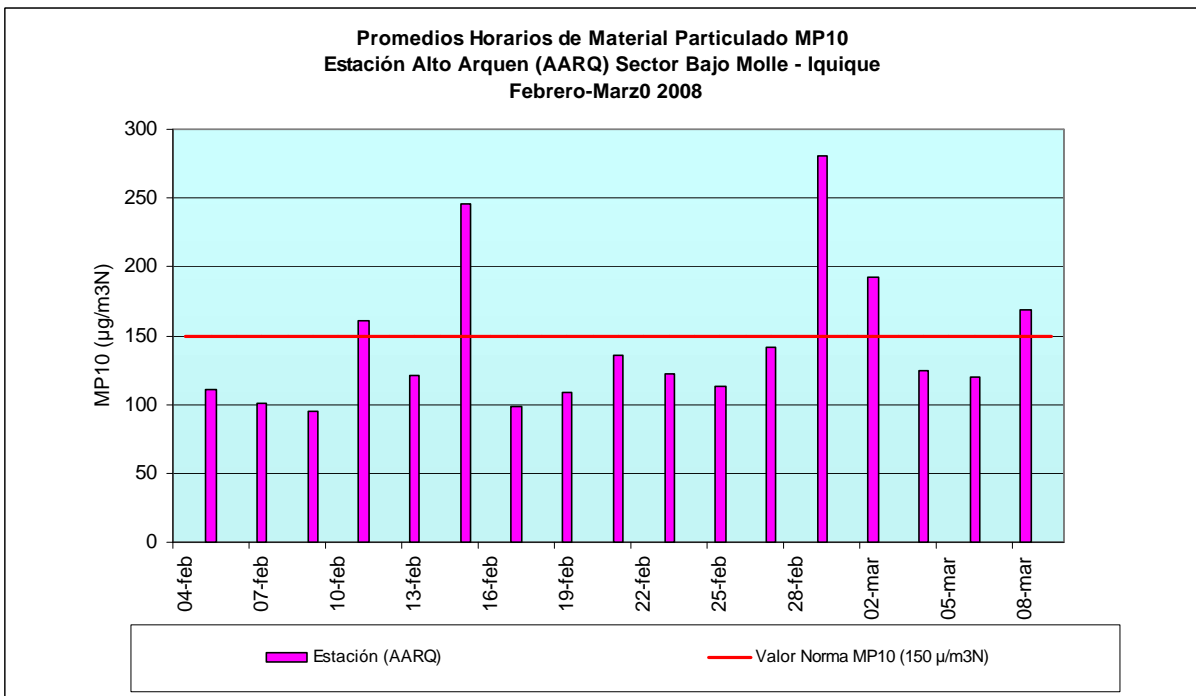


**Grafico 2.** Resultados de mediciones de Material Particulado  $MP_{10}$  Estación La Portada (LPOR) Sector Bajo Molle. Iquique.





**Grafico 3.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Bajo Molle (BMOL) Sector Bajo Molle. Iquique.



**Grafico 4.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>10</sub> Estación Alto Arquen (AARQ) Sector Bajo Molle. Iquique.

La Tabla 1, muestra un resumen de estadísticos básicos elaborados para cada Estación emplazadas en el sector Bajo Molle, donde también se refleja que la Estación (BMOL), registró las mayores concentraciones de Material Particulado respirable MP<sub>10</sub>.

| Estación La Portada (LPOR)<br>MP10-2008<br>4 Febrero al 9 Marzo<br>Muestreo 24 Horas (Día por medio) |        | Estación Bajo Molle (BMOL)<br>MP10-2008<br>4 Febrero al 9 Marzo<br>Muestreo 24 Horas (Diario) |         | Estación Alto Arquen (AARQ)<br>MP10-2008<br>4 Febrero al 9 Marzo<br>Muestreo 24 Horas (Día por medio) |         |
|--|--------|---|---------|---|---------|
| Estadístico  | Valor  | Estadístico   | Valor   | Estadístico   | Valor   |
| N  | 17     | N   | 35      | N   | 17      |
| Máximo (µg/m <sup>3</sup> N)   | 201    | Máximo (µg/m <sup>3</sup> N)  | 355     | Máximo (µg/m <sup>3</sup> N)  | 281     |
| Valor Norma 24 Horas (µg/m <sup>3</sup> N)   | 150    | Valor Norma 24 Horas (µg/m <sup>3</sup> N)  | 150     | Valor Norma 24 Horas (µg/m <sup>3</sup> N)  | 150     |
| Valor >= 150 (µg/m <sup>3</sup> N)   | 1 día  | Valor >=150 (µg/m <sup>3</sup> N)   | 10 días | Valor >=150 (µg/m <sup>3</sup> N)   | 5 días  |
| Valor >=120 (µg/m <sup>3</sup> N)  | 3 días | Valor >=120 (µg/m <sup>3</sup> N)   | 21 días | Valor >=120 (µg/m <sup>3</sup> N)   | 11 días |

**Tabla 1.** Estadísticas básicas de Muestreos Diarios de MP<sub>10</sub>.

Estaciones de medición de Material Particulado MP<sub>10</sub>.

Período medición del 4 de Febrero al 9 de Marzo de 2008. Sector Bajo Molle. Iquique.

Si efectuamos una comparación con el valor norma de material particulado respirable período corto, de los 17 muestreos realizados de MP<sub>10</sub> en la Estación La Portada (LPOR), 1 día se registró un valor por sobre el valor de la norma, de 201 [ug/m<sup>3</sup>N]. A modo de referencia si comparamos los resultados con la futura norma, período corto que comenzaría a regir a partir del año 2012, este valor superaría 3 días con valores igual o por sobre este valor norma de 120 [ug/m<sup>3</sup>N]. Esta Estación (LPOR) obtuvo registros menores de MP<sub>10</sub>, comparado con las mediciones obtenidas en la Estación Bajo Molle (BMOL) y Estación Alto Arquen (AAR).

Al efectuar una comparación con el valor de norma de material particulado respirable período corto, se observa que de los 35 muestreos realizados de MP<sub>10</sub> en la Estación Bajo Molle (BMOL), 10 días se registró superación del valor norma, con un registro máximo del período de medición de 355 [ug/m<sup>3</sup>N].

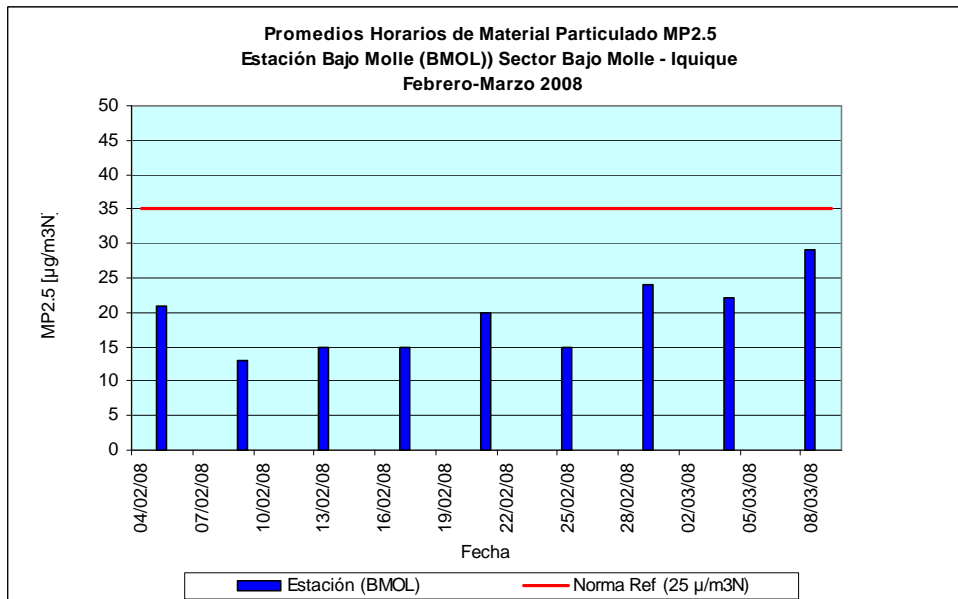
Si se compara los resultados con la futura norma período corto que comenzaría a regir a partir del año 2012, este valor se superaría por 21 días, con registros igual o por sobre este valor de la norma. En esta Estación se obtuvieron los registros de las mayores concentraciones de MP<sub>10</sub>. Bajo estas circunstancias, aplicando la norma para material particulado MP<sub>10</sub>, referida a Estaciones Monitoras que tengan la característica de Estación Monitora con Representatividad Poblacional para MP<sub>10</sub> (EMRP), la Estación (BMOL) se consideraría sobre pasada cuando, antes de concluir el primer período anual de mediciones, existan mediciones sobre 150 [ug/m<sup>3</sup>N] por más de 7 días, esta Estación registro un total de 10 días. Con estos antecedentes se debería mantener mediciones en esta Estación por un período mayor a lo estipulado en este Estudio, y poder evaluar el cumplimiento de la Norma tanto para período corto como largo.

Respecto a la Estación Alto Arquen, si se compara el valor de norma de material particulado respirable período corto, de los 17 muestreos realizados de MP<sub>10</sub>, 5 días se registró superación de valor Norma, la concentración máxima fue de 281 [ug/m<sup>3</sup>N]. Si comparamos los resultados con la futura norma período corto, se vería superado el valor por 11 días con registros de datos igual o por sobre el valor de la norma de 120 [ug/m<sup>3</sup>N].

Al comparar esta Estación con la Estación (LPOR), registró concentraciones mayores de MP<sub>10</sub>. Y concentraciones similares al compararla con la Estación Bajo Molle (BMOL).

Con los resultados de las mediciones efectuadas en la Campaña realizada en el sector Bajo Molle, la Estación que fue seleccionada para el seguimiento de las mediciones de Calidad del Aire para MP<sub>10</sub>, fue Estación Bajo Molle (BMOL), donde se mantendrán las mediciones hasta Enero de 2009.

El **Grafico 5**, muestra los resultados obtenidos de las mediciones del material particulado MP<sub>2.5</sub> efectuadas en la Estación (BMOL).



**Grafico 5.** Resultados de mediciones de Material Particulado MP<sub>2.5</sub> Estación Bajo Molle (BMOL) Sector Bajo Molle. Iquique.

La **Tabla 2**, muestra las estadísticas básicas de las mediciones realizadas en la campaña de medición realizada en el sector Bajo Molle, Estación Bajo Molle (BMOL) del contaminante Material Particulado MP<sub>2.5</sub>. De todas mediciones realizadas, ningún valor registrado promedio 24 horas, estuvo por sobre el valor de referencia EPA (nuevo) utilizado de 35 [µg/m<sup>3</sup>N], siendo el valor más alto de 29 [µg/m<sup>3</sup>N].

| Estación Bajo Molle (BMOL).<br>MP <sub>2.5</sub><br>04.Febrero.2008 - 9.Marzo.2008<br>Muestreos de 24 Horas ( 1 cada 4 días) |       |
|--|-------|
| ESTADÍSTICO  | VALOR |
| N  | 9     |
| Máximo (µg/m <sup>3</sup> N)   | 29    |
| Valor Norma Referencia EPA 24 Horas (µg/m <sup>3</sup> N)  | 65    |
| Valores Referencia EPA >= 35 (µg/m <sup>3</sup> N)   | 0     |

**Tabla 2.** Estadísticas básicas de Muestreos Diarios de MP<sub>2.5</sub>. Estación Bajo Molle (BMOL) Iquique.

## **2. Resultados mediciones Meteorológicas Estación Bajo Molle (BMOL).**

En el Sector de Bajo Molle en Iquique fue instalado un mástil meteorológico instalando a 12 (metros) de altura un sensor integrado de dirección y magnitud de viento, marca MetOne, Modelo 034B. El Sensor fue orientado respecto al Norte Geográfico o Norte Verdadero, entregando promedios básicos de 15 minutos para la magnitud de la componente horizontal de viento en metros por segundo (m/s), la dirección del viento de la componente horizontal en grados sexagesimales (o) y la desviación estándar Sigma Tetha de la dirección del viento en grados (o).

Estos promedios básicos fueron integrados en promedios horarios mediante métodos de promediación consistentes. El viento es medido con respecto a la dirección desde donde sopla. Los vientos que soplan del Norte corresponden a 0 (°), los vientos soplan del Este corresponden a 90 (°), los vientos soplan del Sur corresponden a 180 (°) y los vientos soplan del Oeste corresponden a 270 (°). Las mediciones fueron realizadas nominalmente entre el 01/FEB/2008 y el 30/JUN/2008. El objetivo de estas mediciones fue principalmente el estimar el arrastre del polvo levantado por las actividades realizadas en las canteras del Sector de Bajo Molle respecto a los sectores poblacionales ubicados en el entorno.

La **Tabla 3**, muestra un resumen de todas las mediciones realizadas en el periodo de medición.

| TABLA DE FRECUENCIAS DE MAGNITUD DE VIENTO<br>ESTACION BAJO MOLLE<br>IQUIQUE<br>Promedios Horarios (1h)<br>01/Feb/2008-30/Jun/2008 |                       |            |             |             |             |        |                    |
|--|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------------------|
| Clases Magnitud de Viento  |                       |            |             |             |             |        |                    |
| Items  | Rangos<br>Direcciones | (m/s)      |             |             |             |        | Total              |
|  |                       | [0.4-2.8[  | [2.8-5.6[   | [5.6-8.4[   | [8.4-11.2[  | >=11.2 |                    |
|  |                       | (k/h)      |             |             |             |        |                    |
|  |                       | [1.4-10.1[ | [10.1-20.2[ | [20.2-30.2[ | [30.2-40.3[ | >=40.3 |                    |
| 1  | [348.75 - 11.25[ N    | 63         | 38          | 20          | 5           | 0      | 126                |
| 2  | [ 11.25 - 33.75[ NNE  | 61         | 30          | 12          | 0           | 0      | 103                |
| 3  | [ 33.75 - 56.25[ NE   | 52         | 21          | 16          | 0           | 0      | 89                 |
| 4  | [ 56.25 - 78.75[ ENE  | 82         | 19          | 5           | 1           | 0      | 107                |
| 5  | [ 78.75 - 101.25[ E   | 71         | 19          | 6           | 1           | 0      | 97                 |
| 6  | [101.25 - 123.75[ ESE | 38         | 42          | 19          | 7           | 4      | 110                |
| 7  | [123.75 - 146.25[ SE  | 34         | 29          | 79          | 44          | 22     | 208                |
| 8  | [146.25 - 168.75[ SSE | 24         | 7           | 15          | 17          | 12     | 75                 |
| 9  | [168.75 - 191.25[ S   | 25         | 4           | 0           | 0           | 0      | 29                 |
| 10   | [191.25 - 213.75[ SSW | 18         | 0           | 0           | 0           | 0      | 18                 |
| 11   | [213.75 - 236.25[ SW  | 44         | 1           | 3           | 0           | 2      | 50                 |
| 12   | [236.25 - 258.75[ WSW | 73         | 38          | 63          | 29          | 7      | 210                |
| 13   | [258.75 - 281.25[ W   | 139        | 185         | 108         | 5           | 0      | 437                |
| 14   | [281.25 - 303.75[ WNW | 118        | 89          | 28          | 1           | 0      | 236                |
| 15   | [303.75 - 326.25[ NW  | 100        | 104         | 23          | 0           | 1      | 228                |
| 16   | [326.25 - 348.75[ NNW | 60         | 46          | 28          | 6           | 0      | 140                |
| Sub-Total<br>Calma (<0.4 m/s)<br>Total Validos   |                       | 1002       | 672         | 425         | 116         | 48     | 2263<br>87<br>2350 |
| Validos  |                       |            |             |             |             |        | 2350               |
| Nulos  |                       |            |             |             |             |        | 1274               |
| Total  |                       |            |             |             |             |        | 3624               |

Tabla 3. Tabla de Frecuencias para los promedios horarios de viento. Estación Bajo Molle (BMOL). Febrero a Junio 2008. Iquique.

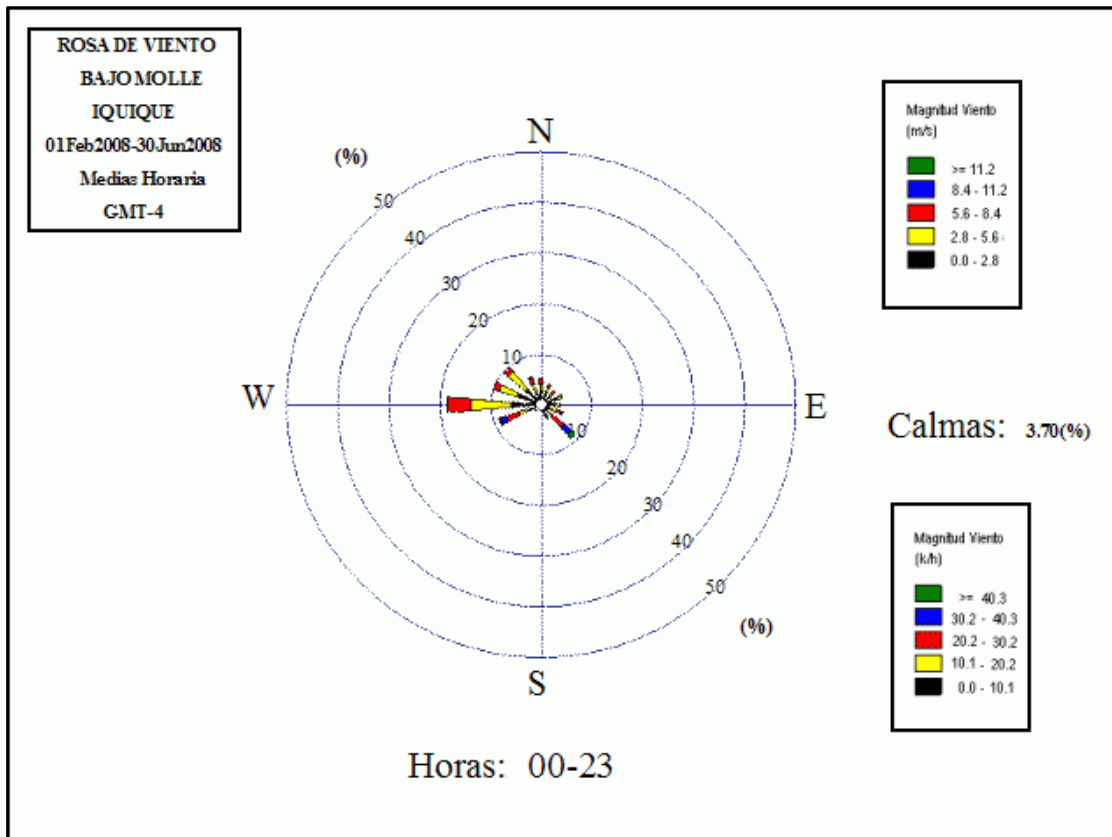
En general aprecia magnitudes de viento bajas, menores a 5 (m/s), predominando un modo del SO/O y un segundo modo del SE.

La **Tabla 4**, muestra la misma información que la Tabla 3 indicando los porcentajes respectivos.

| TABLA DE PORCENTAJES DE MAGNITUD VIENTO<br>ESTACION BAJO MOLLE<br>IQUIQUE<br>Promedios Horarios (1h)<br>01/Feb/2008-30/Jun/2008 |                       |            |             |             |             |        |              |
|---|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------------|
| Clases Magnitud de Viento   |                       |            |             |             |             |        |              |
| Items   | Rangos<br>Direcciones | (m/s)      |             |             |             |        | Total<br>(%) |
|   |                       | [0.4-2.8[  | [2.8-5.6[   | [5.6-8.4[   | [8.4-11.2[  | >=11.2 |              |
|   |                       | (k/h)      |             |             |             |        |              |
|   |                       | [1.4-10.1[ | [10.1-20.2[ | [20.2-30.2[ | [30.2-40.3[ | >=40.3 |              |
| 1   | [348.75 - 11.25[ N    | 2.7        | 1.6         | 0.9         | 0.2         | 0.0    | 5.4          |
| 2   | [ 11.25 - 33.75[ NNE  | 2.6        | 1.3         | 0.5         | 0.0         | 0.0    | 4.4          |
| 3   | [ 33.75 - 56.25[ NE   | 2.2        | 0.9         | 0.7         | 0.0         | 0.0    | 3.8          |
| 4   | [ 56.25 - 78.75[ ENE  | 3.5        | 0.8         | 0.2         | 0.0         | 0.0    | 4.5          |
| 5   | [ 78.75 - 101.25[ E   | 3.0        | 0.8         | 0.3         | 0.0         | 0.0    | 4.1          |
| 6   | [101.25 - 123.75[ ESE | 1.6        | 1.8         | 0.8         | 0.3         | 0.2    | 4.7          |
| 7   | [123.75 - 146.25[ SE  | 1.4        | 1.2         | 3.4         | 1.9         | 0.9    | 8.8          |
| 8   | [146.25 - 168.75[ SSE | 1.0        | 0.3         | 0.6         | 0.7         | 0.5    | 3.1          |
| 9   | [168.75 - 191.25[ S   | 1.1        | 0.2         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 1.3          |
| 10  | [191.25 - 213.75[ SSW | 0.8        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0    | 0.8          |
| 11  | [213.75 - 236.25[ SW  | 1.9        | 0.0         | 0.1         | 0.0         | 0.1    | 2.1          |
| 12  | [236.25 - 258.75[ WSW | 3.1        | 1.6         | 2.7         | 1.2         | 0.3    | 8.9          |
| 13  | [258.75 - 281.25[ W   | 5.9        | 7.9         | 4.6         | 0.2         | 0.0    | 18.6         |
| 14  | [281.25 - 303.75[ WNW | 5.0        | 3.8         | 1.2         | 0.0         | 0.0    | 10.0         |
| 15  | [303.75 - 326.25[ NW  | 4.3        | 4.4         | 1.0         | 0.0         | 0.0    | 9.7          |
| 16  | [326.25 - 348.75[ NNW | 2.6        | 2.0         | 1.2         | 0.3         | 0.0    | 6.1          |
| Sub-Total<br>Calma (<0.4 m/s)   |                       | 42.7       | 28.6        | 18.2        | 4.8         | 2      | 96.3         |
| Validos   |                       |            |             |             |             |        | 0.7          |
| Validos   |                       |            |             |             |             |        | 64.8         |
| Nulos   |                       |            |             |             |             |        | 35.2         |
| Total   |                       |            |             |             |             |        | 100.0        |

**Tabla 4.** Tabla de Frecuencias para los promedios horarios de viento. Estación Bajo Molle (BMOL). Febrero a Junio 2008. Iquique.

Para una mejor visualización del comportamiento de los datos, la **Figura 1**, muestra en una Rosa de Vientos de Frecuencia y Magnitud obtenida a partir del Software WrplotView, el comportamiento de los vientos de 00:00 a 00:00 horas (todas las horas del periodo) de la Estación Bajo Molle (EBMOL), desde el 01/Feb/2008 al 30/Jun/2008. Todas las mediciones están referidas al Huso Horario GMT-4 (Hora Oficial Chilena de Invierno).



**Figura 1.** Rosa de viento del comportamiento de los vientos de 00:00 a 00:00 horas. Periodo Febrero 2008 a Junio 2008. Estación Bajo Molle (BMOL). Iquique.

La Figura 1 permite visualizar en forma clara la característica bimodal predominante indicada en la Tabla 1 y en la Tabla 2.

Para un mejor conocimiento de la variación del viento a través de las diferentes horas del día, fueron confeccionadas Rosas de Vientos, integrando periodos horarios de 4 horas. La **Figura 2**, muestra todas las mediciones realizadas en los diferentes intervalos de tiempo. Los vientos de dirección WSW, W, WNW y NW ocurren a horas del día y los vientos del SW ocurren en horas de la madrugada.



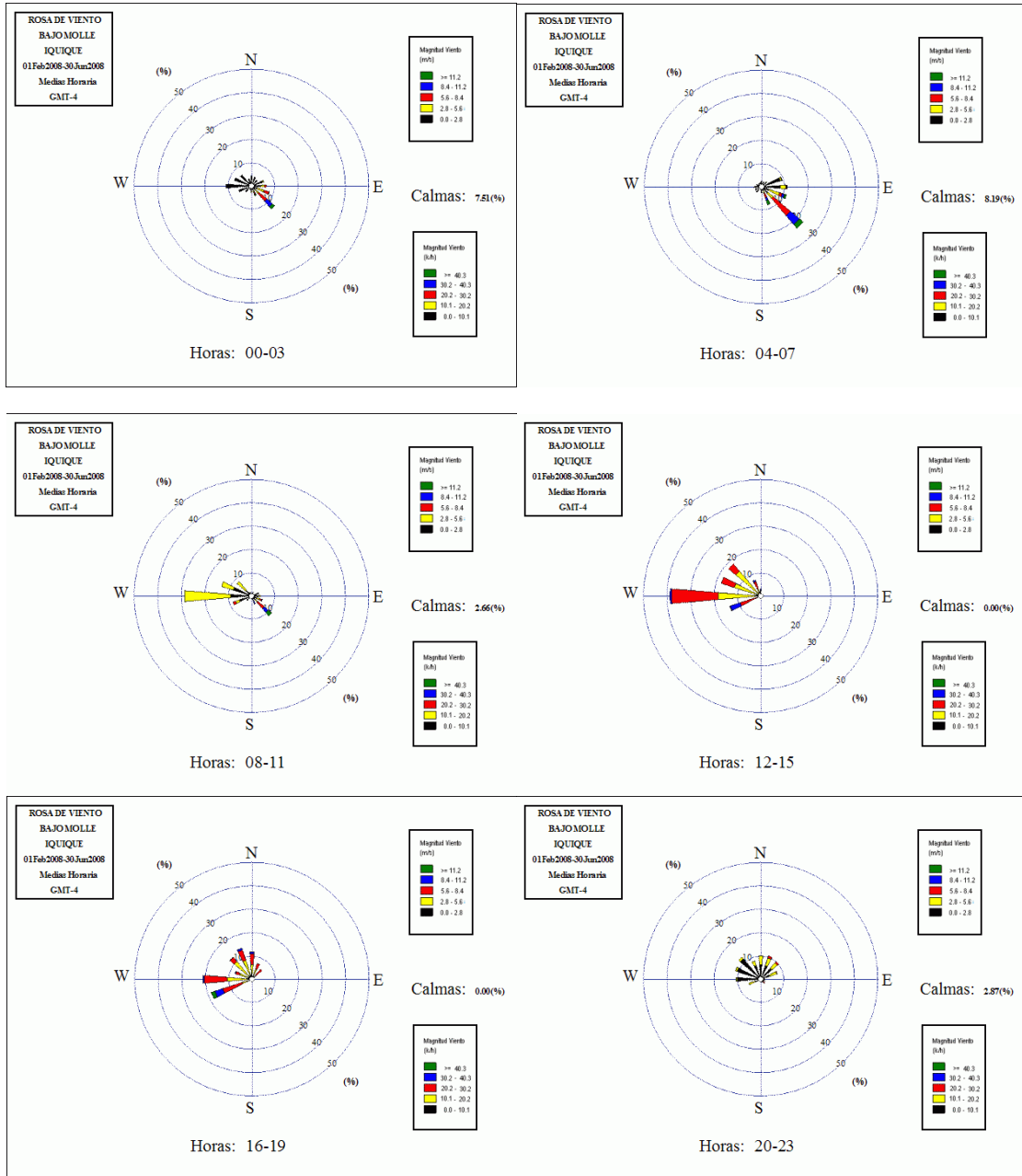
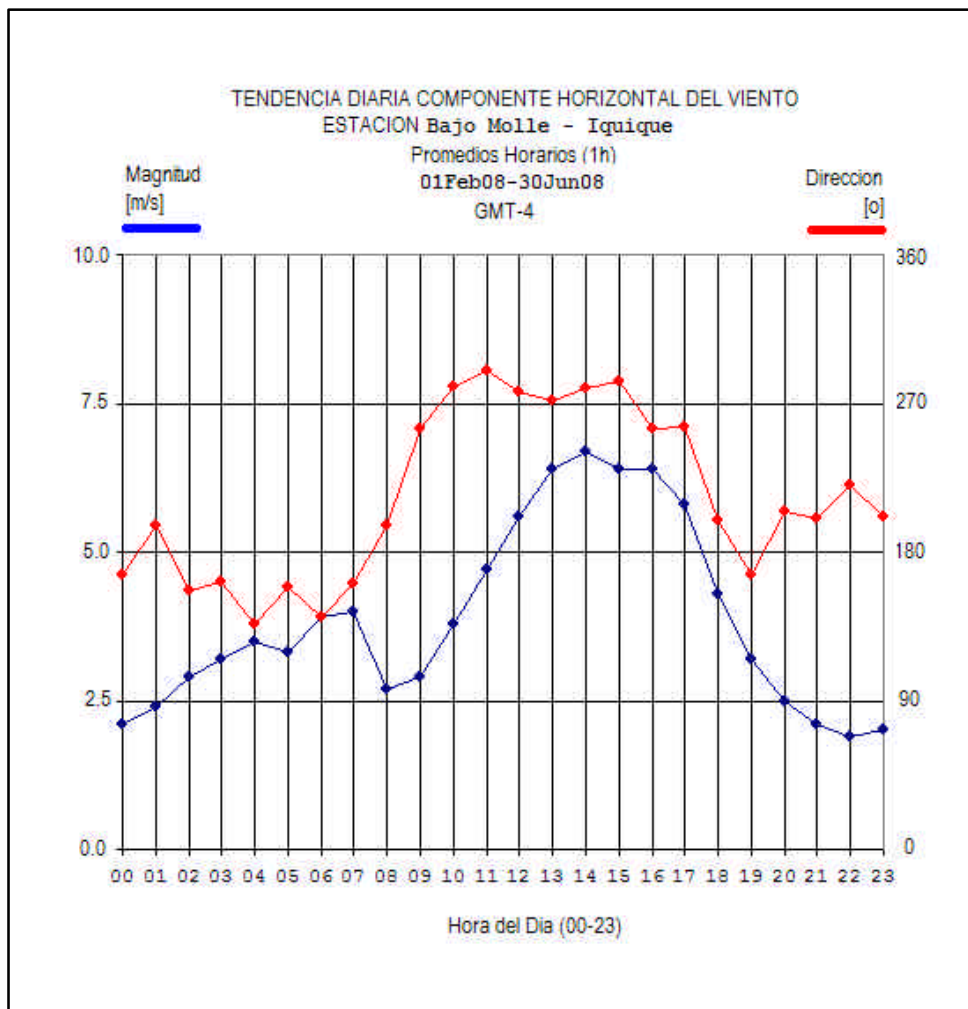


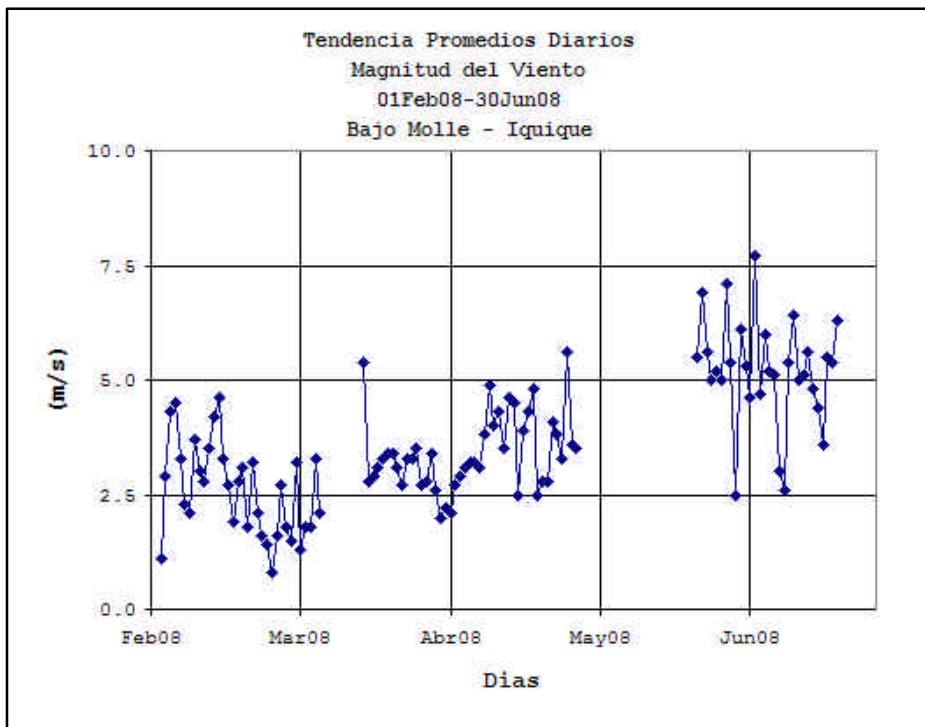
Figura 2. Rosas de viento por periodo del día para Estación Bajo Molle (BMOL). 01 de Febrero del 2008 al 30 de Junio del 2008. Iquique.

La **Figura 3**, muestra para el periodo de medición del 0Feb2008 al 30Jun2008, la variación diaria de los promedios de magnitud y dirección del viento para cada hora del conjunto de los días (00 a 23). Las mayores magnitudes de vientos ocurren a Hora 13 y Hora 14 (GMT-4) de cada día, es decir entre las 13:00 y las 15:00 horas. Las magnitudes menores de viento durante la medianoche y madrugada. En promedio la máxima magnitud de vientos es de aproximadamente entre dos a tres veces a la menor magnitud de viento.



**Figura 3.** Variación diaria de la magnitud y Dirección del Viento 01 de Febrero del 2008 al 30 de Junio del 2008. Estación Bajo Molle(BMOL). Iquique.

La **Figura 4**, muestra los promedios diarios de la magnitud del viento en el periodo de medición. Aprecia un ligero incremento entre Febrero del 2008 y Junio del 2008.




**Figura 4.** Promedios Diarios Magnitud del Viento 01 de Febrero del 2008 al 30 de Junio del 2008. Estación Bajo Molle(BMOL). Iquique

**ANEXO 2.**

**Descripción Estaciones instaladas en Iquique tanto para la Campaña especial de medición de material Particulado MP10 como para el seguimiento de este contaminante.**

**1.1 Estaciones utilizada en la Campaña de Medición Especial sector Bajo Molle.**

| Descripción                           | Iquique - Sector Bajo Molle   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Local/Sector                       | <b>Estación Condominio La Portada (LPOR)</b><br>Sector residencial con presencia de actividades relacionadas con la extracción de áridos y otras.   |
| 2. Tipo Estación.                     | Urbana/Rural. Campaña de medición especial para la evaluación de los niveles de MP10 en el sector Bajo Molle y determinación de la Estación (Sitio) que continuaría con las mediciones en el sector bajo Molle por 12 meses. No fue seleccionado este Sitio, concluyendo sus mediciones 9 Marzo 2008. |
| 3. Equipos HI.                        | Equipo Discreto de Bajo Volumen (10 (lpm)).   |
| 4.1 Tipo                              | Material Particulado.   |
| 4.2 Medición                          | MP <sub>10</sub> .  |
| 4.3 Fracción                          | Harvard Impactor (HI).  |
| 4.4 Marca                             | Separación Inercial con Análisis Gravimétrico.  |
| 4.5 Método Medición                   |   |
| 4. Sensores Meteorológicos.           | No instalado en Sitio.  |
| 5. Frecuencia Muestreo MP.            | MP <sub>10</sub> . Día por medio. Diaria.   |
| 6. Hora Inicio Mediciones MP.         | 00:00.  |
| 7. Hora Fin Mediciones MP.            | 00:00.  |
| 8. Fecha Inicio/Termino de Mediciones | 4 Febrero al 9 de Marzo 2008. Fue retirado Impactador y re-instalado equipo en Estación (INP).  |
| 9. Frecuencia Muestreo Meteorológico. | No aplica.  |
| Nota: MP Material Particulado.        |   |

**Tabla 1.** Descripción General Estación (LPOR) - Urbano/Rural - Condominio La Portada. Campaña de Medición Calidad del Aire, Sector Bajo Molle. Iquique. Febrero - Marzo 2008.

| Descripción  | Iquique - Sector Bajo Molle   |
|--|---|
| <p>1. Local/Sector.</p> <p>2. Tipo Estación.</p> <p>3. Equipos HI.</p> <p>4.1 Tipo</p> <p>4.2 Medición</p> <p>4.3 Fracción</p> <p>4.4 Marca</p> <p>4.5 Método Medición</p> <p>4. Sensores Meteorológicos.</p> <p>5. Frecuencia Muestreo MP.</p> <p>6. Hora Inicio Mediciones MP.</p> <p>7. Hora Fin Mediciones MP.</p> <p>8. Fecha Inicio/Termino de Mediciones</p> <p>9. Frecuencia Muestreo Meteorológico.</p> <p>Nota: MP Material Particulado.</p> | <p><b>Estación Condominio Alto Arquén (AARQ).</b><br/>Sector residencial con presencia de actividades relacionadas con la extracción de áridos y otras.</p> <p>Urbana/Rural. Campaña de medición especial para la evaluación de los niveles de MP10 en el sector Bajo Molle y determinación de la Estación (Sitio) que continuaría con las mediciones en el sector bajo Molle por 12 meses. No fue seleccionado este Sitio, concluyendo sus mediciones 9 Marzo 2008.</p> <p>Equipo Discreto de Bajo Volumen (10 (lpm)).<br/>Material Particulado.<br/>MP<sub>10</sub>.<br/>Harvard Impactor (HI).<br/>Separación Inercial con Análisis Gravimétrico.</p> <p>No Instalado.</p> <p>MP<sub>10</sub> : Día por medio. Diaria.<br/>00:00.<br/>00:00.</p> <p>4 Febrero al 9 de Marzo 2008. Fue retirado Impactador y re-instalado equipo en Estación (JINF) en Alto Hospicio.</p> <p>No aplica.</p> |
|  |   |

**Tabla 2.** Descripción General Estación (AAR) - Urbano/Rural - Condominio Alto Arquen. Campaña de Medición Calidad del Aire. Sector Bajo Molle. Iquique. Febrero - Marzo 2008.

**1.2 Estación utilizada en la Campaña de Medición Especial y como Estación de seguimiento de las mediciones de MP10 sector Bajo Molle.**

| Descripción  | Iquique - Sector Bajo Molle   |
|--|---|
| 1. Local/Sector.   | <b>Estación Condominio Bajo Molle (BMOL)</b><br>Sector residencial con presencia de actividades relacionadas con la extracción de áridos y otras.   |
| 2. Tipo Estación.  | Urbana/Rural. Campaña de medición especial para la evaluación de los niveles de MP10 en el sector Bajo Molle y determinación de la Estación (Sitio) que continuaría con las mediciones en el sector bajo Molle por 12 meses. Fue seleccionada esta Estación para dar continuidad a las mediciones 12 meses, hasta Enero 2009.   |
| 3. Equipos HI.<br>3.1 Tipo<br>3.2 Medición<br>3.3 Fracción<br>3.4 Marca<br>3.5 Método Medición             | Equipo Discreto de Bajo Volumen (10 (lpm)).<br>Material Particulado.<br>MP <sub>10</sub> Y MP <sub>2.5</sub> .<br>Harvard Impactor. (HI)<br>Separación Inercial con Análisis Gravimétrico.  |
| 4. Equipo MP Protocolo EPA<br>4.1 Tipo<br>4.2 Medición<br>4.3 Fracción<br>4.4 Marca<br>4.5 Método Medición | Equipo Discreto de Bajo Volumen (16.7 (lpm)).<br>Material Particulado.<br>MP <sub>10</sub><br>Partisol 2025<br>Separación Inercial con Análisis Gravimétrico.   |
| 4. Sensores Meteorológicos.  | Velocidad y Dirección del viento. Febrero a Mayo de 2008.   |
| 5. Frecuencia Muestreo MP.   | Del 4 Febrero al 9 de Marzo fue utilizada la siguiente frecuencia de medición; MP <sub>10</sub> : Todos los días y MP <sub>2.5</sub> : 1 muestreo cada 4 días. Diaria. Impactadores Harvard MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub> fueron re-instalados en; Estación (HOSP) Alto Hospicio, Estación (Cas) y Estación (JINF) en Arica. A partir del 9 de Marzo hasta el 29 de Enero 2009, la frecuencia utilizada fue día por medio. |
| 6. Hora Inicio Mediciones MP.  | 00:00.  |
| 7. Hora Fin Mediciones MP.   | 00:00.  |
| 8. Fecha Inicio/Termino de Mediciones.   | 4 Febrero al 29 de Enero 2009.  |
| 9. Frecuencia Muestreo meteorológico.  | Cada 15 minutos.  |
| 10. Fecha Inicio/Termino de Mediciones   | 4 Febrero al 31 de Mayo 2008. Sensores fueron trasladados a Estación JINF, Alto Hospicio.   |
| Nota: MP Material Particulado.   |    |

**Tabla 3.** Descripción General Estación (BMOL) - Urbano/Rural - Condominio Bajo Molle. Campaña de Medición y seguimiento de las mediciones MP10. Calidad del Aire. Sector Bajo Molle. Iquique. Febrero 2008 a Enero 2009.

ANEXO 3.

Programas de muestreo utilizado en la Campaña especial y para el seguimiento del contaminante Material Particulado fracción MP10 en Iquique.

2.1 Programa Muestreo utilizado en la Campaña especial de medición contaminante Material Particulado fracción MP10 sector bajo Molle.

**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO MP10  
ESTACION LA PORTADA (LPOR) - 2008**

PRMU-0025-02-IQUIQUE-20080128

**2008**

| FEBRERO |    |    |    |    |    |    | MARZO |    |    |    |    |    |    |   |
|---------|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|---|
| L       | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L     | M  | M  | J  | V  | S  | D  |   |
|         |    |    |    |    | 1  | 2  | 3     |    |    |    |    |    | 1  | 2 |
| 4       | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 3     | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |   |
| 11      | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 10    | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |   |
| 18      | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 17    | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |   |
| 25      | 26 | 27 | 28 | 29 |    |    | 24    | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |   |
|         |    |    |    |    |    |    | 31    |    |    |    |    |    |    |   |

**Figura 1.** Programa Muestreos realizados Equipo **Impactador Harvard MP10**. Estación condominio La Portada (LPOR). Período del 5 de Febrero al 8 de Marzo 2008. Iquique.

**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO MP10  
ESTACION BAJO MOLLE (BMOL) - 2008**

PRMU-0025-02-IQUIQUE-20080128

**2008**

| FEBRERO |    |    |    |    |    |    | MARZO |    |    |    |    |    |    |   |
|---------|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|---|
| L       | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L     | M  | M  | J  | V  | S  | D  |   |
|         |    |    |    |    | 1  | 2  | 3     |    |    |    |    |    | 1  | 2 |
| 4       | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 3     | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |   |
| 11      | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 10    | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |   |
| 18      | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 17    | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |   |
| 25      | 26 | 27 | 28 | 29 |    |    | 24    | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |   |
|         |    |    |    |    |    |    | 31    |    |    |    |    |    |    |   |

**Figura 2.** Programa Muestreos realizados Equipo **Impactador Harvard MP10**. Estación condominio Bajo Molle (BMOL). Período del 4 de Febrero al 9 de Marzo 2008. Iquique.

**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO MP10  
ESTACION BAJO MOLLE (BMOL) - 2008**

PRMU-0025-02-IQUIQUE-20080129

**2008**

| FEBRERO |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|
| L       | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|         |    |    |    | 1  | 2  | 3  |
| 4       | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 11      | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18      | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25      | 26 | 27 | 28 | 29 |    |    |
|         |    |    |    |    |    |    |

| MARZO |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| L     | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|       |    |    |    |    | 1  | 2  |
| 3     | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 10    | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17    | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24    | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31    |    |    |    |    |    |    |

**Figura 3.** Programa Muestreos realizados Equipo **Partisol MP10**. Estación condominio Bajo Molle (BMOL). Período del 4 de Febrero al 4 de Marzo 2008. Iquique.

**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO MP2.5  
ESTACION BAJO MOLLE (BMOL) - 2008**

| FEBRERO |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|
| L       | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|         |    |    |    | 1  | 2  | 3  |
| 4       | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 11      | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18      | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25      | 26 | 27 | 28 | 29 |    |    |
|         |    |    |    |    |    |    |

| MARZO |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| L     | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|       |    |    |    |    | 1  | 2  |
| 3     | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 10    | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17    | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24    | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31    |    |    |    |    |    |    |

**Figura 4.** Programa Muestreos realizados Equipo **Impactador Harvard MP2.5**. Estación condominio Bajo Molle (BMOL). Período del 4 de Febrero al 4 de Marzo 2008. Iquique.



**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO MP10  
ESTACION ALTO ARQUEN (AAR) - 2008**

PRMU-0025-02-IQUIQUE-20080129

**2008**

| FEBRERO |    |    |    |    |    |    | MARZO |    |    |    |    |    |    |   |
|---------|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|---|
| L       | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L     | M  | M  | J  | V  | S  | D  |   |
|         |    |    |    |    | 1  | 2  | 3     |    |    |    |    |    | 1  | 2 |
| 4       | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 3     | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |   |
| 11      | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 10    | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |   |
| 18      | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 17    | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |   |
| 25      | 26 | 27 | 28 | 29 |    |    | 24    | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |   |
|         |    |    |    |    |    |    | 31    |    |    |    |    |    |    |   |

**Figura 5.** Programa Muestreos realizados Equipo **Impactador Harvard MP10.** Estación condominio Alto Arquen (AAR). Período del 5 de Febrero al 8 de Marzo 2008. Iquique.

2.2 Programa Muestreo para el seguimiento de las mediciones del contaminante Material Particulado fracción MP10 Iquique.

**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO IQUIQUE  
ESTACION BAJO MOLLE (BMOL) - 2008**

PRMU-0026-03-IQUIQUE-20090 405

MP10 - PARTISOL

**2008**

MP10

| MARZO - PARTISOL - IQUIQUE |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|
| L                          | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|                            |    |    |    |    | 1  | 2  |
| 3                          | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 10                         | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17                         | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24                         | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31                         |    |    |    |    |    |    |

| ABRIL - PARTISOL - IQUIQUE |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|
| L                          | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|                            | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| 7                          | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14                         | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21                         | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28                         | 29 | 30 |    |    |    |    |

| MAYO - PARTISOL - IQUIQUE |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|
| L                         | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|                           |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5                         | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| 12                        | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19                        | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26                        | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |    |

| JUNIO - PARTISOL - IQUIQUE |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|
| L                          | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|                            |    |    |    |    |    | 1  |
| 2                          | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9                          | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16                         | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23                         | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30                         |    |    |    |    |    |    |

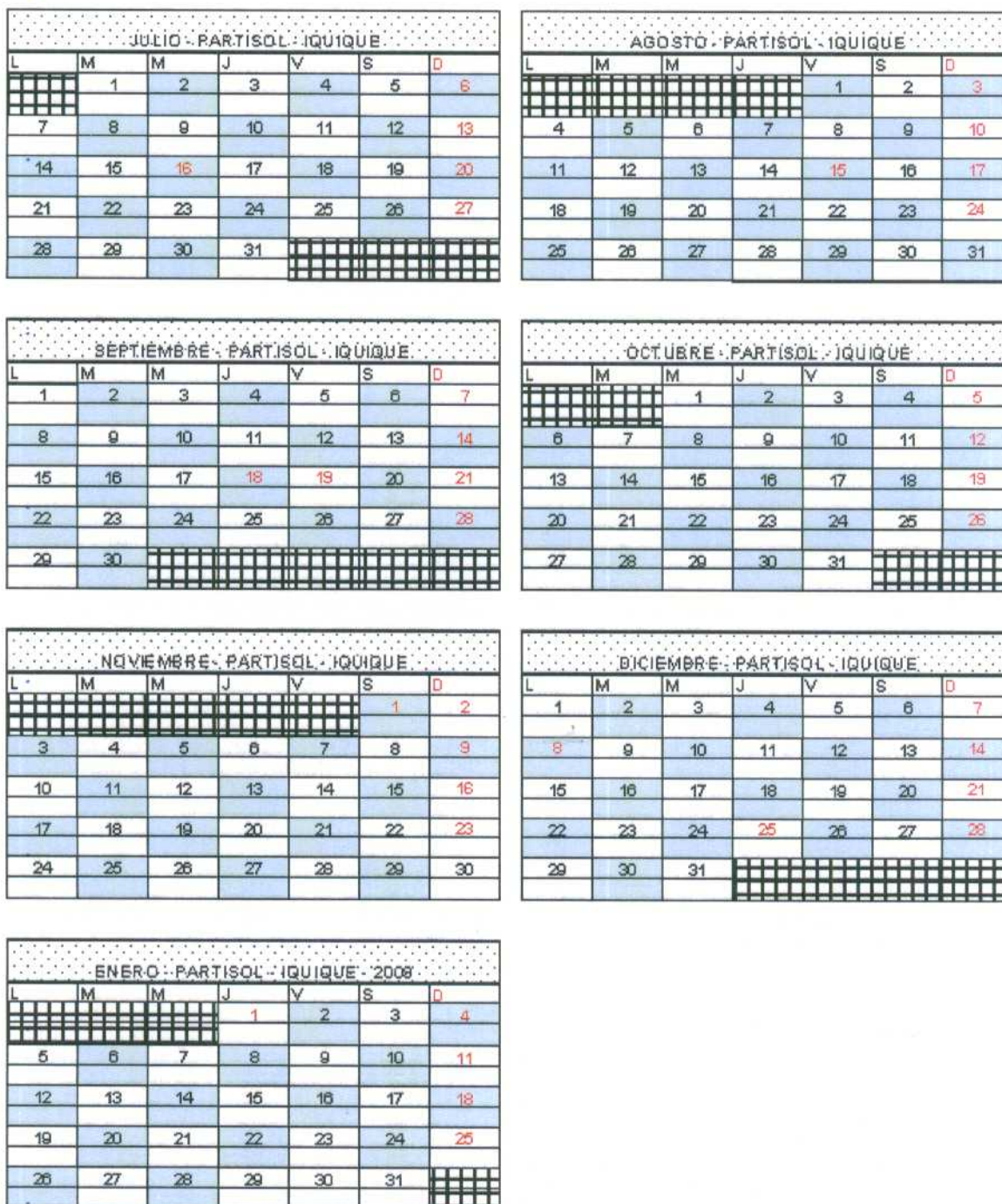


Figura 6. Programa Muestreos Equipo **Partisol MP10**. Estación Bajo Molle (BMOL). Marzo 2008 a Enero 2009. Iquique

**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO IQUIQUE  
ESTACION INP (INP) - 2008**

PRMU-0026-02-IQUIQUE-20080326

MP10 - HARVARD IMPACTORS (HI)

2008

MP10

| ABRIL - INP |    |    |    |    |    |    |
|-------------|----|----|----|----|----|----|
| L           | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|             | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| 7           | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14          | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21          | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28          | 29 | 30 |    |    |    |    |

| MAYO - INP                        |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| L                                 | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|                                   |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5                                 | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| NO MUESTREA ESTACION POR PROGRAMA |    |    |    |    |    |    |
| 12                                | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19                                | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26                                | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |    |

| JUNIO - INP |    |    |    |    |    |    |
|-------------|----|----|----|----|----|----|
| L           | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|             |    |    |    |    |    | 1  |
| 2           | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9           | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23          | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30          |    |    |    |    |    |    |

| JULIO - INP                       |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| L                                 | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|                                   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| 7                                 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| NO MUESTREA ESTACION POR PROGRAMA |    |    |    |    |    |    |
| 14                                | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21                                | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28                                | 29 | 30 | 31 |    |    |    |

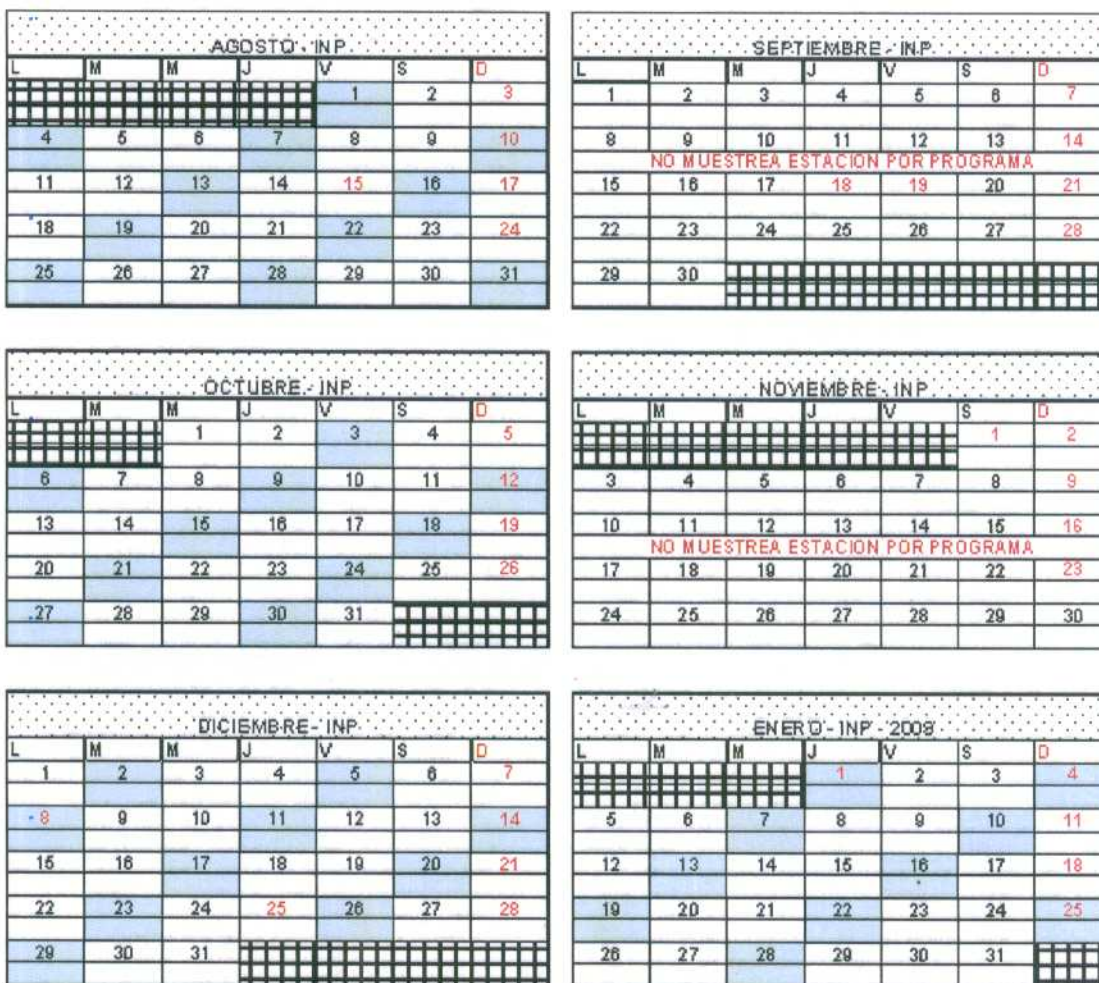
Continuación...

**PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO IQUIQUE  
ESTACION INP (INP) - 2008 - 2009**

PRMU-0026-02-IQUIQUE-20080326

**MP10 - HARVARD IMPACTORS (HI)**

**MP10**



**Figura 7.** Programa Muestreos Equipo **Impactador Harvard MP10**. Estación INP (INP). Marzo 2008 a Enero 2009. Iquique

ANEXO 4.

4.1 Selección de muestras (filtros) para el análisis químico según elemento del Material Particulado MP10.

| MATE-0423-01-FILTROS-ANALISIS-20090427 |          |               |                           |  |
|--|----------|---------------|---------------------------|--|
| CODIGO                                 | FRACCION | TIPO ANALISIS |                           |  |
| TAR                                    | 156      | MP10          | Cadmio                    |  |
| TAR                                    | 164      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 172      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 182      | MP10          | Plomo                     |  |
| TAR                                    | 183      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 194      | MP10          | Plomo                     |  |
| TAR                                    | 195      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 224      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 235      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 238      | MP10          | Plomo + Arsenico          |  |
| TAR                                    | 288      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 297      | MP10          | Plomo + Arsenico          |  |
| TAR                                    | 304      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 308      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 318      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 328      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 483      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 496      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 505      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 513      | MP10          | Plomo                     |  |
| TAR                                    | 524      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 528      | MP10          | Plomo                     |  |
| TAR                                    | 533      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 543      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 553      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 607      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 619      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 626      | MP10          | Plomo + Arsenico          |  |
| TAR                                    | 640      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 647      | MP10          | Plomo + Arsenico          |  |
| TAR                                    | 652      | MP10          | Plomo + Arsenico + Cadmio |  |
| TAR                                    | 659      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 669      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 679      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 747      | MP10          | Cadmio                    |  |
| TAR                                    | 757      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |
| TAR                                    | 767      | MP10          | Arsenico + Cadmio         |  |

4.2 Resultados de los análisis químicos entregados por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción.



**SAT**  
SERVICIO Y ASISTENCIA  
TECNOLOGICA

**INFORME RESULTADOS DE ANÁLISIS N° 59/2009**

|                       |  |                             |         |
|-----------------------|--|-----------------------------|---------|
| Empresa solicitante   | Servicios Tecnológicos SETEC                       |                             |         |
| Dirección             | Seminario 687 Of. C Ñuñoa, Santiago                |                             |         |
| Atención a            | Sra. Yolanda Silva C.                              |                             |         |
| <b>Fono</b>           | 2-2224181  | <b>Cotización N°</b>        | 28-2009 |
| <b>Fax</b>            | 2-2221703  | <b>Orden de Trabajo N°</b>  | 0-122   |
| <b>E-mail</b>         | <a href="mailto:setec@setec.cl">setec@setec.cl</a> | <b>Cantidad de Muestras</b> | 37      |
| Recepción de Muestra  | 28.04.09   | <b>Fecha de muestreo</b>    | -       |
| Entrega de Resultados | 13.05.09   | <b>Muestreada por</b>       | cliente |

*Resultados*

| Código Filtro   | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Limite Detección |
|---|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| <b>TAR 156 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-172 | ACAS     | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 164 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-173 | JVLL     | Arsénico | 0,011     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 172 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-174 | ED11     | Arsénico | 0,010     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 182 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-175 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
| <b>TAR 183 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-176 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS- UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
EDMUNDO LARENAS 129 CONCEPCIÓN. FONO 2204342. FAX (41)2245974  
CASILLA 160 -C. E-mail [hecduan@udec.cl](mailto:hecduan@udec.cl). Pag. Web: [www.udec.cl/sat](http://www.udec.cl/sat)



**SAT**  
SERVICIO Y ASISTENCIA  
TECNOLOGICA

| Código Filtro   | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Limite Detección |
|---|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| <b>TAR 194 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-177 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
| <b>TAR 195 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-178 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 224 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-179 | INP      | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,006     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 235 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-180 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,011     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 238 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-181 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,009     | mg/L   | -                |
| <b>TAR 288 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-182 | BMOL     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,011     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 297 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-183 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
| <b>TAR 304 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-184 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,014     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |





**SAT**  
SERVICIO Y ASISTENCIA  
TECNOLOGICA

| Código Filtro   | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Limite Detección |
|---|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| <b>TAR 308 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-185 | ACAS     | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 318 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-186 | JVLL     | Arsénico | 0,018     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 328 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-187 | ED11     | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 483 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-188 | BMOL     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 496 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-189 | INP      | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 505 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-190 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 513 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-191 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
| <b>TAR 524 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-192 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/l   | 0,006            |
| <b>TAR 528 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-193 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |





SERVICIO Y ASISTENCIA  
TECNOLOGICA

| Código Filtro   | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Limite Detección |
|---|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| <b>TAR 533 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-194 | ACAS     | Arsénico | 0,009     | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 543 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-195 | JVLL     | Arsénico | 0,010     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 553 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-196 | ED11     | Arsénico | 0,008     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 607 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-197 | BMOL     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,012     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 619 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-198 | INP      | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 626 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-199 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
| <b>TAR 640 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-200 | HOSP     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,016     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 647 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-201 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
| <b>TAR 652 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-202 | JINF     | Plomo    | N.D.      | mg/L   | 0,07             |
|   |          | Arsénico | 0,18      | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |



SERVICIO Y ASISTENCIA  
TECNOLOGICA

| Código Filtro   | Estación | Elemento | Resultado | Unidad | Límite Detección |
|---|----------|----------|-----------|--------|------------------|
| <b>TAR 659 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-203 | ACAS     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 669 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-204 | JVLL     | Arsénico | 0,006     | mg/L   | -                |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 679 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-205 | ED11     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 747 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-206 | ACAS     | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 757 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-207 | JVLL     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |
| <b>TAR 767 filtro (material particulado)</b><br>Cód. interno: 209-208 | ED11     | Arsénico | N.D.      | mg/L   | 0,001            |
|   |          | Cadmio   | N.D.      | mg/L   | 0,006            |

**Observaciones:**

Héctor Durán Ramírez  
Jefe Laboratorio

Se prohíbe cualquier reproducción total o parcial de este documento.  
Este informe no es válido sin la firma del Jefe de Laboratorio.

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS- UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
EDMUNDO LARENAS 129 CONCEPCIÓN. FONO 2204342. FAX (41)2245974  
CASILLA 160 -C. E-mail [hecduran@udec.cl](mailto:hecduran@udec.cl). Pag. Web: [www.udec.cl/sat](http://www.udec.cl/sat)

**ANEXO 5.**

**Descripción Estaciones instaladas en Arica para el seguimiento del contaminante Material Particulado respirable MP10.**

| Descripción  | Arica - Casino de Arica.  |
|--|---|
| 1. Local/Sector.   | Estación Casino de Arica (ACAS).<br>Sector Comercial.   |
| 2. Tipo Estación.  | Urbano. No Permanente.  |
| 3. Equipos HI.<br>3.1 Tipo<br>3.2 Medición<br>3.3 Fracción<br>3.4 Marca<br>3.5 Método Medición | Equipo Discreto.<br>Material Particulado.<br>MP <sub>10</sub> .<br>Harvard Impactor (HI).<br>Separación Inercial con Análisis Gravimétrico. |
| 4. Sensores Meteorológicos.  | No instalados.  |
| 5. Tubos Pasivos.  | No instalados.  |
| 6. Frecuencia Muestreo MP.   | MP <sub>10</sub> : 1 cada 3 días, mes por medio total 6 meses de medición.  |
| 7. Hora Inicio Mediciones MP.  | 00:00.  |
| 8. Hora Fin Mediciones MP.   | 00:00.  |
| 9. Fecha Inicio/Termino de Mediciones.   | 31 de Marzo del 2008<br>al 28 Enero 2009.   |
| Nota: MP Material Particulado.   | No aplica.  |



**Tabla 1.** . Descripción General Estación (ACAS) - Urbano.  
Seguimiento de las mediciones MP10. Abril 2008 a Enero 2009. Arica.

| Descripción                            | Arica - Junta Vecinal Los Laureles.  |
|--|--|
| 1. Local/Sector.                       | Estación Junta Vecinal Los Laureles (JVLL).<br>Sector Residencial.         |
| 2. Tipo Estación.                      | Urbano. No Permanente.   |
| 3. Equipos HI.                         | Equipo Discreto.   |
| 3.1 Tipo                               | Material Particulado.  |
| 3.2 Medición                           | MP <sub>10</sub> .   |
| 3.3 Fracción                           | Harvard Impactor (HI).   |
| 3.4 Marca                              | Separación Inercial con Análisis Gravimétrico.                             |
| 3.5 Método Medición                    |  |
| 4. Sensores Meteorológicos.            | No instalados.   |
| 5. Tubos Pasivos.                      | No instalados.   |
| 6. Frecuencia Muestreo MP.             | MP <sub>10</sub> : 1 cada 3 días, mes por medio total 6 meses de medición. |
| 7. Hora Inicio Mediciones MP.          | 00:00.   |
| 8. Hora Fin Mediciones MP.             | 00:00.   |
| 9. Fecha Inicio/Termino de Mediciones. | 31 de Marzo del 2008 al 28 Enero 2009.                                     |
| Nota: MP Material Particulado.         | No aplica.   |



**Tabla 2.** Descripción General Estación (JVLL) - Urbano.  
Seguimiento de las mediciones MP10. Abril 2008 a Enero 2009. Arica.

| Descripción  | Arica - Escuela D11.  |
|--|---|
| 1. Local/Sector.   | Estación Escuela D11(ED11).<br>Sector Residencial.  |
| 2. Tipo Estación.  | Urbano. No Permanente.  |
| 3. Equipos HI.<br>3.1 Tipo<br>3.2 Medición<br>3.3 Fracción<br>3.4 Marca<br>3.5 Método Medición | Equipo Discreto.<br>Material Particulado.<br>MP <sub>10</sub> .<br>Harvard Impactor (HI).<br>Separación Inercial con Análisis Gravimétrico. |
| 4. Sensores Meteorológicos.  | No instalados.  |
| 5. Tubos Pasivos.  | No instalados.  |
| 6. Frecuencia Muestreo MP.   | MP <sub>10</sub> : 1 cada 3 días, mes por medio total 6 meses de medición.  |
| 7. Hora Inicio Mediciones MP.  | 00:00.  |
| 8. Hora Fin Mediciones MP.   | 00:00.  |
| 9. Fecha Inicio/Termino de Mediciones.   | 31 de Marzo del 2008 al 28 Enero 2009.  |
| Nota: MP Material Particulado.   | No aplica.  |



**Tabla 3.** Descripción General Escuela D11 (ED11) - Urbano. Seguimiento de las mediciones MP10. Abril 2008 a Enero 2009. Arica.

ANEXO 6.

Programas de muestreo utilizado en el seguimiento del contaminante Material Particulado fracción MP10 en Arica.

PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO ARICA ESTACIONES (ACAS - JVLL - ED11)

1/2

PR MU-0026-01-ARICA-20080311

MP10 - HARVARD IMPACTORS (HI)

2008

| MARZO - HI |    |    |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| L          | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|            |    |    |    |    | 1  | 2  |
| 3          | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 10         | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17         | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24         | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31         |    |    |    |    |    |    |

| ABRIL - HI |    |    |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| L          | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|            | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| 7          | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14         | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21         | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28         | 29 | 30 |    |    |    |    |

| MAYO - HI |    |    |    |    |    |    |
|-----------|----|----|----|----|----|----|
| L         | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|           |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5         | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| 12        | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19        | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26        | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |    |

| JUNIO - HI |    |    |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| L          | M  | M  | J  | V  | S  | D  |
|            |    |    |    |    |    | 1  |
| 2          | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9          | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16         | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23         | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30         |    |    |    |    |    |    |

PROGRAMA MUESTREOS DE MATERIAL PARTICULADO ARICA  
ESTACIONES (ACAS - JVLL - ED11)

2/2

PRMU-0026-01-ARICA-20080311

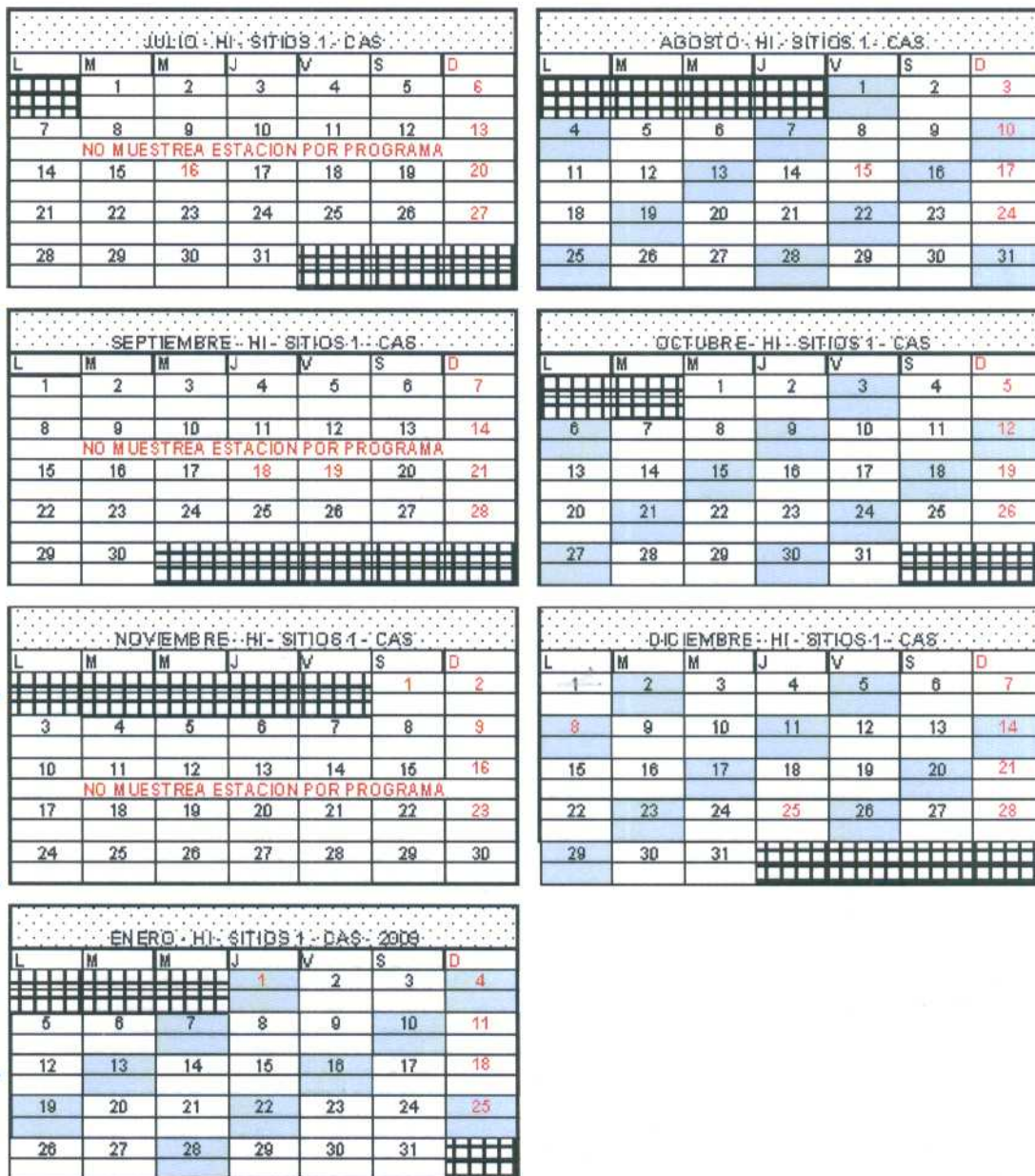


Figura 1. Programa Muestreos realizados en Estaciones que miden MP10. Periodo del 31 de Marzo al 28 de Enero 2009. Arica.



**ANEXO 7.**

**Descripción Estaciones instaladas en Alto Hospicio para el Diagnostico del contaminante Material Particulado respirable MP<sub>10</sub> y Tubos Pasivos BTEX.**

| Descripción  | Alto Hospicio - Hospital Dr. Héctor Reyno   |
|--|---|
| 1. Local/Sector.   | Estación Hospital Dr. Héctor Reyno (HOSP).<br>Sector Residencial.   |
| 2. Tipo Estación.  | Urbano. Permanente.   |
| 3. Equipos HI.<br>3.1 Tipo<br>3.2 Medición<br>3.3 Fracción<br>3.4 Marca<br>3.5 Método Medición | Equipo Discreto.<br>Material Particulado.<br>MP <sub>10</sub> .<br>Harvard Impactor (HI).<br>Separación Inercial con Análisis Gravimétrico. |
| 4. Sensores Meteorológicos.  | No instalados.  |
| 5. Tubos Pasivos.  | BTEX  |
| 6. Frecuencia Muestreo MP.   | MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub> : 1 cada 3 días, mes por medio total 10 meses de medición.   |
| 7. Frecuencia Muestreo BTEX.   | Mensual   |
| 7. Hora Inicio Mediciones MP.  | 00:00.  |
| 8. Hora Fin Mediciones MP.   | 00:00.  |
| 9. Fecha Inicio/Termino de Mediciones.   | 1 de Abril 2008 al 28 Enero 2009.   |
| Nota: MP Material Particulado.   |   |

**Tabla 1.** Descripción General Estación Hospital (HOSP) - Urbano. Seguimiento de las mediciones MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> y BTEX. Abril 2008 a Enero 2009. Alto Hospicio.

| Descripción  | Alto Hospicio - Jardín Infantil Arumanti  |
|--|---|
| 1. Local/Sector.   | Estación Jardín Infantil Arumanti(JINF).<br>Sector Residencial.   |
| 2. Tipo Estación.  | Urbano. No Permanente.  |
| 3. Equipos HI.<br>3.1 Tipo<br>3.2 Medición<br>3.3 Fracción<br>3.4 Marca<br>3.5 Método Medición | Equipo Discreto.<br>Material Particulado.<br>MP <sub>10</sub> .<br>Harvard Impactor (HI).<br>Separación Inercial con Análisis Gravimétrico. |
| 4. Sensores Meteorológicos.  | No instalados.  |
| 5. Tubos Pasivos.  | BTEX  |
| 6. Frecuencia Muestreo MP.   | MP <sub>10</sub> : 1 cada 3 días, mes por medio total 6 meses de medición.  |
| 7. Frecuencia Muestreo BTEX.   | Mensual   |
| 7. Hora Inicio Mediciones MP.  | 00:00.  |
| 8. Hora Fin Mediciones MP.   | 00:00.  |
| 9. Fecha Inicio/Termino de Mediciones.   | 1 de Abril 2008 al 28 Enero 2009.   |
| Nota: MP Material Particulado.   |   |

**Tabla 2.** Descripción General Estación Jardín Infantil (JINF) - Urbano.  
Seguimiento de las mediciones MP<sub>10</sub> y BTEX.  
Abril 2008 a Enero 2009. Alto Hospicio.

**ANEXO 8.**

**Resultados mediciones realizada de Material Particulado respirable fracción MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> en Iquique, Arica y Alto Hospicio 2008-2009.**









