

	REALIZADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Cargo	Christian González	Qco. Pablo Fernández Ing. Qca. Magdalena Hill	Ing. Qca. Magdalena Hill
Firma			
Fecha			

## 1. Objetivo

Definir una guía para realizar el tratamiento estadístico descriptivo de los datos registrados en el monitoreos continuos de calidad de aire

## 2. Alcance

Actividades públicas o privadas que a consideración de Dinama necesiten realizar monitoreos de calidad de aire y parámetros meteorológicos

También podrá ser aplicable a aquellos monitoreos realizados por instituciones que, aunque no tengan la obligación de reportar a Dinama, entiendan oportuna su aplicación.

## 3. Responsabilidades

Las responsabilidades específicas principales referentes al tratamiento estadístico de datos, sin perjuicio de otras que puedan surgir, se detallan a continuación:

Titular de la instalación:

- Mantener los sistemas de medición en condiciones óptimas de modo de garantizar la fiabilidad de los datos y de obtener la mayor cantidad de datos válidos según se detalla en el documento DCA03.
- Realizar el tratamiento estadístico de datos y reportar a Dinama de los informes correspondientes al registro de datos.
- Proporcionar la información solicitada por el organismo competente.

Dinama:

- Alertar ante la falta de datos o la calidad de los mismos a través de los canales establecidos para ello por la División Información Ambiental.

## 4. Descripción

### 4.1. Generalidades

Una vez cumplidos los procedimientos de adquisición y transmisión de datos según la sección 4 del documento DCA 03 – Protocolo: Transmisión de Datos, se procede al tratamiento estadístico de datos según las siguientes definiciones:

Datos crudos: Datos que han sido registrados por los sensores y que no han sufrido ningún tipo de modificación o revisión que implique su validación.

Datos verificados: Datos crudos que han sido revisados manualmente o mediante software y se le han asignado *status* según la calidad del mismo. (Ver DCA 03 – Protocolo: Transmisión de Datos).

Datos no representativos: Datos correctamente medidos pero afectados de manera tal por un evento fortuito local, que pueden ser descartados para efectos de la estadística, atendidos los antecedentes que le dieron lugar

Datos validados Datos verificados que han sufrido algún tipo de post procesamiento. Este post procesamiento debe estar adecuadamente documentado y hace referencia a revisiones, descarte de datos no representativos, calibraciones y a procedimientos de mantenimiento.

#### 4.2. Tratamiento de datos

Los datos deben seguir una manipulación en su tratamiento estadístico básico y descriptivo. Se definen los lineamientos para realizar los cálculos que permiten la trazabilidad y su posterior verificación en Dinama. En el caso de equipos automáticos con transmisión on line, el tratamiento estadístico debe realizarse en las tablas de datos que son enviadas a Dinama mediante transmisión on-line o, en su defecto, en el soporte que establezca Dinama en DCA03.

#### 4.3. Límites de concentraciones de contaminantes

Los valores de referencia de la Propuesta de estándares de calidad de aire en exteriores – Versión 2015 se basan en criterios de prevención, a fin de conservar la calidad de aire y evitar su deterioro. En la misma se encuentran los máximos aceptables de los contaminantes que se desean evitar.

En base a estos valores se deben calcular los promedios horarios, diarios y/o anuales dependiendo del contaminante bajo estudio. Estos promedios serán comparados con los valores de referencia establecidos para evaluar la calidad del aire que es registrada por la estación de monitoreo.

#### 4.4. Porcentaje de datos aceptable para realizar cálculos.

Para la realización de los cálculos y la posterior aceptación de los resultados es necesario contar con cierta disponibilidad de datos registrados. Se necesita obtener un mínimo porcentaje de datos válidos con respecto a los datos totales que el analizador podría haber obtenido (descontando los datos correspondientes a operaciones de calibración) para proceder a calcular estadísticos según el contaminante. En la Tabla 1 se encuentran los porcentajes de datos mínimos válidos que deben tener las muestras para realizar los cálculos. En el caso de estar por debajo del límite se deberá ingresar el resultado, para el período de muestreo correspondiente como dato no válido.

El **promedio horario** se realizará en base a la resolución temporal<sup>1</sup> del analizador. Es decir, si el analizador efectúa registros por minuto, el promedio horario se calculará en caso de presentar al menos el 75 % de las mediciones en esa hora (45 registros válidos de no haberse realizado operaciones de calibración). En el caso del **promedio de las 8 hs móviles** o el **promedio diario**, se promediarán los datos horarios válidos si los mismos superan o son iguales al 75 % de los datos totales (Al menos 18 datos). Se aplicará el mismo criterio para el **promedio anual**, tomando para el cálculo los promedios diarios.

---

<sup>1</sup> Período que emplea un monitor, sensor o muestreador ambiental para realizar una medición discreta.

Contaminante	1 hora	8 horas	24 horas	Anual
Monóxido de Carbono (CO)	75 %	75%	---	---
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	75 %	---	75 %	---
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	75 %	---	---	75 %
Ozono (O <sub>3</sub> )	---	75%	---	---
PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>	---	---	75 %	75 %
Compuestos de Azufre Reducido Total (expresado en H <sub>2</sub> S)	75 %	---	---	---

**Tabla 1. Porcentaje de datos aceptables para realizar cálculos en mediciones continuas**

#### 4.5. Datos utilizados para realizar cálculos

Para realizar los cálculos estadísticos debe verificarse la disponibilidad de datos del parámetro (definida en la sección 4.4) y la calidad de los datos. Los *status* definen la calidad del dato para que este sea utilizado posteriormente como información válida. Los únicos datos que son válidos para realizar cálculos estadísticos son los correspondientes a los *status* de valores numérico "1 (Válido)" y "2 (Límite de detección)"

Calidad del dato	Valor numérico
<b>Válido</b>	1
<b>Calibración zero</b>	33
<b>Calibración span</b>	34
<b>Calibración multipunto</b>	35
<b>Erróneo</b>	-999
<b>Mantenimiento</b>	50
<b>Límite de detección</b>	2

**Tabla 2 *Status* de la tabla SQL de datos validados**

#### 4.6. Cálculo de valores medios, máximos, mínimos para intervalos de registro horarios, diarios y anuales

##### 4.6.1. Cálculo de valores horarios

Por ejemplo, en el caso del Monóxido de Carbono (CO), según la Propuesta de estándares de calidad de aire en exteriores donde se encuentran las concentraciones máximas permitidas, se tiene que para este contaminante el máximo establecido es de 30000 µg/m<sup>3</sup> promediado en 1 hora. Para calcular la concentración que ocurrió a las 01:00 debe calcularse el promedio con los datos que fueron registrados entre las 00:00 y las 00:59. En el caso de la concentración horaria que ocurrió a las 02:00, debe calcularse el promedio con los datos registrados entre las 01:00 y las 01:59. Así de igual manera para las siguientes horas del día.

##### 4.6.2. Cálculo de valores de 8 horas móviles

Continuando con el ejemplo del Monóxido de Carbono (CO), según la Propuesta de estándares de calidad de aire en exteriores, se tiene que para este contaminante el máximo establecido es de 10000 µg/m<sup>3</sup> promediado en 8 horas móviles. Para calcular la concentración correspondiente a las 08:00 debe calcularse el promedio con los datos horarios que fueron registrados entre las 00:00 y las 7:59. En el caso de la concentración correspondiente a las 09:00, debe calcularse el promedio con los datos horarios registrados entre las 01:00 y las 08:59. Así de igual manera para las siguientes horas del día de forma de generar 24 datos.

#### 4.6.3. Cálculo de valores diarios

Por ejemplo, en el caso de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), los estándares se establecen para promedios diarios de la concentración de este contaminante. La concentración de un día en particular se calculará como la concentración promedio entre las 00:00 - 23:59.

#### 4.6.4. Calculo de valores anuales

Análogamente al caso anterior, para calcular el valor de concentración promedio anual permitida para el SO<sub>2</sub> se debe calcular el promedio con los datos registrados desde el 01/01/yyyy<sup>2</sup> a las 00:00 hasta el 31/12/yyyy a las 23:59.

Contaminante	1 hora	8 horas móviles	24 horas	Anual
Contaminante x	00:00 - 00:59	00:00-07:59	00:00 - 23:59	01/01/yyyy 00:00 - 31/12/yyyy 23:59

**Tabla 3. Rango temporal para el cálculos de los valores medios horarios, diarios y anuales de cada contaminante.**

#### 4.7. Calibración, chequeo de cero y span y corrección de datos

A continuación se presentaran las siguientes definiciones<sup>3</sup>:

**Calibración:** Operación que establece la relación entre la lectura de un instrumento de medición o sensor y el valor obtenido por un patrón.

**Span:** Punto de calibración para analizadores de gases, en el cual se observa la respuesta del analizador a una concentración entre el 80% y 90% de su rango de medición.

**Cero:** Punto de calibración para analizadores de gases, en el cual se observa la respuesta del analizador a una muestra de aire puro, libre de contaminantes gaseosos. A esta muestra de aire limpio o puro se le llama Aire Zero o Gas Zero.

Los procedimientos de calibración, chequeo de cero y span se ajustarán al equipo de medición, indicaciones del fabricante y al comportamiento del contaminante en cuestión. La empresa responsable del emprendimiento, deberá documentar tales procedimientos con el fin de conocer el proceso de corrección de datos.

Se deberá tener presente que los chequeos de cero y span, se deben organizar de forma que los valores horarios puedan ser calculados a pesar de los chequeos según lo establecido en la sección 4.4

#### 4.8. Variables meteorológicas

Las variables meteorológicas son observaciones que se realizan junto a los contaminantes bajo evaluación. También las variables meteorológicas están asociadas a un valor de calidad de dato (*status*). Para la realización de cálculos de las variables meteorológicas debe preverse que las mismas tengan *status* "1" y que en cada caso se posea el 75 % de los registros disponibles.

<sup>2</sup> "yyyy" hace referencia a cualquier año en particular

<sup>3</sup> Definiciones establecidas en el REGLAMENTO DE ESTACIONES DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS. Versión 2009 CHILE

Es de particular tratamiento el caso de la dirección del viento en el cálculo de los promedios. Generalmente, los anemómetros con los que se miden la dirección e intensidad del viento, muestran la salida de la dirección en un rango que va desde 0° a 359°, donde el 0° es la dirección NORTE de donde viene el viento. El promedio debe calcularse realizando una suma vectorial siguiendo los siguientes pasos:

Siendo  $\varphi$  la dirección del viento que se obtiene de la salida del anemómetro,  $\varphi$  varía entre 0° y 359°. Se debe descomponer esta dirección en 2 componentes.

$$u = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} \sin(\varphi)$$

$$v = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} \cos(\varphi)$$

Donde  $\phi$  debe estar en radianes y  $N$  es la cantidad de valores observados en el período de muestra que se está realizando el promedio.

Obtenidos  $u$  y  $v$  se procede a reconstruir la dirección media a través del siguiente cálculo:

$$\bar{\varphi} = \begin{cases} \arctan\left(\frac{u}{v}\right), & \text{si } u \text{ y } v > 0 \\ \arctan\left(\frac{u}{v}\right) + 180^{\circ}, & \text{si } v < 0 \\ \arctan\left(\frac{u}{v}\right) + 360^{\circ}, & \text{si } u < 0 \text{ y } v > 0 \end{cases}$$

#### 4.9. Reportes de datos

El reporte de datos permite evaluar y monitorear el estado de la calidad del aire y de los datos registrados por las empresas en cada lugar de medición. La frecuencia de los reportes quedará en coordinación de Dinama y las actividades responsables del monitoreo. Se deberán entregar estos informes vía soporte magnético que deben contener: tablas Excel con cálculos realizados y versión del documento en formato pdf, también los datos crudos obtenidos de las mediciones de concentraciones de contaminantes y variables meteorológicas. Tanto los datos válidos como inválidos deben tener asociada la información de fecha y hora en que fueron medidos, de acuerdo con los formatos establecidos.

Con el fin de comparar los resultados de concentraciones de contaminantes con la propuesta de estándares de calidad de aire, estos se representarán con las unidades y las cifras decimales dictaminadas por dicho documento.

#### 4.10. Contenido de los reportes contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas

- Serie temporal de todas las variables registradas en el instrumental para cada período: semanal, mensual y anual. La serie temporal de cada variable debe ser presentada de acuerdo lo establecido en la tabla 3.
- Histograma de cada variable.
- Rosa de contaminantes.: La rosa de contaminantes hace referencia a las distintas concentraciones de los contaminantes según las distintas direcciones del viento.
- Rosa de vientos: La dirección del viento indica de la dirección de donde viene el viento. Así es como está definido por la Organización Mundial de Meteorología y la cual miden todos los instrumentos meteorológicos.

Para la realización de la rosa de contaminantes y de vientos puede ser de utilidad el software de libre distribución *WRPLOT view* que se encuentra disponible en la web [www.weblakes.com](http://www.weblakes.com).

Los resultados obtenidos y que serán presentados en el informe deben estar acompañados de comentarios y conclusiones.

## 5. Referencias

Protocolo de Transmisión de datos - Versión C. Porrini

DCA 03 – Protocolo: Transmisión de datos

Propuesta de estándares de calidad de aire en exteriores – Versión 2015

## 6. Modificaciones

Se modificó el formato de la versión 1 del presente documento.

Versión	Fecha	Modificaciones
1	01/09/2015	<ul style="list-style-type: none"><li>• Documento original</li></ul>
2	06/03/2018	<ul style="list-style-type: none"><li>• Redefiniciones a nivel general en el tratamiento estadístico</li><li>• Incorporación del chequeo de cero /span y la corrección de datos</li><li>• Edición</li></ul>