Fotos de www.epm.com.co y https://www.tripadvisor.co

Asistencia técnica para el diseño de tasas por contaminación atmosférica y cobros por emisiones de gases efecto invernadero a nivel subnacional

Informe Tarea 2

Anexo II. Estaciones de Monitoreo y Concentración de PM2.5 en Municipios del AMVA)

30 de abril de 2018

The World Bank – Econometría S.A.

Technical Assistance for the Design of Air Pollution Charges and GHG Emission Levies at the Sub-National Level

Contrato 7183732

Supervisión del Contrato

Ernesto Sánchez Triana – Banco Mundial
Pablo Benítez – Banco Mundial

Econometría Consultores

Guillermo Rudas – Director Consultoría

Equipo de Econometría Consultores

Beatriz Elena Arenas
Óscar Rodríguez
Ángela Solanilla Uricoechea
Tito Ávila
Santiago Hernández
María José Libreros

Equipo de Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA

Ana Zuleima Orrego
Zoraida Piedrahíta

INFORME TAREA 2

ANEXO II - ESTACIONES DE MONITOREO Y CONCENTRACIÓN DE $PM_{2.5}$ EN MUNICIPIOS DEL AMVA

TABLA DE CONTENIDO

Introducción 1

CAPÍTULO 1 3

Construcción de series mensuales de $PM_{2.5}$ por estación 3

1.1 Estimación de la relación entre $PM_{2.5}$ y PM_{10}, por estación 3

1.2 Ajuste de las series por estación a partir de las estimaciones de $PM_{2.5}$ 6

CAPÍTULO 2 9

Construcción de series mensuales de $PM_{2.5}$ por municipio 9

Referencias citadas 11

INTRODUCCIÓN

El Banco Mundial encargó a Econometría Consultores prestar asistencia técnica para el diseño de tasas por contaminación del aire y cobros por emisión de gases efecto invernadero a nivel subnacional. Los objetivos de esta asistencia se orientan en dos direcciones:

1) Desarrollar un marco estratégico y una metodología de análisis del impacto regulatorio de asignación de precios en políticas de reducción de la contaminación del aire y de la mitigación de emisiones de GEI en las ciudades.
2) Aplicar este marco estratégico al caso específico del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) mediante consultas de trabajo a las partes interesadas, con representación del sector privado, centros académicos y organizaciones no gubernamentales.

Como parte de esta asistencia, se estableció la tarea de estimar costos económicos anuales por afectaciones a la salud, en un escenario de tendencia de contaminación antes de aplicar medidas del Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire (PIGECA) que viene implementando el AMVA.

Para estimar los costos económicos de esta contaminación, se requiere disponer de series históricas de los niveles de contaminación atmosférica que se han presentado en el pasado, para asociarlos con el comportamiento de la salud humana. En este anexo se describe la forma en que se construyeron series mensuales de concentración promedio de $PM_{2.5}$ para los 10 municipios del AMVA (Medellín, Caldas, La Estrella, Sabaneta, Itagüí, Envigado, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa).

Estas series se construyeron para los años 2008 a 2015, con el objeto de relacionar los niveles de contaminación del aire con las defunciones por causas asociadas a esta contaminación, reportados en los microdatos de las Estadísticas Vitales de Colombia (DANE, 2017). Para tal efecto, se tuvo en cuenta que estos microdatos están disponibles hasta diciembre de 2015, indicando el municipio de residencia de la persona fallecida y el mes de ocurrencia de su fallecimiento, y que la información de calidad del aire en el AMVA está disponible desde abril de 2008.

Por otra parte, los análisis realizados en diversos países del mundo muestran que las asociaciones entre el material particulado y la mortalidad por diversas causas son estadísticamente significativas, concentrándose estos estudios de manera espacial en las afectaciones derivadas de $PM_{2.5}$ (Pope III & Dockery, 2006) (Krewski, et al., 2009).

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, para establecer la relación entre la calidad del aire y la mortalidad de las personas, el presente estudio se concentró en el análisis de la relación entre las muertes causadas por enfermedades asociadas a la calidad del aire y la concentración de $PM_{2.5}$ en el municipio de residencia de cada fallecido.

Para construir series mensuales de concentración de $PM_{2.5}$ a nivel municipal, el presente estudio tomó como punto de referencia las series diarias de concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$ entre abril de 2008 y diciembre de 2016 reportadas para 25 Estaciones de Monitoreo de la Calidad del Aire del AMVA. Estas series, que incluyen diversos métodos de imputación de valores no registrados, fueron suministradas a Econometría por el Área Metropolitana.

En este anexo se muestra, inicialmente, cómo se hicieron las estimaciones de concentración de $PM_{2.5}$ para las estaciones y fechas en que no había registros, tomando como base los registros disponibles de PM_{10}. En segundo lugar, se ilustra la forma en que se calcularon las series de promedios mensuales por municipio, a partir de los registros o estimaciones de $PM_{2.5}$ de cada estación, según su localización municipal.

Capítulo 1

CONSTRUCCIÓN DE SERIES MENSUALES DE $PM_{2.5}$ POR ESTACIÓN

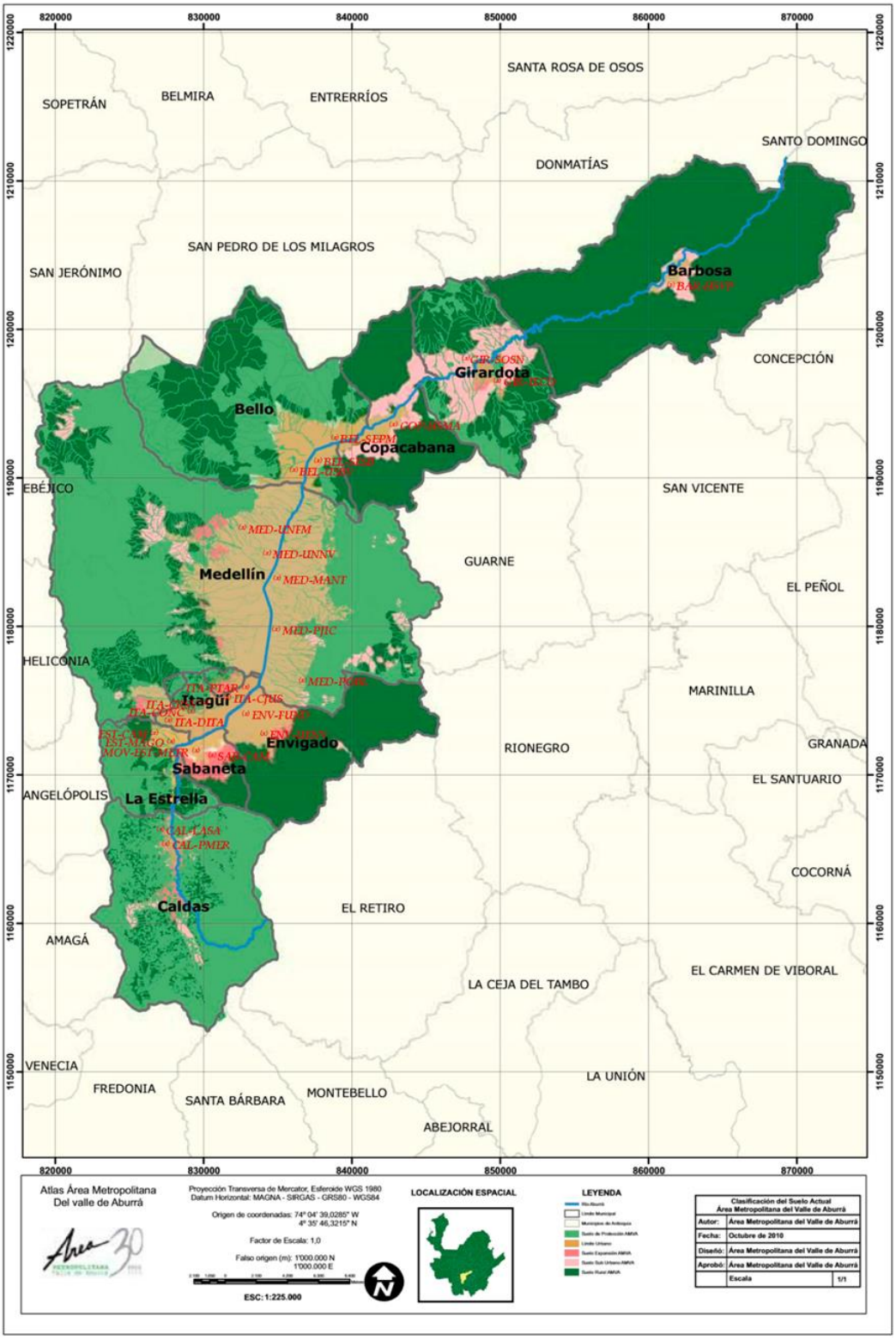
1.1 ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE $PM_{2.5}$ Y PM_{10}, POR ESTACIÓN

Para hacer estimaciones de concentración de $PM_{2.5}$ para las estaciones y fechas en que no había registros, se adelantó el proceso de estimación de $PM_{2.5}$ a partir de los registros de PM_{10}. Para tal efecto, se parte de identificar los registros simultáneos de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en la información disponible de 25 estaciones de monitoreo de la calidad del aire localizadas en las áreas urbanas del AMVA (ver Figura. A-II.1)

Entre abril de 2008 y diciembre de 2015, cada una de estas estaciones presenta un número de registros diarios según el tipo de material particulado que se muestra el Cuadro A.II-1. De esas 25 estaciones, sólo cuatro presentan registros simultáneos de los dos tamaños de partículas: en Medellín, las estaciones MED_MANT con 479 registros simultáneos y MED_PJIC con 148 registros simultáneos; y en Itagüí, las estaciones ITA_CONC con 1.639 registros simultáneos e ITA_DITA con 1.213 registros simultáneos.

Tomando el total de 3.479 registros simultáneos en estas cuatro estaciones, se encontró que la relación entre $PM_{2.5}$ y PM_{10} arroja un promedio de 0,514 (con una desviación estándar de 0,105). De todas formas, para probar si existen efectos fijos que muestren diferencias significativas entre los promedios de esta relación para las respectivas estaciones, se realizó la prueba correspondiente que se muestra en el Cuadro A.II-2.

Figura A-II. 1 AMVA. Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire con registros usados en este estudio



Fuente: Atlas del AMVA, con localización manual (aprox.) de estaciones por Econometría

CUADRO A-II. 1 AMVA. Numero de registros diarios de concenración de PM_{10} y $PM_{2.5}$ por Estación (2008 - 2016)

	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Municipio: Medellín		
ME_UNNV	-	1.565
MED_MANT	479	1.495
MED_PJIC	6.370	2.928
MED_POBL	-	1.031
MED_UNFM	6.140	1.848
Subtotal	*12.989*	*8.867*
Municipio: Caldas		
CAL_LASA	-	1.527
CAL_PMER	6.314	-
Subtotal	*6.314*	*1.527*
Municipio: La Estrella		
EST_CAM	2.088	-
EST_MAGO	1.094	-
Subtotal	3.182	-
Municipio: Sabaneta		
SAB_CAM	3.183	-
MOV_EST_METR	-	1.062
Subtotal	*3.183*	*1.062*
Municipio: Itagüí		
ITA_CJUS	-	1.767
ITA_CONC	1.671	1.639
ITA_CRSV	3.640	-
ITA_DITA	1.769	1.213
ITA_PTAR	3.199	-
Subtotal	*10.279*	*4.619*

	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Municipio: Envigado		
ENV_FUND	-	670
ENV_UENV	-	291
Subtotal	-	*961*
Municipio: Bello		
BEL_SEPM	1.003	-
BEL_SESB	-	248
BEL_USBV	1.495	-
Subtotal	*2.498*	*248*
Municipio: Copacabana		
COP_HSMA	3.186	-
Subtotal	*3.186*	-
Municipio: Girardota		
GIR_IECO	3.195	-
GIR_SOSN	-	477
Subtotal	*3.195*	*477*
Municipio: Barbosa		
BAR_HSVP	3.186	-
Subtotal	*3.186*	-
TOTAL	***48.012***	***17.761***

Fuente: Cálculos Econometría con base en Registros del AMVA

CUADRO A-II. 2 AMVA. Diferencias de promedios de ($PM_{2.5}$ / PM_{10}) en estaciones con información

```
      Source |       SS           df       MS      Number of obs   =     3,479
-------------+----------------------------------   F(3, 3475)      =     67.85
       Model |  2.12806507         3  .709355023   Prob > F        =    0.0000
    Residual |  36.3283257     3,475  .010454194   R-squared       =    0.0553
-------------+----------------------------------   Adj R-squared   =    0.0545
       Total |  38.4563907     3,478  .011057042   Root MSE        =    .10225

------------------------------------------------------------------------------
PM2_5p_PM_10 |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
    ITA_CONC |   .0035616   .0087758     0.41   0.685    -.0136447    .0207679
    ITA_DITA |  -.0200389   .0089025    -2.25   0.024    -.0374936   -.0025842
    MED_MANT |   .0586338   .0096157     6.10   0.000     .0397808    .0774868
    MED_PJIC |          0  (omitted)
       _cons |   .5115187   .0084045    60.86   0.000     .4950403    .5279971
------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Cálculos Econometría con base en Registros del AMVA

Estos resultados arrojan que, para las estaciones MED_PJIC, MED_MANT e ITA_DITA, los promedios de la relación entre $PM_{2.5}$ y PM_{10} tienen una diferencia estadísticamente significativa al promedio general de 0,514. En contraste, para la estación

ITA_CONC esta relación no presenta una diferencia significativa con el promedio general. En conclusión, para asignar un valor de $PM_{2.5}$ a cada uno de los registros con información de PM_{10} y sin dato de $PM_{2.5}$, se aplican los siguientes porcentajes al registro conocido:

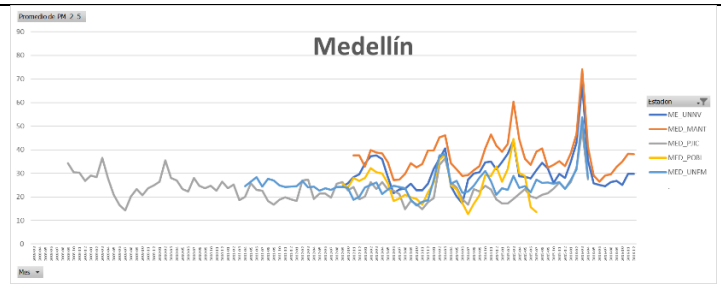
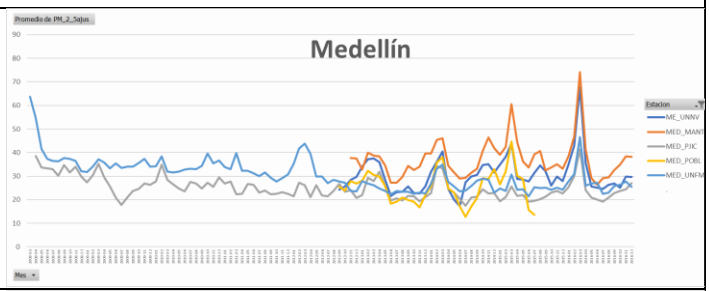
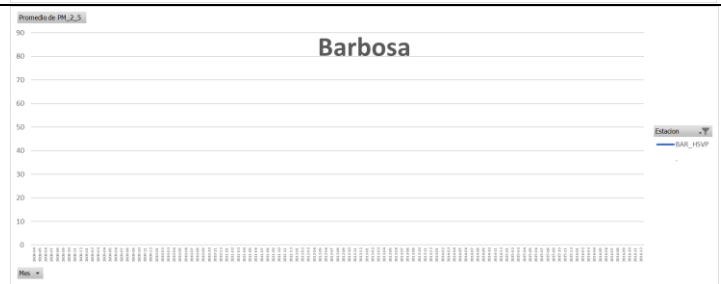
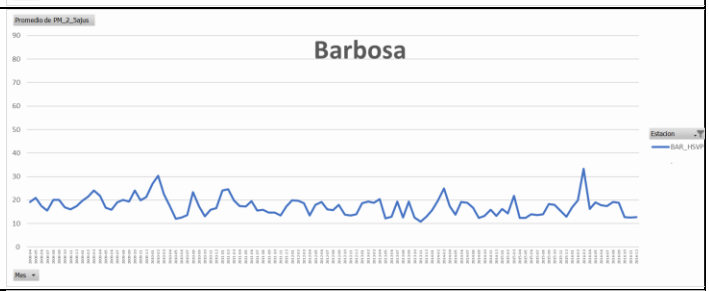
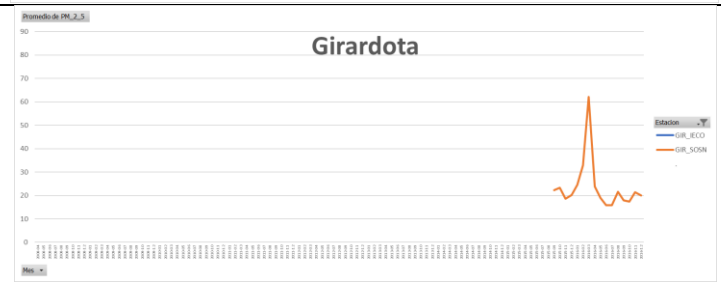
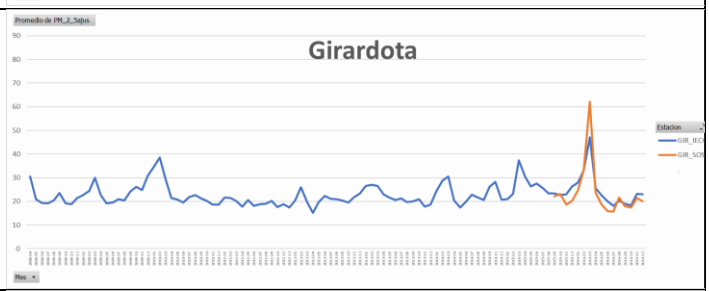
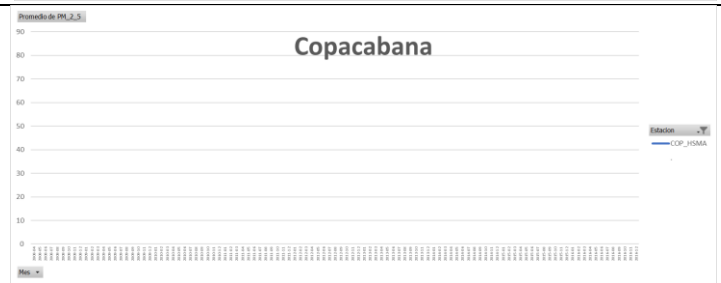
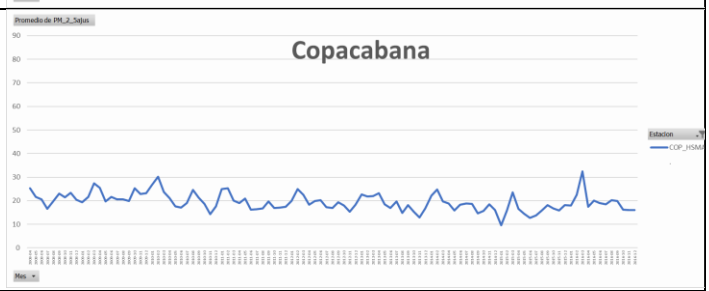
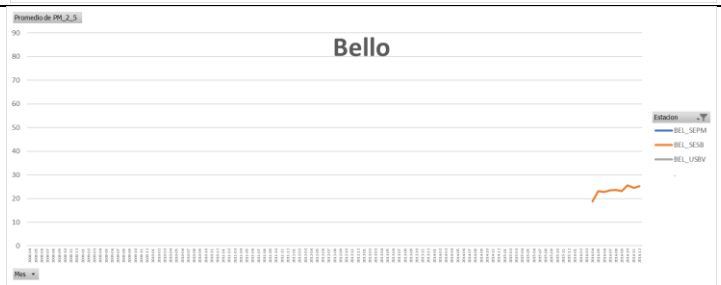
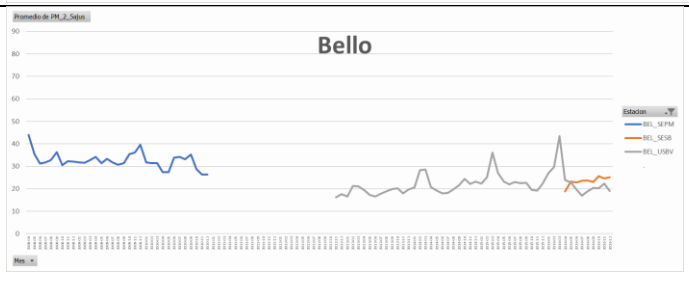
- Para la estación MED_PJIC: $PM_{2.5}$ = 51,2% de PM_{10}
- Para la estación MED_ MANT: $PM_{2.5}$ = 57,0% de PM_{10}
- Para la estación ITA_DITA: $PM_{2.5}$ = 49,1% de PM_{10}
- Para el resto de las estaciones: $PM_{2.5}$ = 51,4% de PM_{10} (Promedio general)

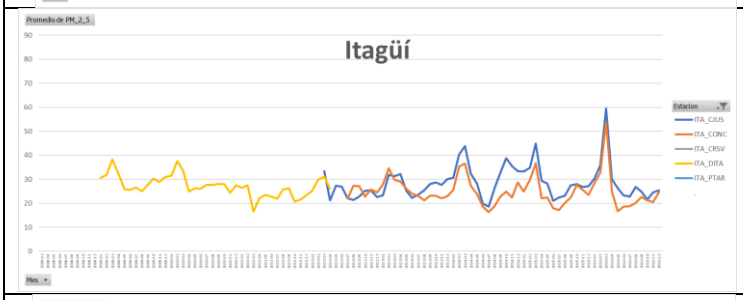
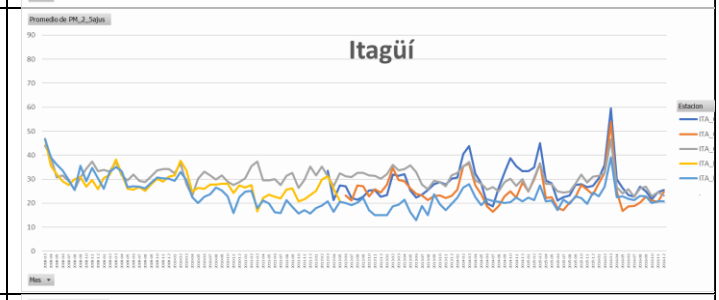
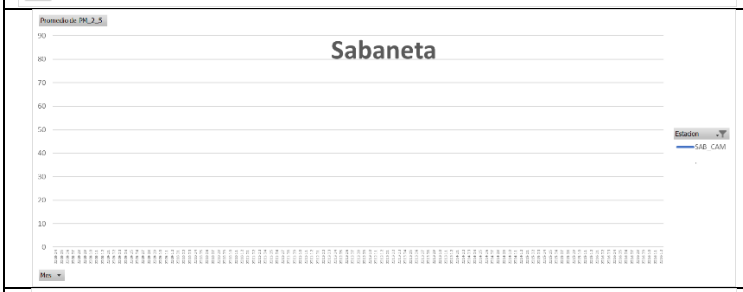
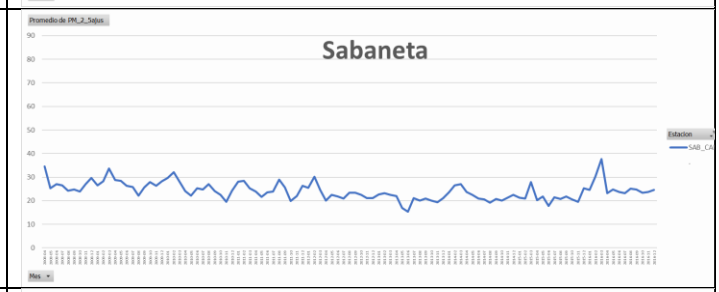
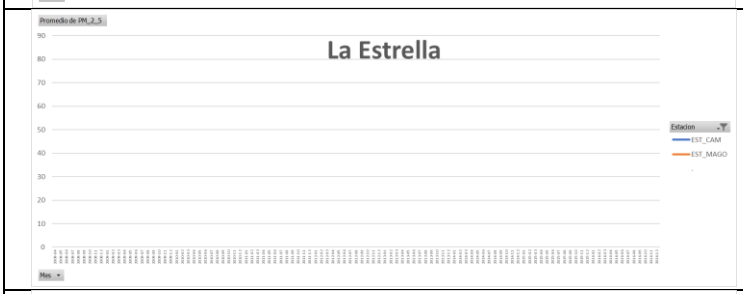
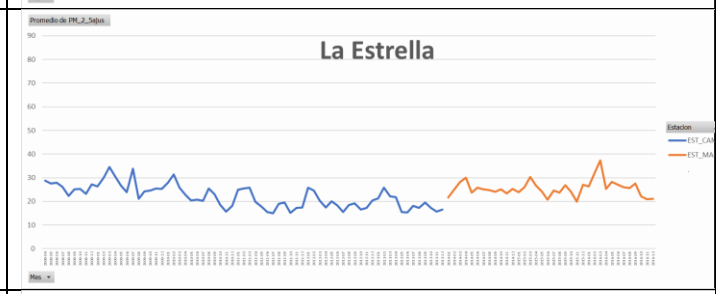
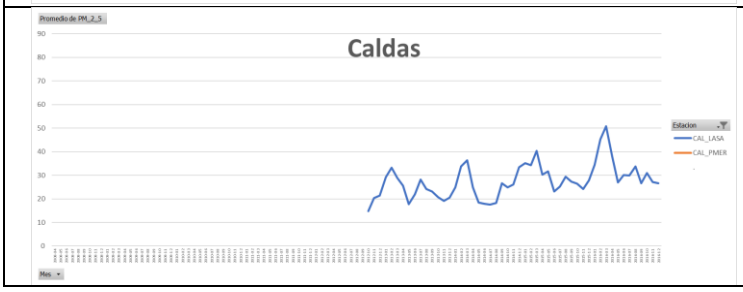
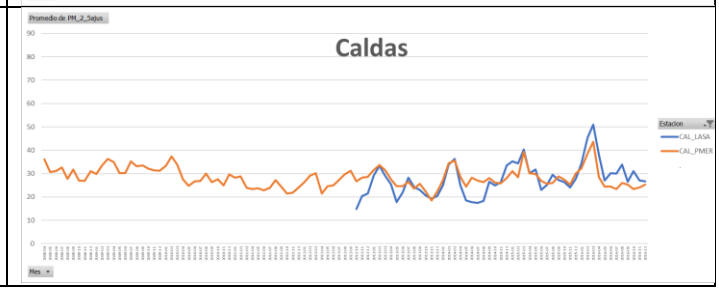
1.2 AJUSTE DE LAS SERIES POR ESTACIÓN A PARTIR DE LAS ESTIMACIONES DE $PM_{2.5}$

Con base en los valores estimados para la relación entre $PM_{2.5}$ y PM_{10}, las series originales de $PM_{2.5}$ para cada estación se transformaron en series que combinan los registros originales con las estimaciones a partir de los registros de PM_{10} disponibles. Con base en estas series diarias ajustadas, se calculan los promedios mensuales de ambas series, tal como se presenta en la Gráfica A-II.1. Allí se presentan los promedios mensuales de $PM_{2.5}$ para cada estación, agrupadas de acuerdo con su localización municipal[1], con valores mensuales desde abril de 2008 hasta diciembre de 2016.

1 La estación MOV_EST_METR localizada en el municipio Sabaneta no se incluye en este análisis, por corresponder a una estación de naturaleza móvil y por tanto atípica en relación con las demás estaciones.

Figura A-II. 2 Series $PM_{2.5}$ por Estación: Registros originales y estimaciones a partir PM_{10} (Abr 2008 a dic 2016)

PROMEDIOS MENSUALES DE $PM_{2.5}$ - ORIGINALES	PROMEDIOS MENSUALES DE $PM_{2.5}$ - ORIGINALES Y ESTIMADOS
	
	
	
	
	

PROMEDIOS MENSUALES DE $PM_{2.5}$ - ORIGINALES	PROMEDIOS MENSUALES DE $PM_{2.5}$ - ORIGINALES Y ESTIMADOS
	
	
	
	

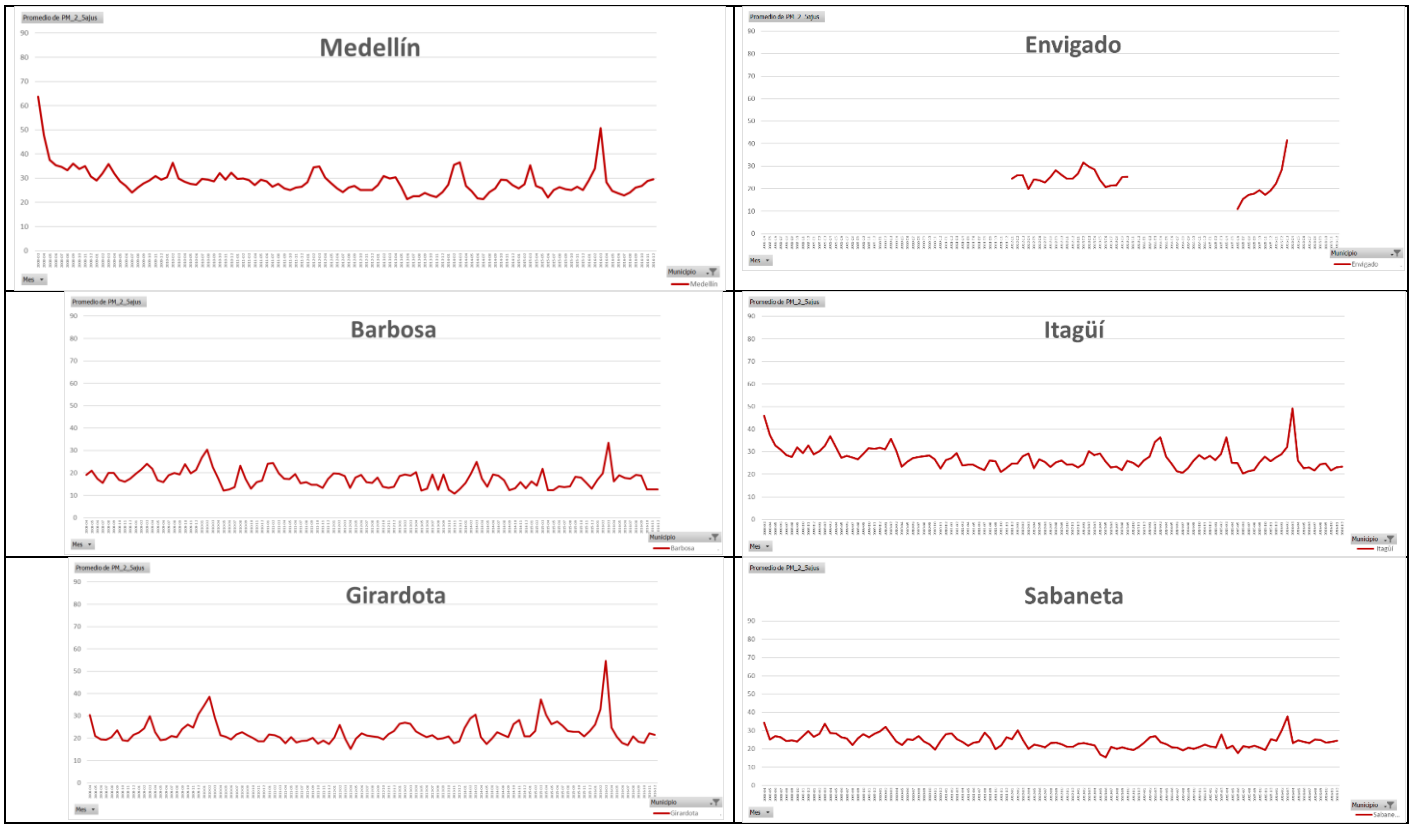
Fuente: Cálculos de Econometría a partir de Registros del AMVA

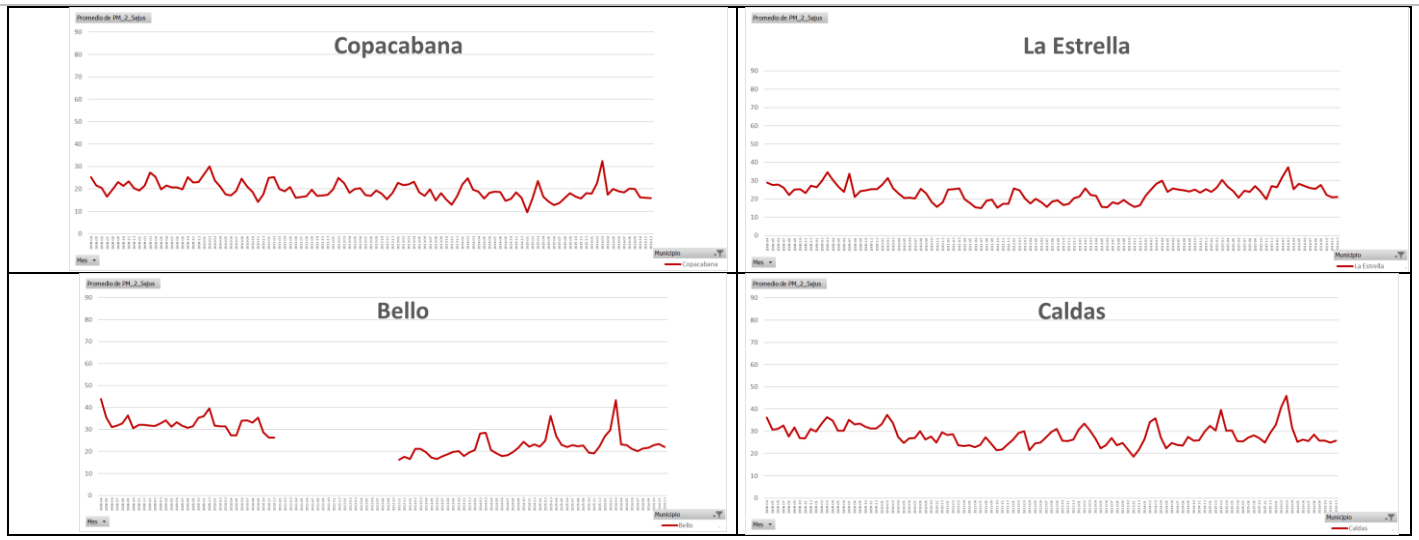
Capítulo 2

CONSTRUCCIÓN DE SERIES MENSUALES DE $PM_{2.5}$ POR MUNICIPIO

Con base en las series de promedios mensuales de concentración de $PM_{2.5}$ por estaciones, se procede a agruparlas de acuerdo con su localización para calcular las respectivas series de promedios por municipio (ver Gráfico A-II.2). Estas series se usan para el resto del análisis, para asociarlas con las muertes reportadas para cada mes y para cada municipio durante el período de estudio.

Figura A-II. 3 AMVA. Series Municipales de $PM_{2.5}$ – Promedio mensual (abril de 2008 a diciembre de 2016)





Fuente: Cálculos de Econometría a partir de Registros del AMVA

REFERENCIAS CITADAS

DANE. (2017). *COLOMBIA - Estadísticas Vitales 2015*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Krewski, D., Jerrett, M., Burnett, R. T., Ma, R., Hughes, E., Shi, Y., . . . Thun, M. J. (2009). *Extended Follow-Up and Spatial Analysis of the American Cancer Society Study Linking Particulate Air Pollution and Mortality*. Health Effects Institute (HEI).

Pope III, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 709-742.