

# Primera jornada de socialización de proyectos de investigación Universidad Santo Tomás - Unidad de Investigación 2017

**Título del proyecto:** DESARROLLO DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE APLICADO A LA SALUD (ICASA) EN COLOMBIA

**Autores/ORCID/ Correo electrónico:**

- Investigador principal: Luis Camilo Blanco Becerra/0000-0003-1974-0255/  
luis.blanco@usantotomas.edu.co
- Coinvestigador: Omar Darío Segura Duran /0000-0001-8432-7534 /omarsegura@usantotomas.edu.co
- Coinvestigador: Claudia Fernanda Navarrete López/0000-0001-5971-2369/  
claudianavarrete@usantotomas.edu.co

**Filiación Institucional:** Universidad Santo Tomás. Facultad de Ingeniería Ambiental - Maestría Salud Pública.

**Línea activa:** Louis Joseph Lebret y San Alberto Magno

**Grupo de investigación:** Protección Social y Salud Pública. INAM - USTA

**Objetivo general:** Desarrollar un Índice de calidad del aire aplicado a la salud (ICASA) para Colombia.

**Objetivo específicos:**

1. Establecer el comportamiento de las concentraciones de los contaminantes criterio del aire en tres ciudades de Colombia.
2. Identificar el comportamiento de la morbilidad y mortalidad de las enfermedades cardiopulmonares en tres ciudades de Colombia.
3. Examinar el efecto individual y combinado de los contaminantes criterios del aire sobre la mortalidad y morbilidad por enfermedades cardiopulmonares en tres ciudades de Colombia.

**Metodología:**

El proyecto desarrollará un Índice de calidad del aire aplicado a la salud (ICASA) para Colombia, mediante dos etapas las cuales se describen a continuación:

Etapa I. Con el objetivo de examinar el efecto individual y combinado de los contaminantes criterio del aire (CAP) sobre la mortalidad y morbilidad por enfermedades cardiopulmonares en Colombia, se seleccionaron tres ciudades: Bogotá, Santiago de Cali y Santa Marta, teniendo como criterios de selección que dispongan de información confiable en sus Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) y en sus registros de atención en salud por enfermedades cardiopulmonares. Las diferencias en cuanto a temperatura y elevación con respecto al nivel del mar complementaron los criterios de selección, evaluando así la variabilidad que puede presentar el país y así establecer si el ICASA puede generalizarse a todas las ciudades de Colombia. La primera etapa se desarrollará en las siguientes fases:

- a) Estimación y comparación entre ciudades de la tendencia temporal de los denominados CAPs (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y SO<sub>2</sub>) usando los datos registrados por los SVCA; b) Estimación de las tasas de

mortalidad y las tasas de morbilidad atendidas en los servicios de urgencias y hospitalización por enfermedades cardiorrespiratorias para las tres ciudades desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre de 2014; c) Modelación de las tasas de mortalidad y morbilidad cardiorrespiratoria como función de los efectos inmediatos y diferidos de hasta 5 días (lags de 0-5 días) de la concentración de los CAPs de manera individual y combinada.

Previo al análisis de asociación se describirán los patrones de los CAPs en cada ciudad. Para ello se utilizará un análisis de serie de tiempo para estimar la tendencia teniendo en cuenta la variabilidad mes a mes y para comparar los promedios diarios de niveles de contaminación del aire de las ciudades. El promedio diario y la tendencia temporal de los contaminantes del aire de las localidades serán comparados con los estándares de Colombia, de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y de las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (USEPA, 2016; OMS, 2006). El estudio evaluará el efecto de los CAPs sobre el riesgo de mortalidad y morbilidad por eventos cardiopulmonares definidos como: asma, EPOC, hipertensión arterial; diabetes y enfermedad cerebro vascular. Se incluirá el análisis tradicional de asociación con contaminantes individuales, así como la modelación de la exposición a contaminantes múltiples.

Se agruparán los contaminantes y se evaluará el efecto combinado en cinco diferentes grupos: 1) Grupo de gases oxidantes ( $O_3$ ,  $NO_2$  y  $SO_2$ ); 2) Grupo de contaminantes secundarios ( $O_3$  y  $PM_{2.5}$ ); 3) Grupo de contaminantes relacionados con el tráfico ( $CO$  y  $NO_2$ ); 4) grupo de contaminantes con asociación consistente a efectos adversos en salud ( $PM_{2.5}$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$ ); y 5) grupo de contaminantes criterio del aire ( $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ ,  $SO_2$  y  $PM_{2.5}$ ). Además, se agruparán teniendo en cuenta la fuente de contaminación (tráfico y otras fuentes industriales), siguiendo la propuesta de Winquist (2014), dado que otros métodos requieren modelos avanzados y conocimientos a priori, tales como información sobre los elementos químicos específicos proporcionados por las especiaciones de los filtros para periodos largos de tiempo, lo cual no está aún disponible en Colombia.

Para el análisis del efecto de los CAPs sobre la mortalidad se utilizará un análisis de series de tiempo que tendrá en cuenta los conteos diarios de mortalidad cardiopulmonar a nivel de cada ciudad. Se utilizarán modelos de Poisson con efectos mixtos para la ciudad, y efectos fijos para el tiempo y el nivel de contaminantes. Dichos modelos ajustan por factores de confusión relacionados con variaciones en el tiempo tales como variaciones en temperatura y humedad relativa así como por las tendencias generales de la mortalidad, y extraen el efecto causal a nivel del contaminante como explicación de las diferencias en el tiempo dentro y entre las ciudades. Diferentes estructuras auto correlativas serán probadas para este modelo. Se incluirán el promedio móvil de 3 días de la concentración y efectos diferidos (lags) de hasta 5 días para los contaminantes individuales y combinados (Stieb, Judek, & Burnett, 2002). Los potenciales confusores incluirán el estado meteorológico del tiempo (temperatura y humedad relativa) y las consultas diarias por otras condiciones cardiopulmonares relacionadas, tales como influenza. Estos confusores serán ajustados en el modelo como funciones paramétricas no lineales (modelos lineales generalizados (GLM) con natural cubic splines) (Duncan, 2009).

Para el análisis de los efectos de los CAPs sobre la morbilidad cardiopulmonar se usarán los datos del RIPS unificados para el país en la plataforma del Sistema Integral de Información de la Protección Social

(SISPRO). En este caso se utilizará un diseño analítico de casos emparejados estratificado por tiempo que es un diseño eficiente para el análisis de efectos a corto plazo de exposiciones transitorias (Janes, Sheppard, & Lumley, 2005). Este enfoque ajusta por diseño por variables individuales que tienen muy baja probabilidad de cambiar en pequeños periodos de tiempo y por variaciones estacionales y temporales de corto plazo (Villeneuve, Chen, Rowe, & Coates, 2007; Carracedo-Martínez, Taracido, Tobias, Saez, & Figueiras, 2010). Este análisis utilizará como casos los registros de atenciones a urgencias y hospitalizaciones por los diagnósticos seleccionados y su exposición corresponderá al nivel diario estimado para cada contaminante en la ciudad de residencia. Los controles serán los mismos individuos que conforman los casos pero en diferentes ventanas de tiempo: durante el mismo día de la semana y el mismo mes de ocurrencia de la morbilidad. De esta manera cada caso tendrá entre 3 y 4 controles emparejados en individuo y tiempo. La exposición de los momentos controles corresponderá al nivel diario estimado para cada contaminante en la ciudad de residencia durante los días definidos como controles. Los modelos de contaminante individuales y múltiples se construirán usando un modelo logístico condicional y tendrá como variables de ajuste las condiciones meteorológicas (humedad relativa y temperatura), el conteo diario de visitas por influenza y los días festivos como variable indicadora de uso diferencial de servicios durante días feriados (Carracedo-Martínez, Taracido, Tobias, Saez, & Figueiras, 2010). Tanto en el análisis de efecto sobre la mortalidad y morbilidad, se realizará un análisis individual para cada enfermedad y uno general que las incluya a todas como una aproximación al efecto global sobre enfermedades cardiopulmonares. Finalmente, teniendo en cuenta los resultados de la validación de los códigos diagnósticos en el RIPS, se realizará un análisis de sensibilidad para evaluar el grado de error en el reporte de datos administrativos que podría afectar los resultados (Schneeweiss, 2006; Greenland, 2001).

Etapa II. Para el desarrollo del ICASA para Colombia, se seguirá el enfoque definido por Stieb (2008) en el desarrollo del Air Quality Health Index (AQHI) de Canadá utilizando como insumo la estimación de riesgo del análisis de morbilidad y mortalidad cardiopulmonar en las tres ciudades. El índice se construirá como la suma de exceso de riesgo asociada con los contaminantes individuales  $PM_{2.5}$ ,  $O_3$  y  $NO_2$ , ajustada en la escala de 0 a 10 y calculada por hora con base en el promedio móvil de 3 horas de la concentración registrada para cada contaminante. Estudios canadienses han mostrado que el AQHI es un buen predictor de las consultas por asma (To, y otros, 2013) y por enfermedad cerebrovascular (Chen, Villeneuve, Rowe, Liu, & Stieb, 2014) y es una herramienta útil para la consejería de pacientes susceptibles a los efectos de la contaminación del aire con el fin de reducir su exposición (Abelsohn & Stieb, 2011).

#### **Resultados esperados (productos):**

- Un (1) artículo sometido a revista B (Revista de Salud Pública Colombia) según clasificación Colciencias.
- Dos (2) actividades de apropiación del conocimiento [una ponencia en evento científico nacional y otra internacional (30 Conference of the International Society for Environmental Epidemiology 2018)].
- Un trabajo de grado a nivel de posgrado (Maestría Salud Pública) y otro a nivel de pregrado (Facultad de Ingeniería Ambiental).

### Cronograma de trabajo:

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Consecución información ambiental y de salud	X	X										
Depuración de bases de datos ambientales y de salud		X	X									
Etapa I. Estimación CAP, Estimación tasas mortalidad y morbilidad, modelación tasas de mortalidad y morbilidad relacionada con contaminantes del aire. Esta actividad se realizará para tres ciudades.			X	X	X	X						
Etapa II. Estimación del ICASA para Colombia						X	X	X				
Redacción de resultados							X	X	X			
Sustentación trabajos de grado pregrado y maestría									X			
Elaboración de artículo con resultados								X	X			
Informe final del proyecto									X			
Sometimiento de artículos y actividades de apropiación del conocimiento).										X	X	X

### Presupuesto Aporte en horas nómina \$ 27'076.680

### Otros rubros aportados

Nombre del docente	Escalafón	Nº horas		
Luis Camilo Blanco Becerra	2	10 semana	Auxilio a investigadores	\$ 5'200.000
Omar Darío Segura Duran	2	10 semana	Equipos	\$ 400.000
Claudia Fernanda Navarrete López	3	10 semana	Software	\$ 400.000
			Papelería	\$ 200.000
			Pares académicos	\$ 400.000
			Viáticos asesor de la investigación externo	\$ 2'000.000
			Publicaciones	\$ 2'000.000
			Imprevistos	\$ 2'500.000
			Movilidad académica	\$ 15'000.000
			Organización de eventos	\$ 3'000.000

Entidades/IES externas involucradas (si aplica): \$