



El Instituto de Investigaciones Atmosféricas  
de la Universidad San Francisco de Quito

**IIA USFQ**

Presenta la

**Tercera Edición**

del

**Congreso Anual de Meteorología y Calidad del Aire**

**CAMCA 2016**

**Libro de Resúmenes**

**Comité Organizador©**

**Abril 2016**

**Editores:**

*María del Carmen Cazorla*

*Julieta Juncosa*

# Dr. Russell Schnell

---

*Deputy Director NOAA, Global Monitoring Division*



El Dr. Russell Schnell es el Director de la División de Monitoreo Global de la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica de los Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés). El Dr. Schnell es uno de los científicos de la NOAA que, junto con otros científicos, recibieron colectivamente el Premio Nobel de la Paz en 2007 por sus notables contribuciones al IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático, por sus siglas en inglés). El Dr. Schnell es autor de ciento veinte y cinco artículos sobre el ozono atmosférico, CO<sub>2</sub>, aerosoles y núcleos de hielo. Ocho de estos artículos han sido publicados en una de las revistas científicas mundialmente más famosas: la revista Nature. Con un PhD en Ciencia Atmosférica, el Dr. Schnell tiene también grados académicos en Biología, Química y Recursos Atmosféricos. El Dr. Schnell descubrió los núcleos de hielo utilizados en la producción de nieve para campos de esquí y aquellos utilizados en la prevención de daño de cultivos por heladas. Estos núcleos son importantes en la formación de precipitación natural. El Dr. Schnell ha vivido, viajado y trabajado en 89 países y en todos los continentes, incluidos el Polo Norte y el Polo Sur. Los intereses del Dr. Schnell incluyen la construcción de trenecitos de madera y de pequeñas bibliotecas para niños.

## THE AIR WE BREATHE: IT IS NOT WHAT IT USED TO BE

Dr. Russell C. Schnell

*Global Monitoring Division  
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)  
325 Broadway, Boulder, CO USA  
Email: [russell.c.schnell@noaa.gov](mailto:russell.c.schnell@noaa.gov)*

The composition of the atmosphere is changing due to burning of fossil fuels, manufacturing processes and agricultural practices. Some of these changes are warming the atmosphere, some are destroying the stratospheric ozone layer and others are producing tropospheric ozone. The NOAA Global Monitoring Division monitors various aspects of the atmosphere from 100s of locations around the Earth. At some, only one parameter is measured, at others up to 250 are monitored.

The greenhouse gas CO<sub>2</sub> passed the 400 ppm level at Mauna Loa Observatory, Hawaii, in May 2013. This is a 120 ppm increase since pre-industrial times. Methane, the second most important greenhouse gas, after a decade of no growth, began increasing again in 2007. The likely causes are increased emissions from tropical wetlands and emissions from gas fields.

Chlorofluorocarbons (CFCs) are the main gases that cause ozone destruction in the stratosphere known as the “Antarctic Ozone Hole”. The concentrations of CFCs have decreased greatly in the past 20 years in response to the Montreal Protocol. The ozone depleting chemicals in the stratosphere are expected to return to pre Ozone Hole concentrations between 2040 and 2050.

**Keywords:** *Fossil fuels, ozone layer, CO<sub>2</sub>, CFCs.*

### Dr. William Vizquete

---

*Associate Professor University of North Carolina at Chapel Hill. Department of Environmental Sciences and Engineering*



El Dr. William Vizquete tiene el rango de Profesor Asociado en el Departamento de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad de North Carolina at Chapel Hill. Este programa es parte de la Escuela de Salud Pública, que se ubica segunda en el ranking académico nacional de los Estados Unidos. El Dr. Vizquete es especialista en química atmosférica, en formación de la contaminación del aire y sus vínculos con la salud humana. El Dr. Vizquete usa sistemas computacionales de alto rendimiento y simulaciones tridimensionales de la atmósfera para estudiar los mecanismos de producción de contaminantes. Este conocimiento contribuye a mejorar las herramientas y métodos que los hacedores de políticas públicas utilizan para ejecutar estrategias de mejora de la calidad del aire, que crean un ambiente más saludable para todos. El Dr. Vizquete lidera un equipo de investigadores que inventó un biosensor patentado que se utiliza en la cuantificación de la toxicidad del aire. El Dr. Vizquete fundó una compañía que comercializa este biosensor.

## DOES THE ATMOSPHERE MAKE POLLUTION MORE DEADLY?

William Vizquete, Ph. D.

*Associate Professor University of North Carolina at Chapel Hill. Department of Environmental Sciences and Engineering  
Email: [airquality@unc.edu](mailto:airquality@unc.edu)*

At the University of North Carolina at Chapel Hill we feature the only engineering department in a School of Public Health. This placement results in unique interdisciplinary collaborations with engineers and non-engineers with a goal of improving public health. This talk will feature one such interdisciplinary example where we have developed a patented technology that uses human lung cells grown outside the body to measure atmospheric toxicity. Using this new technology we are able to begin to identify what is driving toxicity in the complex mixture of particles and gasses that we are all exposed to everyday. Come and hear about some of the results of our laboratory and field experiments where we were surprised to find out that the atmosphere is a source of toxicity.

**Keywords:** *pollution, atmospheric toxicity, complex mixture*

## ALL AIR QUALITY MODELS ARE WRONG: CAN THEY BE USEFUL?

William Vizquete, Ph. D.

*Associate Professor University of North Carolina at Chapel Hill. Department of Environmental Sciences and Engineering  
Email: [airquality@unc.edu](mailto:airquality@unc.edu)*

The atmosphere is an extremely complex system that is impossible to model in an explicit manner. Further, there are many parts of this system that are still unknown to us with new discoveries routinely being made. Limitations in our knowledge and computing resources forces scientists to model this system in a simplistic way whether in climate or air quality models. This talk will describe how an air quality model is built and discuss some of the communities largest challenges. Finally we will determine the utility of models and answer the question of whether they are indeed useful.

**Keywords:** *air quality, modeling, computing resources*

### **Cherilyn Sirois, Ph. D.**

---

*Directora del Programa de Maestría en Ciencias Biomédicas*

La Dra. Cherilyn Sirois, es profesora de medicina e investigadora en el Centro de Investigación Traslacional de la Universidad de las Américas en Quito, Ecuador, donde también sirve como directora del Programa de Maestría en Ciencias Biomédicas. Sus intereses científicos se centran en cómo el sistema inmune reconoce sustancias como ácidos nucleicos y partículas para desencadenar procesos de inflamación y patología, y actualmente investiga estos temas en el contexto de exposición al aire urbano contaminado. Cheri realizó sus estudios de pregrado en biología y lengua y literatura hispanoamericana en Muhlenberg College, Pennsylvania, Estados Unidos y estudios a nivel de maestría en microbiología en la Universidad San Francisco de Quito, Ecuador. Luego, regresó a Estados Unidos donde realizó sus estudios de PhD en ciencias biomédicas en la Escuela de Medicina de la Universidad de Massachusetts (UMass), Worcester. En UMass, tuvo la oportunidad de colaborar con un departamento de especialistas de reconocimiento mundial en temas moleculares de inmunidad innata, y se especializó en técnicas de microscopía de fluorescencia de alta resolución. Profundizó en estos temas durante su trabajo de posdoctorado en los Centros de Innovación Terapéutica, una división de la compañía farmacéutica Pfizer, en Boston, Massachusetts, Estados Unidos.

## HOLD YOUR BREATH: EFFECTS OF AIR POLLUTION ON HUMAN HEALTH

Cherilyn M. Sirois

*Centro de Investigación Traslacional, Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador.*

*Email: [cherilyn.sirois@udla.edu.ec](mailto:cherilyn.sirois@udla.edu.ec)*

The gases and particles that constitute air pollution can often be invisible, but they have very real impacts on human health. Components of air pollution in modern cities have been studied and linked to various types of chronic and acute health problems, such as respiratory distress, cardiovascular disease, and neurological pathology. In cities in developing countries, air pollution is often more noticeable and is likely to also pose a greater exposure risk to the population. Several studies in major cities in Asia and Latin America confirm this link between exposure to polluted air and diverse health problems. However, information on the molecular and cellular mechanisms by which air contaminants cause pathology is only beginning to emerge.

Airborne particles encountered in industrial environments have been shown to directly induce inflammation in the lungs, which leads to the pathology typical of diseases such as silicosis and asbestosis. Additional laboratory work has defined mechanisms by which exogenous and endogenous crystalline particles interact with receptors in cells of the immune system to induce inflammation and pathology. This leads us to suspect that particulate matter in urban air may also exert diverse health effects via immune system activation and the induction of inflammation.

The city of Quito, Ecuador, has an excellent air-quality monitoring network that measures several types of air pollutants, including coarse and fine particulate matter (PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, respectively). We have begun to analyze the ability of PM from Quito's air to activate specific immune signaling pathways, to deduce molecular mechanisms that underlie the health effects caused by exposure to air pollution. This talk will discuss recent data from our group and others regarding the effects of PM on the human body and the emerging idea of how particles cause acute and chronic health problems.

***Keywords:*** *air pollution, airborne particles, immune system*



# Silvana Hidalgo, Ph. D.

---

*Investigadora y docente del Instituto Geográfico y la Facultad de Geología de la EPN*

Silvana Hidalgo es ingeniera geóloga graduada de la Escuela Politécnica Nacional, máster en Magmatismo, Metamorfismo y Procesos volcánicos en la Universidad Blaise Pascal de Clermont-Ferrand (Francia). Obtuvo su doctorado en Ciencias de la Tierra con una especialidad en Vulcanología – Geoquímica entre 2003 y 2006. Desde el 2007, es investigadora y docente en el Instituto Geofísico y la Facultad de Geología de la Escuela Politécnica Nacional. Sus temas de investigación en el ámbito de la vulcanología son el estudio geoquímico y geocronológico de los volcanes del arco ecuatoriano con el fin de entender los procesos de origen de los magmas, la edad de los edificios y sus periodos de recurrencia; y la desgasificación de sistemas volcánicos aplicada al monitoreo de volcanes activos.

## EMISIONES DE SO<sub>2</sub> DE LOS VOLCANES TUNGURAHUA Y COTOPAXI: APORTE AL MONITOREO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Silvana Hidalgo, Jean Battaglia, Daniel Sierra, Charlotte Barrington, Francisco Vásconez, Santiago Arellano

*Instituto Geofísico — Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía, 6to piso ed. Ing. Civil, Quito, Ecuador*

*Email: [shidalgo@igepn.edu.ec](mailto:shidalgo@igepn.edu.ec)*

Las emisiones de SO<sub>2</sub> han sido reconocidas desde los años 70's como un parámetro premonitor de nueva actividad volcánica o de cambios en la evolución y la dinámica de erupciones en curso. Para medir el SO<sub>2</sub> en sistemas volcánicos se usa el muestreo directo o la medición remota. El primero implica el acercamiento a zonas fumarólicas o a manifestaciones hidrotermales vinculadas a los sistemas volcánicos para tomar muestras de gas y posteriormente analizarlas en laboratorio. La segunda requiere instrumentación basada en métodos ópticos que permite por espectroscopia diferencial obtener una concentración y un flujo de SO<sub>2</sub> en plumas volcánicas usando la radiación solar. En el Ecuador desde los años 80 se han realizado campañas de medición de SO<sub>2</sub>, usando primero un instrumento COSPEC y posteriormente y hasta la actualidad instrumentos DOAS móviles o instalados de manera permanente en los volcanes activos. Desde entonces se ha visto una emisión episódica que refleja un cambio en la dinámica eruptiva, que ha ido justamente de continua a una actividad por fases. Durante los periodos de reposo entre cada fase la emisión de SO<sub>2</sub> es prácticamente nula, indicando un cierre temporal del sistema y/o un déficit de alimentación. Para el Cotopaxi, gracias a la instalación desde el 2008 de una red de DOAS, la emisión de SO<sub>2</sub> puede ser vista de manera precoz y constituir un claro premonitor de la actividad volcánica. La tasa de muestreo de los instrumentos permanentes genera ventajas substanciales con respecto a las mediciones puntuales y permite una correlación con otros parámetros geofísicos como por ejemplo la sismicidad. La combinación de estos parámetros permite entender de mejor manera el funcionamiento de los sistemas volcánicos y en consecuencia proponer mejores escenarios eruptivos.

**Palabras Clave:** SO<sub>2</sub>, sistemas volcánicos, dinámica eruptiva, tasa de muestreo

# Benjamin Bernard, Ph. D.

---

*Investigador y docente del Instituto Geográfico y la Facultad de Geología de la EPN*

De nacionalidad francesa, vive en Ecuador desde 2008. Es ingeniero geólogo del Institut Géologique Albert de Lapparent y tiene un máster en ciencia de la Universidad Blaise Pascal de Clermont-Ferrand en magmatismo, metamorfismo y procesos volcánicos. Hizo un doctorado en Ciencias de la Tierra, especialidad Vulcanología, en la misma universidad entre 2005 y 2008. De 2009 a 2011, trabajó para el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) como vulcanólogo antes de tomar una posición de profesor a tiempo completo en la Universidad San Francisco de Quito. Desde 2014 trabaja en el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional donde enseña vulcanología a clases de pregrado y máster. Sus investigaciones se enfocan en la cuantificación e interpretación de los depósitos volcánicos para entender los procesos fundamentales que controlan las erupciones y mejorar la evaluación de la amenaza volcánica. En particular, ha trabajado sobre los volcanes Chimborazo, Tungurahua, Mojanda Fuya-Fuya, Chachimbiro, Chiles-Cerro Negro, Cotopaxi entre otros. En el Instituto Geofísico está a cargo del monitoreo de la ceniza volcánica asociada a la actividad de los volcanes ecuatorianos.

## CARACTERIZACIÓN DE LAS EMISIONES DE CENIZA ASOCIADAS A LA ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES TUNGURAHUA Y COTOPAXI

Benjamin Bernard<sup>1\*</sup>, Marjorie Encalada<sup>1</sup>, Antonio Proaño<sup>1</sup>, Diego Narváez<sup>1</sup>, Elizabeth Gaunt<sup>1</sup>, Jean-Luc Le Pennec<sup>2</sup>, Ulrich Kueppers<sup>3</sup>, Krupaskaia Acuña<sup>1</sup>, Edwin Telenchana<sup>1</sup>, Santiago Santamaría<sup>1</sup>, Julien Bernard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Geofísico – Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía, 6to piso ed. Ing. Civil, Quito, Ecuador*

<sup>2</sup>*Laboratoire Magmas et Volcans, Université Blaise Pascal - CNRS - IRD - OPGC, Clermont Ferrand, France*

<sup>3</sup>*Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Department of Earth and Environmental Sciences, Munich, Germany*

\*Email: [bbernard@igeqn.edu.ec](mailto:bbernard@igeqn.edu.ec)

La ceniza es el peligro volcánico con el mayor radio de afectación y un potencial impacto fuerte sobre nuestra sociedad. Para mejorar la comprensión de este fenómeno es necesario caracterizar en detalle las emisiones de ceniza. Desde 1999, la ceniza asociada a la actividad del volcán Tungurahua ha afectado de manera repetitiva las provincias de Tungurahua y Chimborazo. Para estudiar este fenómeno se ha diseñado un sistema de monitorización que incluye muestreo en tiempo casi-real de las caídas de ceniza, campañas regionales de muestreo, y monitorización satelital y visual. La experiencia adquirida en el Tungurahua sirvió para estudiar la erupción del Cotopaxi en 2015, la cual afectó principalmente a las provincias de Pichincha y Cotopaxi. Los principales resultados indican que en ambos casos las plumas de ceniza se dirigieron mayormente hacia el Occidente con velocidades inferior a 15 m/s y poca inyección estratosférica. La cantidad de ceniza emitida durante la erupción del Cotopaxi de Agosto-Noviembre 2015 corresponde a un índice de explosividad 1 similar a la mayoría de las erupciones del Tungurahua. Sin embargo, desde 1999, en al menos 11 ocasiones las erupciones del Tungurahua alcanzaron un índice de explosividad  $\geq 2$ . Los análisis granulométricos, morfológicos, y de componentes de la ceniza indican claras diferencias entre las erupciones de los dos volcanes subrayando dinamismos eruptivos y procesos de fragmentación diferentes. Es importante notar que, debido a su tamaño de grano muy fino, la ceniza emitida por el Cotopaxi en 2015 podría tener un mayor impacto que la ceniza del Tungurahua a cantidad igual ya que puede ser remobilizada por el viento más fácilmente e ingresar al sistema respiratorio.

**Palabras Clave:** *caracterización, ceniza emitida, inyección estratosférica*

## Conferencistas del IIA – USFQ

### **María del Carmen Cazorla, Ph. D.**

---

*Directora del Instituto de Investigaciones Atmosféricas de la USFQ*

Realizó un Postdoctorado en desarrollo de instrumentos para mediciones atmosféricas en la NASA (Goddard Space Flight Center, Maryland, USA). Obtuvo su Ph.D. en Meteorología en Penn State University, USA. Tiene un M. Sc. en Control de la Contaminación Ambiental de Penn State University, USA. Es fundadora del Instituto de Investigaciones Atmosféricas de la USFQ. Es directora y fundadora de la Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la USFQ. Sus intereses de investigación son la física atmosférica, la química de la contaminación y el desarrollo de sensores.

# MEDICIONES DE LA ALTURA DE LA CAPA LÍMITE PLANETARIA EN CUMBAYÁ, ECUADOR E IMPLICACIONES PARA LA CALIDAD DEL AIRE DE QUITO

María del Carmen Cazorla

*Instituto de Investigaciones Atmosféricas IIA USFQ*

*Email: [mcazorla@usfq.edu.ec](mailto:mcazorla@usfq.edu.ec)*

En este trabajo se ofrecerá una explicación de la técnica empleada para la identificación de la capa límite planetaria sobre Cumbayá, Ecuador, a partir de datos de radio y ozono sondeos. Los datos presentados corresponden a una fracción de la serie de tiempo de sondeos atmosféricos realizada entre 2014 y 2015 desde la Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la USFQ. Se utilizaron datos de alta resolución espacial (5 m) de los perfiles verticales de temperatura potencial, fracción másica de vapor de agua y abundancia de ozono, para identificar el límite de la transición entre la capa límite y la tropósfera libre. Las mediciones se realizaron en horas de la mañana y al medio día, a fin de estimar la posible evolución y la máxima altitud que la capa límite es capaz de desarrollar sobre esta localidad. Siendo el desarrollo de la capa límite un fenómeno asociado con turbulencias de microescala ocasionadas por el calentamiento de la superficie, los resultados se interpretaron a la luz de observaciones de temperatura de la estación terrena. Se concluyó que sobre este valle andino, existe el potencial para desarrollar capas de mezcla poco profundas, posiblemente durante una fracción sustancial del año. La complejidad del terreno sugiere que la capa límite se desarrolla en forma no homogénea sobre la pendiente Andina que comprende Quito y sus valles aledaños. Se presentarán los resultados experimentales y se ofrecerá una interpretación de datos de calidad del aire de Quito en relación a las mediciones de capa límite realizadas. Un estudio detallado que integra la identificación de la capa límite sobre Cumbayá y las observaciones de calidad del aire en la EMA se publicó recientemente en la revista Atmospheric Pollution Research (Cazorla, 2016).

***Palabras clave:*** *capa límite planetaria, sondeos atmosféricos, Quito, EMA USFQ.*

# Dr. René Parra

---

*Investigador de la Universidad San Francisco de Quito*

Obtuvo su grado de Doctor en Ingeniería Ambiental en la Universidad Politécnica de Catalunya, España. Es Master en ingeniería y prevención ambiental por la Universidad Politécnica de Catalunya, España. Es experto en modelado ambiental. Es docente e Investigador de la USFQ. Es miembro del Grupo de Investigación sobre la Ceniza volcánica en el Ecuador.

# EVALUACIÓN DE ESQUEMAS DE CAPA LÍMITE PLANETARIA EN LA SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LA DISPERSIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA ZONA URBANA DE QUITO – ECUADOR

René Parra

*Universidad San Francisco de Quito – Instituto de Investigaciones Atmosféricas – Colegio de Ciencias e Ingenierías – Ingeniería Ambiental*  
*Email: [rparra@usfq.edu.ec](mailto:rparra@usfq.edu.ec)*

A más de las emisiones atmosféricas, la altura de la Capa Límite Planetaria (CLP) condiciona en alto grado la concentración de los contaminantes del aire. Los esquemas de la CLP de los modelos numéricos requieren ser evaluados con el fin de identificar aquel o aquellos, que presenten el mejor desempeño en la zona de estudio. Con este objetivo, se simuló la dispersión de monóxido de carbono (CO) en la zona urbana de Quito, durante los días 23, 24 y 25 de octubre de 2014 (días laborables), por medio del modelo Weather Research & Forecasting with Chemistry (WRF-Chem V3.2), bajo 5 esquemas de la CLP (1 Yonsei University, YSU; 2 Mellor-Yamada-Janjic, MYJ; 3 Quasi-Normal Scale Elimination PBL, QNSE; 4 Mellor-Yamada Nakanishi and Niino Level 2.5 PBL, MYN; 5 BouLac PBL, BL). Se generaron mapas horarios de alta resolución espacial (1 km) de las emisiones de CO provenientes del tráfico vehicular (la fuente más relevante de CO en la zona urbana de Quito) para un día típico laborable. Las simulaciones de la dispersión de CO se desarrollaron con un dominio de alta resolución espacial (malla de 120 filas y 120 columnas, con celdas de 1 km de lado), que incluye a todo el territorio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Los resultados del modelo fueron comparados con los registros de 5 estaciones de calidad del aire. El esquema YSU presentó un desempeño aceptable ( $R^2 > 0.3$ ) en la comparación de todos registros horarios con los resultados de modelo, en 2 de las 5 estaciones. El esquema YSU presentó un desempeño aceptable ( $R^2 > 0.5$ ) al comparar las concentraciones máximas horarias por día, en 3 de las 5 estaciones. Los esquemas YSU, MYJ y MYN presentaron un desempeño aceptable ( $R^2 > 0.7$ ) al comparar las concentraciones máximas octohorarias por día. Esta evaluación tiene el carácter de preliminar y requiere ser complementada con estudios que cubran otros periodos temporales, variables meteorológicas y contaminantes del aire.

**Palabras Clave:** Distrito Metropolitano de Quito, DMQ, capa de mezcla, día laborable, alta resolución espacial.



**EXPOSITORES**  
**PRESENTACIONES ORALES**

## PUBLICATION OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS FROM THE MONITORING STATION CITY OF CUENCA USING OGC STANDARDS SERVICES.

## PUBLICACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CIUDAD DE CUENCA, UTILIZANDO SERVICIOS ESTÁNDARES OGC.

Chester Sellers

Universidad del Azuay  
Email: [csellers@uazuay.edu.ec](mailto:csellers@uazuay.edu.ec)

La contaminación del aire ambiente es una constante amenaza para la salud humana y el ambiente, requiriendo la toma de decisiones respecto a la prevención, control y mitigación de sus impactos. Para tal fin el GAD Municipal del cantón Cuenca, y en particular la Empresa Municipal de Movilidad Transito y Transporte (EMOV-EP), dispone de una estación de monitoreo continuo de agentes contaminantes atmosféricos. Este sistema de monitoreo, sin embargo, presenta limitaciones relacionadas con la publicación de la información capturada, siendo actualmente publicada únicamente en medios impresos y almacenada sin publicación en la web. El objetivo general de este proyecto es el desarrollo un mecanismo para gestionar y publicar la información registrada en la estación de monitoreo continuo de agentes contaminantes atmosféricos para beneficio de autoridades locales, técnicos y la sociedad civil en general. Esto se realiza a través de la generación de un índice general de la calidad aire (IGCA) y la publicación de dicha información en la web por medios que sean de fácil acceso y comprensión para la sociedad en común. Para el IGCA se utiliza la normativa nacional Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA) y la normativa internacional proporcionada por Environmental Protection Agency (EPA). Para la publicación web se utiliza el servicio estándar Sensor Observation Service (SOS) del Open Geospatial Consortium (OGC). Los resultados se presentan como una plataforma base para la gestión, monitoreo y publicación de los contaminantes atmosféricos de la ciudad (O3, CO, NO2, SO2, PM2.5). Además de presentar un índice general de calidad del aire (IGCA) e índices por contaminante registrado, también se publican gráficas estadísticas del comportamiento temporal de las variables contaminantes. Esta plataforma presenta el potencial de convertirse en una verdadera herramienta para la gestión ambiental y la toma de decisiones que contribuya con el buen vivir de los cuencanos.

**Palabras Clave:** sistema de monitoreo, agentes contaminantes atmosféricos, IGCA

## AEROSOL TRANSPORT SIMULATIONS IN INDOOR AND OUTDOOR ENVIRONMENTS USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Andrea C. Landázuri

*Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingeniería - El Politécnico,  
Departamento de Ingeniería Química, Calle Diego de Robles y Vía Interoceánica, Campus Cumbayá,  
Edif. Newton. Casilla Postal 17-1200-841, Quito, Ecuador  
Email: [alandazuri@email.arizona.edu](mailto:alandazuri@email.arizona.edu)*

The impacts of human exposure in occupational environments and mining sites are explored with the emphasis on turbulence, wind speed, wind direction and particle sizes. Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations were approached using the  $k-\varepsilon$  model, with the aid of computer aided engineering software: ANSYS® and COMSOL MULTIPHYSICS® over several domains of study. The success of aerosol transport simulations depends on a good simulation of the turbulent flow. A lot of attention was placed on investigating and choosing the best models in terms of convergence, independence and computational effort. In terms of the occupational case study, it was possible to determine particle aspiration efficiency of an air sampler to simulate human particle inhalability, whereas final emission simulations over mining sites in Arizona involved the digitalization process of available elevation contour plots of one of the mining sites to account for realistic topographical features. The digital elevation map (DEM) of one of the sites was imported to COMSOL MULTIPHYSICS® for subsequent turbulence and particle simulations. Simulation results that include realistic topography show considerable deviations of wind direction. CFD simulation results will not only provide realistic and quantifiable information in terms of potential deleterious effects, but also that the application of CFD represents an important contribution to actual dispersion modeling studies; therefore, CFD can be used as a source apportionment tool to identify areas that have an effect over specific sampling points and susceptible regions under certain meteorological conditions, and these conclusions can be supported with inter-element correlation matrices and lead isotope analysis, especially since there is limited access to the mining sites. Additional results concluded that grid adaption is a powerful tool that allows to refine specific regions that require lots of detail and therefore better resolve flow detail, provides higher number of locations with monotonic convergence than the manual grids, and requires the least computational effort.

**Palabras Clave:** *CFD, ANSYS, COMSOL, aerosol transport*

## ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL ECUADOR EMPLEANDO LA CORRELACIÓN DE SUEHRCKE'S

Juan Peralta<sup>1</sup>, Ian Sosa<sup>2</sup>, Emérita Delgado<sup>1</sup>, Ángeles López<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Centro Desarrollo Tecnológico Sustentable, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador*

<sup>2</sup>*Instituto Tecnológico de Sonora, México*

<sup>3</sup>*SEAG, Facultad de Física Universidad de Santiago Compostela, Spain*  
Email: [jperal@espol.edu.ec](mailto:jperal@espol.edu.ec)

El siguiente artículo presenta la estimación de la radiación solar global para el Ecuador continental, por medio de la correlación Suehrcke's y el índice de claridad a cielo despejado, la mismas que permite convertir las horas de brillo solar a valores radiación media diaria mensual (kWh/m<sup>2</sup>d) proveniente de observaciones locales. A partir del procesado, tratamiento estadístico y filtrado de las series de tiempo de la variable Heliofania con una escala temporal de al menos 20 años de registros de datos de las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI) logrando estimar la radiación en 13 puntos de la región Interandina, 6 en la región Costa y 4 en la región Amazónica.

**Palabras Clave:** radiación solar, correlación Suehrcke's, índice de claridad a cielo despejado

# GESTIÓN DEL SUELO EN BOSQUES NATURALES Y LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO: CASO DE ESTUDIO BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO, AZUAY- ECUADOR.

Portilla Fredi <sup>1,2</sup>, Contreras Vanessa<sup>2</sup>, Zumba Daniel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Director Proyecto Cambio Climático – Estación Científica UPS.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación INBIAM - UPS.

Email: [fportilla@ups.edu.ec](mailto:fportilla@ups.edu.ec)

La presente investigación encontró datos históricos en cuanto a la gestión, uso y cobertura del suelo en el BPA (Bosque Protector Aguarongo), localizado en la provincia del Azuay – Ecuador; en lo que se refiere a técnicas, tecnologías y tradiciones ancestrales de la gestión del suelo. Utilizando como metodología la investigación bibliográfica (método OSLA Ontario School Library Association), así como la observación in situ, la ejecución de encuestas a los usuarios del bosque y la aplicación de sistemas de información geográfica para la obtención de mapas temáticos, logrando los siguientes resultados: que el bosque constituye un medio de subsistencia para las comunidades aledañas ya que obtienen recursos maderables y medicinales del mismo tomando en cuenta que históricamente las comunidades se han dedicado a la siembra de especies como, maíz, arveja, papas y árboles frutales, para consumo familiar y menor proporción para el mercado local; también la población ha buscado formas de recuperar el terreno erosionado, predominando la siembra de barreras vivas como método preferido. La búsqueda de terrenos fértiles y la obtención de pasto para vacas y ovejas que son de las especies predilectas para ganadería, influyen también en el avance de la frontera agrícola y ganadera que provoca pérdida de suelo, lo cual se traduce en erosión, misma que afecta la estabilidad del bosque, aportando esto al cambio climático. El aporte de esta investigación es la generación del mapa de uso y cobertura de suelo, mapa de pendientes, mapa de unidades ambientales y mapa de capacidad de acogida que sirven para el análisis de la evolución del uso del suelo en el BPA como base para la toma de decisiones de los GAD's correspondientes en cuanto a la mitigación y la conservación de espacios naturales en la lucha contra el cambio climático.

**Palabras clave:** cambio climático, gestión ambiental, suelo, bosque, ancestral.

## CUENCA NOISE ASSESSMENT IN 2015

### EVALUACIÓN DEL RUIDO EN CUENCA AL 2015

Julia Martínez, Omar Delgado

*Universidad del Azuay*

Email: [jumartinez@uazuay.edu.ec](mailto:jumartinez@uazuay.edu.ec), [odelgado@uazuay.edu.ec](mailto:odelgado@uazuay.edu.ec)

Contar con información ambiental a través de bases de datos actualizadas periódicamente, es un instrumento de gestión ambiental para prevenir impactos ambientales y mejorar la calidad de vida. La Universidad del Azuay contribuye con la ciudad de Cuenca a través de la evaluación de emisiones sonoras durante los años: 2009, 2012, 2014 y 2015, contando con la participación de la Comisión de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Cuenca – (GAD). El objetivo general del proyecto es el registro de ruido ambiente en 30 sitios de monitoreo en la ciudad de Cuenca al 2015. Para la realización del proyecto se partió de validar la ubicación de los puntos de muestreo, asumiendo los mismos sitios (30 puntos) de monitoreo que fueron considerados en el año 2012, se realizan las mediciones con la utilización de un sonómetro Modelo SOUNDPRO SP-DL-2-1/3, Serie BIM020008, Marca QUEST TECHNOLOGIES, el levantamiento de la información sonora se realizaron en seis horarios (7h00, 10h00, 13h00, 15h00, 18h00 y 21h00), por períodos de 15 minutos en cada horario, luego se sistematiza la información y se procede a realizar la evaluación del comportamiento sonoro. tomando como base la reglamentación ambiental nacional como es el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA. Paralelamente con los datos levantados y sobre la base de la utilización de métodos de interpolación, como el Método del Inverso de la Distancia Ponderada “IDW, y estadísticos “kriging ordinario”, se elabora el modelamiento teórico del ruido en la ciudad de Cuenca. Como un nuevo aporte en el análisis, a través de la utilización del software de modelización, cálculo y gestión del ruido ambiental denominado CadnA, que es un método de simulación de ruido con parámetros de densidad de tráfico como son: el tráfico promedio diario, ancho de calzada y tipo de capa de rodadura, se realizó un mapa de ruido de la ciudad de Cuenca, los datos utilizados para este análisis son del 2014. En el período 2009 al 2012 se observa que las emisiones sonoras a las 13h00 se incrementan en los 18 puntos de monitoreo (90%). A las 18h00 se incrementa un 85% de los puntos monitoreados. En el período 2012 al 2014 hay una disminución

de emisiones en el horario de las 18h00 en el 70% de puntos monitoreados. A las 13h00 disminuyen las emisiones sonoras en el 60% de los puntos muestreados. En el período 2014 al 2015 se incrementan en los horarios: 13h00 y 18h00, en un 75% de los puntos muestreados. Se puede concluir indicando que los datos obtenidos en el año 2015 han permitido realizar una evaluación temporal en cuatro períodos: 2009, 2012, 2014 y 2015. Se han realizado 180 muestreos de ruido, de los cuales el 77,77% presenta un incremento con relación al año 2014 y en general, aproximadamente el 98% de las mediciones están sobre los límites establecidos en el TULSMA. Las disminuciones que se presentan en el año 2014 se atribuyen a la realización de campañas de concientización a la ciudadanía que fueron realizadas el año 2013; el incremento en el 2015 se asume por el congestionamiento vehicular por la construcción tranvía. Del análisis de los mapas de ruido, se observa que la representación gráfica del ruido con el método CadnA, presenta altas emisiones sonoras concentradas en las vías, y hacia el centro de las manzanas, la emisión disminuye.

***Palabras Clave:*** gestión ambiental, sonómetro, CadnA

# CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES EN LA CIUDAD DE MÉXICO USANDO MOVES

Jessica Garzón

*Universidad Técnica Equinoccial – Sede Santo Domingo*

*Email: [jessicaq777@gmail.com](mailto:jessicaq777@gmail.com)*

El número de vehículos en la Zona Metropolitana de Ciudad de México (ZMCM) se ha incrementado rápidamente en los últimos años. El sistema de transporte de personas tiene la mayor demanda de energía dentro de la ciudad y desde un enfoque ambiental, se ha convertido en un asunto que se relaciona directamente con el problema de calidad del aire de la ciudad. La flota vehicular registrada en la ZMCM es de alrededor de 5 millones de automotores, los cuales se distribuyen en un 95% de vehículos a gasolina, 4% a diésel y un 1% principalmente de GLP. Las emisiones "on-road" contribuyen en un gran porcentaje al total de contaminantes emitidos en la ciudad, lo cual afecta no sólo los días en los que se exceden las normas de calidad del aire, sino también a la salud humana. Las fuentes móviles contribuyen con el 99% y 82% de todo el CO y NOx, respectivamente, emitido en la zona urbana del distrito federal. Es por esto, que diferentes inventarios de emisiones han sido desarrollados desde 1995 por la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, pero aún existe una necesidad de mejorar estos inventarios y comparar estos resultados con mediciones realizadas en tiempo real. Este trabajo obtiene un inventario de emisiones desagregado usando MOVES y lo compara con los resultados reportados por la Secretaría de Medio Ambiente, adicional a esto, se proponen diferentes estrategias para reducir la contaminación por fuentes móviles.

***Palabras Clave:*** *sistema de transporte, calidad del aire, inventario de emisiones*



# EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA CONCENTRACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub> EN LA CIUDAD DE JULIACA

Samantha Sánchez

*Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*

*Email: [samantha.sanz.crn@gmail.com](mailto:samantha.sanz.crn@gmail.com)*

El objetivo del presente estudio es evaluar la distribución espacial de la concentración de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno ubicado a una altitud promedio de 3824 m.s.n.m., desarrollado entre octubre a diciembre del 2014.

El proyecto inicio con la selección de estaciones de muestreo proceso que fue realizado en base a las recomendaciones del Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos – DIGESA. Se seleccionaron 07 estaciones de muestreo de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> por un periodo de 24 horas y tres repeticiones por parámetro. Para realizar el muestreo de material particulado se usó el método activo usando un equipo muestreador de alto volumen (Hi-Vol) que aspira aire del medio ambiente dentro de un rango de a 10 o 2.5 micras que es colectada en un filtro, que fue procesado pesado antes y después de su uso en el laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Con los volúmenes obtenidos en la etapa de campo se inicia un proceso de cálculo del que se obtendrán las diferentes concentraciones con las que se elaboraran mapas temáticos con los programas ArcGIS versión 9/ArcMap, Google Earth para graficar la distribución espacial del material particulado en la ciudad de Juliaca. Además se evalúa la distribución espacial del mismo desde un punto de vista meteorológico comparando las diferentes magnitudes de factores meteorológicas, usando datos de la Estación Meteorológica Juliaca – SENAMHI PUNO disponibles en la web, que tienen incidencia en la concentración de material particulado y las características de las diferentes zonas de muestreo usando como base el plano de Zonificación del Plan Director Juliaca – 2015.

El análisis de los resultados obtenidos indican que en la ciudad de Juliaca, existe un nivel de concentración de material particulado variado en las diferentes zonas, siendo la estación Pedro Vilcapaza (E5) la zona con mayor concentración de material particulado con un promedio de 104,71 ug/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub> y 203.40 ug/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> valores que superan el Estándar de calidad de Aire y la estación de muestreo Urbanización Alexander con 10.28 ug/m<sup>3</sup> PM<sub>2.5</sub> y 48.79 PM<sub>10</sub> la estación que registra

los más bajos niveles de concentración de material particulado. Analizamos estas concentraciones desde un punto de vista meteorológico evaluando la influencia de factores meteorológicos del cual se dedujo que la humedad, velocidad y dirección del viento influyen en la variación de las concentraciones de material particulado, siendo el PM<sub>10</sub> el más sensible a estos factores, y la precipitación pluvial también tiene influencia sobre las concentraciones pero se ve limitada en algunas zonas debido a que la generación y emisión de material particulado es muy elevada, recuperando su concentración rápidamente después de una precipitación pluvial. Las diferentes características de la ciudad de Juliaca influyen también en la generación de material particulado, la falta de asfalto en las vías, el numeroso y creciente parque automotor, el comercio y manipulación de materiales pulverizados.

***Palabras Clave:*** material particulado, muestreador de alto volumen, ArcGIS

**EXPOSITORES**  
**PÓSTERS**

# ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS DEL REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES, (RETCE) EN LAS INDUSTRIAS DE IMBABURA

José Alejandro Rosero

Universidad Técnica del Norte  
Email: [jrosoeroandrade@hotmail.com](mailto:jrosoeroandrade@hotmail.com)

El presente documento describe las consideraciones necesarias que deben ser implementadas para asegurar el funcionamiento adecuado del RETCE en las industrias de Imbabura. Para este propósito se contó con la participación de dos empresas locales como son: Unacem S.A. y la Textilera Tabango las cuales aportaron con datos valiosos encaminados a fortalecer el proyecto. El proceso para la implementación, consistió en determinar el grado de conocimiento de la propuesta mediante una encuesta dirigida a los actores locales y a las principales industrias de la provincia de Imbabura, una vez realizada la investigación se determinó que solo el 22,22% del total de los encuestados conocen acerca del tema, esto se debe a que algunas empresas pertenecen a cadenas de industrias grandes o son proveedoras de las mismas; Mientras que el 77,78% desconoce del tema porque no ha existido la suficiente socialización por parte de las autoridades nacionales, así como también de la falta de incentivos que fomenten una participación más activa. Para determinar la utilidad del formato se empleó una matriz de comparación de herramientas de gestión ambiental, permitiendo identificar elementos de interés para el reporte de sustancias químicas como: sulfoxilato–formaldehído de zinc, ácido oxálico, mercurio y dioxinas/furanos. Finalmente, para establecer estrategias se realizó un análisis FODA para cada empresa participante, la cual fue cuantificada mediante una matriz de confrontación que consideró la valoración más alta para la formulación de resultados, adicionalmente se diseñó una matriz de marco lógico que permitió mejorar la conceptualización de esta propuesta; partiendo de las falencias encontradas se diseñó una propuesta de política pública para fortalecer la infraestructura legal de la provincia.

**Palabras Clave:** RETSE, comparación de herramientas de gestión ambiental, política pública

## EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO FINO EN ESCUELAS PRIMARIAS DE LA MITAD DEL MUNDO

Radharani Alzate L., Alejandro González R.

*\*Universidad de las Américas – Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias*

*Email: [ralzate@udlanet.ec](mailto:ralzate@udlanet.ec), [yasser.gonzalez@udla.edu.ec](mailto:yasser.gonzalez@udla.edu.ec)*

A nivel mundial, se ha reportado índices altos de contaminación atmosférica generada por material particulado respirable de  $2.5\mu\text{m}$ , contaminante criterio que ha causado en promedio 4000 muertes prematuras anualmente en cada país del mundo por enfermedades respiratorias, según el informe de la COP21. En Ecuador, son los niños los que más acuden a los centros de salud a causa de dichas enfermedades, según el INEC. El objetivo de éste estudio fue determinar la concentración de PM 2.5 en las escuelas del sector de San Antonio de Pichincha, ya que gran parte del área de la parroquia posee canteras para extracción de áridos. Se realizó una simulación de dispersión del contaminante de 6 canteras y se determinó que la mayor concentración de material particulado fino respecto a las escuelas, se encuentra en la Escuela La Libertad con  $1.04 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  proveniente de la cantera Tanlahua. La concentración más baja para la misma escuela provino de la agrupación de las canteras Fucusucu III, El Guabo, Blanca II y Rosita con  $2.092 \times 10^{-13} \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En base a los datos de simulaciones se identificó 4 escuelas para ser monitoreadas. En los análisis gravimétrico se encontró picos máximos de  $238.0952 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en concentraciones indoors y  $297.6190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en outdoors, valores que sobrepasan los límites de la EPA para un ambiente de calidad. También se obtuvo correlaciones entre el PM  $2.5\mu\text{m}$  medido a tiempo real durante 8 horas (tiempo de exposición de los niños en clase). Se determinó un 50% de correlación alta de la concentración outdoors de PM  $2.5 \mu\text{m}$  con respecto a la velocidad del viento, la temperatura y el punto de rocío y un 75% de correlación con la humedad relativa.

A medida que la velocidad del viento aumenta, también lo hace la concentración outdoors del contaminante, lo mismo pasa con la temperatura. Lo contrario sucede con la humedad relativa y el punto de rocío, es decir que, si éstas variables aumentan, disminuye la concentración de PM  $2.5 \mu\text{m}$ , lo que significa que se obtuvo una correlación de un 75%.

***Palabras Clave:*** *material particulado, análisis gravimétrico, temperatura, humedad relativa*

# VEHICULAR TRAFFIC NOISE MODELING AT MARISCAL LAMAR STREET IN THE CITY OF CUENCA

## EVALUACIÓN DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR EN LA CALLE MARISCAL LAMAR EN LA CIUDAD DE CUENCA

Felipe Calderón, Christian Tacuri

*Universidad del Azuay*

Email: [felipesebastian7@hotmail.com](mailto:felipesebastian7@hotmail.com), [christian.t.o@hotmail.com](mailto:christian.t.o@hotmail.com)

La contaminación acústica en las zonas urbanas constituye un problema ambiental que ha acaparado el interés de investigadores, organismos competentes y de los ciudadanos, ya que este afecta la salud y calidad de vida de los habitantes, consecuencia de la falta de estrategias y políticas para su control. Por ello en los últimos años se han venido desarrollando mapas de ruido, los cuales sirven para caracterizar el grado de contaminación sonora mediante representación gráfica, lo que permite conocer el estado actual y de esta manera lograr establecer planes de acción para mitigar dicho problema.

En la actualidad, países como: España, Brasil, Colombia, Chile, entre otros, han utilizado el software Datakustik CadnaA para la elaboración de mapas de ruido, los cuales son una herramienta necesaria para representar la contaminación acústica e informar a la población sobre los niveles de ruido a los que están expuestos. Por esta razón se realizó la modelación de ruido por tráfico rodado en la calle Mariscal Lamar, en la ciudad de Cuenca, Ecuador, utilizando el modelo francés NMPB-Routes-96 y las distintas configuraciones del software mencionado, para de esta manera determinar el método que más se ajuste a la realidad de la zona de estudio.

Para la ejecución del proyecto, se utilizaron los datos de ruido obtenidos de las mediciones realizadas con un sonómetro y datos de conteo vehicular registrados en 5 puntos de monitoreo, además se realizó un levantamiento de información adicional sobre datos necesarios para la elaboración de dichos mapas, los cuales fueron estructurados en el software ArcGis, según el formato requerido por el programa CadnaA.

Al configurar el software para la modelación del ruido, se utilizaron 3 métodos; el primero fue ingresar datos de Intensidad Media Diaria (IMD) de tráfico vehicular, en el segundo se utilizaron datos exactos de conteo vehicular para el mismo horario en el que se realizaron las mediciones de ruido con el sonómetro y por último se ingresaron los niveles de ruido obtenidos en el área de estudio. Además se utilizaron los parámetros de evaluación según la normativa establecida por el TULSMA y se

tomó en cuenta el tipo de fachada de las edificaciones, considerando fachadas: sin reflexión, con absorción alta, con absorción baja y con absorción real según corresponda.

En los mapas de ruido se colocaron receptores con las mismas coordenadas en las que se obtuvieron los datos con el sonómetro, para así obtener resultados puntuales y que estos puedan ser comparados con el Nivel de Presión Sonora equivalente (NPSeq) obtenido en cada punto de monitoreo.

Los resultados conseguidos con cada método y configuración permitida por el CadnaA, fueron organizados en tablas con los NPSeq de cada punto de monitoreo, lo cual permitió determinar, mediante comparación, que el método de “Datos Exactos de Conteo” con la configuración de fachadas sin reflexión es la que más se ajusta a los datos obtenidos con el sonómetro en la zona de estudio, esto se debe a que tiene una mejor correlación que los otros métodos utilizados, tanto en la dispersión que existe como en la variabilidad de datos, es decir, no solo presenta menores diferencias en la matriz de correlación de diferencias, sino que también existe menor dispersión de los datos en sí.

Una vez determinado el método que más se ajusta a los valores del sonómetro, se logró establecer una línea base sobre los NPSeq de una sección del área de influencia directa del “Tranvía 4 Ríos de Cuenca”; previo a su funcionamiento, lo cual servirá como referencia para determinar la variación de los niveles de ruido una vez que este se encuentre operativo.

***Palabras Clave:*** contaminación acústica, ArcGIS, CadnaA

## DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR BENCENO Y TOLUENO PRESENTES EN EL TÚNEL DE SAN ROQUE EN LA CIUDAD DE QUITO

A. Cabezas Yanchapaxi, H. Guajala Agila, G. Molina Cuasapaz, F. Terán López, M Zambrano Solís

*Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE. Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción  
Email: [anisalo3@hotmail.com](mailto:anisalo3@hotmail.com)*

Este estudio fue realizado con el objetivo de determinar el grado de contaminación por benceno y tolueno presente en el túnel de San Roque, localizado en la ciudad de Quito-Ecuador. Este túnel fue construido en 1978, tiene una longitud de 450m y por este lugar circulan diariamente automóviles, buses, motocicletas y peatones. El equipo utilizado para analizar dichos compuestos fue el monitor manual de compuestos orgánicos volátiles (COV's) PbbRAE 3000. El primer compuesto analizado fue el benceno, un hidrocarburo aromático (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) presente principalmente en productos químicos, entre los que se encuentra la gasolina, si el ser humano se expone a este compuesto se producen síntomas como, somnolencia, mareo, taquicardia, dolores de cabeza, vómito, acidez e irritación estomacal, si se trata de una larga exposición, el compuesto se considera carcinógeno de primera categoría. El segundo compuesto analizado fue el tolueno, un hidrocarburo aromático (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) que a temperatura ambiente es volátil, incoloro y de olor dulce, produce varias afectaciones al sistema respiratorio como, irritación en la mucosa, vías respiratorias y bronquios, además de actuar sobre la piel, el aparato digestivo y el sistema nervioso. Una vez definido el tipo de muestreo, el análisis de los datos obtenidos, las correcciones y las transformaciones correspondientes para poder comparar los resultados con parámetros internacionales, se determinó que la concentración máxima medida de tolueno en el túnel es de 4831,50 ug/m<sup>3</sup> mientras que el límite máximo permisible expuesto por la Organización Mundial de la Salud OMS es de 1000 ug/m<sup>3</sup>; de igual manera se determinó que el valor máximo medido de benceno es de 4558,53 ug/m<sup>3</sup>, mientras que el límite máximo permisible expuesto por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) es de 12 ug/m<sup>3</sup>. Por lo tanto se evidencia que las concentraciones medidas en el túnel de los compuestos analizados superan los límites máximos permisibles. Debido a esto, se recomienda mejorar los mecanismos de ventilación y extracción, o en su defecto implementar un sistema adecuado que permita obtener una mejor calidad de aire.

**Palabras Clave:** COVS, Tolueno, Benceno, San Roque, Túnel



# EMISIONES DE SO<sub>2</sub> DEL VOLCÁN TUNGURAHUA Y SUS EFECTOS SOBRE LOS PATRONES DE PRECIPITACIÓN A NIVEL LOCAL

Iván Ríos García

*Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Avenida Antonio José de Sucre s/n,  
Riobamba, Ecuador.*

*Email: [riosivan33@yahoo.es](mailto:riosivan33@yahoo.es)*

El alto potencial de riesgo por la presencia de volcanes activos en varias regiones del planeta y sus efectos en la modificación del clima exige investigaciones profundas en diversos campos, entre ellos la relación entre procesos eruptivos y otros fenómenos naturales como la precipitación a nivel local. El presente documento plantea identificar el impacto de la concentración de SO<sub>2</sub> en los patrones de precipitación a través de una metodología desarrollada en dos fases. En la primera fase, se aplica un análisis exploratorio y pruebas estadísticas robustas que permiten identificar cambios significativos de los montos pluviométricos mensuales relacionados con la concentración de SO<sub>2</sub> durante los principales eventos eruptivos de un volcán. La segunda fase explica la cointegración entre las series de precipitación y concentración de SO<sub>2</sub>. A través de un modelo de mínimos cuadrado ordinarios se calcula el valor de la componente exógena  $Y_v$ , y mediante un modelo ARIMA la componente estocástica  $Y_t$ . Las componentes estimadas son integradas en un modelo estocástico ARIMAX de precipitación que incorpora los efectos de una erupción volcánica.

La zona seleccionada para desarrollar el estudio y a partir de esto construir la metodología es la microcuenca del río Ambato en la provincia de Tungurahua en Ecuador, donde el volcán Tungurahua se encuentra en proceso eruptivo continuo por más de veinte años, con emisiones de gas y ceniza permanentes, así como procesos explosivos que han generado fuerte impactos para la vida económica, productiva, social y ambiental en la zona. Este largo período de actividad volcánica, permite contar con información suficiente para plantear la metodología.

**Palabras Clave:** *precipitación, SO<sub>2</sub>, ARIMA.*

# SIMULACIÓN DE SALTO DE PARTÍCULAS DE POLVO GENERADO POR ACCIÓN DEL VIENTO UTILIZANDO COMSOL MULTIPHYSICS

Vladimir A. Benavides, Andrea C. Landázuri

*Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingeniería - El Politécnico,  
Departamento de Ingeniería Química, Calle Diego de Robles y Vía Interoceánica, Campus Cumbayá,  
Edif. Newton. Casilla Postal 17-1200-841, Quito, Ecuador*

*Email: [alandazuri@email.arizona.edu](mailto:alandazuri@email.arizona.edu)*

Este trabajo presenta un modelo de salto de partículas en tres dimensiones generado mediante dinámica de fluidos computacional (CFD) que tendrá aplicación en cualquier lugar geográfico y cualquier actividad que involucren una exposición directa de partículas hacia la atmósfera por acción del viento. El fenómeno de salto de partículas involucra la interacción de diversos procesos como: el movimiento de la partícula en el salto, las modificaciones del perfil de viento a través de la transferencia de momento entre el flujo de viento y las partículas en salto, y la colisión de partículas con el suelo que ocasionará la posterior salpicadura de partículas de la superficie en la corriente del fluido. Este modelo de dispersión describe el comportamiento del viento generado por distintas velocidades en dirección horizontal y el perfil formado por diferentes rugosidades del terreno. Además, incluye la trayectoria de movimiento de partículas debido a las fuerza de cizalladura del aire, gravedad, arrastre y efectos turbulencia debido al retardo del viento.

***Palabras Clave:*** CFD, rugosidad, partículas de polvo

## PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACION AMBIENTAL EN VARIOS SECTORES DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO: AÑO 2015

María Valeria Díaz Suárez

*IAMQ- Secretaria de Ambiente, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Quito- Ecuador*  
*Email: [maria.diaz@quito.gob.ec](mailto:maria.diaz@quito.gob.ec)*

De acuerdo a varias encuestas realizadas a la población involucrada, la calidad del aire es uno de los principales problemas ambientales en el Distrito Metropolitano de Quito. Según los datos de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito y el Índice Quiteño de Calidad de Aire (IQCA), la calidad de aire en el Distrito Metropolitano se mantiene en niveles aceptables. Sin embargo, las concentraciones de material particulado fino (PM2.5) superan de manera reiterativa la norma anual de calidad de aire y la guía de la Organización Mundial de la Salud. Los datos reportados en el Inventario de Emisiones para contaminantes criterio año base 2011, continúan mostrando que el principal emisor son las fuentes móviles tanto a diésel como a gasolina. El comportamiento de la calidad de aire en los diferentes sectores de la ciudad está influenciada por fuentes cercanas, pero también por contaminantes arrastrados de zonas vecinas que repercuten en la calidad de aire de la ciudad. Durante el año 2015, se registraron episodios de contaminación que superaron la Norma de Calidad de Aire debido a los incendios forestales.

Este estudio analiza la información generada por la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito para el año 2015 aplicando un modelo de factorización de la matriz positiva (PMF) para el total de contaminantes por sectores. Los resultados muestran que las principales fuentes que afectaron la calidad del aire durante el año analizado fueron: las fuentes móviles a gasolina y diésel, fuentes fijas, resuspensión de material y quema de biomasa.

Las emisiones vehiculares son la principal fuente de emisión (mayor al 60%) en los sectores de Belisario, Guamaní, Centro Histórico, Cotocollao y Los Chillos; en Cotocollao y Centro Histórico, la principal fuente fueron los vehículos a gasolina. Carapungo mostró una alta incidencia de material re suspendido (mayor al 50%). Los sectores de Guamaní, Los Chillos y El Camal tuvieron una alta influencia de emisiones de fuentes fijas situadas en el sector (mayor al 20%). Mientras que la quema de biomasa fue la principal fuente de emisión que afectó al sector de Cotocollao.

**Palabras clave:** DMQ, material particulado fino, IQCA

# VULNERABILIDAD HÍDRICA DEL PÁRAMO ECUATORIANO FRENTE AL CAMBIO DE USO Y ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

Jorge Espinosa Marín\*, Diego Rivera\*\*

*\*Universidad de Concepción, PhD (C), Ingeniera Agrícola mención Recursos Hídricos*

*\*\*Universidad de Concepción, Profesor Asociado*

*Email: [jorgeespinosa@udec.cl](mailto:jorgeespinosa@udec.cl), [dirivera@udec.cl](mailto:dirivera@udec.cl)*

La cuenca del Río El Ángel en su parte más alta cuenta con la presencia de la reserva ecológica que lleva su mismo nombre, las actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca concernientes con actividades productivas ha influenciado en el cambio de uso de suelo lo que ha ocasionado variaciones en la oferta y demanda del agua, las cuales también se encuentran íntimamente ligadas a la variabilidad climática existente en el área, es por esto que se requiere del análisis de la vulnerabilidad para la toma de decisiones sobre el manejo y gestión del agua, mediante la utilización de herramientas de modelación hidrológica.

El objetivo de este trabajo fue elaborar una propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico con la generación de escenarios de cambio de uso de suelo durante los años 2000 y 2014, los resultados obtenidos muestran que al existir cambio del uso de suelo la vulnerabilidad hídrica del área se incrementa, por lo cual es necesario generar medias de adaptación y mitigación para los usuarios del recurso hídrico con la finalidad que hagan frente a la variabilidad del clima.

***Palabras clave:*** *actividades antrópicas, vulnerabilidad hídrica, uso de suelo, adaptación*

## EL GLACIAR 15 DEL ANTISANA, RESPUESTA AL ENSO OBSERVACIONES PREVIAS Y UNA NUEVA VISIÓN

Bolívar Cáceres

*Responsable del Programa Glaciares Ecuador- INAMHI*

*Email: [ernestocaceres2002@yahoo.com.mx](mailto:ernestocaceres2002@yahoo.com.mx)*

Debido a la notable sensibilidad a los cambios atmosféricos, los glaciares son considerados como las valiosas herramientas para estudiar la evolución de clima a distintas escalas de tiempo, incluyendo períodos inter-decadales. En los Andes Tropicales, se conoce que los glaciares responden fuertemente a la variabilidad de Pacífico, con déficits de masa durante los eventos calurosos, y balances más equilibrados durante los eventos fríos. Comparando los períodos 1994-2000 y 2000-2015, se nota una diferencia en la respuesta de los glaciares. Durante el primer período, se observan frecuentes y largos eventos calurosos que son coincidentes con los déficits de balance observado en los glaciares en Ecuador y Bolivia - excepto durante el período de erupción del Pinantubo 1992-1993 donde se produjo un enfriamiento debido a las partículas en suspensión en la atmósfera, y un balance más equilibrado (positivo en algunos casos) durante las fases frías de ENSO. Después de 2000, la actividad de ENSO en el Pacífico fue más moderada pero aun así los glaciares-particularmente en Ecuador – continuaron reduciéndose con la misma velocidad observada en el período precedente. La variación inter anual es amplia. La dinámica del glaciar muestra un balance de masa con fluctuaciones muy notables.

***Palabras clave:*** *Glaciar, cambios atmosféricos, balance, ENSO*

## ENDOTOXIN ASSOCIATION WITH PARTICULATE AIR POLLUTION IN QUITO

Victoria M. Cevallos\*, María Valeria Díaz\*\*, Cherilyn M. Sirois\*

\**Centro de Investigación Traslacional, Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador*

\*\**Secretaría de Ambiente, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador*

Email: [vmcevallos@udlanet.ec](mailto:vmcevallos@udlanet.ec)

Urban development experienced around the world in recent years has resulted in the degradation of air quality caused by air pollutants emitted mainly as a product of burning fossil fuels for transportation, in the generation of electricity, and in industrial processes. Exposure to particulate matter (PM) in air effects human health, and it has been linked to respiratory, cardiovascular and neurological diseases. To what extent such effects are different for PM obtained from different sources or locations is still unclear. This study investigated the in vitro toxicity of ambient PM collected at different sites in the city of Quito, Ecuador.

Airborne particulate matter was obtained from seven zones in Quito. Coarse (2.5-10  $\mu\text{m}$ ) and fine (< 2.5  $\mu\text{m}$ ) particles were sampled at each site. Particles and their extracts in water or ethanol were analyzed for endotoxin content using a cell-based assay. All samples presented detectable levels of endotoxin, suggesting their ability to activate immune responses via the TLR4 signaling pathway.  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  collected at various sites in Quito demonstrated notable differences in endotoxin levels. As different areas of the city have different emission sources, this data suggests that further in-depth analysis of particles and their health effects is warranted.

***Palabras clave:*** urban development, particulate matter, human health, endotoxin

# MODELAMIENTO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES APLICADO A CAÑONES URBANOS Y ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS CONCENTRACIONES DE NO<sub>2</sub> EN LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN A MICROESCALA DE LA CIUDAD DE CUENCA – ECUADOR

F. Armijos-Arcos\*, N. Pacheco\*\*, C. Espinosa\*\*\*, R. Jerves\*

*\*Universidad Politécnica Salesiana, Grupo de Investigación de Biotecnología Ambiental INBIAM – UPS.*

*\*\*Laboratorio de Calidad de Aire y Ruido, Ingeniería diseño y Consultoría IDYC Cía. Ltda.*

*\*\*\*Gestión Técnica de Movilidad, Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca EMOV-EP.*

*Email: [rjerves@ups.edu.ec](mailto:rjerves@ups.edu.ec)*

La concentración de dióxido de nitrógeno en las 3 estaciones de medición a microescala analizadas, ubicadas en los cañones urbanos de las calles Larga, Vega Muñoz y Presidente Córdova, son superiores al resto de estaciones del casco urbano de Cuenca cuyas mediciones corresponden a escalas urbanas y vecinales (fondo urbano). Para determinar la influencia del tráfico urbano en el aumento de tales concentraciones, se analiza la correlación del tráfico vehicular, la concentración de contaminantes, la geometría del trazado y la meteorología; y adicionalmente se aplican y comparan algunos modelos de dispersión atmosférica aplicables ante la presencia del efecto Cañón, como: CALINE4 (California Line Source Dispersion Model), OSPM (Operational Street Pollution Model) y el modelo de US-EPA ISC3 (Industrial Source Complex).

***Palabras clave:*** *dióxido de nitrógeno, escalas urbanas y vecinales, geometría del trazado, meteorología*

# INFLUENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TRANVÍA EN LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO EN LA CIUDAD DE CUENCA

Pacheco N.<sup>1</sup>, Armijos-Arcos, F.<sup>2</sup>., Espinoza, C.<sup>3</sup>, Jerves, R<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Calidad de Aire y Ruido, Ingeniería Diseño y Consultoría – IDYC Cía. Ltda., Av. Fray Vicente Solano y Nicanor Aguilar, Cuenca, Ecuador. Email: rjerves@ups.edu.ec

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Biotecnología y Ambiente INBIAM - UPS, Universidad Politécnica Salesiana; Campus El Vecino, Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, Cuenca, Ecuador

<sup>3</sup>Gestión Técnica de Movilidad, Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte – EMOV, Carlos Arízaga Toral y Tarquino Cordero, Cuenca, Ecuador.

Con una inversión aproximada de 232 millones de dólares, el tranvía de Cuenca representa el proyecto más emblemático de la ciudad. Las actividades de construcción iniciaron en el año 2014 reportando hasta el momento un avance del 66%. Por otro lado, la actual red de monitoreo de calidad de aire mantiene una recolección continua de información desde el año 2008 de los niveles de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en la ciudad. La presente investigación indaga en la información existente y contrasta las concentraciones medidas durante el periodo 2008 – 2014 y el año 2015, considerado como el tiempo en que las actividades constructivas tuvieron el mayor avance, y por ende el mayor impacto hasta el momento. Los resultados revelan que una estación reporta variaciones en el comportamiento normal de las concentraciones de NO<sub>2</sub> durante el último tercio del 2015, 6 estaciones superan el comportamiento normal durante el último trimestre del 2015 y 3 estaciones alcanzan valores superiores al comportamiento normal durante los últimos meses del año. En términos generales el rango de variación se encuentra entre 4.47 y 7.59 µg/m<sup>3</sup>, con una media de 5,57 µg/m<sup>3</sup>. El aumento registrado en las estaciones esta atribuido directamente al impacto producido por reducción en la velocidad de flujo vehicular y la desviación del tránsito, sobre todo en tres estaciones localizadas al sur-oeste de la ciudad donde las actividades de intervención y la congestión del tránsito fueron evidentes durante el segundo semestre del 2015. Se prevé que los niveles de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> retornen a su comportamiento normal e incluso presenten una disminución, una vez terminado la etapa de construcción y como consecuencia de la operación del tranvía.

**Palabras clave:** tranvía, dióxido de nitrógeno, red de monitoreo.



## ESTUDIO DE CALIDAD DEL AIRE EN REGIÓN INDUSTRIAL Y RELACIÓN CON LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y LA DISPOSICIÓN DE PAGO DE LOS POBLADORES

Giobertti Morantes<sup>1</sup>, Gladys Rincón<sup>1,2,3</sup>, Lázaro V. Cremades<sup>4</sup>, Narciso Pérez<sup>1</sup>, José Guillermo Cárdenas<sup>5</sup>, Sandra Peña<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup>Universidad Simón Bolívar, Departamento de Procesos y Sistemas, Caracas, Venezuela.

<sup>2</sup>Becario-Ateneo-Senescyt, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales – FIMCBOR-ESPOL, Guayaquil, Ecuador.

<sup>3</sup>Becario Prometeo - Senescyt, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador.

<sup>4</sup>Departamento de Ingeniería de Proyectos y de la Construcción, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.

<sup>5</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador.

Se ha modelizado la dispersión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y material particulado (PM<sub>10</sub>) emitido desde 82 fuentes de emisión (chimeneas y fuentes de áreas) provenientes de 11 industrias pesadas (1 cementera, 1 refinería de petróleo, 1 fraccionadora de gas, 4 mejoradoras de crudo extrapesado y 4 industrias petroquímicas) que operan a lo largo de 80 kilómetros, en la costa nororiental de Venezuela, haciendo uso del modelo LADISMO (Modelo Lagrangiano de Partículas), con el objeto de estimar las poblaciones más afectadas por las emisiones industriales y establecer la disposición de pago de los pobladores de las mismas, a través del método de valoración contingente. Como principales resultados del estudio, se ha demostrado que las poblaciones más contaminadas por las emisiones industriales de estos contaminantes son: Urucual y Panamayal por emisiones de SO<sub>2</sub>, y Guanta por emisiones de PM<sub>10</sub>. Por el método de valoración contingente, también se ha establecido que la mayor percepción de la población sobre presencia y consecuencias acertadas de la contaminación del aire, así como la mayor disposición de pago es la de los pobladores que viven o trabajan en las zonas más afectadas por la contaminación industrial.

**Palabras claves:** Calidad del aire, modelo Lagrangiano de partículas, modelo de valoración contingente, disposición de pago

## VALORES EXTREMOS DE ÍNDICE SOLAR ULTRAVIOLETA EN ECUADOR.

Jessika Piñeiros, Marcelo Ayabaca

*Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Departamento de Innovación y Desarrollo Tecnológico. Iñaquito N36-14 y Corea, Quito, Ecuador.*

*Email: [ysikpr@hotmail.com](mailto:ysikpr@hotmail.com)*

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y la SENESCYT desarrollaron un Proyecto de Monitoreo de Radiación Solar Ultravioleta e Índice UV a nivel nacional, emplazando 9 estaciones meteorológicas equipadas con piranómetros, albedómetros y sensores de radiación solar ultravioleta, distribuidas en el territorio ecuatoriano. Los datos fueron tomados durante los años 2014 y 2015. De los análisis de datos de los sensores de radiación UV, fueron reportados valores extremos no esperados de índice UV (IUV) de hasta 17 en las estaciones ubicadas en la Costa (2 a 38 m.s.n.m.), de hasta 16 en la estación ubicada en el Oriente (960 m.s.n.m) y de hasta 19 en las estaciones ubicadas en la sierra ecuatoriana (2160 a 3085 m.s.n.m). Estos resultados superan en varias unidades al valor de IUV (11), valor a partir del cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera un índice UV extremo.

**Palabras clave:** *Radiación Solar Ultravioleta, estaciones meteorológicas, INAMHI*

# MÉTODOS GENERALES PARA EL INVENTARIO DE EMISIONES AL AIRE ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL FACTOR DE EMISIONES Y EL BALANCE DE MASA

Víctor Arias

*Carrera de Ingeniería Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales  
Universidad Tecnológica Equinoccial  
Email: [victorh\\_arias@yahoo.com](mailto:victorh_arias@yahoo.com)*

La necesidad de conocer las cantidades de contaminantes que se emiten al aire en determinados procesos o actividades bajo ciertas condiciones ha permitido el desarrollo y aplicación de métodos teóricos soportados por principios y leyes generales de la física, la química que permite obtener datos aproximados para definir en muchos casos una línea base de trabajo para establecer condiciones de riesgo para la salud de las personas, afectaciones a la biodiversidad del lugar y en ciertas ocasiones afectaciones a las instalaciones o infraestructura del área afectada por contaminantes del aire. Por otra parte esta información es útil para establecer medio y medidas de prevención y reducción de las emisiones de contaminantes al aire.

La información generada por la aplicación de los métodos del factor de emisión y el balance de masa como niveles de contaminación del aire constituye una información valiosa para la toma de decisiones sobre la aplicación de medición y monitoreos posteriores, las cuales en muchos casos representan altos costos en su aplicación, si lo comparamos con el método de factor de emisiones. Las ecuaciones que representan la relación entre la variable dependiente, nivel de contaminación y la variable independiente consumo de combustible en algunos casos mantienen una estructura relativamente sencilla y práctica en los análisis descriptivo de los procesos.

**Palabras clave:** *línea base, contaminantes del aire, monitoreo*

# VALIDACIÓN DEL MODELO WRF (WEATHER RESEARCH AND FORECASTING) ENTRE LA SUPERFICIE Y 30 KM SOBRE QUITO: CASOS DE ESTUDIO ENTRE ABRIL Y SEPTIEMBRE DE 2015

J. Juncosa, M. Cazorla, R. Parra.

*Universidad San Francisco de Quito – Instituto de Investigaciones Atmosféricas – Colegio de  
Ciencias e Ingenierías – Ingeniería Ambiental  
Email: [jujuncosa@hotmail.com](mailto:jujuncosa@hotmail.com)*

La validación de resultados de modelos meteorológicos que simulan variables físicas en una región – realizada mediante comparación con datos experimentales – sirve para entender el comportamiento atmosférico revelado en la configuración paramétrica que mejor se ajusta a la realidad observada. En el Ecuador, la validación de resultados de modelos meteorológicos, como función de la altitud o de la presión, es un campo todavía inexplorado y, por ello, constituye una prioridad de investigación. Con el objetivo de explorar este campo, se simularon variables meteorológicas durante cuatro periodos que coinciden con una campaña de radiosondeos realizados desde la Estación de Mediciones Atmosféricas de la Universidad San Francisco de Quito (EMA-USFQ).

Los casos de estudio seleccionados son: el 29-abril (07h00, hora local), 30-junio (13h00), 27-agosto (09h00) y 30-septiembre (07h00) de 2015.

Se utilizaron los datos del modelo WRF (V3.2) (corrida ejecutada por R. Parra), con un dominio maestro y dos subdominios anidados. El segundo subdominio abarca al territorio continental del Ecuador, y se conforma de una malla de 199 filas y 199 columnas (celdas de 4 km), y 44 capas en altura, hasta una presión de 10 hPa. Las simulaciones se efectuaron bajo 2 configuraciones, llamadas FNL1 y FNL2, que combinan opciones físicas para la Capa Superficial (CS), Suelo Superficial (SS), Capa Límite Planetaria (CLP) y esquema cúmulo Convectivo (CCU). De la matriz tridimensional de resultados del modelo WRF se extrajeron los datos de la simulación, como función del nivel eta, y con ellos se calculó la temperatura del aire, la fracción másica del vapor de agua, la presión y la velocidad y dirección del viento en cada nivel. Estas variables se compararon con datos experimentales de los sondeos realizados en 2015 desde la EMA (M. Cazorla). La comparación se realizó graficando en forma superpuesta los perfiles verticales, tanto del modelo como de los sondeos. También se obtuvo un gráfico 1:1 de los datos del modelo contra los datos del sondeo y se halló la correlación lineal, el Root Mean Square Error (RMSE), Mean Bias Error (MBE) e Índice de Aceptación (IA) del modelo.

Los perfiles verticales evidencian que la temperatura se validó correctamente a lo largo de toda la trayectoria, siendo la estimación más precisa en la tropósfera (hasta

los 15 km) que en la estratósfera. Para la configuración FNL1 (FNL2) el coeficiente de correlación es 0.99 (0.99), el RMSE es 3.4 °C (3.5 °C), el MBE es -0.19 °C (-0.27 °C) y el IA es 0.99 (0.98). Para la fracción másica del vapor de agua, se observa que el modelo no captura bien los valores cercanos a la superficie, y mejora en altura. El coeficiente de correlación es 0.96 (0.93), el RMSE es 0.6 g H<sub>2</sub>O/ kg aire (0.9 g H<sub>2</sub>O/ kg aire), el MBE es 0.06 g H<sub>2</sub>O/ kg aire (0.15 g H<sub>2</sub>O/ kg aire) y el IA es 0.98 (0.96). En cuanto a la velocidad y dirección del viento, el modelo captura el patrón de estas variables a lo largo de la trayectoria. Para la velocidad del viento, el coeficiente de correlación es 0.66 (0.67), el RMSE es 4.7 m/s (4.6 m/s), el MBE es -0.7 m/s (-0.9 m/s) y es IA es 0.8 (0.8). Para la dirección del viento, el coeficiente de correlación para es 0.73 (0.71), el RMSE es 73° (73°), el MBE es 41° (41°) y el IA es 0.86 (0.85).

**Palabras clave:** validación WRF, radiosondeos, Ecuador, EMA

# DESARROLLO DE UNA TÉCNICA ECONÓMICAMENTE VIABLE PARA CALCULAR EL ÍNDICE UV, UTILIZANDO MEDIDAS ESPECTRALES DE LA RADIACIÓN SOLAR DURANTE EL DÍA

Carolina Placencia, María del Carmen Cazorla

*Universidad San Francisco de Quito – Instituto de Investigaciones Atmosféricas – Colegio de Ciencias e Ingenierías – Ingeniería Ambiental*  
Email: [carolina.placencia@estud.usfq.edu.ec](mailto:carolina.placencia@estud.usfq.edu.ec)

La radiación ultravioleta (UV) proveniente del sol tiene efectos adversos en la salud como el envejecimiento prematuro, quemaduras de piel, cataratas, daño al ADN y cáncer de piel. El eritema es uno de los efectos más negativos de la exposición a la radiación UV. Utilizando un piranómetro y un espectrómetro simultáneamente, se está desarrollando una técnica de bajo costo para medir la cantidad de UV eritemica proveniente del sol. El fin es calcular un índice ultravioleta (IUV), para la zona de Cumbaya (00°12'00"S, 78°26'00"W, 2700 m.s.n.m), Ecuador. Una vez probada, la técnica puede aplicarse a otros sitios. El estudio se realizó durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre del 2015 en la Estación de Mediciones Atmosféricas (EMA) de la Universidad San Francisco de Quito. En este trabajo se presentan espectros de la luz del día a diferentes horas, tomados en la EMA, junto con la curva de radiación solar y se explica la metodología utilizada para calcular el IUV. Finalmente, se presentan ejemplos de índices calculados para algunos días de los meses en que se tomaron los datos.

**Palabras clave:** Radiación UV, espectrómetro, radiómetro, eritema, IUV, EMA USFQ.

# EVALUACIÓN DE CONFIGURACIONES DE PARAMETRIZACIÓN FÍSICA PARA SIMULACIÓN NUMÉRICA DE TEMPERATURA Y LLUVIA EN EL ECUADOR

Sebastián Peralta, René Parra

*Universidad San Francisco de Quito – Instituto de Investigaciones Atmosféricas – Colegio de Ciencias e Ingenierías – Ingeniería Ambiental*

*Email: [sebastian.peralta@estud.usfq.edu.ec](mailto:sebastian.peralta@estud.usfq.edu.ec)*

La simulación numérica de la meteorología en el Ecuador se encuentra en una etapa preliminar, por lo que es prioritario evaluar los resultados obtenidos con diferentes configuraciones de parametrización de los procesos físicos. Con este objetivo, se simuló la meteorología de agosto de 2010 por medio del modelo Weather Research & Forecasting (WRF - V3.2), bajo 12 configuraciones que combinan opciones físicas para la Capa Superficial (CS), Suelo Superficial (SS), Capa Límite Planetaria (CLP) y esquema Convectivo - Cúmulo (CCU). Las simulaciones se desarrollaron con un dominio maestro y dos subdominios anidados. El segundo subdominio anidado circunscribe a todo el territorio continental del Ecuador y se conforma de una malla de 199 filas y 199 columnas, con celdas de 4 km de lado. Los resultados de la temperatura en superficie y lluvia fueron comparados con los registros de estaciones (14 para temperatura, 22 para precipitación) localizadas en la Costa, Sierra y Oriente; operadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Para la evaluación de la temperatura se usaron como indicadores estadísticos el Error Medio Absoluto (EMA,  $< 2K$ ), Sesgo Medio (SM, entre -0.5 y 0.5). Para la evaluación de la precipitación se usaron el Índice BRIER (IB,  $< 0.3$ ), Error Medio Cuadrático (EMC,  $\leq 8$ ) y Error Medio Absoluto (EMA,  $\leq 8$ ). También se calculó el porcentaje de eficiencia del modelo (% eficiencia,  $\geq 0.666$ ). Los criterios de aceptación indican que las configuraciones 8 (SS=MM5 similarity, CS=5-layer thermal diffusion, CLP=Yonsei University scheme, Cu=Betts-Miller-Janjic scheme) y 9 (SS=MM5 similarity, CS=5-layer thermal diffusion, CLP=Yonsei University scheme, CCU= Grell 3d ensemble cumulus scheme) presentaron globalmente el mejor desempeño. Para temperatura, el EMA fue valorado positivamente en 2 de 3 estaciones en la Costa, 5 de 9 en la Sierra y 2 de 3 en el Oriente. El SM fue valorado positivamente sólo en 4 de 15 estaciones. En cuanto a la lluvia, el EMA fue valorado positivamente en 21 de 24 estaciones (6 de 6 en la Costa, 13 de 14 en la Sierra y 2 de 4 en el Oriente). El EMC fue evaluado positivamente en 19 de 24 estaciones. El Índice BRIER indica un

desempeño aceptable del modelo en 12 de 24 estaciones (5 de 6 en la Costa, 7 de 14 en la Sierra y 0 de 4 en el Oriente). El PE fue exitoso en 12 de 24 estaciones (5 de 6 en la Costa, 7 de 14 en la Sierra y 0 de 4 en el Oriente). Esta evaluación es preliminar y requiere ser complementada con estudios que cubran otros periodos temporales y variables meteorológicas.

***Palabras clave:*** WRF, INAMHI, subdominio anidado, Costa, Sierra, Oriente



## MEDICIONES EN TIEMPO REAL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y DE CALIDAD DEL AIRE DESDE LA ESTACIÓN DE MEDICIONES ATMOSFÉRICAS (EMA) EN CUMBAYÁ, ECUADOR.

Priscila Chafra, Gabriela Morales, Rodrigo Pozo & María del Carmen Cazorla.

*Instituto de Investigaciones Atmosféricas, Universidad San Francisco de Quito*

*Email: [rodrigo.pozo@estud.usfq.edu.ec](mailto:rodrigo.pozo@estud.usfq.edu.ec)*

La Estación de Mediciones Atmosféricas de la Universidad San Francisco de Quito (EMA USFQ) cuenta con equipos para mediciones meteorológicas y de calidad del aire en tiempo real. Los instrumentos para mediciones operacionales de rutina de la EMA son: una sonda de humedad y temperatura, con escudo de radiación; dos piranómetros, para medición de radiación solar; un pluviómetro, para la medición de la precipitación; un anemómetro sónico 3D, para medición de las tres componentes vectoriales del viento y la temperatura ambiente; un sensor de ozono Thermo49i y un sensor de NO-NOX TeledyneT200. Los sensores meteorológicos llevan a cabo mediciones con una resolución temporal de 30s, en un sistema de adquisición Vaisala. Los sensores de calidad del aire adquieren datos a una tasa de 1 Hz, en un sistema de adquisición de datos desarrollado en la EMA utilizando software LabVIEW y tarjetas de adquisición de datos (DAQ) National Instruments (NI). En este reporte se presentan los datos en tiempo real y diarios que reporta la estación. Además la EMA realiza campañas de lanzamiento de radio y ozono sondas, desarrollo de instrumentación y metodología para la calibración de sus instrumentos de calidad del aire.

**Palabras clave.** *Mediciones operacionales de rutina, resolución temporal, sistema de adquisición, DAQ*

# ESTRATEGIAS DE VALIDACION DE LAS MEDICIONES FOTOMÉTRICAS DEL OZONO AMBIENTE DE LA ESTACIÓN DE MEDICIONES AMBIENTALES (EMA) DE LA UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO MEDIANTE LA INTERCOMPARACIÓN CON EL MÉTODO DE CELDA DE CONCENTRACIÓN ELECTROQUÍMICA (ECC)

Nicole Becerra, Claudia Cárdenas, Erika Ponce & María del Carmen Cazorla

*Instituto de Investigaciones Atmosféricas, Universidad San Francisco de Quito*

*Email: [erika.ponce@estud.usfq.edu.ec](mailto:erika.ponce@estud.usfq.edu.ec)*

La Estación de Mediciones Atmosféricas, EMA, de la Universidad San Francisco de Quito, ha realiza el monitoreo de variables meteorológicas y de calidad del aire desde el año 2014 en el valle de Cumbayá. Una de las variables medidas más importantes es la concentración de ozono ambiente a nivel de la superficie, que se mide con un fotómetro Thermo 49i (principio de operación: ley de Beer). Como estrategia de validación de las mediciones que obtiene el instrumento 49i, periódicamente se realizan intercomparaciones de datos entre el 49i y una ozonosonda que funciona mediante el principio de celda de concentración electroquímica (ECC, sensor utilizado en sondeos a bordo de globos de gran altitud). En este trabajo se presentan tres experimentos de intercomparación de estos dos métodos de medición de ozono independientes el uno del otro. En este trabajo también se presentan los métodos de calibración y preparación de la ozonosonda así como los resultados de las comparaciones mencionadas.

**Palabras clave.** Ozono, Ozonosonda, Celda de concentración electroquímica, Meteorología, EMA, USFQ.

El CAMCA 2016 ha sido posible gracias a:

**Conferencistas Invitados**

**Russell Schnell**

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

**William Vizuet**

University of North Carolina at Chapel Hill

**Cherilyn Sirois**

Centro de Investigación Traslacional

Universidad de Las Américas

**Benjamin Bernard y Silvana Hidalgo**

Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional

**USFQ**

Santiago Gangotena

Carlos Montúfar

Ximena Córdova

César Zambrano

Alexandra Polanco

Diego Cisneros

Valeria Ochoa

René Parra

John Skukalek

Verónica Yumiceba, Esteban Tamayo, Gisela Sánchez, Carolina Proaño,  
Jaime Páez, Andrés Anrrango, Víctor Posligua, Consuelo Romo

Equipo Xerox, Planta Física

Food Service

Estudiantes voluntarios

**PRODUCCIÓN Y ORGANIZACIÓN**

María del Carmen Cazorla

Julieta Juncosa