



Observaciones del Dióxido de Carbono Desde el Espacio para Entender las Emisiones Urbanas de Carbono

John C. Lin, Profesor, Dpto. de Ciencias Atmosféricas, Universidad de Utah. John.Lin@utah.edu

2 de junio de 2022

Agenda del Webinar

Parte 1: Introducción al XCO₂ con OCO-2 y OCO-3

- Horario Este de EE.UU. (UTC-4:00)
- Martes 24 de mayo de 2022
- Instructora: Vivienne Payne (JPL)
- Antecedentes de la medición del XCO₂ y cómo se mide
- Descripción de los sensores OCO-2/OCO-3
- Características, limitaciones y validación de la medición
- Preguntas y respuestas

Parte 2: Demostración de Cómo Acceder y Visualizar Datos de OCO-2/OCO-3

- Horario Este de EE.UU. (UTC-4:00)
- Jueves 26 de mayo de 2022
- Instructora: Karen Yuen (JPL)
- El uso de Jupyter Notebook para acceder, filtrar y visualizar datos de XCO₂
- Preguntas y respuestas

Parte 3: El Uso de XCO₂ en Estudios Climáticos Globales y Regionales

- Horario Este de EE.UU. (UTC-4:00)
- Martes, 31 de mayo de 2022
- Instructor: Abhishek Chatterjee (JPL)
- Estimación de flujos de carbono a nivel mundial y regional y la influencia de la variabilidad climática y cambios en las emisiones antropogénicas en el ciclo del carbono
- Preguntas y respuestas

Parte 4: El Uso de XCO₂ en Estudios Climáticos Locales y Regionales

- Horario Este de EE.UU. (UTC-4:00)
- Jueves 2 de junio de 2022
- Instructor: John Lin (Universidad de Utah)
- Impacto de las emisiones, la calidad del aire y la densidad urbana sobre el clima
- Preguntas y respuestas



Las áreas URBANAS, donde vive más de la MITAD de la población mundial, son responsables de emisiones significativas de CO₂.



Los problemas de calidad del aire también se magnifican en las ciudades, donde se concentran las emisiones contaminantes y donde se encuentran expuestas grandes poblaciones hacinadas en áreas pequeñas.

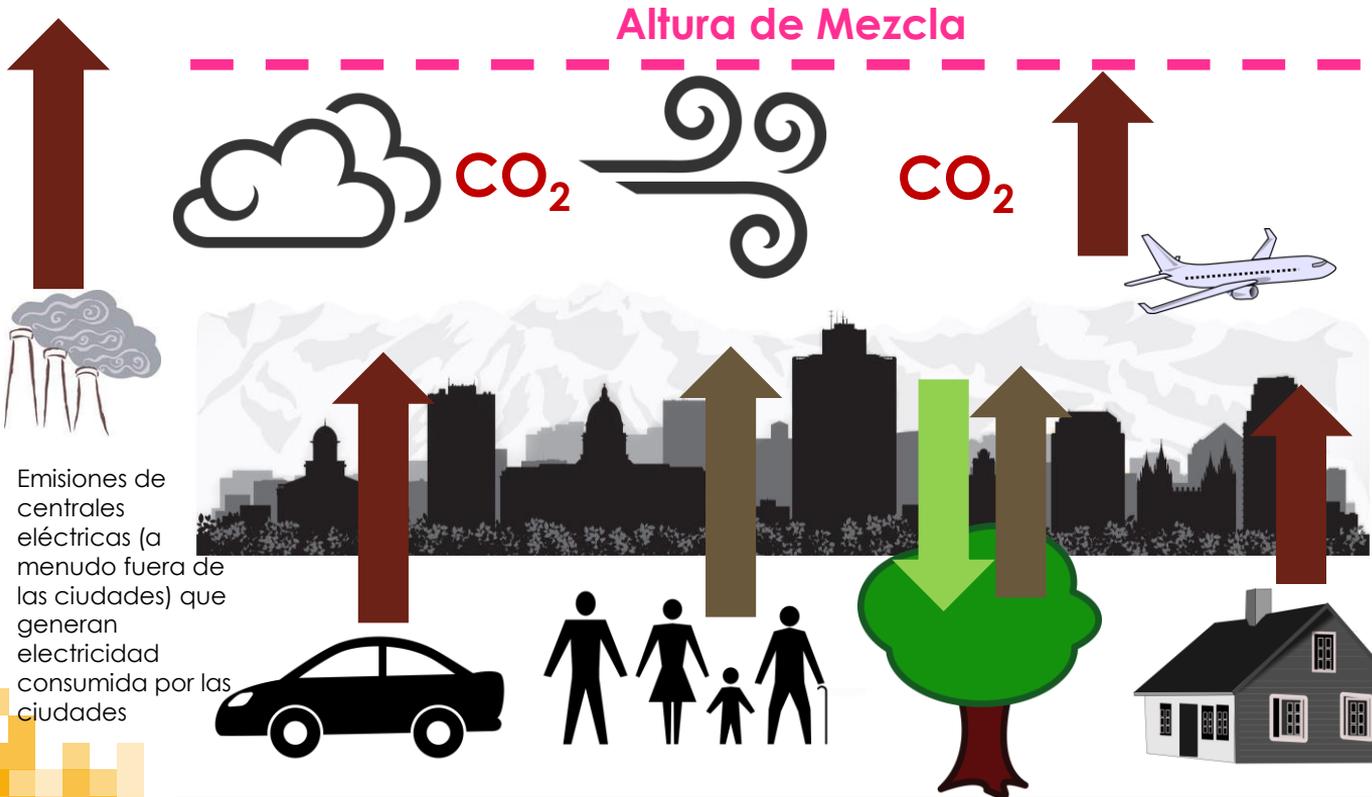
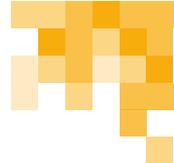
El Significado de las Emisiones Urbanas



http://www.c40.org/c40_research

**C40
CITIES**

Fuentes de Emisiones de Carbono en las Ciudades



Emisiones de centrales eléctricas (a menudo fuera de las ciudades) que generan electricidad consumida por las ciudades

CO₂ AND CARBON EMISSIONS FROM CITIES

Linkages to Air Quality, Socioeconomic Activity, and Stakeholders in the Salt Lake City Urban Area

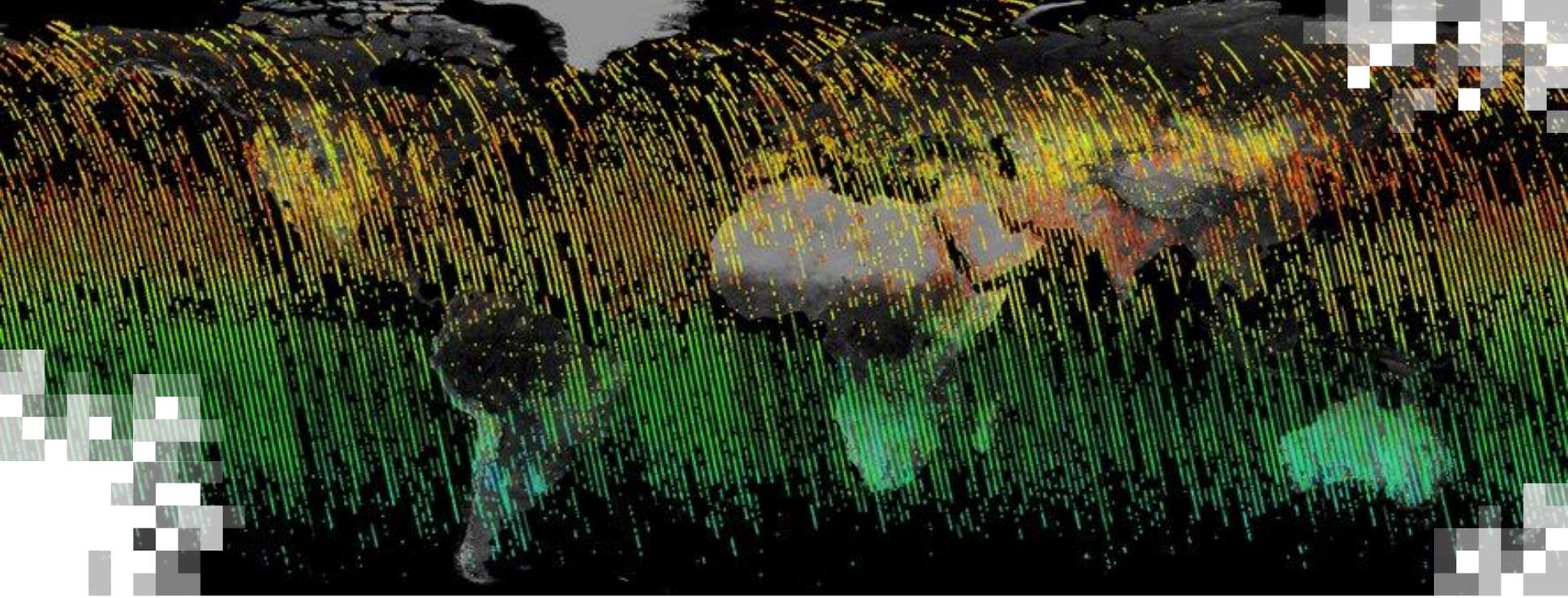
JOHN C. LIN, LOGAN MITCHELL, ERIK CROSMAN, DANIEL L. MENDOZA, MARTIN BUCHERT, RYAN BARES, BEN FASOLI, DAVID R. BOWLING, DIANE PATAKI, DOUGLAS CATHARINE, COURTENAY STRONG, KEVIN R. GURNEY, RISA PATARASUK, MUNKHBAYAR BAASANDORJ, ALEXANDER JACQUES, SEBASTIAN HOCH, JOHN HOREL, AND JIM EHLINGER

Observations and modeling of atmospheric CO₂ in the Salt Lake City, Utah, area help to quantify and understand urban carbon emissions and their linkage to air quality.

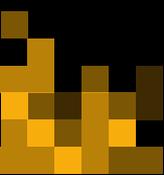
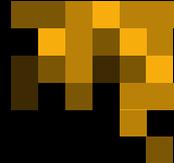
Preguntas Científicas Claves

- ¿Cómo se puede utilizar el CO₂ atmosférico para entender las emisiones urbanas de carbono?
- ¿Cómo varían las emisiones de carbono entre las diferentes ciudades?
- ¿Cómo se pueden lograr co-beneficios al reducir las emisiones de carbono y mejorar la calidad del aire?





Parte 1: Ejemplos de Estudios de Salt Lake City,
Utah EE.UU.



Fuente: NASA Earth Observatory/NOAA NGDC





Fuente: NASA Earth Observatory/NOAA NGDC





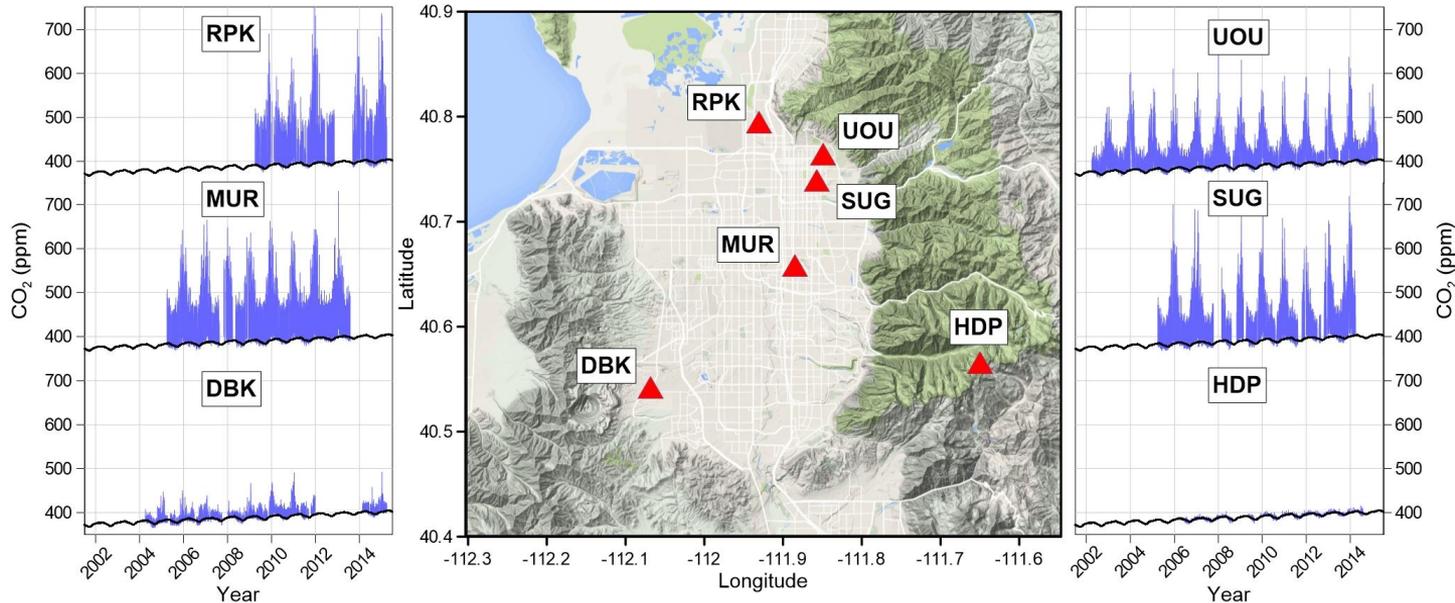
Red de Observación del CO₂ del Valle de Salt Lake (Entre las redes de CO₂ urbanas de mayor antigüedad en el mundo)

<https://air.utah.edu/>

**“Si no lo puedes
medir, no lo
puedes mejorar.”
- Peter Drucker**



Salt Lake City – Tendencias del CO₂ a Largo Plazo en Varios Puntos (los sitios se identifican con códigos de 3 letras)



Long-term urban carbon dioxide observations reveal spatial and temporal dynamics related to urban characteristics and growth

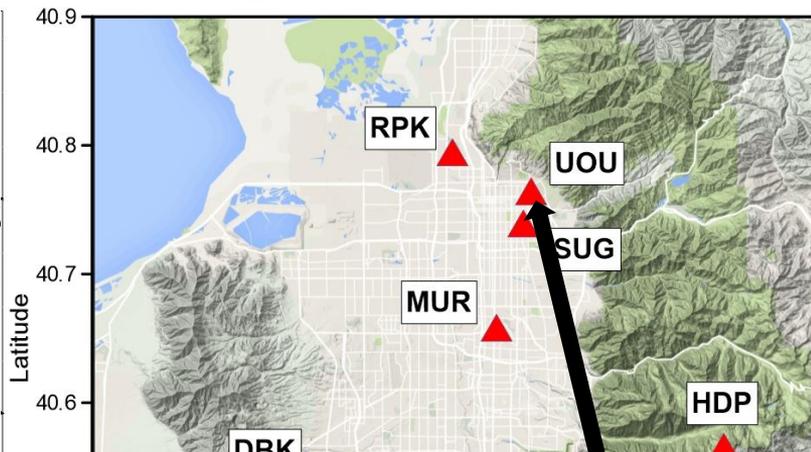
Logan E. Mitchell^{a,1}, John C. Lin^a, David R. Bowling^b, Diane E. Pataki^b, Courtenay Strong^a, Andrew J. Schauer^c, Ryan Bares^a, Susan E. Bush^b, Britton B. Stephens^d, Daniel Mendoza^a, Derek Mallia^a, Lacey Holland^{a,e}, Kevin R. Gurney^f, and James R. Ehleringer^b

^aDepartment of Atmospheric Sciences, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112; ^bDepartment of Biology, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112; ^cDepartment of Earth and Space Sciences, University of Washington, Seattle, WA 98195; ^dNational Center for Atmospheric Research, Boulder, CO 80307; ^eDepartment of Atmospheric Sciences, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI 96822; and ^fSchool of Life Sciences, Arizona State University, Tempe, AZ 85287

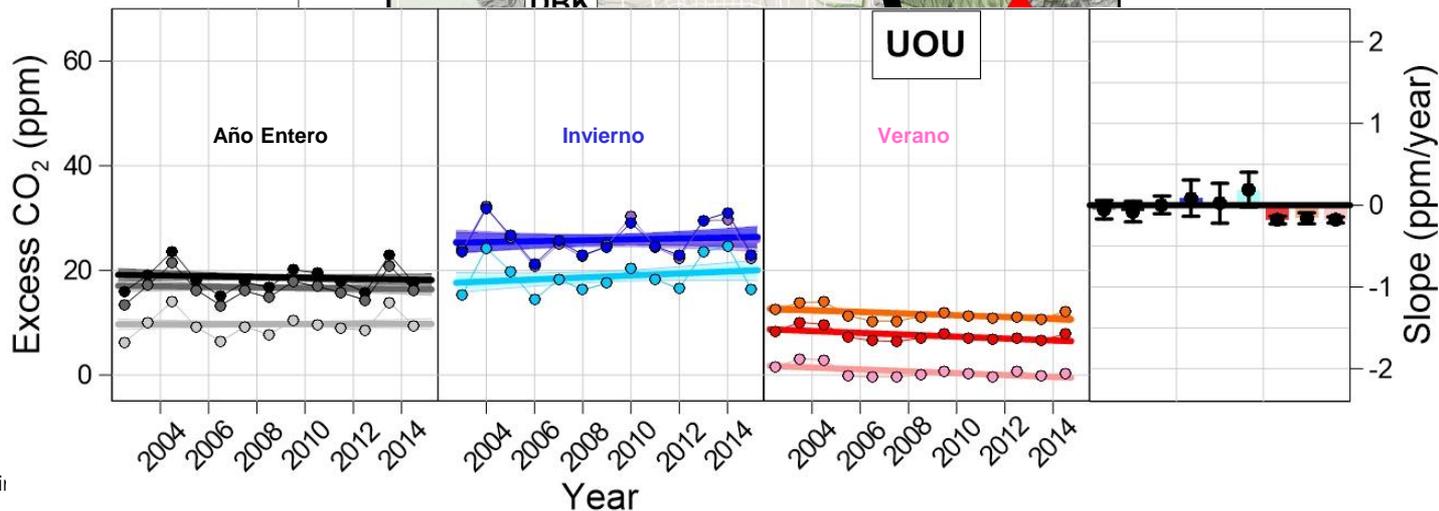


Salt Lake City – Tendencias del CO₂ a Largo Plazo

¡Las tendencias varían a lo largo del área urbana!

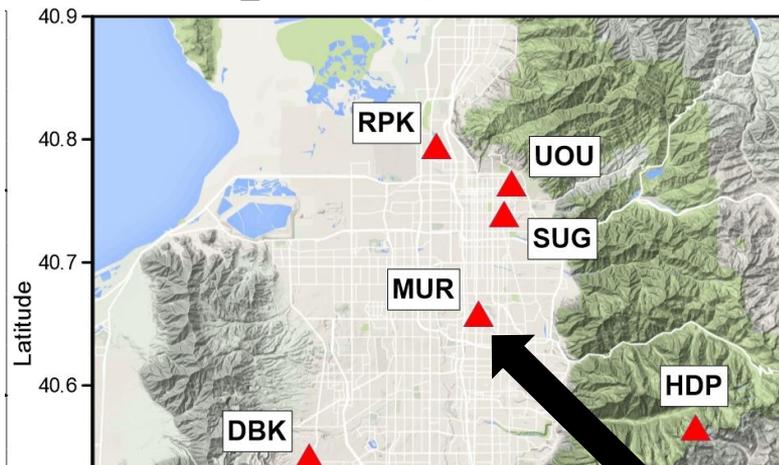


(Mitchell et al., 2018)

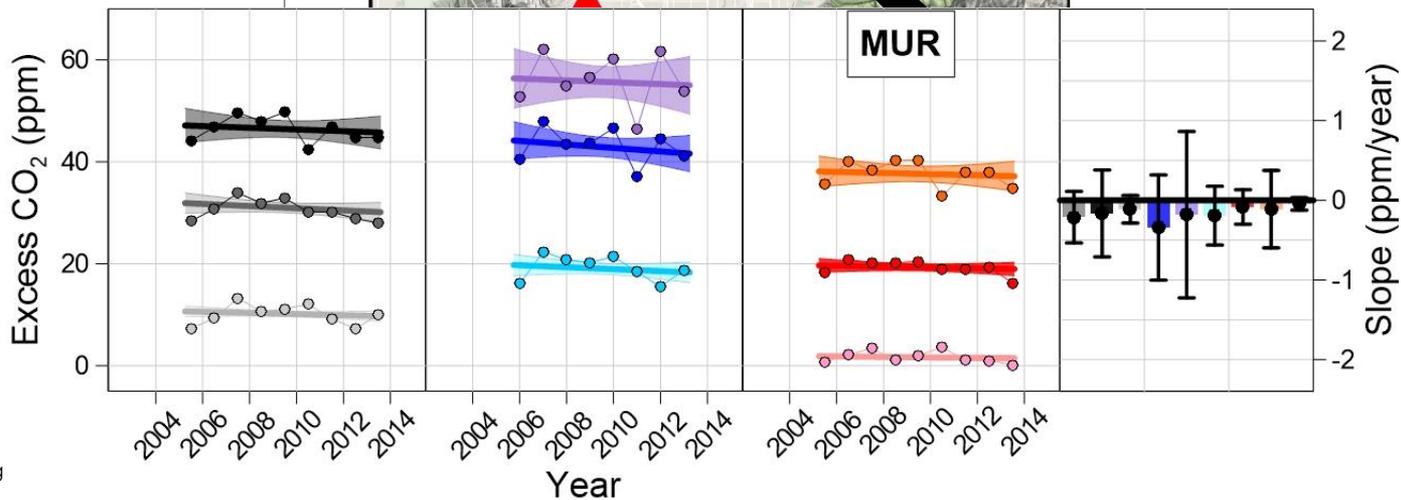


Salt Lake City – Tendencias del CO₂ a Largo Plazo

¡Las tendencias varían a lo largo del área urbana!

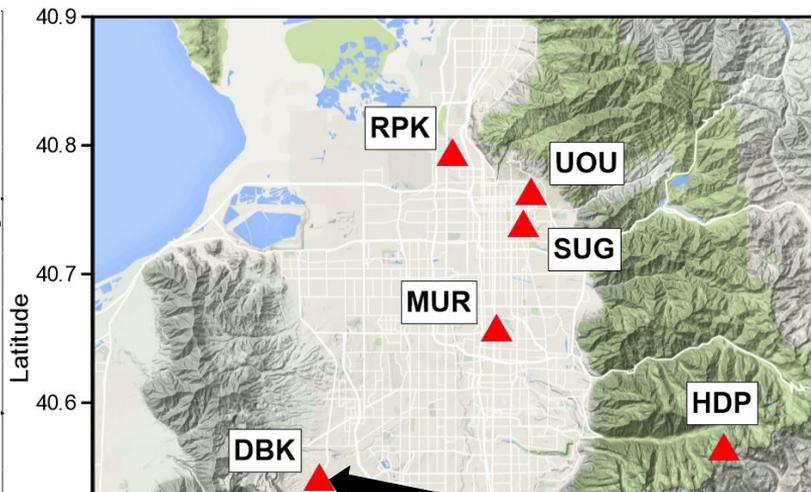


(Mitchell et al., 2018)

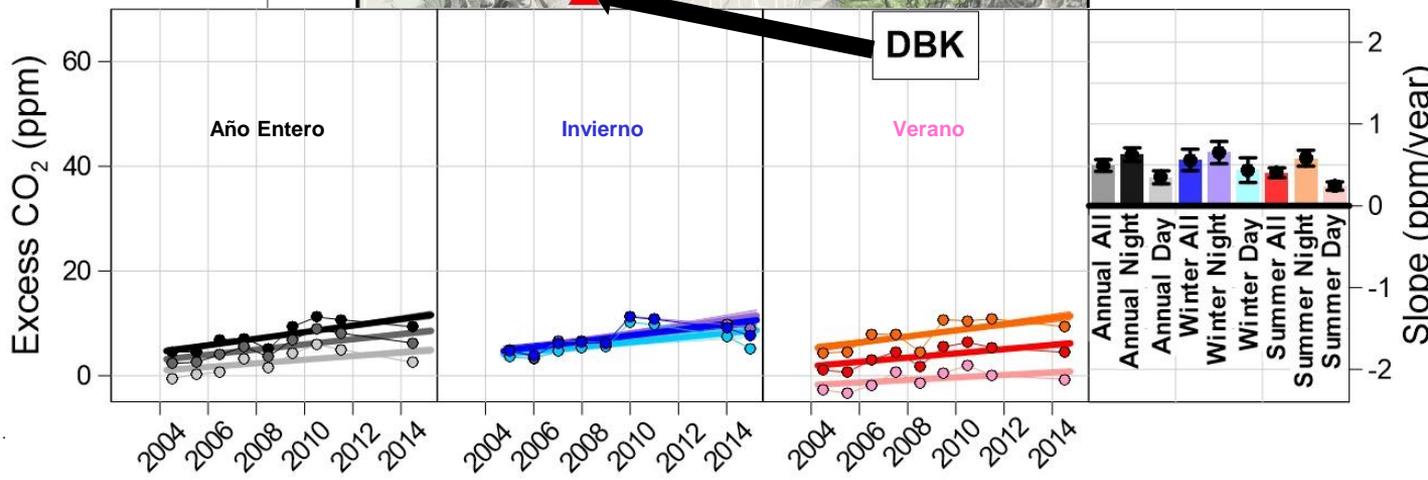


Salt Lake City – Tendencias de CO₂ a Largo Plazo

¡Las tendencias varían a lo largo del área urbana!

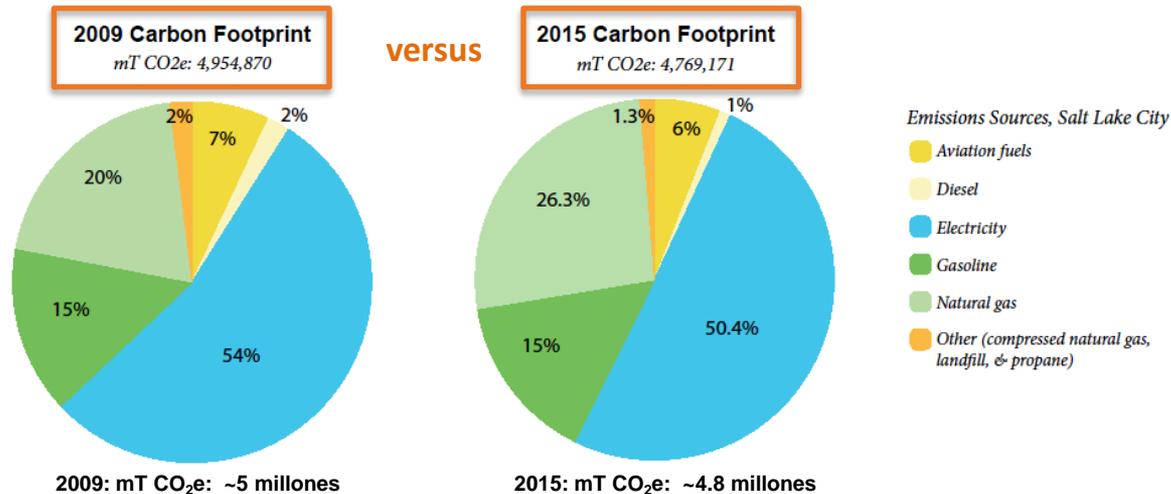


(Mitchell et al., 2018)

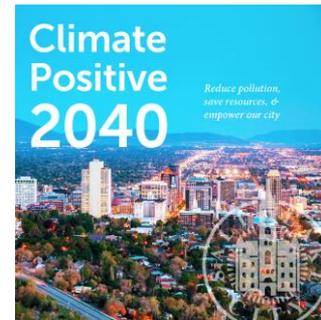


Comparación con las Estimaciones de las Emisiones de Carbono del Gobierno de Salt Lake City

The following pie charts represent most Scope I and Scope II emissions for the Salt Lake City community. The charts include fuels combusted locally, as well as upstream emissions associated with electricity generation. Scope III emissions such as those associated with the production of food and goods consumed locally are important contributors to climate change, but are not quantified in this report.



Consistente con las tendencias planas observadas en el CO₂ atmosférico en Salt Lake City

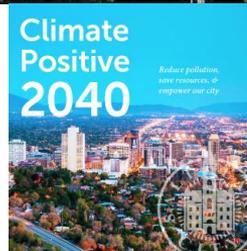


El Compromiso Climático de Salt Lake City (Climate Positive 2040)

“Nuestra ciudad. . . se ha comprometido a satisfacer las necesidades eléctricas del 50 % de las operaciones municipales con energías renovables para 2020. Hemos establecido otro objetivo de hacer la transición del suministro de electricidad de toda la comunidad a un 100 % de energía limpia para 2032, seguido por una reducción general de las emisiones de gases de efecto invernadero de la comunidad en un 80 % para 2040.”



-Jackie Biskupski, Ex-Alcaldesa de Salt Lake City



Seen as Nature Lovers' Paradise, Utah Struggles With Air Quality



Scott G. Winterton/Deseret News

Along the Wasatch Front, the corridor where most Utahans live, weather and geography often help trap bad air.

By DAN FROSCH

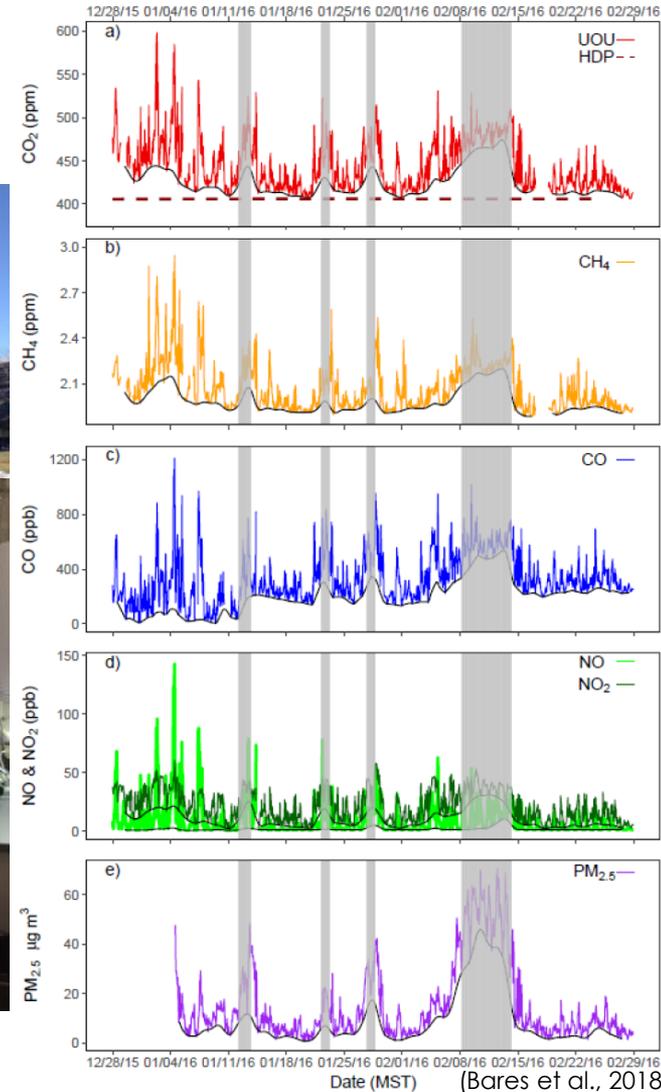
Published: February 23, 2013 New York Times

<https://www.nytimes.com/2013/02/24/us/utah-a-nature-lovers-haven-is-plagued-by-dirty-air.html>



Observaciones de Gases de Efecto Invernadero y Contaminantes en el Campus de la U. de Utah

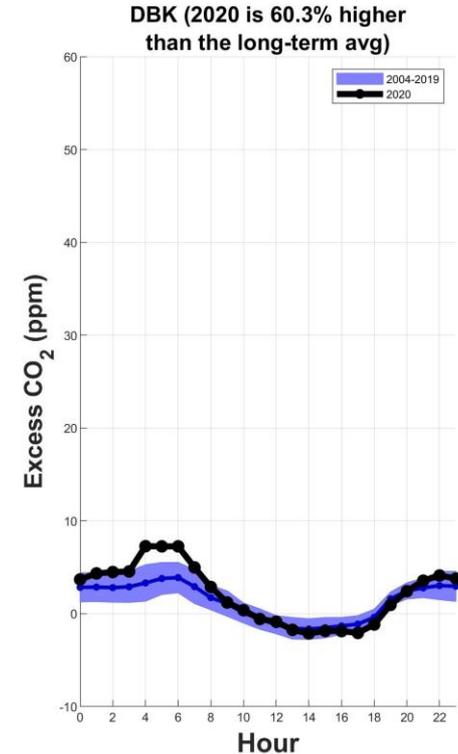
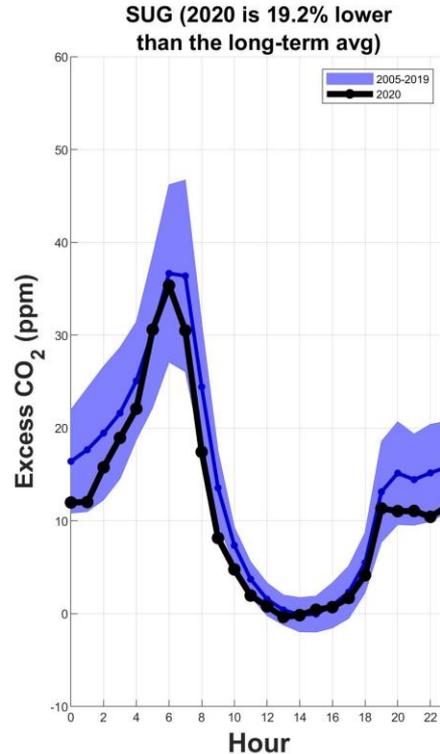
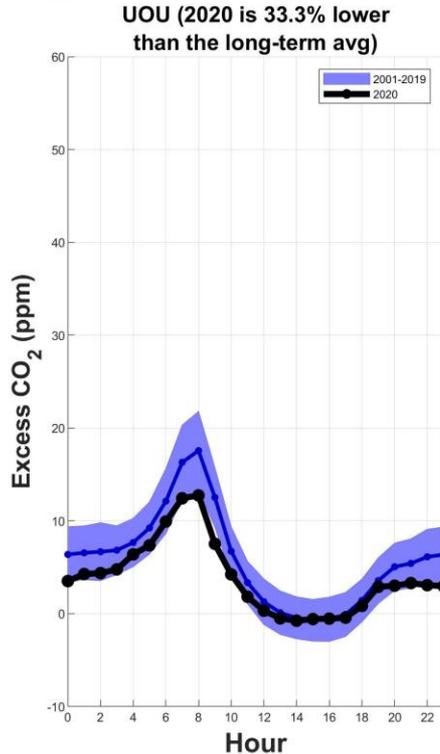
Laboratorio- Utah Trace Gas & Air Quality (U-ATAQ)



La Señal del Cierre Ocasionado por COVID



March 15 - April 11 Excess CO₂ at UUCON Sites

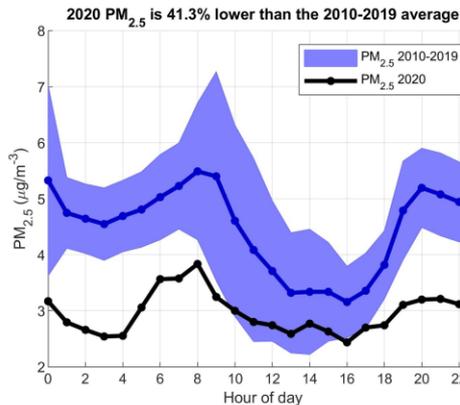
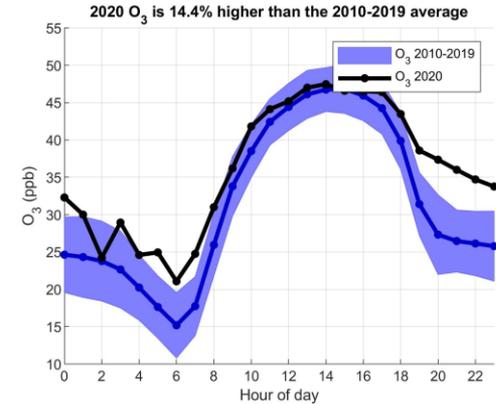
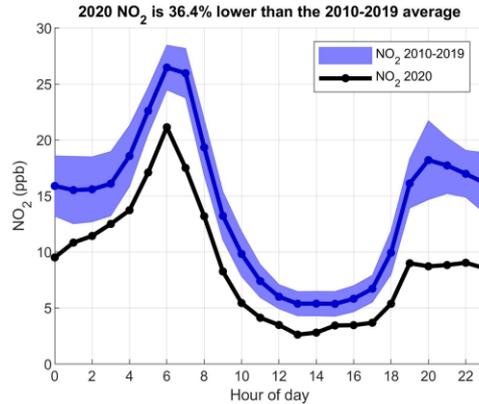
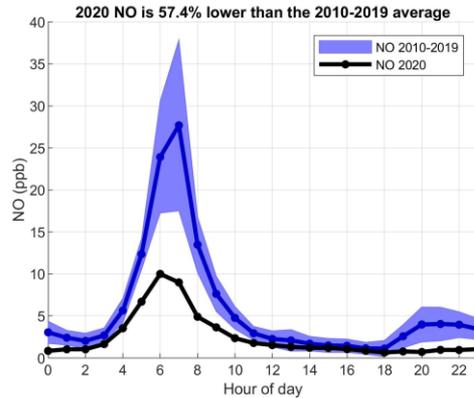


L. Mitchell, sin publicar: https://atmos.utah.edu/air-quality/covid-19_air_quality.php



La Señal del Cierre Ocasionado por COVID

March 15-31 Air Quality at Utah DAQ Hawthorne Site



L. Mitchell, Sin publicar: https://atmos.utah.edu/air-quality/covid-19_air_quality.php



TRAX- Monitoreo de la Calidad del Aire y Gases de Efecto Invernadero en el Valle de Salt Lake

UTA  TRAX


THE
UNIVERSITY
OF UTAH

 UTAH DEPARTMENT OF
ENVIRONMENTAL QUALITY
AIR
QUALITY



Atmospheric Environment 187 (2018) 9–23



Contents lists available at ScienceDirect

Atmospheric Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv



Monitoring of greenhouse gases and pollutants across an urban area using a light-rail public transit platform



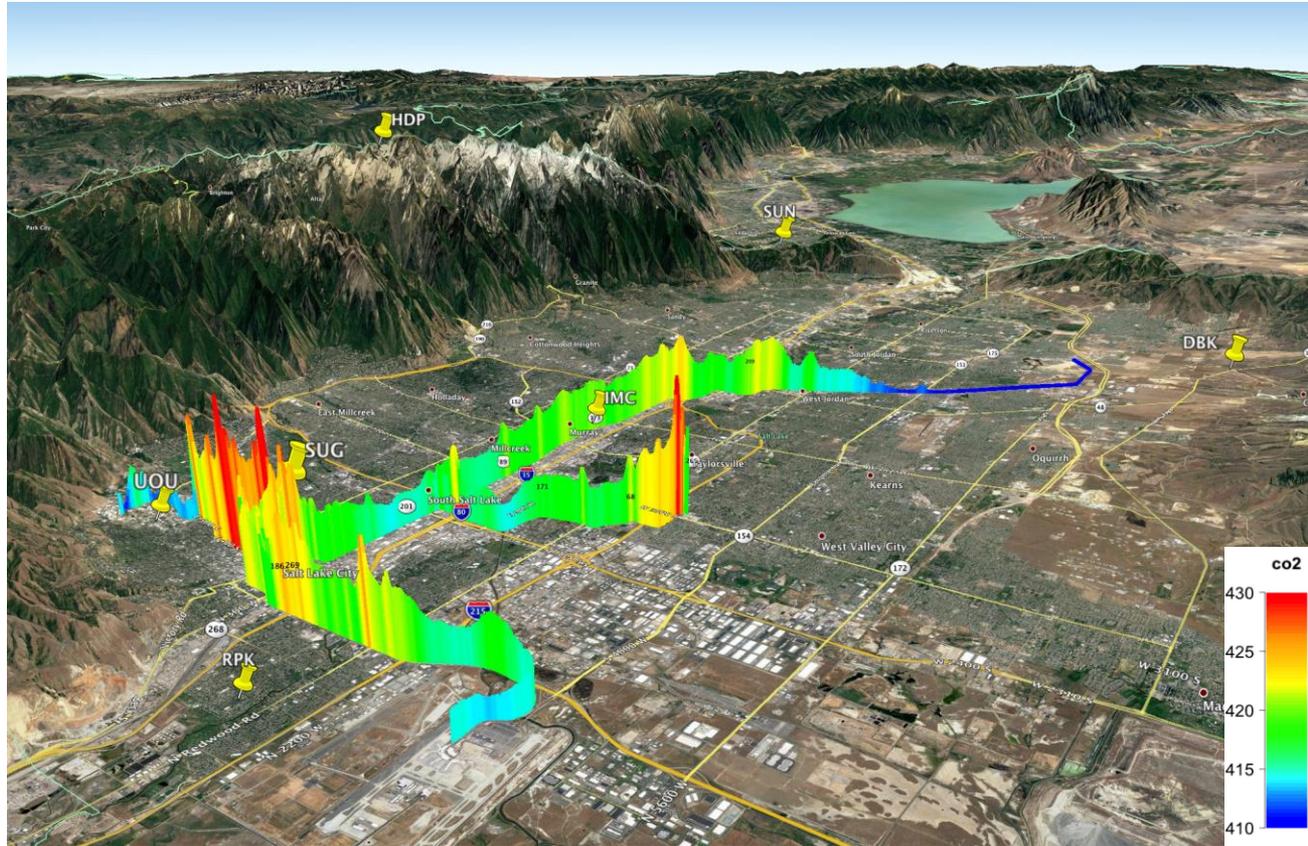
Logan E. Mitchell^{a,*}, Erik T. Crosman^b, Alexander A. Jacques^a, Benjamin Fasoli^a,
Luke Leclair-Marzolf^a, John Horel^b, David R. Bowling^b, James R. Ehleringer^b, John C. Lin^b

^a Department of Atmospheric Sciences, University of Utah, Salt Lake City, UT, United States

^b Department of Biology, University of Utah, Salt Lake City, UT, United States



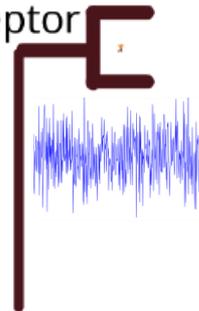
Distribución Espacial del CO₂ Observado en las Rutas del Tranvía/Tren Ligero (Julio y Agosto de 2015)



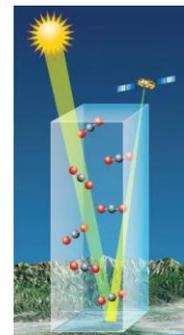
Información en las Observaciones del CO₂ Atmosférico

La Medición Atmosférica Lleva **INFORMACIÓN** Acerca de las **EMISIONES** y **PROCESOS** en la Región Fuente a Barlovento

(4) Observations
at receptor

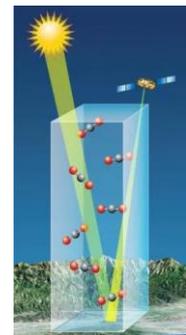
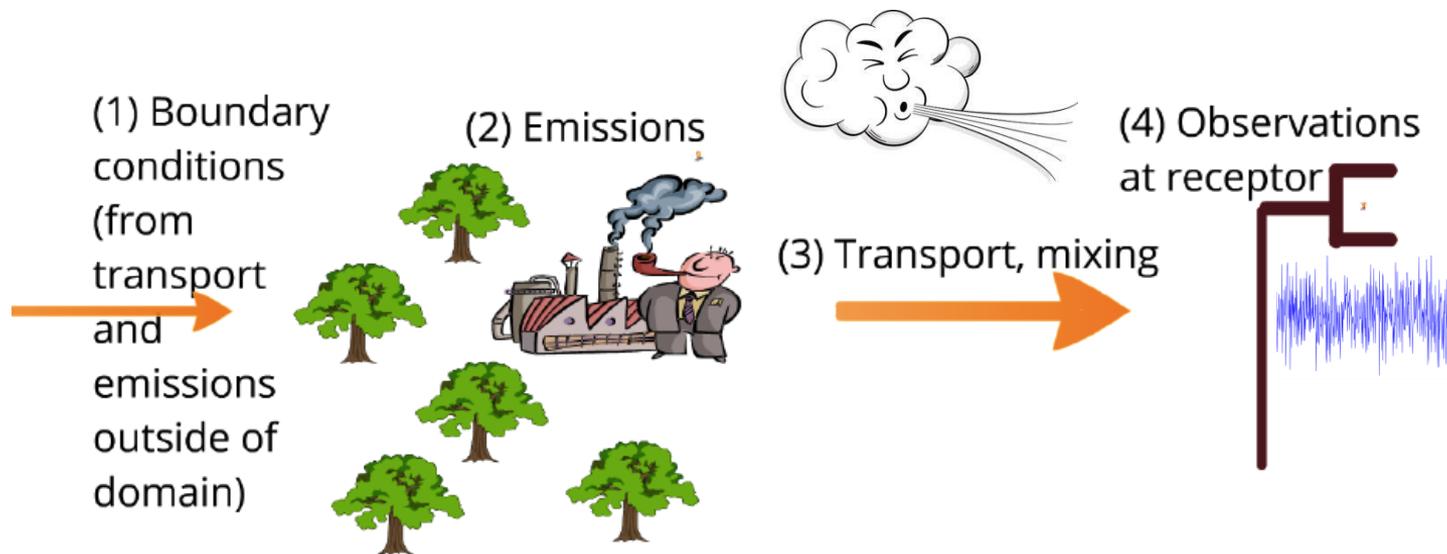


Por ejemplo, CO₂



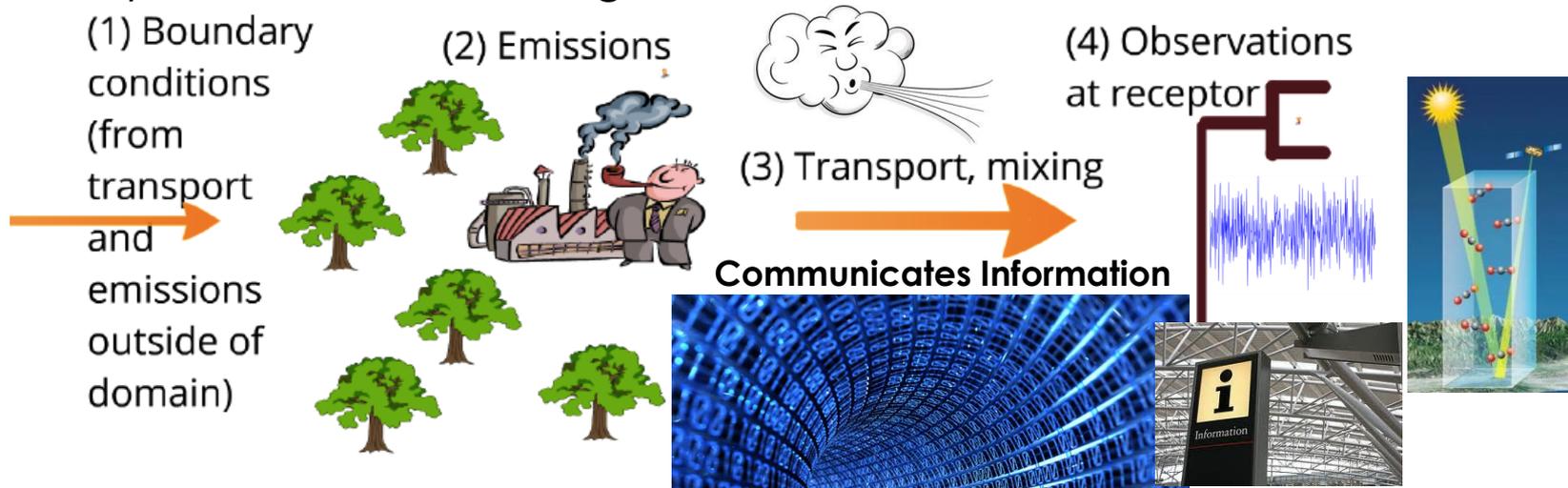
Información en las Observaciones del CO₂ Atmosférico

La Medición Atmosférica Lleva **INFORMACIÓN** Acerca de las **EMISIONES** y **PROCESOS** en la Región Fuente a Barlovento



Información en las Observaciones del CO₂ Atmosférico

La Medición Atmosférica Lleva **INFORMACIÓN** Acerca de las **EMISIONES** y **PROCESOS** en la Región Fuente a Barlovento



Información sobre:

- Emisiones y flujos de carbono
- Estrés sobre ecosistemas
- Contaminación, calidad del aire.
- Hidrología
- Etc.

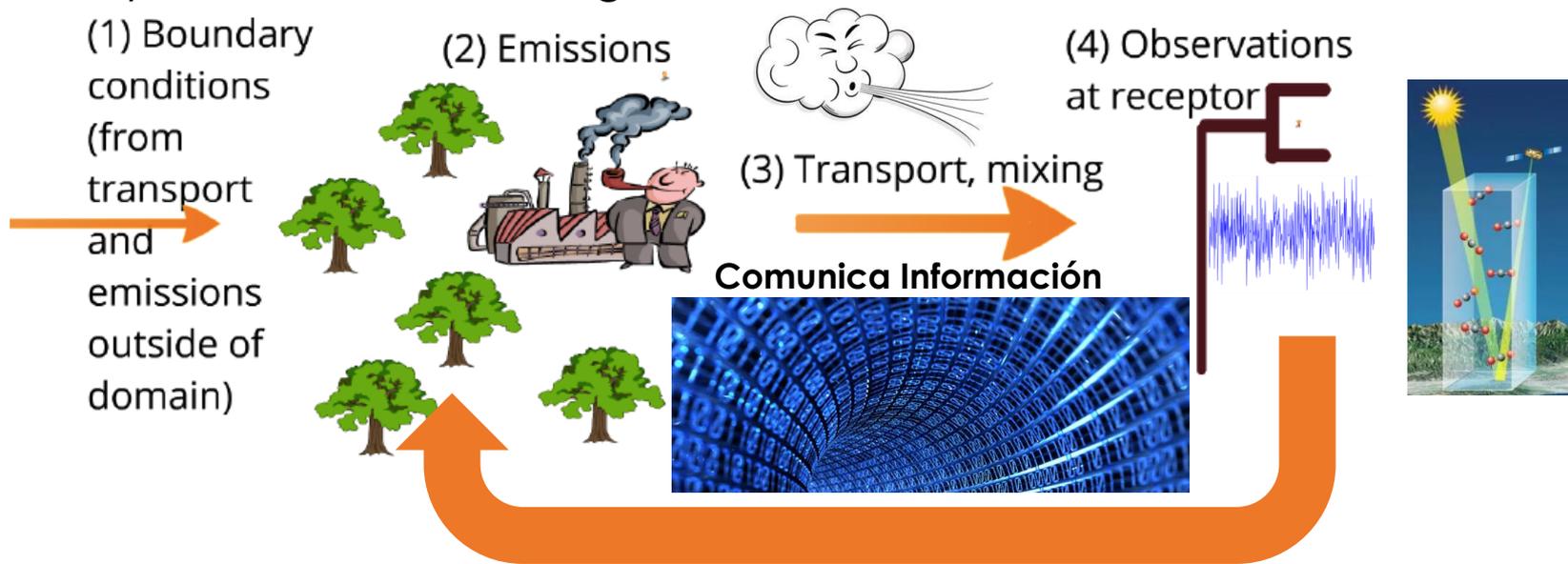
Las observaciones atmosféricas pueden ser:

- CO₂, CH₄
- CO, PM_{2.5}, NO_x
- H₂O, D₂O, H₂¹⁸O
- Y muchos otros ...



Información en las Observaciones del CO₂ Atmosférico

La Medición Atmosférica Lleva **INFORMACIÓN** Acerca de las **EMISIONES** y **PROCESOS** en la Región Fuente a Barlovento

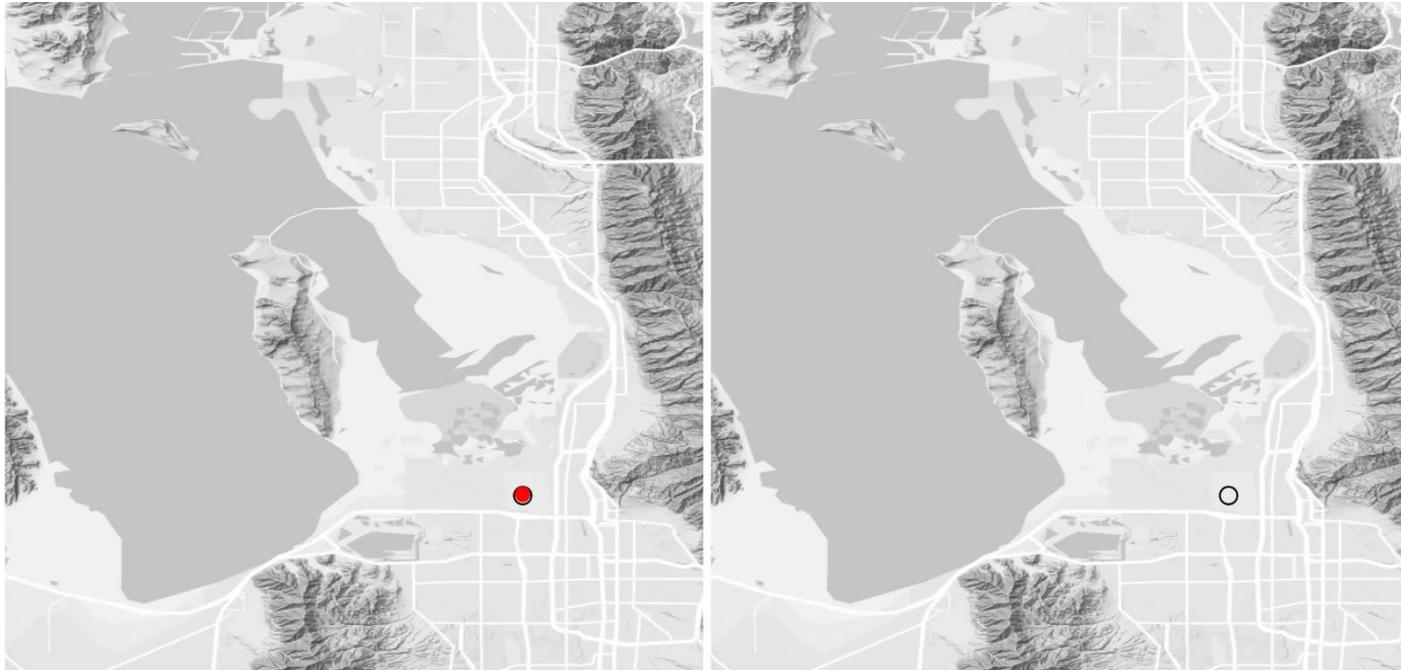


PERO la atmósfera es un canal de comunicación **IMPERFECTO** (hay pérdida de información debido a la mezcla); **Y** nuestra capacidad para decodificar la información a través de la modelación de la atmósfera está sujeta a incertidumbres



Simulación del Modelo de Transporte Lagrangiano Estocástico Invertido en el Tiempo (Stochastic Time-Inverted Lagrangian Transport o STILT):

Determinación de la Región Fuente



Low

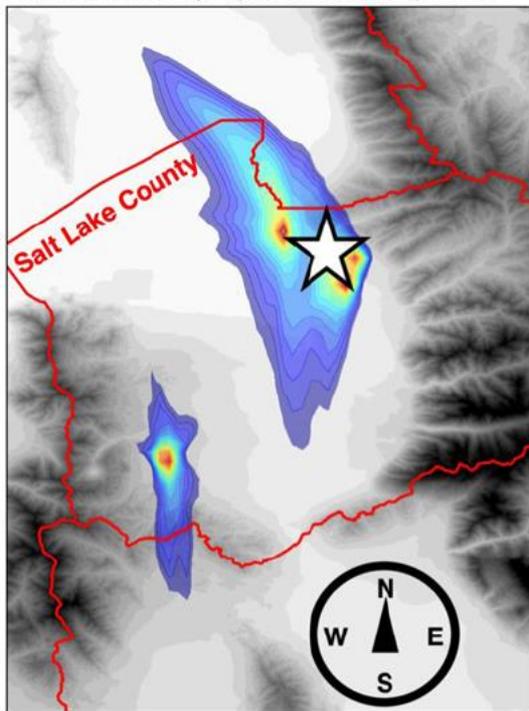
High

<https://uataq.github.io/stilt>

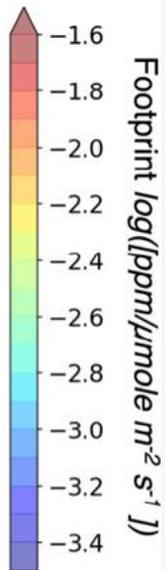
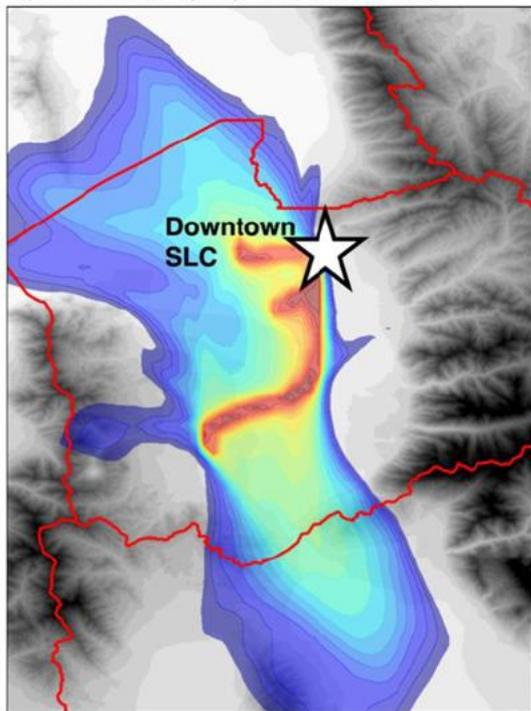


STILT-Huellas Atmosféricas Simuladas a partir de Observaciones

Upwind sampling region (4 stationary sites)



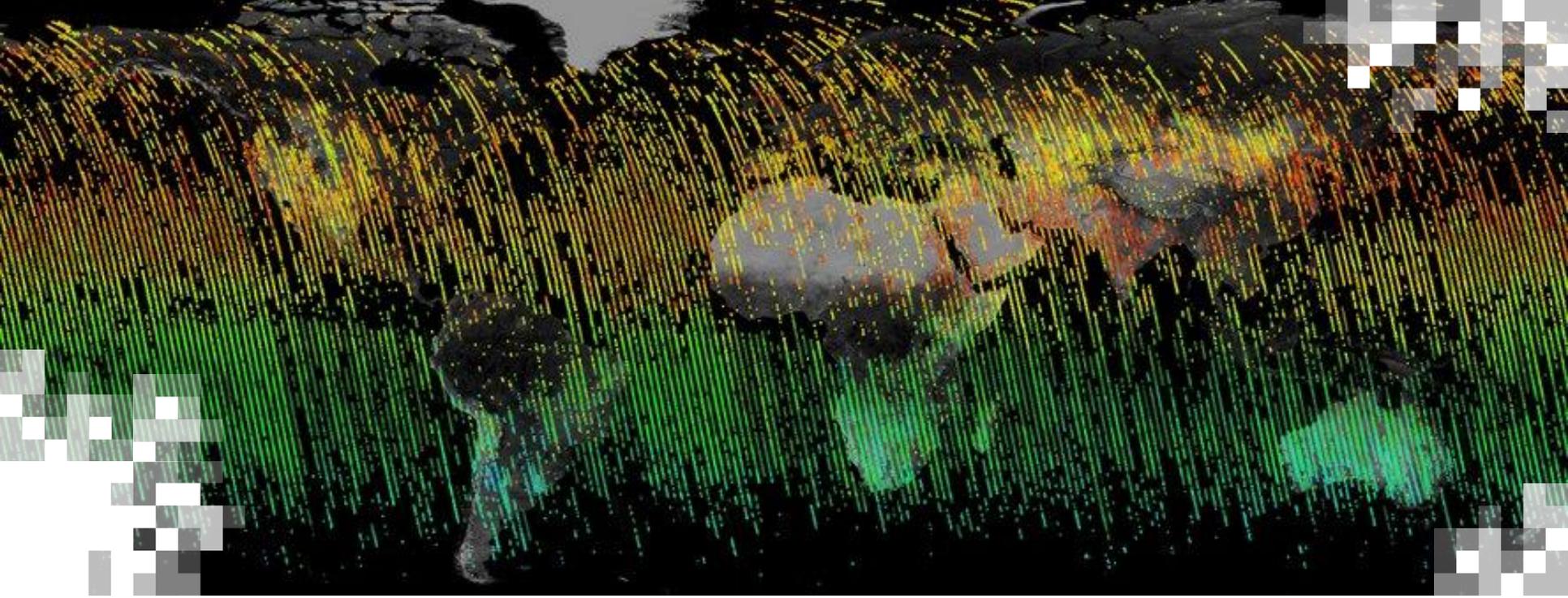
Upwind sampling region (1 mobile site)



Constraining Urban CO₂ Emissions Using Mobile Observations from a Light Rail Public Transit Platform

Derek V. Mallia,* Logan E. Mitchell, Lewis Kunik, Ben Fasoli, Ryan Bares, Kevin R. Gurney, Daniel L. Mendoza, and John C. Lin





Parte 2: El Estudio de las Emisiones de Carbono de Ciudades Alrededor del Mundo



Fuente: NASA Earth Observatory/NOAA NGDC





Fuente: NASA Earth Observatory/NOAA NGDC



**Problema: ¡La Falta de Mediciones de
Alta Precisión de CO₂ en la Mayoría de
las Ciudades del Mundo!**

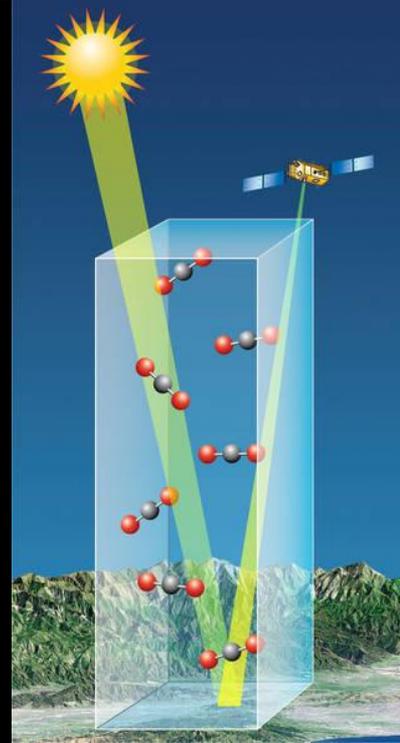




*Watching the Earth breathe...
mapping CO2 from Space*

OCO-2
Orbiting Carbon Observatory

Satélites al Rescate

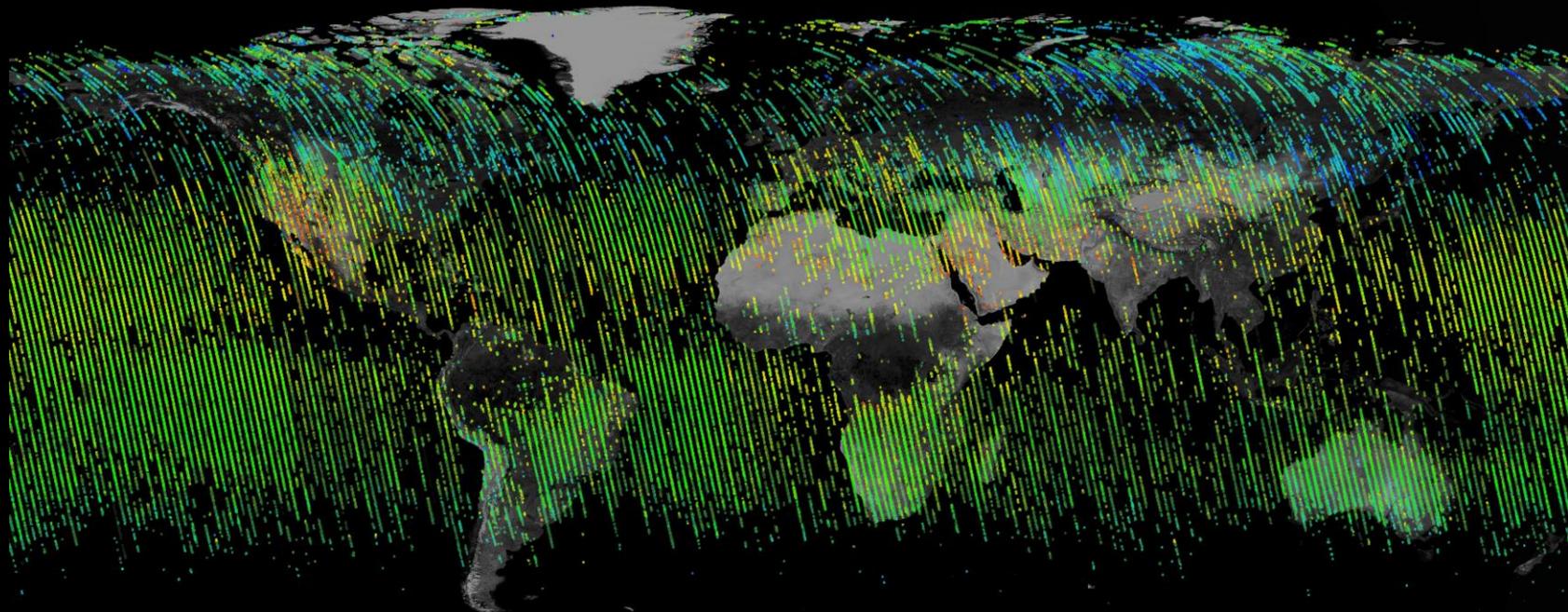


Lanzado el 1^o de julio de 2014



Cobertura Global de Mediciones del CO₂ Desde El Espacio

Orbiting Carbon Observatory - 2
Atmospheric Carbon Dioxide Concentration (09/06/14 - 07/30/2017)



Parts Per Million by Volume



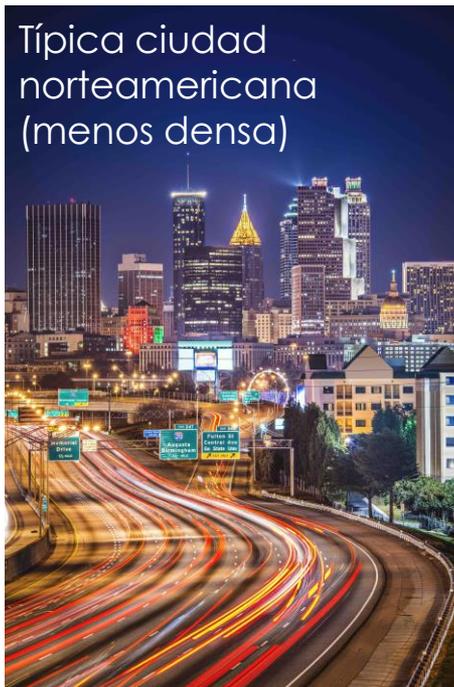
07/01/2017 to 07/30/2017

<https://ocov2.jpl.nasa.gov/galleries/data-product/>



Cómo Varían las Emisiones Entre:

Típica ciudad
norteamericana
(menos densa)

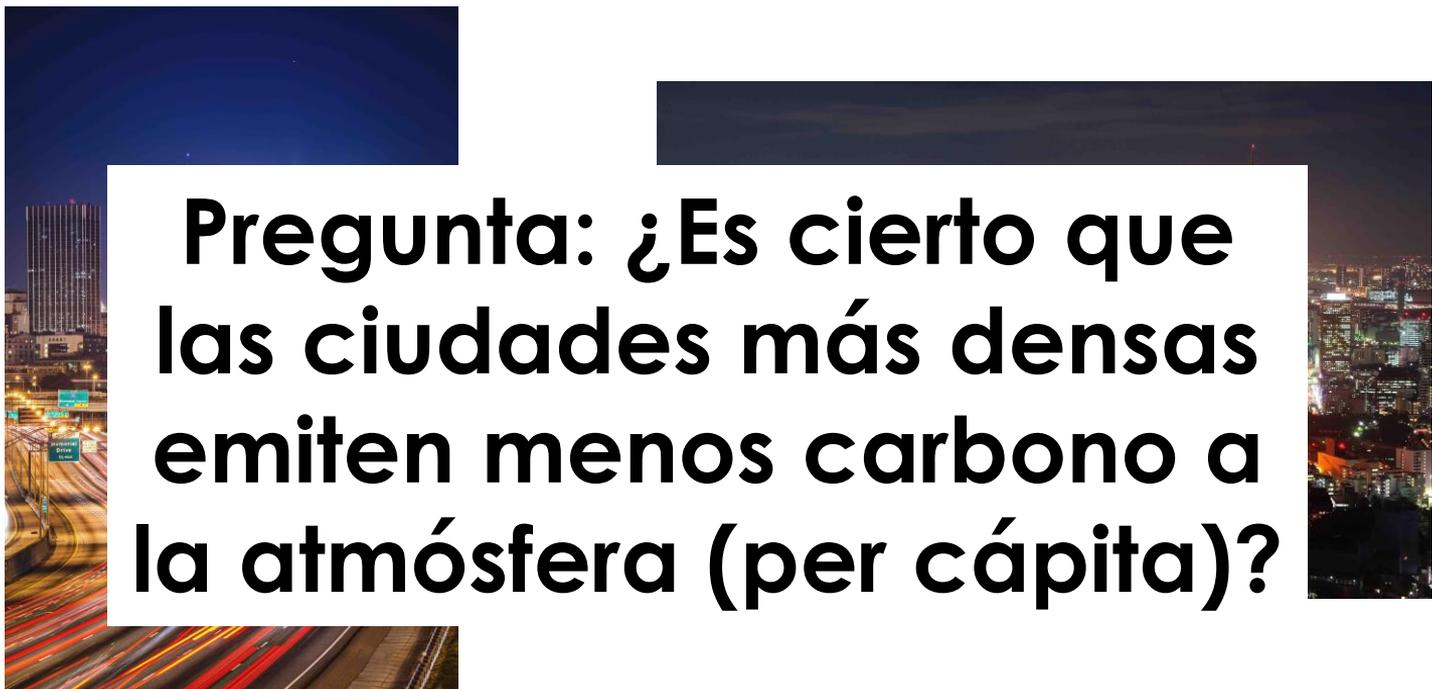


versus

Ciudad densa



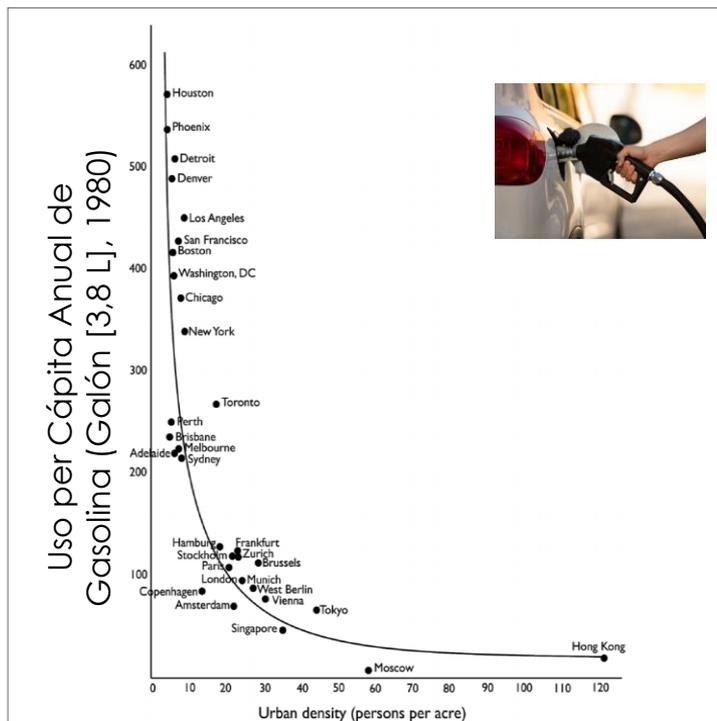
Cómo Varían las Emisiones Entre:



Pregunta: ¿Es cierto que las ciudades más densas emiten menos carbono a la atmósfera (per cápita)?



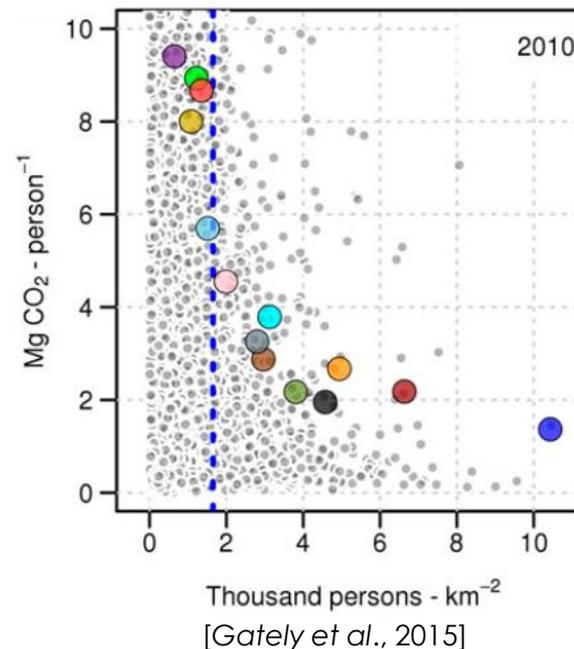
¿Es cierto que las ciudades más densas emiten menos carbono a la atmósfera (per cápita)?



Densidad Urbana (Personas por Acre [0,4 ha])

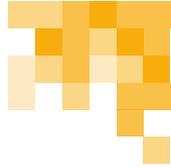
[Newman & Kenworthy, 1989]

- Atlanta, GA
- Denver, CO
- New York City, NY
- Seattle, WA
- Baltimore, MD
- Detroit, MI
- Phoenix, AZ
- Washington, DC
- Boston, MA
- Houston, TX
- Salt Lake City, UT
- Chicago, IL
- Los Angeles, CA
- San Francisco, CA



Thousand persons - km⁻²
[Gately et al., 2015]





A Lagrangian approach towards extracting signals of urban CO₂ emissions from satellite observations of atmospheric column CO₂ (XCO₂): X-Stochastic Time-Inverted Lagrangian Transport model (“X-STILT v1”)

Dien Wu¹, John C. Lin¹, Benjamin Fasoli¹, Tomohiro Oda², Xinxin Ye³, Thomas Lauvaux³, Emily G. Yang⁴, and Eric A. Kort⁴

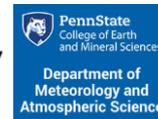
¹Department of Atmospheric Sciences, University of Utah, Salt Lake City, USA

²Goddard Earth Sciences Technology and Research, Universities Space Research Association, Columbia, Maryland/Global Modeling and Assimilation Office, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA

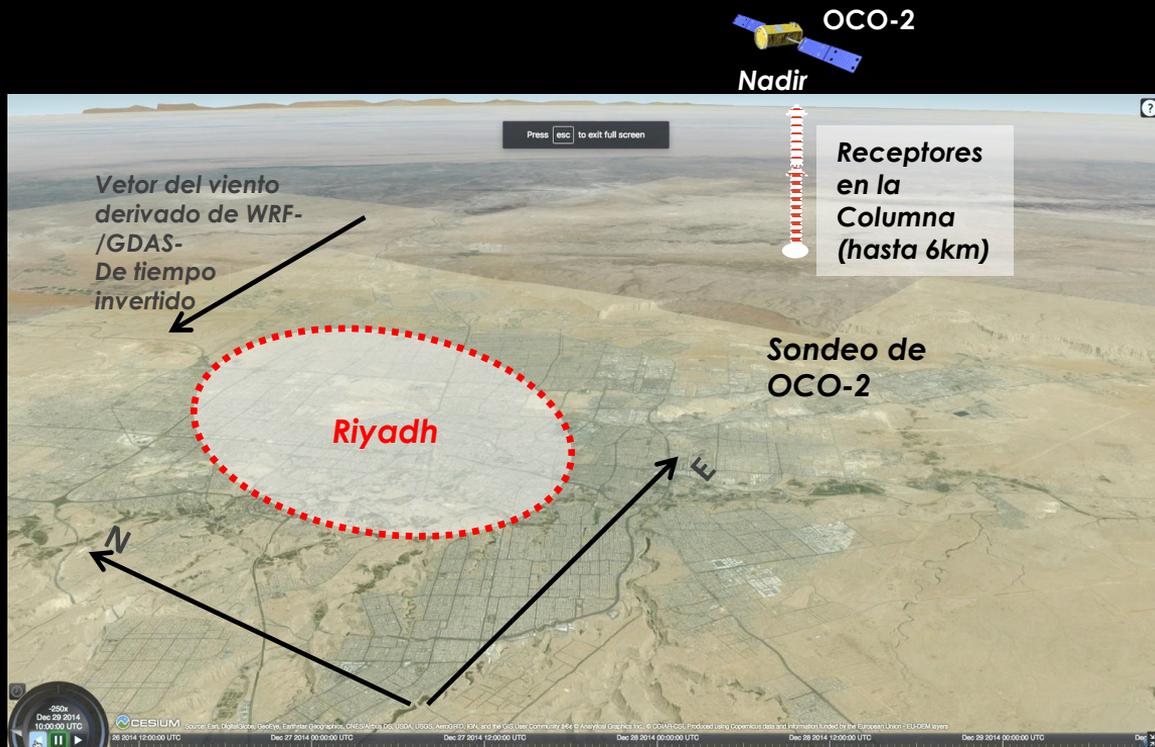
³Department of Meteorology and Atmospheric Science, Pennsylvania State University, USA

⁴Climate and Space Sciences and Engineering, University of Michigan, Ann Arbor, USA

Correspondence: Dien Wu (dien.wu@utah.edu)



X-STILT para Interpretar OCO-2



X-STILT para Interpretar OCO-2

CO₂ enhancement for each air parcel
due to anthropogenic emissions

Lower

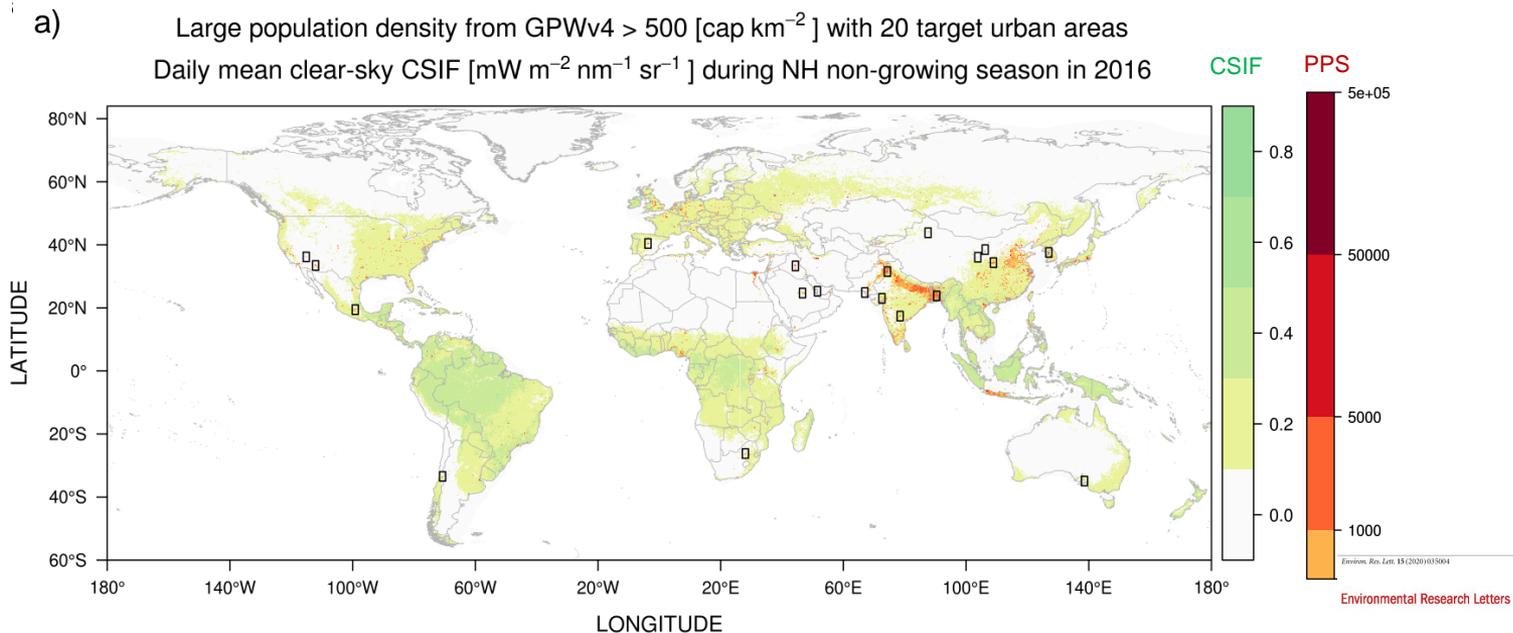


Higher

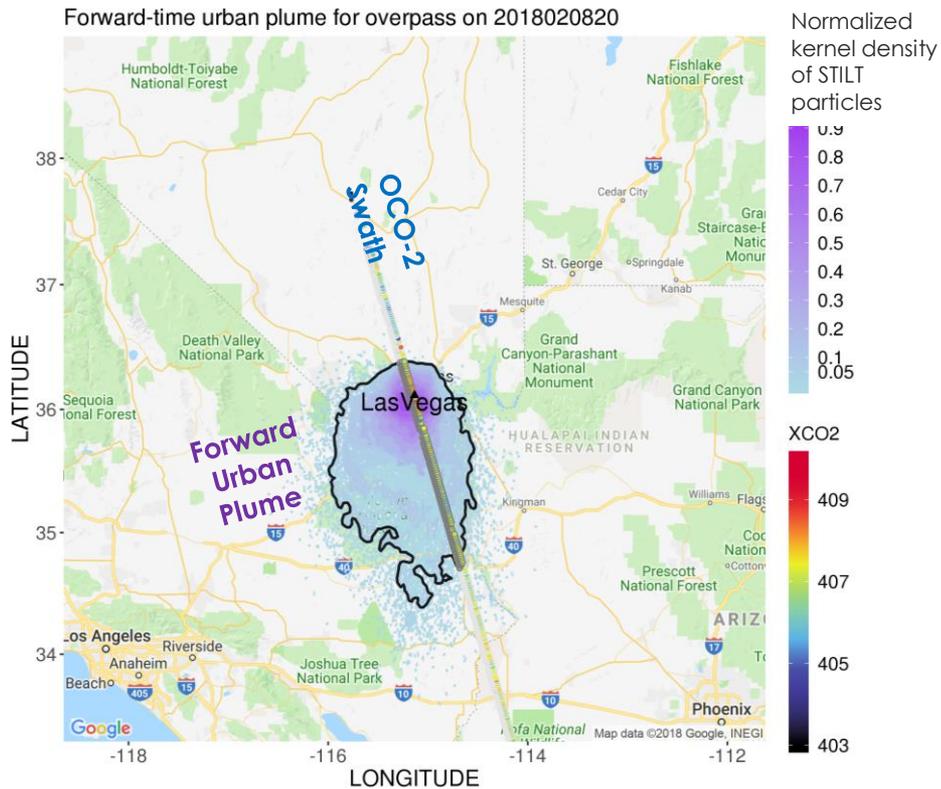


Ciudades Seleccionadas para el Análisis

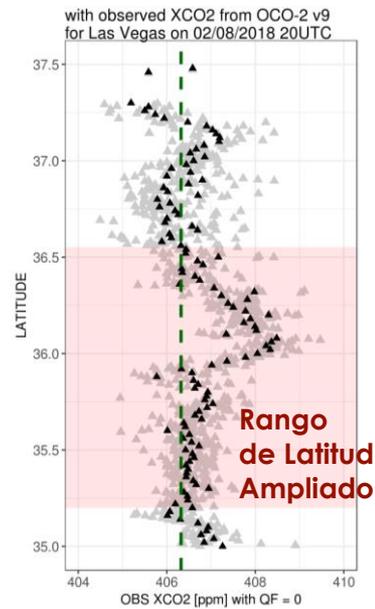
- Densidad Poblacional Relativamente Alta (PPS)
 - Mínima Interferencia de la Biosfera
 - No en la Temporada de Crecimiento
 - Fluorescencia Inducida por el Sol Continua (CSIF)
- 20 ciudades
 - 6-9 pistas por ciudad
 - Áreas pequeñas de 2 x 3 grados



Metodología – Estimación de Señales Urbanas



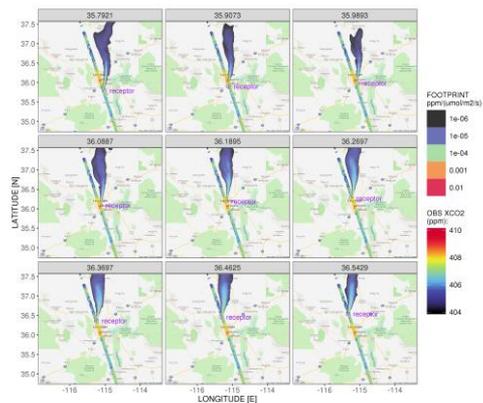
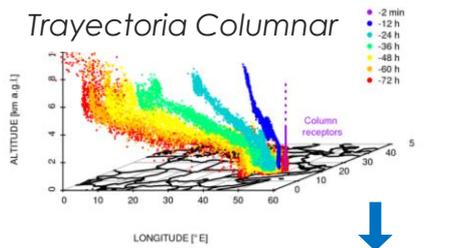
08/02/2018 Las Vegas



Señales urbanas observadas
(XCO_{2,ff} con lat-integración)
ppm · degN



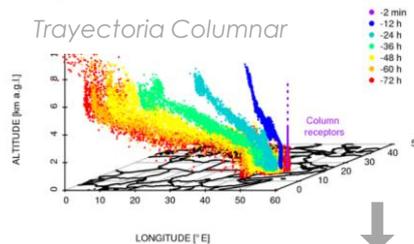
Metodología – Calcular Flujos de Carbono a Partir del XCO₂



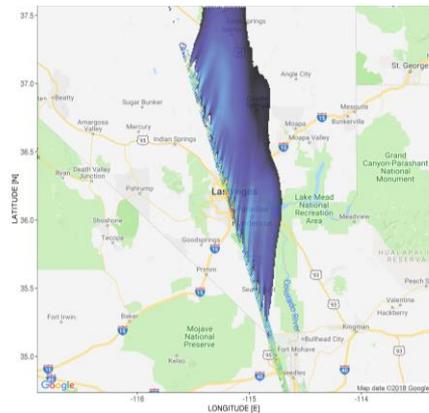
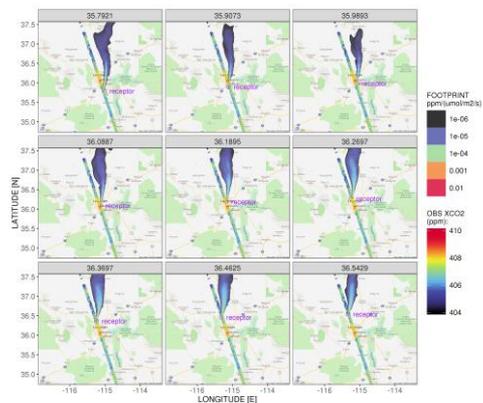
$$\frac{x\text{-huella/receptor/recorrido (pista)}}{\mu\text{mol/m}^2/\text{s}}$$



Metodología – Calcular Flujos de Carbono a Partir del XCO2



$$x_{huella}_{int}(x, y) = \int_{lat1}^{lat2} x_{huella}(x, y, lat) dl_{at}$$

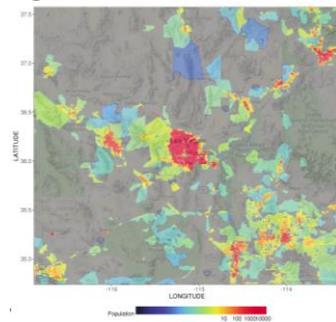
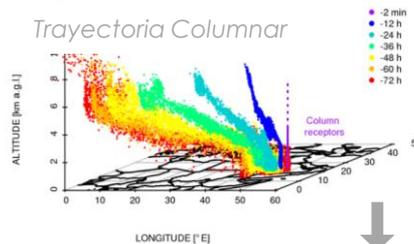


x-huella/receptor/recorrido (pista)
 $\frac{ppm}{\mu mol/m^2/s}$

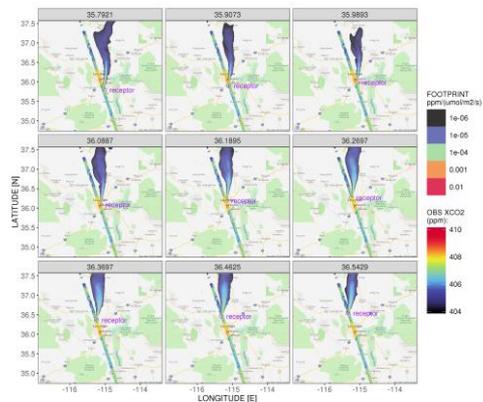
x-huella lat-integrada
 $\frac{ppm \cdot degN}{\mu mol/m^2/s}$



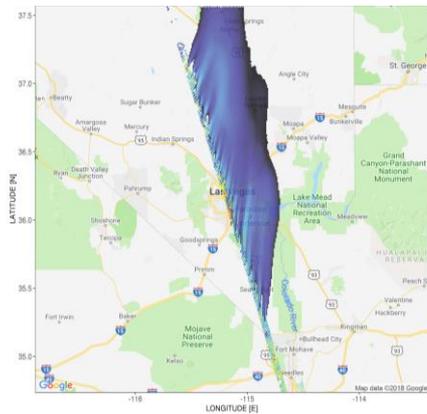
Metodología – Calcular Flujos de Carbono a Partir del XCO₂



Ponderación por
Densidad Poblacional
Cuadriculada (PPS)
 $\frac{\text{capita}}{\text{km}^2}$



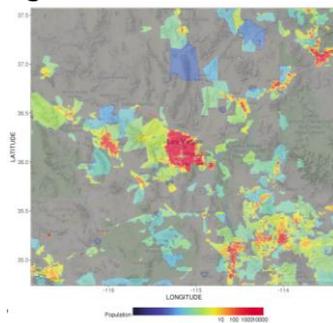
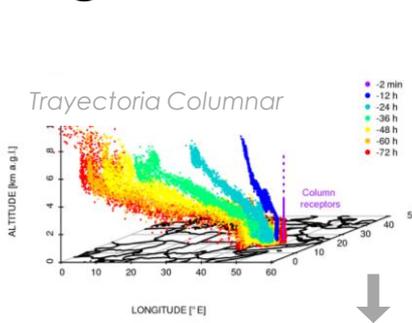
x-huella/receptor/recorrido
 $\frac{\text{ppm}}{\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}}$



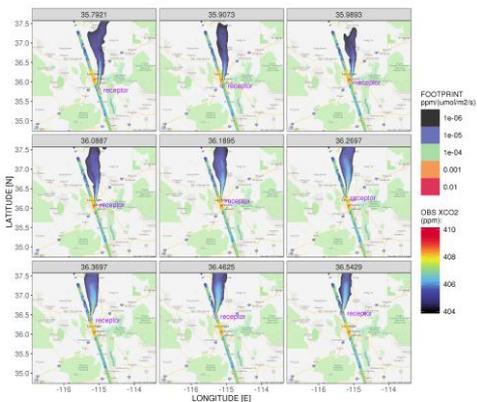
x-huella lat-integrada
 $\frac{\text{ppm}\cdot\text{degN}}{\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}}$



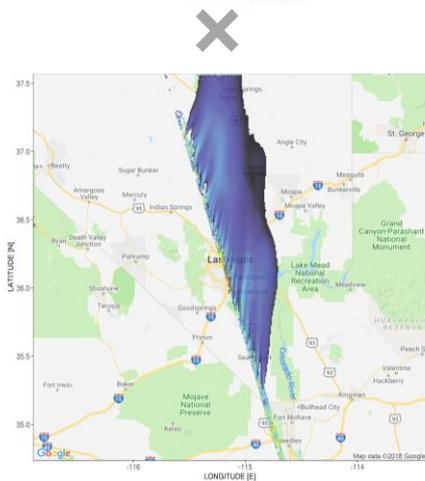
Metodología – Calcular Flujos de Carbono a Partir del XCO₂



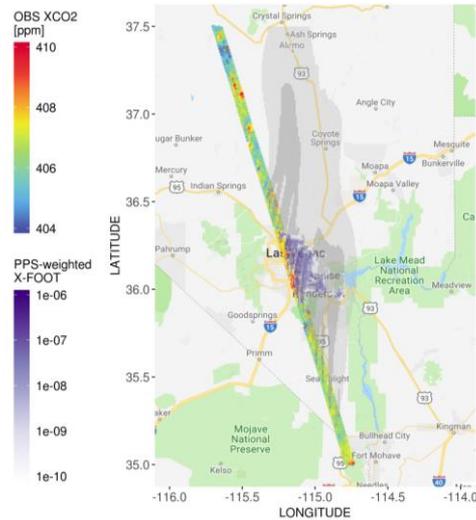
Ponderación por
Densidad Poblacional
Cuadrícula (PPS)
 $\frac{\text{capita}}{\text{km}^2}$



x-huella/receptor/recorrido
 $\frac{\text{ppm}}{\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}}$



x-huella lat-integrada
 $\frac{\text{ppm-degN}}{\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}}$



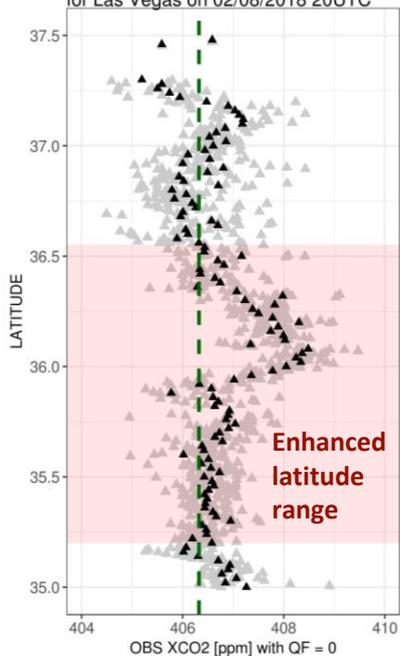
x-huella lat-integrada
ponderada por PPS (FP)
 $\frac{\text{ppm-degN}}{\mu\text{mol}/\text{capita}/\text{s}}$



Metodología – Calcular Flujos de Carbono a Partir del XCO₂

Señales en la atmósfera urbana observadas por satélites

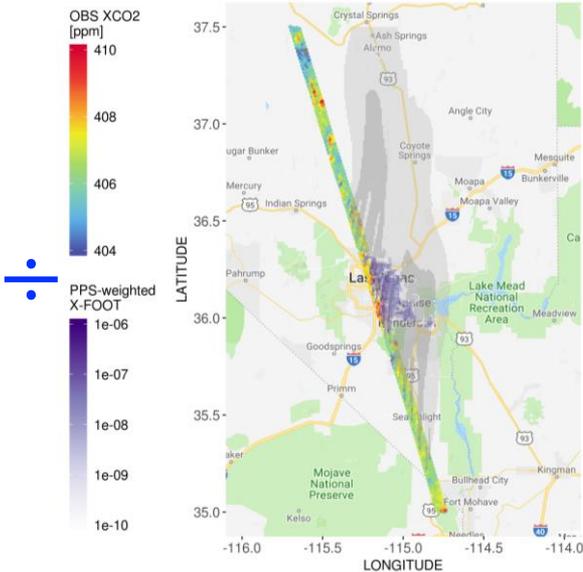
with observed XCO₂ from OCO-2 v9 for Las Vegas on 02/08/2018 20UTC



$\text{ppm} \cdot \text{degN}$

X-huella ponderada por población y lat-integrada

Latitudinal integrated x-foot and PPS-weighted x-foot



$\frac{\text{ppm} \cdot \text{degN}}{\mu\text{mol}/\text{capita}/\text{s}}$

Emisiones Per Cápita

$= \mu\text{mol}/\text{capita}/\text{s}$

Environ. Res. Lett. 15 (2020) 035004

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab06b5>

Environmental Research Letters

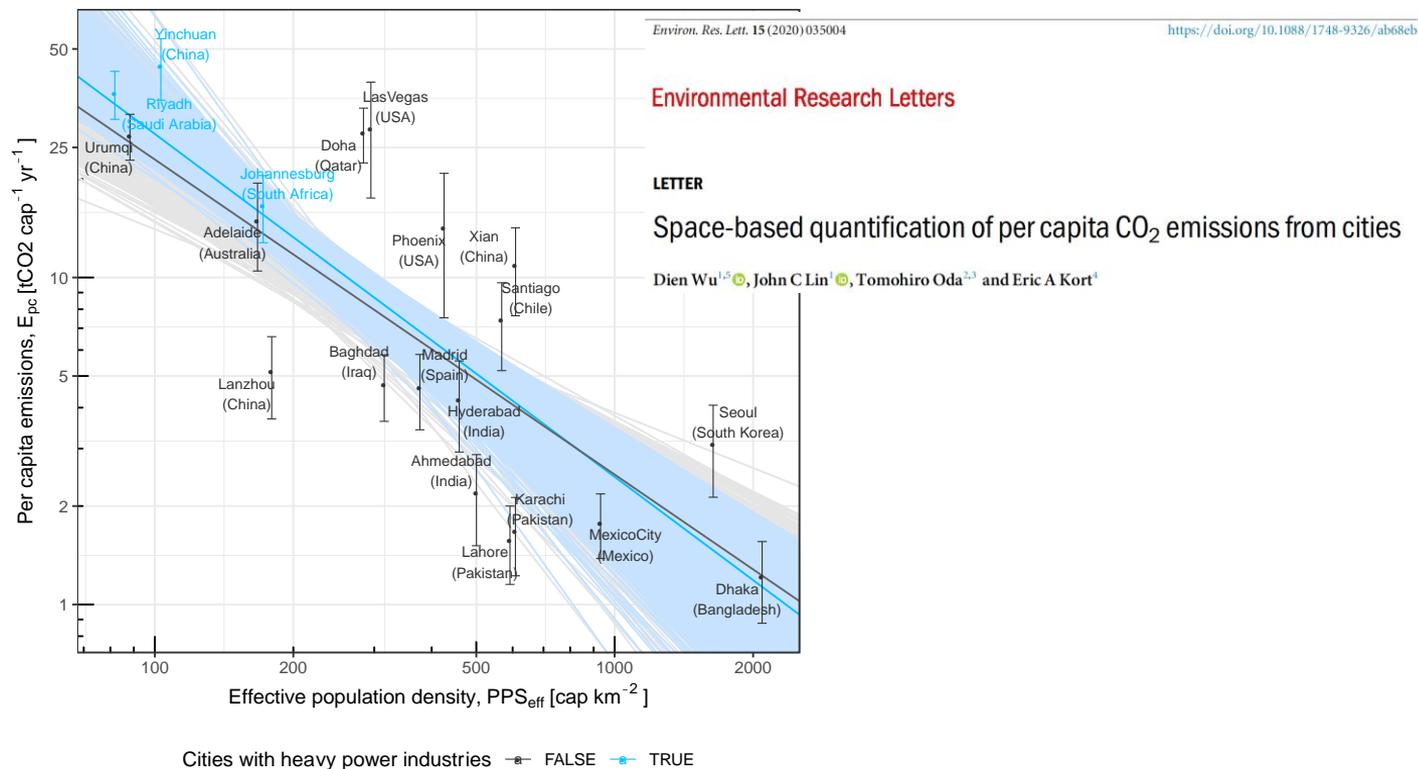
LETTER

Space-based quantification of per capita CO₂ emissions from cities

Dien Wu^{1,2}, John C Lin¹, Tomohiro Oda^{1,3} and Eric A Kort¹

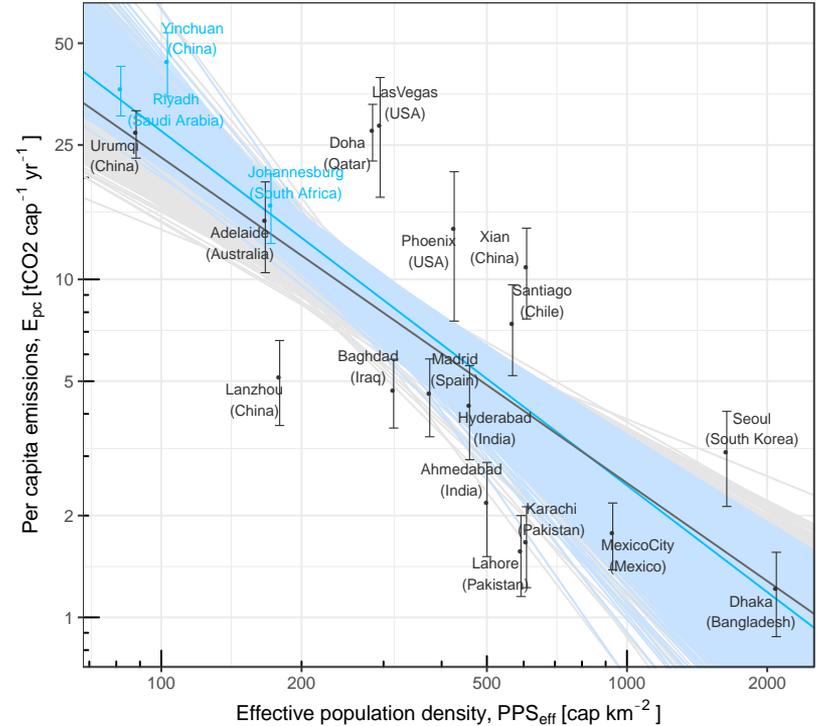
Resultados: Relaciones de Escala Urbanas

- *E_{pc} vs. PPS efectivo PPS (PPS ponderada-xhuella, cápita km⁻²)*
- *Barras de errores (errores de observación + simulación)*



Resumen

- ❑ **Relación sublineal entre emisiones urbanas y población** derivada por primera vez de mediciones hechas desde el espacio para 20 ciudades
- ❑ Ciudades con grandes proporciones para la industria de la energía → mayores emisiones per cápita
- ❑ **¡Las ciudades más densas parecen emitir menos CO₂ a la atmósfera!**



Environ. Res. Lett. 15 (2020) 035004

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab68eb>

Environmental Research Letters

LETTER

Space-based quantification of per capita CO₂ emissions from cities

Dien Wu^{1,2}, John C Lin¹, Tomohiro Oda^{3,4} and Eric A Kort¹

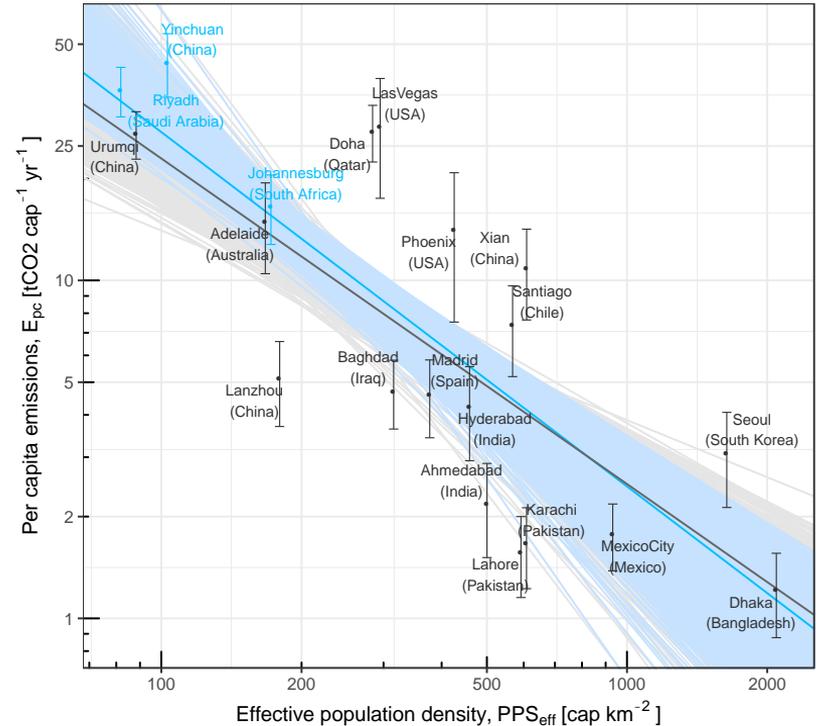


Resumen

- ❑ **Relación sublineal entre emisiones urbanas y población** derivada por primera vez de mediciones hechas desde el espacio para 20 ciudades
- ❑ Ciudades con grandes proporciones para la industria de la energía → mayores emisiones per cápita
- ❑ **¡Las ciudades más densas parecen emitir menos CO₂ a la atmósfera**

Limitaciones

- Tamaño de muestra de ciudades limitado
- Sin variación temporal
- Emisiones directas ≠ huella de carbono



Cities with heavy power industries — FALSE — TRUE

¡Pronto abordaremos este tema!



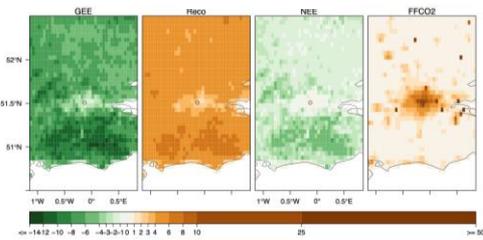
Fluorescencia Inducida por el Sol (SIF) Observada por Satélites Como Indicador de la Fotosíntesis/GPP (Productividad Primaria Bruta)



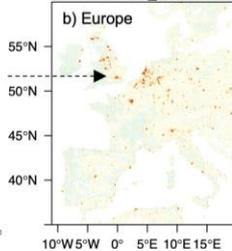
Flujos de Carbono Biológico Urbanos a Partir de SIF (SMUrF)



Londres



Winter_DJF



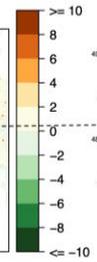
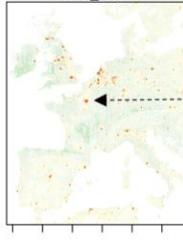
Spring_MAM



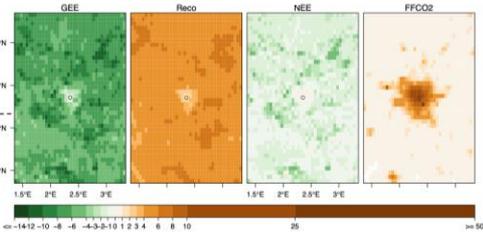
Summer_JJA



Fall_SON



París



<https://doi.org/10.5194/gmd-2020-301>
Preprint. Discussion started: 7 October 2020
© Author(s) 2020. CC BY 4.0 License.



Geoscientific
Model Development
Discussions

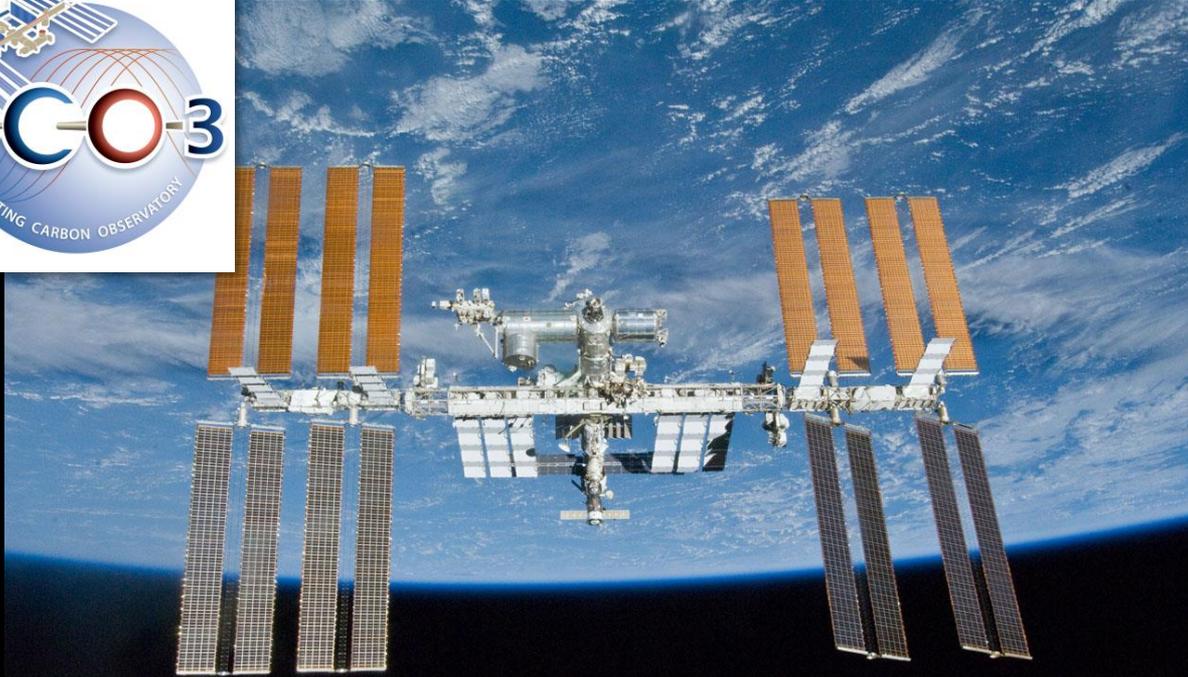


A Model for Urban Biogenic CO₂ Fluxes: Solar-Induced Fluorescence for Modeling Urban biogenic Fluxes (SMUrF v1)

Dien Wu^{1,*}, John C. Lin¹, Henrique F. Duarte^{1,‡}, Vineet Yadav², Nicholas C. Parazoo², Tomohiro Oda^{3,4,5}, and Eric A. Kort⁶



Nuevo Flujo de Datos Emocionante: OCO-3 en la Estación Espacial Internacional (ISS)

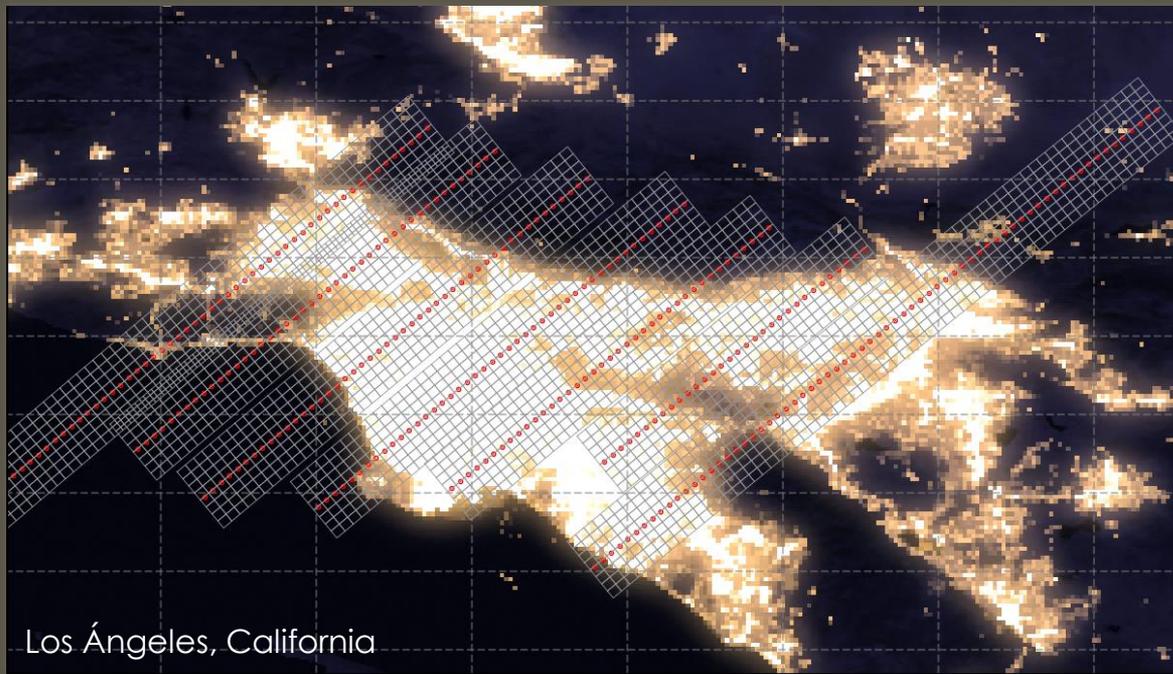


Fuente: NASA

Lanzado el 4 de Mayo de 2019 desde el Centro Espacial Kennedy



Cobertura de OCO-3 Modo Snapshot Area Map (SAM) – Los Ángeles



Huellas centrales de OCO-3

Píxeles transversales a la trayectoria de OCO-3 : ~14km de ancho; 8 píxeles. (rotación de la imagen pendiente)

Diapositiva de Thomas Kurosu, NASA-JPL



Cobertura de OCO-3 Modo Snapshot Area Map (SAM) – Los Ángeles



Huellas centrales de OCO-3

Píxeles transversales a la trayectoria de OCO-3 : ~14km de ancho; 8 píxeles. (rotación de la imagen pendiente)

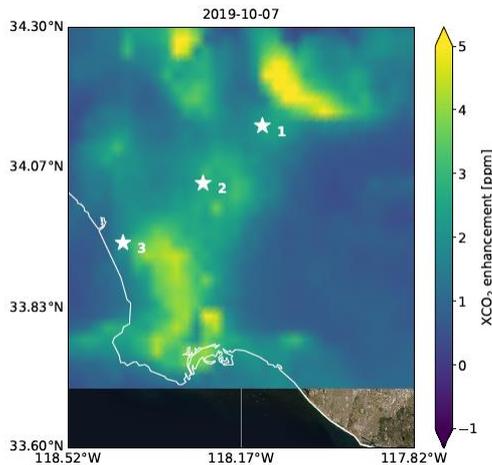
Diapositiva de Thomas Kurosu, NASA-JPL



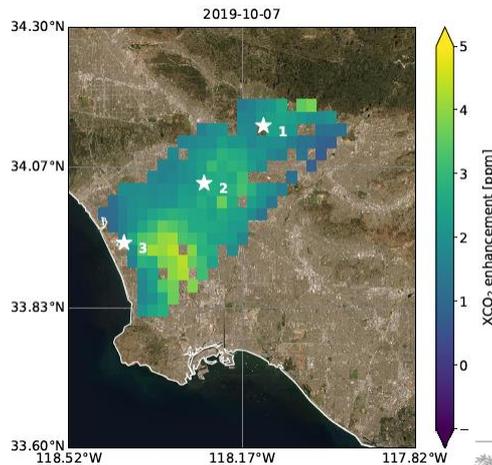
XCO₂ Simulado versus Observado de OCO-3



X-STILT: Simulado



OCO-3: Observado



Simulaciones de X-STILT por Dustin Roten (Estudiante de doctorado)

Remote Sensing of Environment 258 (2021) 112314



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse



Urban-focused satellite CO₂ observations from the Orbiting Carbon Observatory-3: A first look at the Los Angeles megacity

Matthäus Kiel^{a,*}, Annmarie Eldering^a, Dustin D. Roten^d, John C. Lin^d, Sha Feng^{b,j}, Ruixue Lei^b, Thomas Lauvaux^c, Tomohiro Oda^{e,f,g}, Coleen M. Roehl^h, Jean-Francois Blavier^a, Laura T. Iraciⁱ

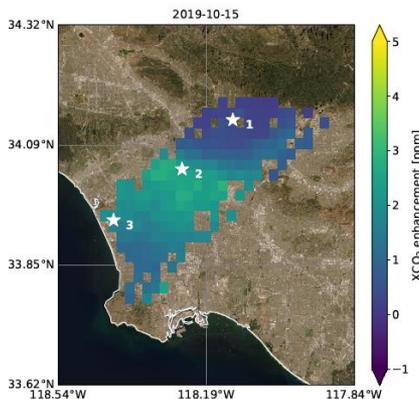
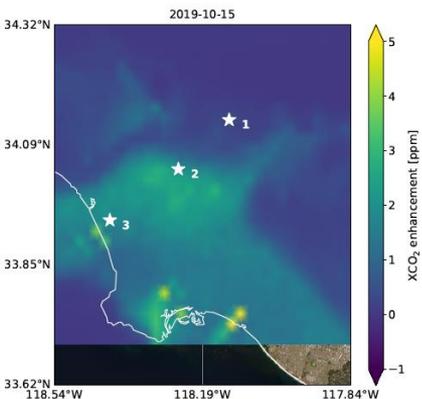
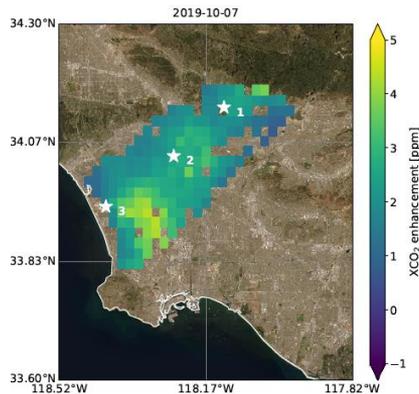
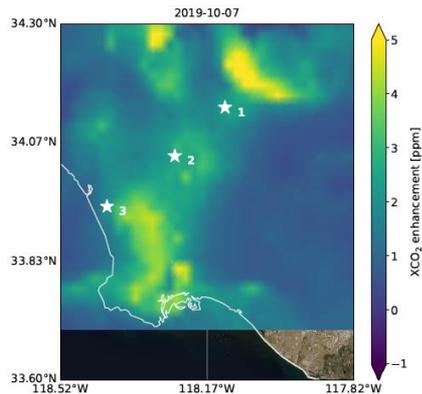


XCO₂ Simulado versus Observado de OCO-3



X-STILT: Simulado

OCO-3: Observado



Simulaciones de X-STILT por Dustin Roten (Estudiante de doctorado)

Remote Sensing of Environment 258 (2021) 112314

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse



ELSEVIER



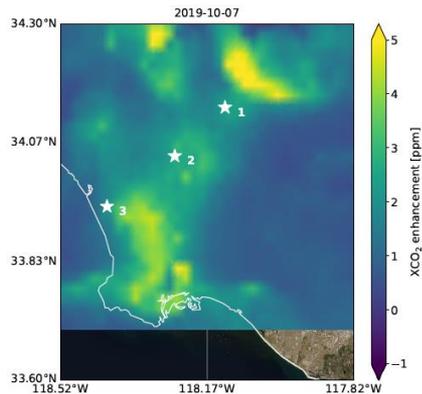
Urban-focused satellite CO₂ observations from the Orbiting Carbon Observatory-3: A first look at the Los Angeles megacity

Matthäus Kiel^{a,*}, Annmarie Eldering^a, Dustin D. Roten^d, John C. Lin^d, Sha Feng^{b,j}, Ruixue Lei^b, Thomas Lauvaux^c, Tomohiro Oda^{e,f,g}, Coleen M. Roehl^h, Jean-Francois Blavier^a, Laura T. Iraciⁱ

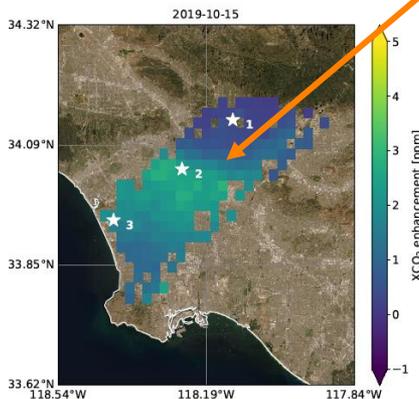
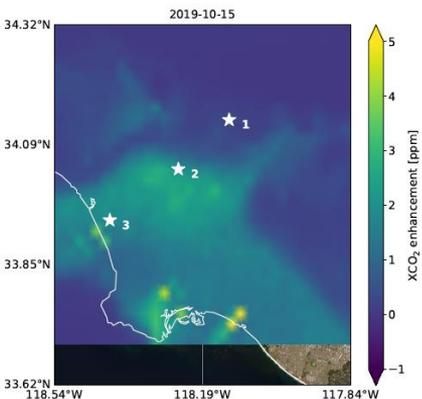
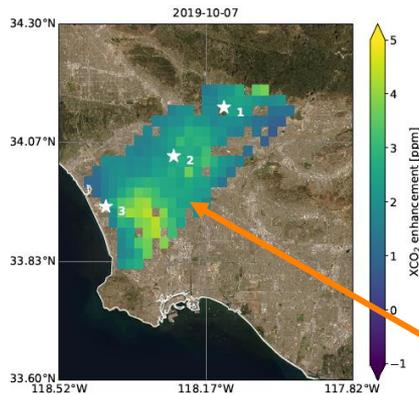
XCO₂ Simulado versus Observado de OCO-3



X-STILT: Simulado



OCO-3: Observado



Simulaciones de X-STILT por Dustin Roten (Estudiante de doctorado)

Variabilidad significativa inducida por la meteorología!

Remote Sensing of Environment 258 (2021) 112314



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse



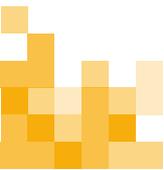
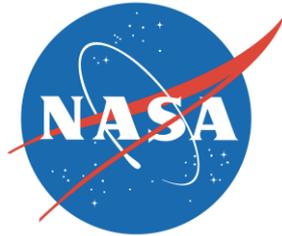
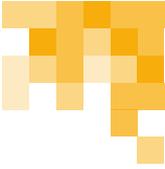
Urban-focused satellite CO₂ observations from the Orbiting Carbon Observatory-3: A first look at the Los Angeles megacity

Matthäus Kiel^{a,*}, Annmarie Eldering^a, Dustin D. Roten^d, John C. Lin^d, Sha Feng^{b,j}, Ruixue Lei^b, Thomas Lauvaux^c, Tomohiro Oda^{e,f,g}, Coleen M. Roehl^h, Jean-Francois Blavier^a, Laura T. Iraciⁱ



Land-Atmosphere Interactions Research (LAIR) Group

DEPARTMENT OF ATMOSPHERIC SCIENCES | THE UNIVERSITY OF UTAH



Referencias

- Kiel, M., et al., 2021: Urban-focused satellite CO₂ observations from the Orbiting Carbon Observatory-3: A first look at the Los Angeles megacity. *Remote Sens. Environ.*, 258, 112314, doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112314>.
- Lin, J. C., et al., 2018: CO₂ and carbon emissions from cities: linkages to air quality, socioeconomic activity and stakeholders in the Salt Lake City urban area. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, doi:10.1175/BAMS-D-17-0037.1.
- Mallia, D. V, L. E. Mitchell, L. Kunik, B. Fasoli, R. Bares, K. R. Gurney, D. L. Mendoza, and J. C. Lin, 2020: Constraining Urban CO₂ Emissions Using Mobile Observations from a Light Rail Public Transit Platform. *Environ. Sci. Technol.*, 54, 15613–15621, doi:10.1021/acs.est.0c04388. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c04388>.
- Mitchell, L., et al., 2018: Long-term urban carbon dioxide observations reveal spatial and temporal dynamics related to urban form and growth. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1702393115.
- Roten, D., J. C. Lin, L. Kunik, D. Mallia, D. Wu, T. Oda, and E. A. Kort, 2022: The Information Content of Dense Carbon Dioxide Measurements from Space: A High-Resolution Inversion Approach with Synthetic Data from the OCO-3 Instrument. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 2022, 1–43, doi:10.5194/acp-2022-315.
- Wu, D., J. C. Lin, T. Oda, X. Ye, T. Lauvaux, E. G. Yang, and E. A. Kort, 2018: A Lagrangian Approach Towards Extracting Signals of Urban CO₂ Emissions from Satellite Observations of Atmospheric Column CO₂ (XCO₂): X-Stochastic Time-Inverted Lagrangian Transport model ("X-STILT v1"). *Geosci. Model Dev.*, 11, 4843–4871, doi:10.5194/gmd-2018-123.
- Wu, D., J. C. L. Lin, T. Oda, and E. A. Kort, 2020: Space-based quantification of per capita CO₂ emissions from cities. *Environ. Res. Lett.*, <http://iopscience.iop.org/10.1088/1748-9326/ab68eb>.
- Wu, D., J. C. Lin, H. F. Duarte, V. Yadav, N. C. Parazoo, T. Oda, and E. A. Kort, 2021: A model for urban biogenic CO₂ fluxes: Solar-Induced Fluorescence for Modeling Urban biogenic Fluxes (SMUrF v1). *Geosci. Model Dev.*, 14, 3633–3661, doi:10.5194/gmd-14-3633-2021.



Contactos

- Instructor:
 - John Lin: john.lin@utah.edu
- Página Web de la Capacitación:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/aset-medicion-del-dioxido-de-carbono-atmosferico-desde-el-espacio-en>

Síguenos en Twitter
[@NASAARSET](https://twitter.com/NASAARSET)

Échele una mirada a nuestros programas hermanos:





¡Gracias!

