



Carrera Décima en el Centro de Bogotá

En América Latina, **más de 100 millones de personas** están expuestas a niveles de contaminación del aire considerados perjudiciales para la salud<sup>1,2</sup>

Dejando como consecuencia **58.000 muertes prematuras** anualmente<sup>1,2</sup>

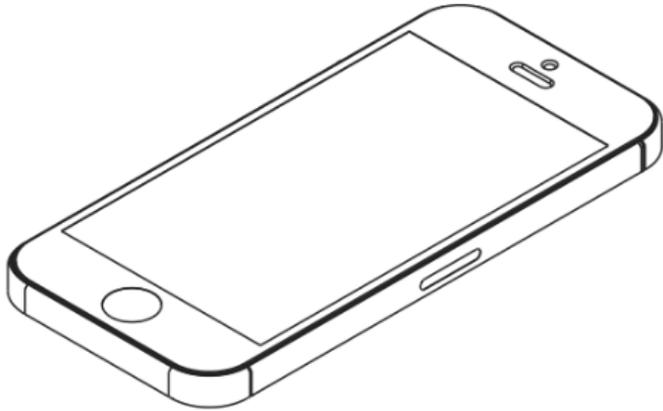
# Hacia una visión integral de la gestión de la calidad del aire urbano

Juan Felipe Franco

Manizales, 16 octubre de 2018



Go to [www.menti.com](http://www.menti.com) and use the code **19 98 07**



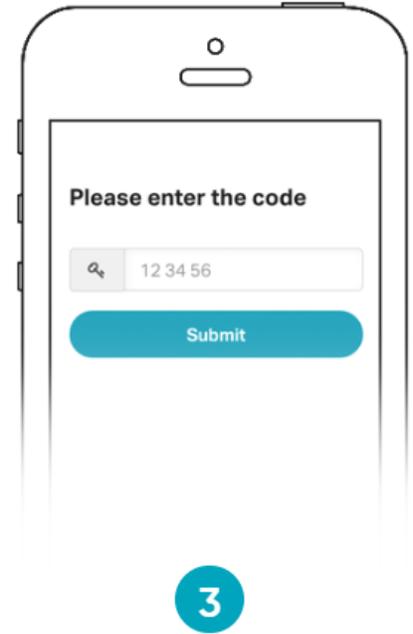
1

Grab your phone

[www.menti.com](http://www.menti.com)

2

Go to [www.menti.com](http://www.menti.com)



3

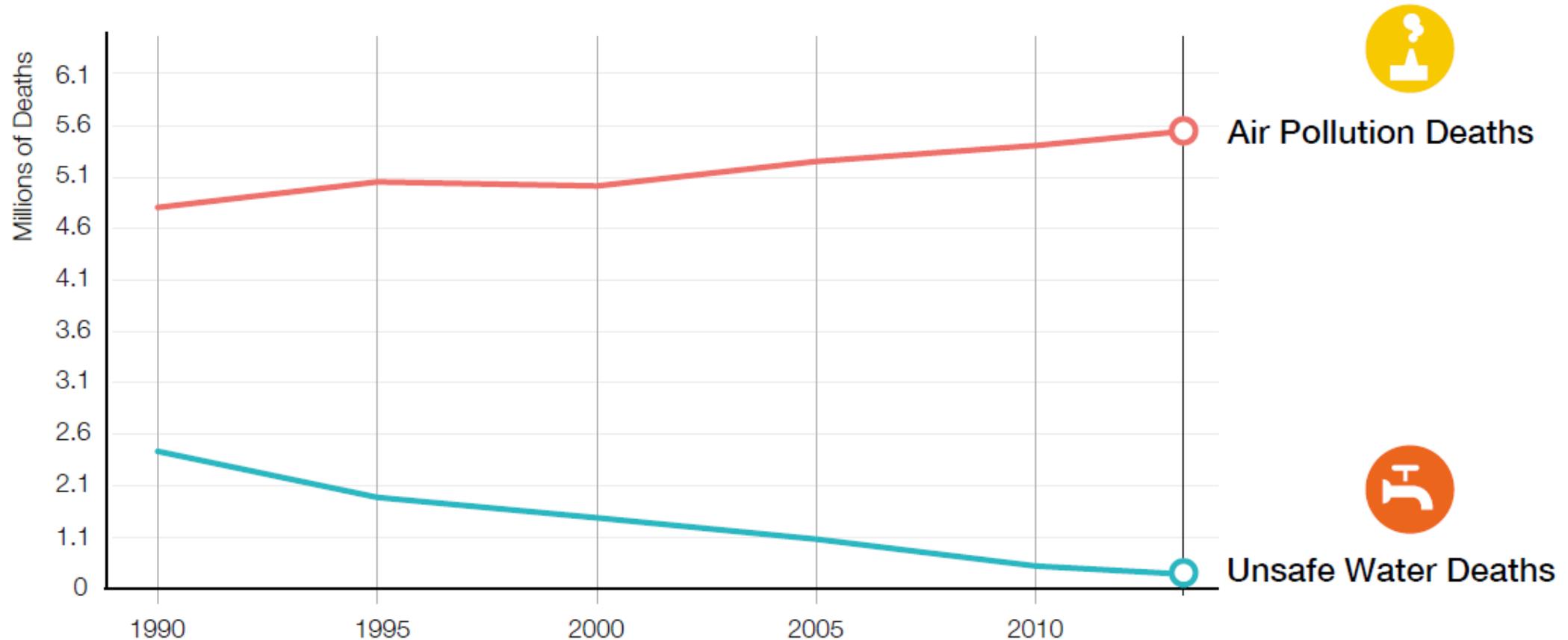
Enter the code **19 98 07** and vote!

# Por qué una visión integral para la gestión de la calidad del aire

- ✓ Es una problemática global, creciente y relevante a nivel urbano<sup>3-7</sup>.
- ✓ No es una problemática exclusivamente ambiental, sus soluciones requieren de otros sectores.

# Es una problemática global, creciente y relevante

Las muertes asociadas a material particulado aumentaron en un 20% entre 1990 y 2015<sup>6</sup>



<sup>6</sup>Hsu et al, 2016

# Es una problemática global, creciente y relevante

Existe un llamado a la acción global<sup>8</sup>



## SDG-3: Ensure healthy lives and well-being

→ By 2030, substantially reduce the number of deaths and illnesses from hazardous chemicals and air, water and soil pollution and contamination

- Environmental Risk Exposure
- Air quality
- Water and Sanitation
- Wastewater Treatment



## SDG-11: Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable

→ Strengthen efforts to protect and safeguard the world's cultural and natural heritage  
→ By 2030, reduce the adverse per capita environmental impact of cities, including by paying special attention to air quality and municipal and other waste management

- Air quality
- Terrestrial Habitat Protection
- Species Protection

# Por qué una visión integral para la gestión de la calidad del aire

- ✓ Es una problemática global, creciente y relevante a nivel urbano<sup>3-7</sup>.
- ✓ No es una problemática exclusivamente ambiental, sus soluciones requieren de otros sectores.

# No es una problemática exclusivamente ambiental, sus soluciones requieren de otros sectores.



Métricas actuales enfocadas en concentraciones locales y su efecto en salud, no responden a cuáles son capacidades de la ciudad para afrontar el problema<sup>9-11</sup>

Aplicación limitada del alcance de la gestión de la calidad del aire (no solo monitoreo)<sup>12-14</sup>

# El Objetivo

- Desarrollar una herramienta analítica que permita una evaluación integral y sistemática de las capacidades de una ciudad para la gestión de la calidad del aire.
- Aplicar la herramienta en un grupo piloto de ciudades de América Latina.

# Formulación

Análisis de referencias previas (principalmente enfocadas en Europa y Asia)<sup>12, 15-18</sup>



Consultas con panel de expertos



Pruebas piloto



Índice de Capacidades de Gestión de la Calidad del Aire Urbano - CECA

<sup>12</sup>Schwela et al., 2006; <sup>15</sup>Naiker et al., 2012; <sup>16</sup>Beattie et al., 2002; <sup>16</sup>Peterson & Williams, 1999; <sup>18</sup>EEA, 1998

# Formulación

## Panel de expertos

- City of Stockholm Environment and Health Administration - EHA (Sweden)
- Clean Air Institute – CAI (United States)
- Climate and Clean Air Coalition (multilateral)
- Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental - Universidad de los Andes (Colombia)
- Departamento de Ingeniería Industrial - Universidad de los Andes (Colombia)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (Colombia)
- Institute for Energy and the Environment – IEMA (Brazil)
- Latino Studies Program at University of Missouri-Kansas City (United States)
- Centro Lasallista de Investigación y Modelación - Universidad de la Salle (Colombia)
- Swedish Meteorological and Hydrological Institute – SMHI (Sweden)

# Formulación

Análisis de referencias previas (principalmente enfocadas en Europa y Asia)<sup>12, 15-18</sup>



Consultas con panel de expertos



Pruebas piloto



Índice de Capacidades de Gestión de la Calidad del Aire Urbano - CECA

<sup>12</sup>Schwela et al., 2006; <sup>15</sup>Naiker et al., 2012; <sup>16</sup>Beattie et al., 2002; <sup>16</sup>Peterson & Williams, 1999; <sup>18</sup>EEA, 1998

# Formulación: Marco analítico del CECA

		Technical Capabilities			Data Capabilities			Enabling Capabilities		
DIMENSIONS	Air Quality Measurements	Understanding of Sources and Emissions	Use and Sophistication Level of Modelling Tools	Data Validation and Analysis	Data Usage	Data Dissemination	Institutional	Public Policy and Regulatory Framework	Take-action Potential	
	INDICATORS	<p>1. Monitoring status and objectives</p> <p>2. Monitoring sufficiency and spatial representativeness</p> <p>3. Monitoring technical reliability</p> <p>4. Monitoring quality assurance</p>	<p>5. Local emissions inventory status</p> <p>6. Local emissions inventory approach</p> <p>7. Local emissions factors availability</p> <p>8. Knowledge of particulate matter composition</p>	<p>9. Modeling tools usage</p> <p>10. Modeling tools purpose</p> <p>11. Modeling tools' spatial scales and complexity</p>	<p>12. Air quality data validation</p> <p>13. Air quality data analysis</p>	<p>14. Air quality data official usage</p> <p>15. Emissions data official usage</p> <p>16. Air quality / emissions data use for research purposes</p>	<p>17. Forms in which air quality data is accessible for the public</p> <p>18. Accessibility of emissions data</p> <p>19. Dissemination of the work on air quality management</p>	<p>20. Institutional interaction across local government sectors</p> <p>21. Institutional interaction between local and national governments</p> <p>22. Sufficiency of the staff involved in air quality management</p> <p>23. Contractual conditions of the staff involved in air quality management</p>	<p>24. Existence of local standards</p> <p>25. Command and control mechanisms</p> <p>26. Existence of an air quality management plan</p> <p>27. Environmental education and awareness</p>	<p>28. Political commitment</p> <p>29. Community involvement</p> <p>30. Private sector involvement</p> <p>31. Funding sources</p>

# Formulación: Indicadores CECA

La escala de puntaje para cada indicador representa un rango de opciones técnicas de desempeño

<i>Indicator Number</i>	<i>Indicator</i>	<i>Description</i>	<i>Units</i>	<i>Scoring Scale</i>
1	Monitoring Status and Objectives	Assesses the state of the air quality monitoring in the city and if monitoring objectives are specified and documented	1-5	<ul style="list-style-type: none"><li>1- Not monitoring for the past five years</li><li>2- Interrupted or intermittent/sporadic monitoring during the last five years</li><li>3- Regular air quality monitoring, with monitoring objectives stated, but not formally documented</li><li>4- Regular air quality monitoring, with monitoring objectives stated and formally documented (with available evidence)</li><li>5- Regular air quality monitoring, with monitoring objectives stated and formally documented (with available evidence), and these objectives are periodically reviewed</li></ul>

# Formulación: Cuestionario CECA



## Questionnaire to assess the Urban Air Quality Management Capabilities Index

### Section 1. Component **Technical Capabilities** Dimension **Air Quality Measurements**

History:

Seleccione un formulario anterior

City Id:

02

City I

Date:

08-Mar-2018

Time

10:

Role:

Entit

#### Section 0 - General Overview

0.1 How do you consider the state of air quality in the city and why:

0.2 What good practices has the city adopted in terms of air quality:

#### Indicator 1. *Monitoring Status and Objectives*

1.1 What is the city's air quality monitoring status for the past years, and how are monitoring objectives stated and documented?

- Not monitoring for the past five years
- Interrupted or intermittent/sporadic monitoring during the last five years
- Regular air quality monitoring, with monitoring objectives stated, but not formally documented
- Regular air quality monitoring, with monitoring objectives stated and formally documented (with available evidence)
- Regular air quality monitoring, with monitoring objectives stated and formally documented (with available evidence), and these objectives are periodically reviewed

# Formulación: Método de calificación y agregación

- i. Valor de cada indicador a partir de respuesta a un cuestionario.
- ii. Valor de cada indicador normalizado entre 0 y 1.
- iii. No se da peso específico/diferenciado a cada indicador.
- iv. Agregación geométrica (disminuye parcialmente la compensación)

# Formulación: Representación matemática

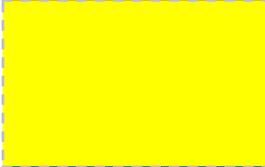
$$CECA = \left( \prod_{k=1}^3 CECA\ Component_k \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$CECA\ Component_k = \left( \prod_{j=1}^3 CECA\ Dimension_j \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$CECA\ Dimension_j = \left( \prod_{i=1}^n CECA\ Indicator_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

Donde: CECA Indicator is the normalized score for each indicator  $i$  with in the dimension  $j$  and component  $k$ ;  $n$  represents the number of indicators within each dimension.

# Formulación: Código de color

CECA score range	Color code	Word code
0.00 - 0.20		Minimal capabilities
0.21 - 0.40		Limited capabilities
0.41 - 0.60		Emerging capabilities
0.61 - 0.80		Developing capabilities
0.81 - 1.00		Leading capabilities

# Formulación: Marco analítico del CECA

		Technical Capabilities			Data Capabilities			Enabling Capabilities		
DIMENSIONS										
	Air Quality Measurements	Understanding of Sources and Emissions	Use and Sophistication Level of Modelling Tools	Data Validation and Analysis	Data Usage	Data Dissemination	Institutional	Public Policy and Regulatory Framework	Take-action Potential	
INDICATORS	<p>1. Monitoring status and objectives</p> <p>2. Monitoring sufficiency and spatial representativeness</p> <p>3. Monitoring technical reliability</p> <p>4. Monitoring quality assurance</p>	<p>5. Local emissions inventory status</p> <p>6. Local emissions inventory approach</p> <p>7. Local emissions factors availability</p> <p>8. Knowledge of particulate matter composition</p>	<p>9. Modeling tools usage</p> <p>10. Modeling tools purpose</p> <p>11. Modeling tools' spatial scales and complexity</p>	<p>12. Air quality data validation</p> <p>13. Air quality data analysis</p>	<p>14. Air quality data official usage</p> <p>15. Emissions data official usage</p> <p>16. Air quality / emissions data use for research purposes</p>	<p>17. Forms in which air quality data is accessible for the public</p> <p>18. Accessibility of emissions data</p> <p>19. Dissemination of the work on air quality management</p>	<p>20. Institutional interaction across local government sectors</p> <p>21. Institutional interaction between local and national governments</p> <p>22. Sufficiency of the staff involved in air quality management</p> <p>23. Contractual conditions of the staff involved in air quality management</p>	<p>24. Existence of local standards</p> <p>25. Command and control mechanisms</p> <p>26. Existence of an air quality management plan</p> <p>27. Environmental education and awareness</p>	<p>28. Political commitment</p> <p>29. Community involvement</p> <p>30. Private sector involvement</p> <p>31. Funding sources</p>	

# Estudio piloto en América Latina

## 10 ciudades piloto

Mexico City (Mexico)

San Salvador (El Salvador)

Manizales, Bucaramanga and Cali  
(Colombia)

Quito (Ecuador)

Sao Paulo and Belo Horizonte (Brazil)

Santiago (Chile)

Montevideo (Uruguay)

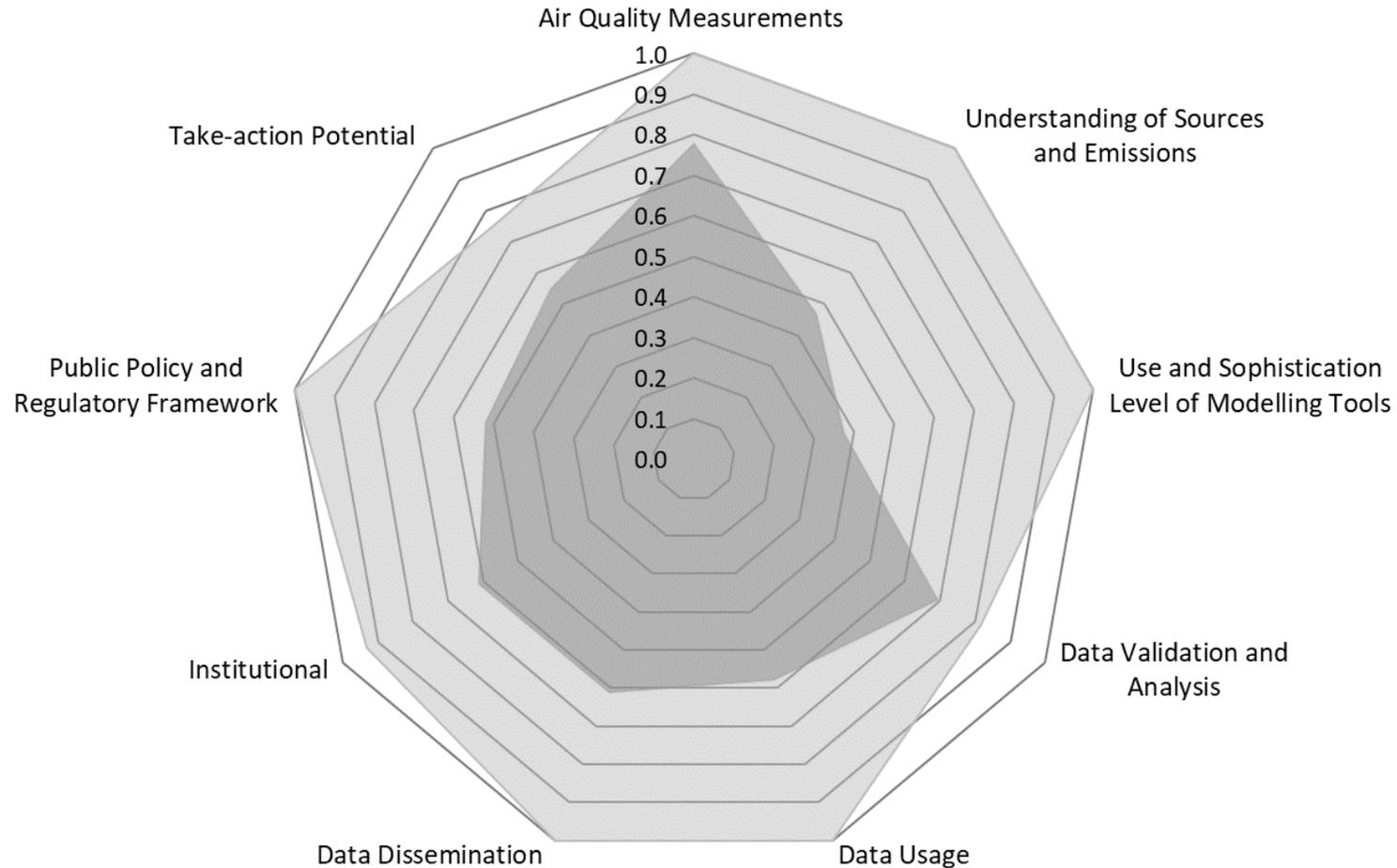


# Evaluación de las capacidades de gestión de la calidad del aire: perfil para Quito



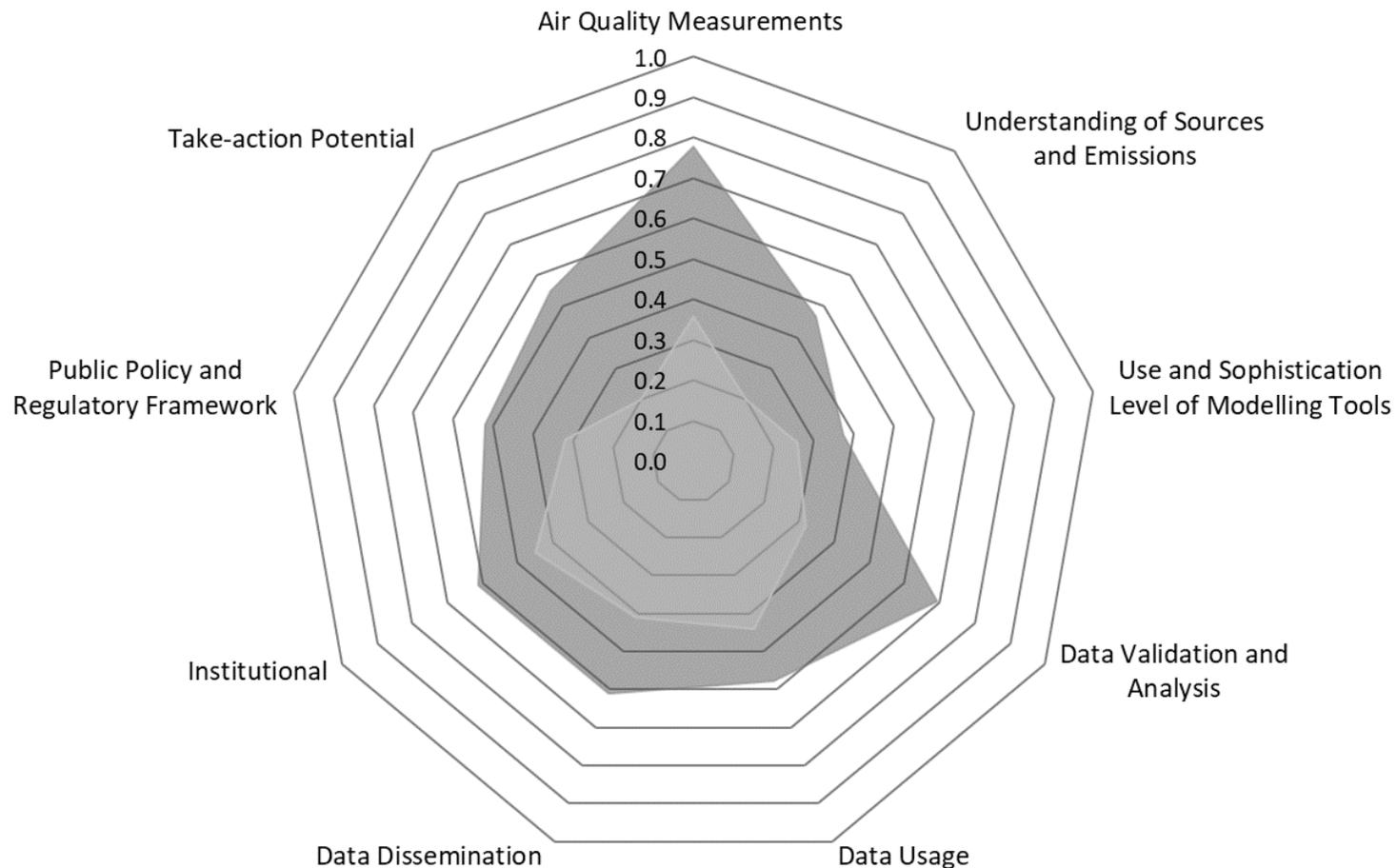
# Análisis CECA por dimensiones

Ciudad de México está por encima del promedio en todas las dimensiones



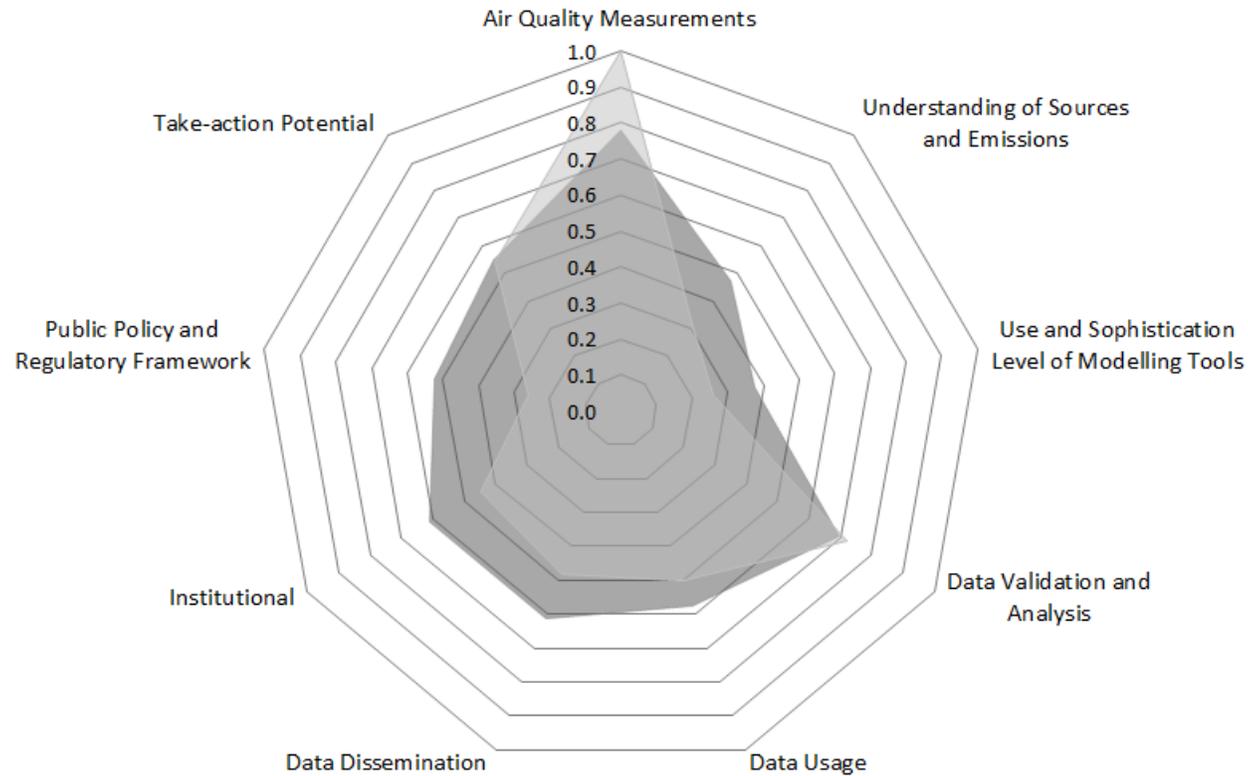
# Análisis CECA por dimensiones

San Salvador está por debajo del promedio en todas las dimensiones



# Análisis CECA por dimensiones

Belo Horizonte está es ejemplo de gestión concentrada en monitoreo



# Análisis CECA por dimensiones

Components	Technical Capabilities			Data Capabilities			Enabling Capabilities			CECA score	CECA's color code
Dimensions	Air Quality Measurements	Understanding of Sources and Emissions	Use and Sophistication Level of Modelling Tools	Data Validation and Analysis	Data Usage	Data Dissemination	Institutional	Public Policy and Regulatory Framework	Take-action Potential	CECA score	CECA's color code
Mexico City	1.00	1.00	1.00	0.82	1.00	1.00	0.93	1.00	0.76	0.94	Dark Green
Santiago	1.00	0.88	0.79	1.00	0.91	0.75	1.00	1.00	0.90	0.91	Medium Green
Sao Paulo	0.90	0.80	0.67	0.82	0.91	0.79	0.71	0.74	0.78	0.77	Blue
Quito	0.89	0.46	0.26	0.82	0.44	0.85	0.66	0.60	0.58	0.58	Yellow
Belo Horizonte	1.00	0.31	0.26	0.72	0.50	0.48	0.45	0.26	0.54	0.49	Light Yellow
Cali	0.90	0.16	0.26	0.82	0.35	0.69	0.45	0.52	0.64	0.47	Yellow
Manizales	0.60	0.69	0.26	0.45	0.44	0.63	0.37	0.37	0.58	0.47	Light Yellow
Montevideo	0.84	0.20	0.00	0.91	0.50	0.35	0.66	0.17	0.29	0.37	Orange
San Salvador	0.36	0.20	0.26	0.32	0.44	0.41	0.45	0.32	0.20	0.32	Light Orange
Bucaramanga	0.30	0.00	0.00	0.26	0.28	0.16	0.45	0.24	0.22	0.18	Red

# Análisis CECA: fortalezas y buenas prácticas (I)

Ciudad	Fortalezas y Buenas Prácticas
Ciudad de México (0.94)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gestión a con vision largo plazo (PROAIRE)</li><li>- Centro Cinco</li></ul>
Santiago de Chile (0.91)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Liderazgo del sector privado</li><li>- Coordinación entre niveles y sectores de gobierno (Santiago Respira)</li></ul>
Sao Paulo (0.77)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Autoridad regional sólida (CETESBE): técnicamente soportada por la academia</li></ul>
Quito (0.58)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Programa de revisión vehicular auditado externamente</li></ul>
Belo Horizonte (0.49)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sistema de compensaciones e involucramiento del sector privado</li></ul>

# Análisis CECA: fortalezas y buenas prácticas (II)

Ciudad	Fortalezas y Buenas Prácticas
Cali (0.47)	- Financiación con sobretasa ambiental (predial)
Manizales (0.47)	- Acuerdo oficial con la academia: avance rápido en años recientes, fortalecimiento de capacidades técnicas y de gestión
Montevideo (0.37)	- Buena práctica de reporte de lo poco que se monitorea
San Salvador (0.32)	- Gestión basada en el liderazgo de autoridad nacional
Bucaramanga (0.18)	- Nueva autoridad metropolitana: planeación regional, acuerdos con academia

# Determinantes para la gestión de la calidad del aire urbano

1. Reconocimiento de la problemática de contaminación del aire como prioritario en la agenda pública. Del dialogo a la acción.
2. Conocimiento extenso de la condición local de contaminación del aire (más allá de monitoreo, enfocado en emisiones y sus fuentes).
3. Planeación e implementación con visión regional, metropolitana.
4. Acción coordinada para dar respuesta a declaraciones de contingencia.

# Determinantes para la gestión de la calidad del aire urbano

5. Involucramiento del sector privado como actor clave.
6. Difusión de la información con enfoque en el usuario, no en el proveedor de la información.
7. Disponibilidad de recurso humano capacitado y motivado.
8. Implementación de planes de gestión integral de la calidad del aire a largo plazo. Con metas, indicadores y un sistema público para su seguimiento.

# Mensajes Finales

El Índice CECA es una propuesta para la evaluación de las capacidades de una ciudad para planear e implementar acciones para mejorar la calidad del aire urbano:

- Análisis sistémico y objetivo
- Información sobre las necesidades y las posibilidades (por dimensión)
- Indicadores con escalas analíticas para evaluar su desempeño
- Primera evaluación con CECA es un punto de partida
- Bases para el entendimiento de la gestión de la calidad del aire de forma transversal y multisectorial

# Mensajes Finales

Un llamado para entender la gestión de la calidad del aire urbano como:

- Integral
- Transversal a diferentes sectores
- Multidimensional
- Multidisciplinar

# ¡Gracias!

Juan Felipe Franco

[jffranco@uniandes.edu.co](mailto:jffranco@uniandes.edu.co)



**II CONGRESO  
INTERNACIONAL  
AMBIENTAL**

*Calidad del aire, Salud Pública  
y Movilidad Sostenible*

Additional Slides

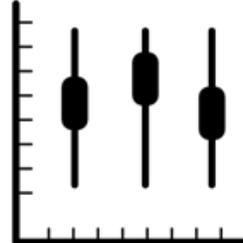
# Entendiendo el problema – integración de otras disciplinas



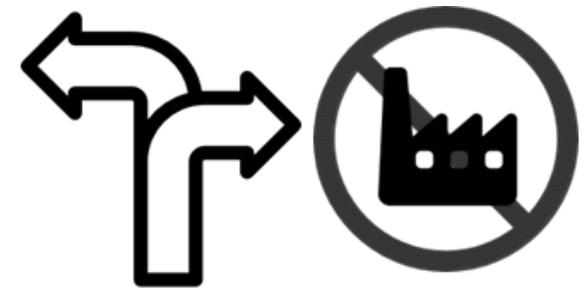
Data



Knowledge



Analysis



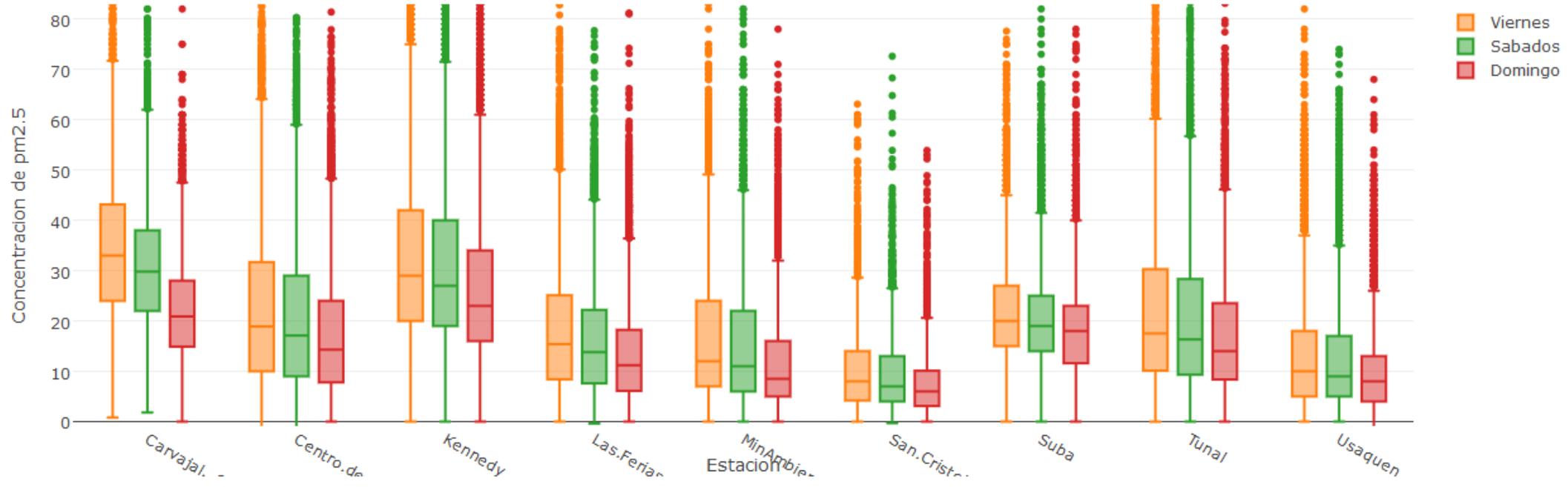
Decision Making

Recalcular Matriz

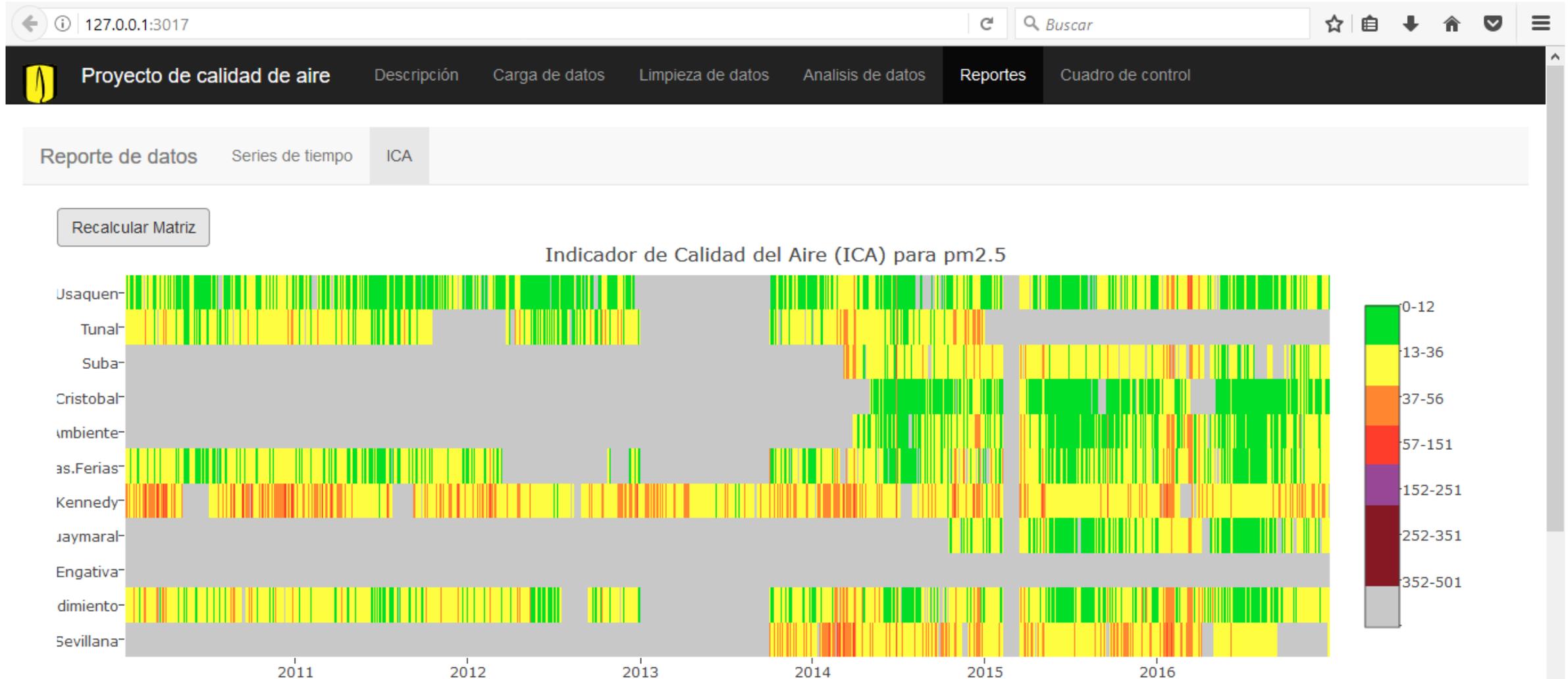
Disponibilidad de datos agregado diario para pm2.5



Comparacion de pm2.5

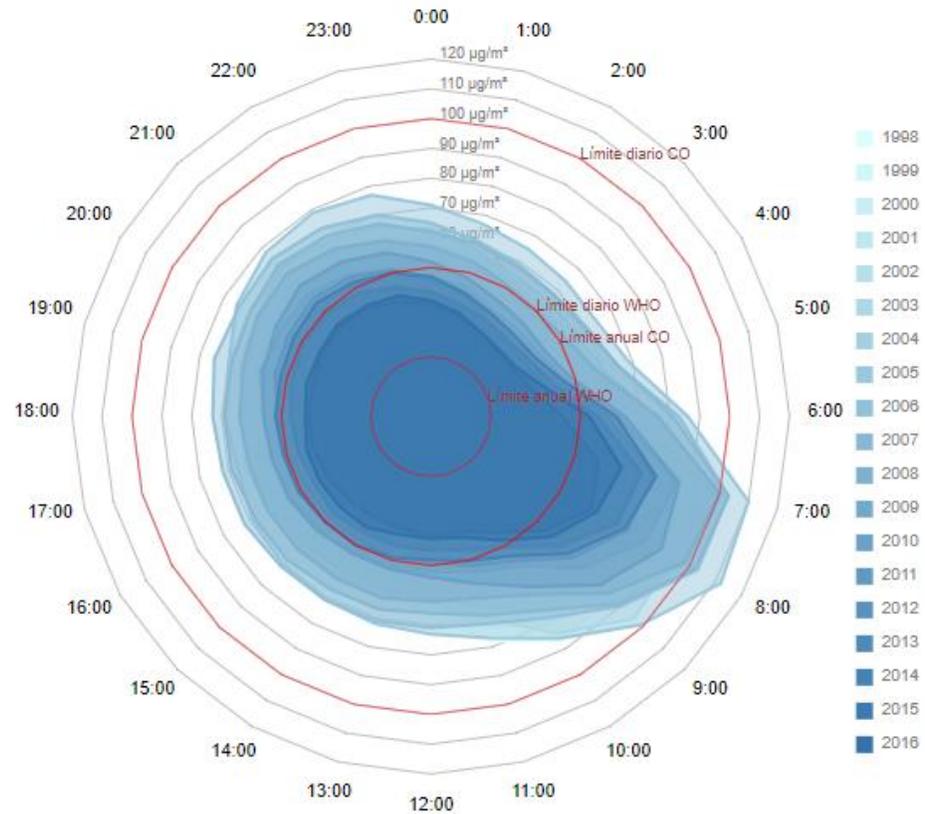


# Software AiRe



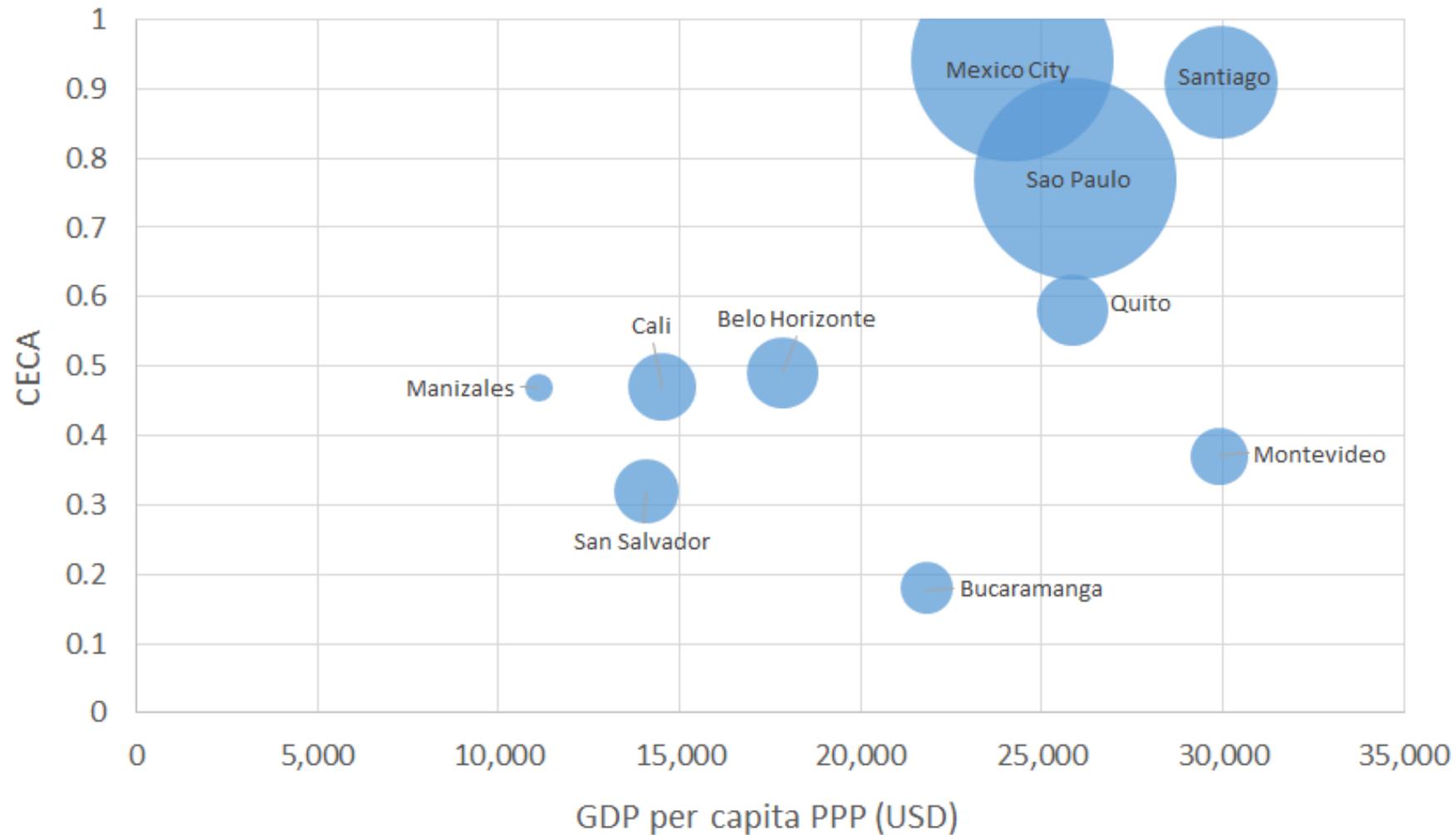
>

## Perfil diario de PM<sub>10</sub> a lo largo de los años



<https://jj-diaz1067.github.io/PerfilDiarioContaminacionPM10/>

# Análisis CECA y el contexto de la ciudad



# Análisis CECA y el contexto de la ciudad

