

Seminário Latinoamericano:
Instrumentos y metodologias para un
observatório de Clima y su impacto en la
salud humana

Sergio Ibarra-Espinosa

2019-09-09

Contents

| | |
|--|-----------|
| Curso de R, contaminacion atmosferica y mas | 5 |
| Aprender Git | 5 |
| Clonar este contenido | 5 |
| 1 Sistemas de informacion con datos de salud en Chile | 7 |
| 1.1 Encuesta Nacional de Salud (ENS) | 7 |
| 1.2 Departamento de Estadisticas e Informaciones de Salud | 8 |
| 1.3 Encuesta de caracterizacion socioeconomica (CASEN) | 9 |
| 1.4 Estadisticas generales | 9 |
| 1.5 CEPAL STAT | 9 |
| 1.6 Banco Interamericano de Desarrollo | 9 |
| 2 Impacto de las emisiones antropogénicas en la calidad del aire y clima | 13 |
| 2.1 Contaminacion atmosferica - Introduccion | 14 |
| 2.2 Contaminantes atmosfericos | 17 |
| 2.3 Forzantes climaticos y gases de efecto invernadero | 23 |
| 2.4 Emisiones y sus fuentes | 33 |
| 2.5 Nuevos modelos de emisiones: VEIN | 37 |
| 2.6 Nuevos datos, satelites y modelacion inversa | 37 |
| 3 Taller VECTORES: Aplicación de software de información geográfica y modelado | 45 |
| 4 Taller RASTER Y CUBOS DE DATOS VECTORIALES: Aplicación de software de información geográfica y modelado | 47 |
| 5 Final Words | 49 |

Curso de R, contaminacion atmosferica y mas

Este curso online contendra las siguientes informaciones

- Sistemas de informacion con datos de salud en Chile (gracias Paty Matus)
- Impacto de las emisiones antropogenicas en la salud y clima
- R desde Excel
- Leer y procesar vectores espaciales con **sf** (Pebesma, 2018)
- Leer y procesar informacion en grillas espaciales (raster) con stars(Pebesma, 2019) y raster(Hijmans, 2019)

Aprender Git

Para aprender GIT puedes ver:

- <https://git-scm.com/book/es/v1/Empezando>
- <https://learngitbranching.js.org/>
- <https://try.github.io/>

Clonar este contenido

Para clonar este contenido haz:

```
git clone https://github.com/ibarraespinosa/UBA.git
```


Chapter 1

Sistemas de informacion con datos de salud en Chile

- Sistema de información en salud existentes
- Enfasis en las fuentes de información y las escala temporal/espacial que manejan
- Series de tiempo disponible por fuente
- Instituciones a cargo de la captura, procesamiento y análisis
- Disponibilidad de los datos e indicadores que producen
- Otros

1.1 Encuesta Nacional de Salud (ENS)

La ENS es una encuesta realizada por el Ministerio de Salud para identificar cuales son las enfermedades que sufren y los tratamientos que reciben todas las personas con mas de 15 años que viven en Chile. De esta forma es posible es posible realizar diagnosticos, identificar problemas y formular politicas planes y proyectos para mejor la salud de las personas.

- *Organismo responsable:* Ministerio de Salud, Departamento de Epidemiología
Gobierno de Chile.
- *Organismo ejecutor:* Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).
- *Población objetivo:* Personas de 15 años y más, chilenas o extranjeras que residen habitualmente en viviendas particulares ocupadas, localizadas en zonas urbanas y rurales de las quince regiones de Chile.

8CHAPTER 1. SISTEMAS DE INFORMACION CON DATOS DE SALUD EN CHILE

- *Representatividad:* Nacional, regional y Urbano/Rural.
- *Modo de aplicación:* Entrevista personal en hogar (Sistema de captura electrónica: Tablet), aplicada por encuestador y profesional enfermera de acuerdo al tipo de cuestionario.
- *Período de trabajo de campo:* Agosto 2016 a marzo 2017
- *Tamaño muestral:* 6.233 encuestados, de los cuales 5.520 cuentan con exámenes de laboratorio de acuerdo a protocolo. 37,1% hombres, 62,9% mujeres.
- *Error muestral:* Error absoluto de muestreo de 2,6% a nivel nacional, raíz del efecto de diseño de 1,797, estimaciones con 95% de confianza y error relativo inferior a 30%.

Algunos resultados:

- Consumo de tabaco: 66,7% no fuma, 33,% fuma.
- Consumo riesgoso de alcohol 11,7%, 20,5% hombres, 3,3% mujeres.
- Sedentarismo: 86,7%, 83,3% hombre, 90,0% mujeres.
- Estado nutricional: 1,3% enfraquecido, 24,5% normal, 39,8% sobrepeso, 31,2% obeso, 3,2% obeso morbido.
- Sospecha de hipertension: 27,6%.
- Sospecha de diabetes: 12,3%.
- Autoreporte de infarto agudo al miocardio: 3,3%.
- Autoreporte de ataque cerebro vascular: 2,6%.

Fuentes:

- https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
- https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS_MINSAL_31_01_2018.pdf
- <http://www.encuestas.uc.cl/ens/index.html>

1.2 Departamento de Estadísticas e Informaciones de Salud

- Resúmenes estadísticos mensuales (REM). Vea el manual
- Defunciones
- Egresos
- Nacimientos
- Atenciones de urgencia
- Enfermedades de notificación obligatoria
- Enfermedades transmitidas por alimentos

1.3. ENCUESTA DE CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA (CASEN)9

- Tuberculosis

1.3 Encuesta de caracterizacion socioeconomica (CASEN)

“La Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) del Ministerio de Desarrollo Social es una encuesta a hogares, de carácter multipropósito, es decir, que abarca diversos temas como educación, trabajo, ingresos, salud, entre otros; además es una encuesta transversal, por lo tanto, incluye a todo el espectro de la población del país.”

1.4 Estadisticas generales

- Instituto Nacional de Estadísticas

1.5 CEPAL STAT

- Estadisticos e indicadores
- Perfiles Nacionales
- Publicaciones y estadísticas

1.6 Banco Interamericano de Desarrollo

- Educacion
- Mercado Laboral
- Ingreso
- Pobreza
- Demografia

Egresos hospitalarios 2001 – 2016

Natalidad 2011

Mortalidad 1994 – 2016

Casen 2009-2016

You can label chapter and section titles using `{#label}` after them, e.g., we can reference Chapter 1. If you do not manually label them, there will be automatic labels anyway, e.g., Chapter `??`.

Figures and tables with captions will be placed in `figure` and `table` environments, respectively.

```
par(mar = c(4, 4, .1, .1))
plot(pressure, type = 'b', pch = 19)
```

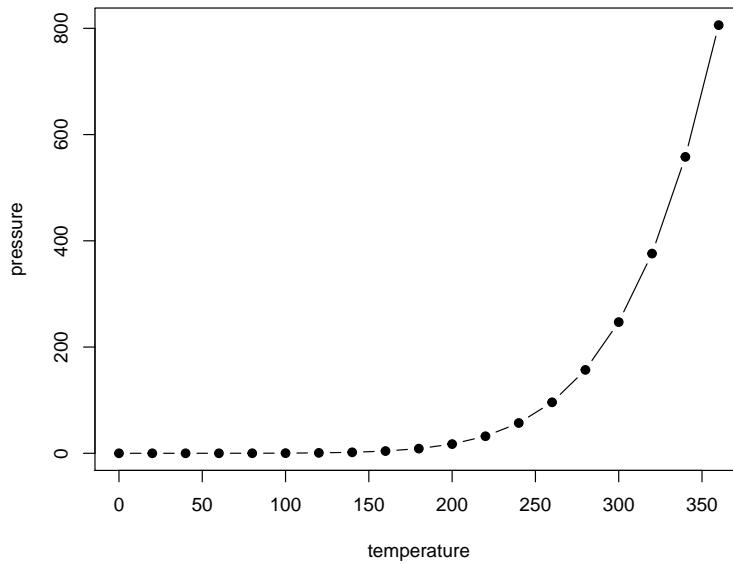


Figure 1.1: Here is a nice figure!

Reference a figure by its code chunk label with the `fig:` prefix, e.g., see Figure 1.1. Similarly, you can reference tables generated from `knitr::kable()`, e.g., see Table 1.1.

```
knitr::kable(  
  head(iris, 20), caption = 'Here is a nice table!',  
  booktabs = TRUE  
)
```

You can write citations, too. For example, we are using the `bookdown` package (?) in this sample book, which was built on top of R Markdown and `knitr` (Xie, 2015).

Table 1.1: Here is a nice table!

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1 | 3.5 | 1.4 | 0.2 | setosa |
| 4.9 | 3.0 | 1.4 | 0.2 | setosa |
| 4.7 | 3.2 | 1.3 | 0.2 | setosa |
| 4.6 | 3.1 | 1.5 | 0.2 | setosa |
| 5.0 | 3.6 | 1.4 | 0.2 | setosa |
| 5.4 | 3.9 | 1.7 | 0.4 | setosa |
| 4.6 | 3.4 | 1.4 | 0.3 | setosa |
| 5.0 | 3.4 | 1.5 | 0.2 | setosa |
| 4.4 | 2.9 | 1.4 | 0.2 | setosa |
| 4.9 | 3.1 | 1.5 | 0.1 | setosa |
| 5.4 | 3.7 | 1.5 | 0.2 | setosa |
| 4.8 | 3.4 | 1.6 | 0.2 | setosa |
| 4.8 | 3.0 | 1.4 | 0.1 | setosa |
| 4.3 | 3.0 | 1.1 | 0.1 | setosa |
| 5.8 | 4.0 | 1.2 | 0.2 | setosa |
| 5.7 | 4.4 | 1.5 | 0.4 | setosa |
| 5.4 | 3.9 | 1.3 | 0.4 | setosa |
| 5.1 | 3.5 | 1.4 | 0.3 | setosa |
| 5.7 | 3.8 | 1.7 | 0.3 | setosa |
| 5.1 | 3.8 | 1.5 | 0.3 | setosa |

Chapter 2

Impacto de las emisiones antropogénicas en la calidad del aire y clima

La contaminacion es una amenaza a la salud global que causo 9 millones de muertes en 2015, 16% de las muertes (Landrigan et al., 2018). Ademas, existe consenso cientifico de la existencia y relacion con la actividad humana sobre el cambio climatico (Cook et al., 2016). Tanto la contaminacion atmosferica como los gases de efecto invernadero, conocidos tambien como forzantes climaticos de vida corta y larga son causados por compuestos quimicos liberados en la atmosfera, las llamadas emisiones. Por lo tanto, es importante realziar y entender la caracterizacion espacial y temporal de las emisiones, asi como sus efectos en la salud y en el clima.

La atmosfera es una delgada capa sobre la tierra, 50% de su masa esta 5.6 km esta compuestos por varios gases (Brasseur and Jacob, 2017), cuya composicion es:

| Gas | Razon molar $mol \cdot mol^{-1}$ | Principal fuente y comentarios (Brasseur et al., 1999) |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| Nitrogeno (N_2) | 0.78 | Biologica |
| Oxigeno (O_2) | 0.21 | Biologica |
| Argon (A_r) | 0.0093 | Inerte |
| Dioxido de carbono (CO_2) | $400 \cdot 10^{-6}$ | Combustion, oceano, biosfera |

| Gas | Razon molar $mol \cdot mol^{-1}$ | Principal fuente y comentarios (Brasseur et al., 1999) |
|--------------------------------|----------------------------------|---|
| Neon (N_e) | $18 \cdot 10^{-6}$ | Inerte |
| Ozono (O_3) | $0.01 - 10 \cdot 10^{-6}$ | Fotoquimico |
| Helio (H_e) | $5.2 \cdot 10^{-6}$ | Inerte |
| Metano (CH_4) | $1.8 \cdot 10^{-6}$ | Biogenico y antropogenico |
| Hidrogeno (H_2) | $500 \cdot 10^{-9}$ | Biogenico, antropogenico y fotoquimico |
| Oxido nitroso (N_2O) | $330 \cdot 10^{-9}$ | Biogenico y antropogenico |

2.1 Contaminacion atmosferica - Introduccion

“La contaminación del aire es un determinante importante de la salud. La OMS estima que en 2012 alrededor de 1 de cada 8 muertes se atribuyeron a la exposición a la contaminación del aire, lo que lo convierte en el mayor factor de riesgo ambiental para la mala salud.”(OMS, 2019)

La ciencia de la contaminacion atmosferica, si bien reciente, ha sido desarrollada debido a los avances de en la comprension de la meteorologia. Problemas relacionados con la contaminacion atmosferica han sido descritos en obras literarias y cartas a lo largo de la historia. Por ejemplo, se cree que el primer caso reportado sobre los efectos de la contaminacion atmosférica en la salud es sobre Gaius Plinius Secundus, Geografo, (AD 23-AD 79), quien habria fallecido los efectos de la **emisiones** del volcan Vesuvius (Pulses and Helsinga, 2010; Wikipedia contributors, 2019d). La erupcion del volcan Vesuvius duro 19 horas, con altura de lacolumna entre 14 y 32 km y deposicion de material piroplastico de hasta $2500 \text{ kg} \cdot m^{-2}$ (Macedonio et al., 1988).

Sin embargo han sido los grandes episodios de contaminacion los que han gatillado su estudio y gestion por parte de los tomadores de decisiones. Entre ellos se pueden mencionar el desastre de Londres 1952 y la acidificacion de los lagos escandinavos.

2.1.1 El desastre de Londres 1952

Altas concentraciones de contaminantes fueron ocurrieron entre el 5 y 9 de Diciembre de 1952 en Londres, Inglaterra. Para comparacion, vea el monumento “Columna de Nelson” en condiciones normales(Wikipedia contributors, 2019e), y el dia de la llamada “Gran Niebla de Londres”(Wikipedia contributors, 2019b)



Figure 2.1: An eruption of Vesuvius seen from Portici, by Joseph Wright (ca. 1774-6), Dominio Publico

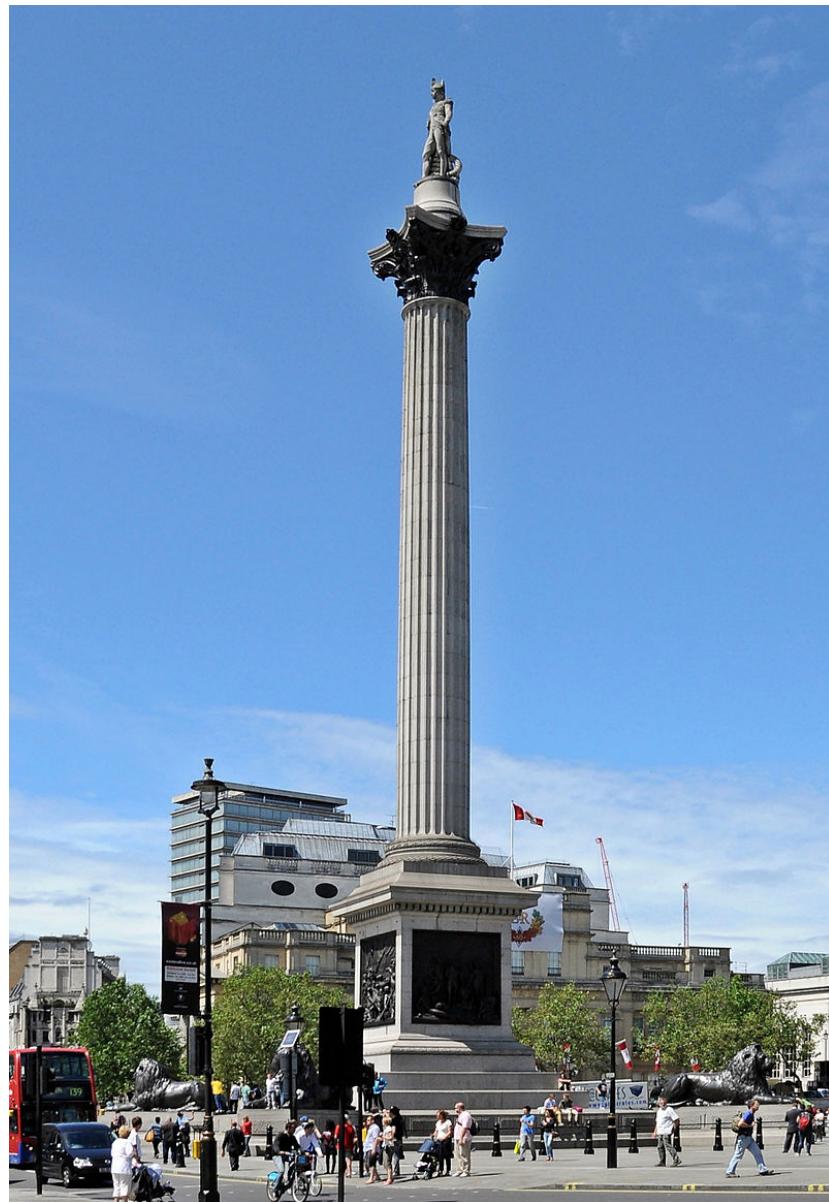


Figure 2.2: Columna de Nelson, Dominio Público



Figure 2.3: Columna de Nelson durante la Gran Niebla de 1952, Dominio Publico

2.1.1.1 Consecuencias

A pesar que durante la fecha, las autoridades no consideraron el efecto de la contaminacion, este evento si causoo gran impacto en la comunidad (Wikipedia contributors, 2019c). Estudios posteriores cuantificaron un impacto en **12.000 muertos** asociados a este episodio de contaminacion (Bell and Davis, 2001).

comentarios?

2.1.1.2 CLRTAP

```
## Tarea / Tema de casa / Homework:  
## [1] "Investigue que es, causas, consecuencias y politica ambiental asociada a CLRTAP"
```

2.2 Contaminantes atmosfericos

Las emisiones liberadas a la atmosfera impactan la salud, meteorologia y clima en diferentes escalas como se ve en la siguiente figura.

Por lo tanto para entender las emisiones necesitamos responder las siguientes preguntas:

- Que?
- Como?

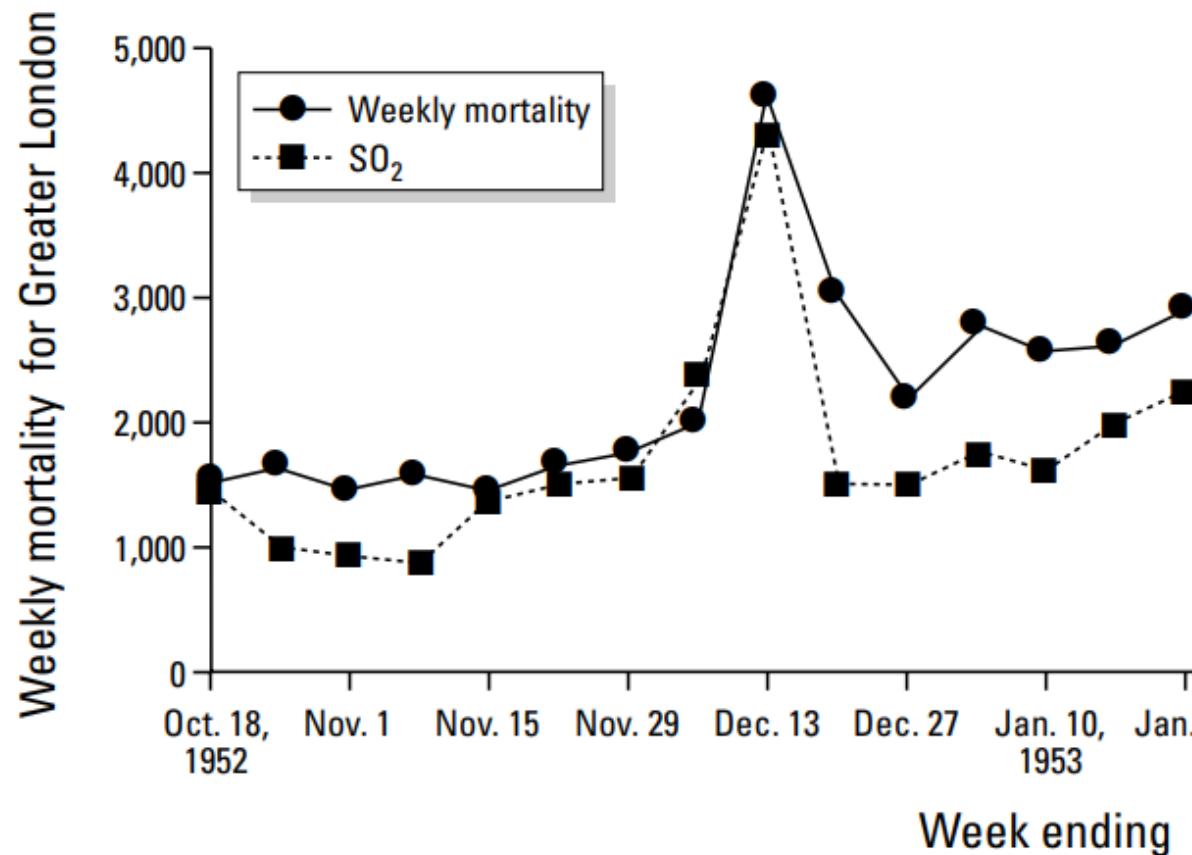


Figure 1. Approximate weekly mortality and SO₂ concentrations for

Figure 2.4: Mortalidad semanal y concentraciones de SO₂ en Londres 1952 (Bell and Davis, 2001)

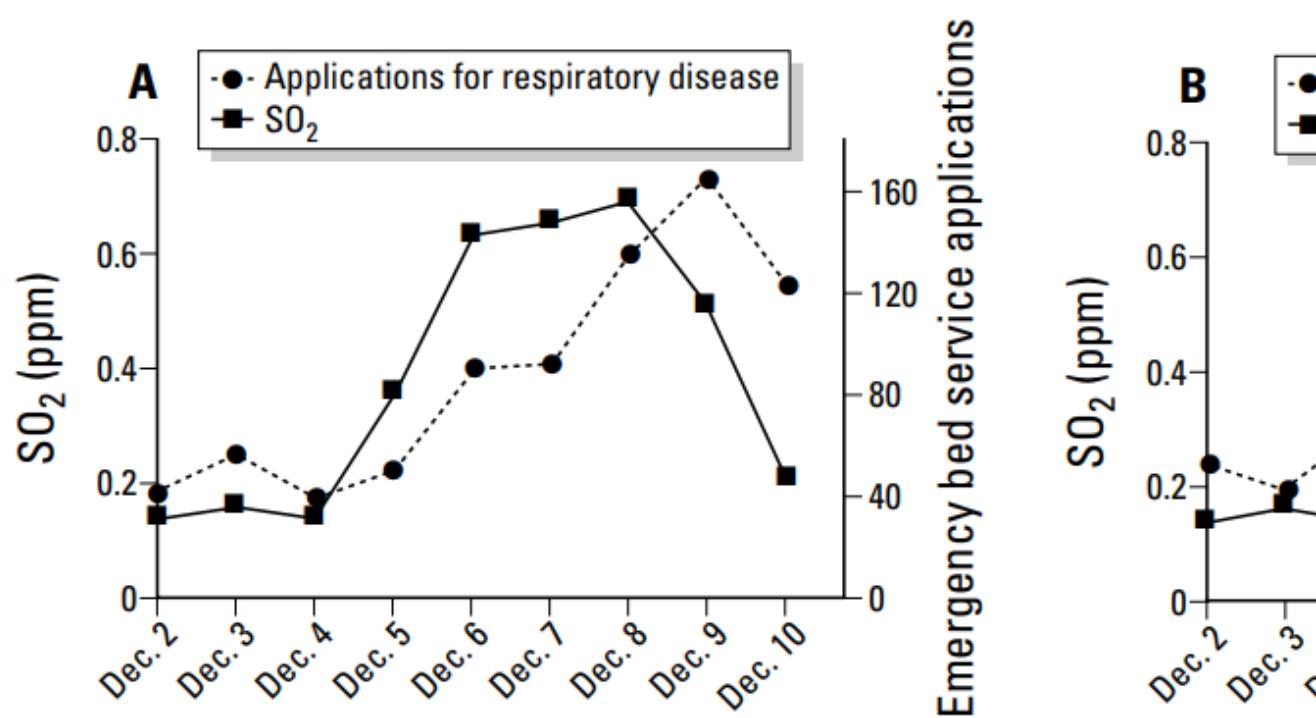


Figure 4. (A) SO₂ and emergency bed service applications for respiratory and emergency bed service applications for cardiac disease for Greater London.

Figure 2.5: Mortalidad semanal y concentraciones de SO₂ en Lobres 1952 (Bell and Davis, 2001)

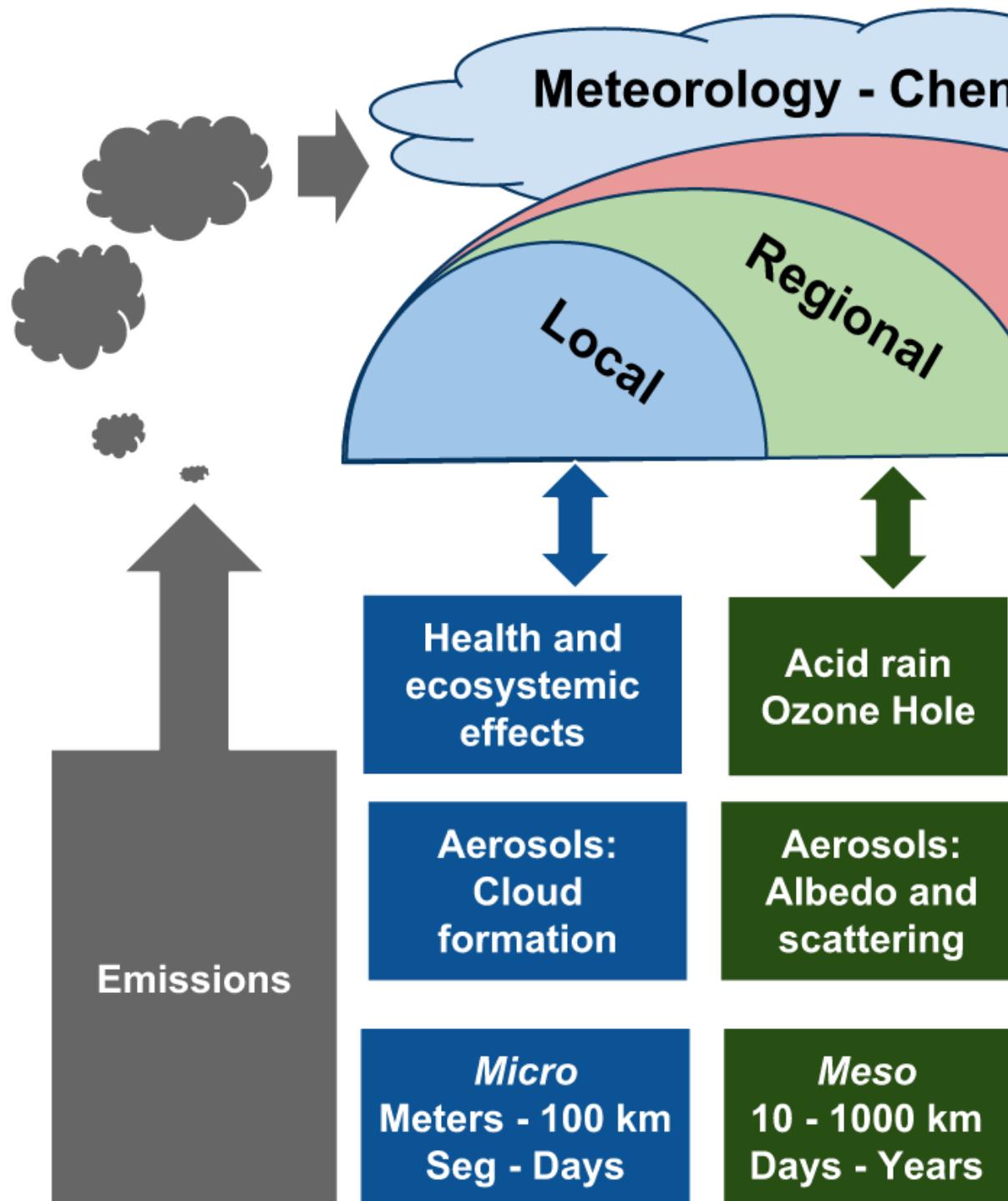


Figure 2.6: Esquema de impacto de emisiones (Ibarra, 2017)

- Cuando?
- Donde?

Los contaminantes atmosfericos suelen ser clasificados como:

- Primarios: emitidos directamente en la atmosfera. Ejemplo: CO.
- Secundarios: formados en la atmosfera. Ejemplo: O_3 .

Existen muchos contaminantes atmosfericos de interes cientifico como

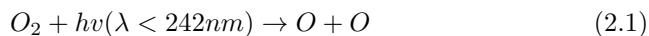
- Ozono O_3
- Monoxido de Carbono CO
- Radicales de Oxidos de nitrogeno $NO_X \equiv NO + NO_2$
- Compuestos organicos volatiles COV
- Radicales de Halogeno
- Especies de azufre SO_2 , SO_4 , H_2SO_4
- Aersoles

Cada contaminante tiene un extenso cuerpo teorico. En esta parte del curso nos referiremos brevemente al O_3 , aerosoles y especies de azufre, sin embargo, el estudiante puede revisar la bibliografia para se aprofundar.

2.2.1 Ozono O_3

Respecto del ozono es necesario mencionar que existen dos tipos, el estratosferico (bueno) y y el troposferico (malo), como es expicado por Brasseur and Jacob (2017).

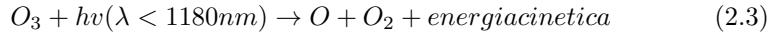
El ciclo de ozono troposferico comienza con la fotolisis de la molecula de oxigeno debido a radiacion solar de longitud de onda minimo 242 nm. Posteriormente, un atomo de oxigeno se combina con otra molecula de oxigeno para formar ozono. La molecula M (cuerpo inerte, como N_2 o O_2) estabiliza la molecula de O_3 recien formada.



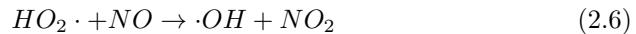
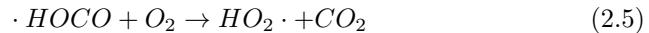
El Ozono luego es fotolizado a un atomo de oxigeno y una molecula de oxigeno ante radiacion menor a 1180 nm, liberando energia cinetica (Wikipedia contributors, 2019f).

En el caso del ozono troposferico, la reaccion comienza quando el radical hidroxilo $\cdot OH$ oxida el CO generando el radical $\cdot HOCO$ que es inestable y reacciona rapidamente con O_2 generando el peroxy radical $\cdot HO_2$ y CO_2 . El peroxy radical reacciona oxida NO generando NO_2 y un radical hidroxilo. Luego el NO_2 es

fotolizado liberando un atomo de oxigeno que reacciona con la molecula de O_2 generando O_3 .



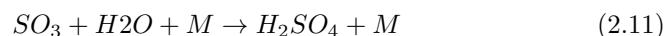
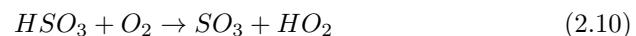
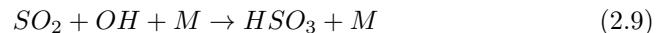
En el caso del ozono troposferico, los ingredientes principales son radiacion solar, NO_x y compuestos organicos volatiles (Wikipedia contributors, 2019g).



Los mecanismos mostrados son un resumen de complejas reacciones en la atmosfera donde muchas otras reacciones y compuestos juegan un rol.

2.2.2 Especies de azufre

El es un compuesto que reacciona generando importantes contaminantes como sulfatos y acido sulfurico, importantes en la lluvia acidificada (depositacion acida). Los combustibles tienen azufre y durante la combustion, el azufre es oxidado generando SO_2 , diesel tiene mayor cantidad de azufre que gasolina, por lo tanto generando mas SO_2 . Tambien existe el dimetilsulfido (DMS) $(CH_3)_2S$, que es biogenico, asi como el carbonilo sulfido (COS), que largo tiempo de vida que permite su transporte a la estratosfera. A continuacion una resumen de los mecanismos de generacion de acido sulfurico (Brasseur and Jacob, 2017). SO_2 es oxiado por OH



2.2.3 Aerosoles

Son partículas suspendidas desde $\sim 0.001 \mu\text{m}$ hasta $100 \mu\text{m}$ (luster molecular a gota). Conocido como material particulado (MP), su caracterización es realizada mayormente en base a su diámetro aerodinámico como se muestra en la siguiente figura (Wikipedia contributors, 2019a)(Brasseur and Jacob, 2017). Existen tres agrupaciones que son:

1. Modo Aiken: núcleos de condensación nuevos (fresh) que condensan (gas) o coagulan (líquidos). Diámetro hasta 100 nm.
2. Modo acumulación: Diámetro entre 100 y 1000 nm.
3. Modo grueso: Diámetro mayor que 1000 nm.

Los aerosoles son clasificados por números, área de superficie y volumen. Normalmente las agencias de medio ambiente miden MP_{10} (diámetro menor \leq que $10 \mu\text{m}$) y $MP_{2.5}$ (diámetro menor \leq que $2.5 \mu\text{m}$) en $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. A continuación una figura mostrando material particulado en Chile, Brasil y China.

Chile *

China

ingrese aquí: <https://aqicn.org/forecast/beijing/>

Osasco, Brasil

NASA WORLDVIEW es un excelente recurso para monitorear aerosoles, incendios y mucho más.

```
## Ingrese a https://worldview.earthdata.nasa.gov/ y busque aerosol
```

2.3 Forzantes climáticos y gases de efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno que se produce naturalmente en la tierra, sin intervención humana. Por ejemplo, concentraciones biogénicas de CO₂ o el vapor de agua. Sin embargo, el término forzante climático se refiere a estos compuestos químicos que tienen una incidencia en el clima, pues alteran el cambio en irradiancia neta $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

El forzante radiativo es utilizado como predictor de cambio en la media global de temperatura. IPCC (Schimel et al., 1996) define forzamiento radiativo como:

“The radiative forcing of the surface-troposphere system due to the perturbation in or the introduction of an agent (say, a change in greenhouse gas concentrations) is the change in net (down minus up) irradiance (solar plus long-wave; in W m^{-2}) at the tropopause AFTER allowing for stratospheric temperatures to readjust to radiative equilibrium, but with surface and tropospheric temperatures and state held fixed at the unperturbed values” (Schimel et al., 1996)

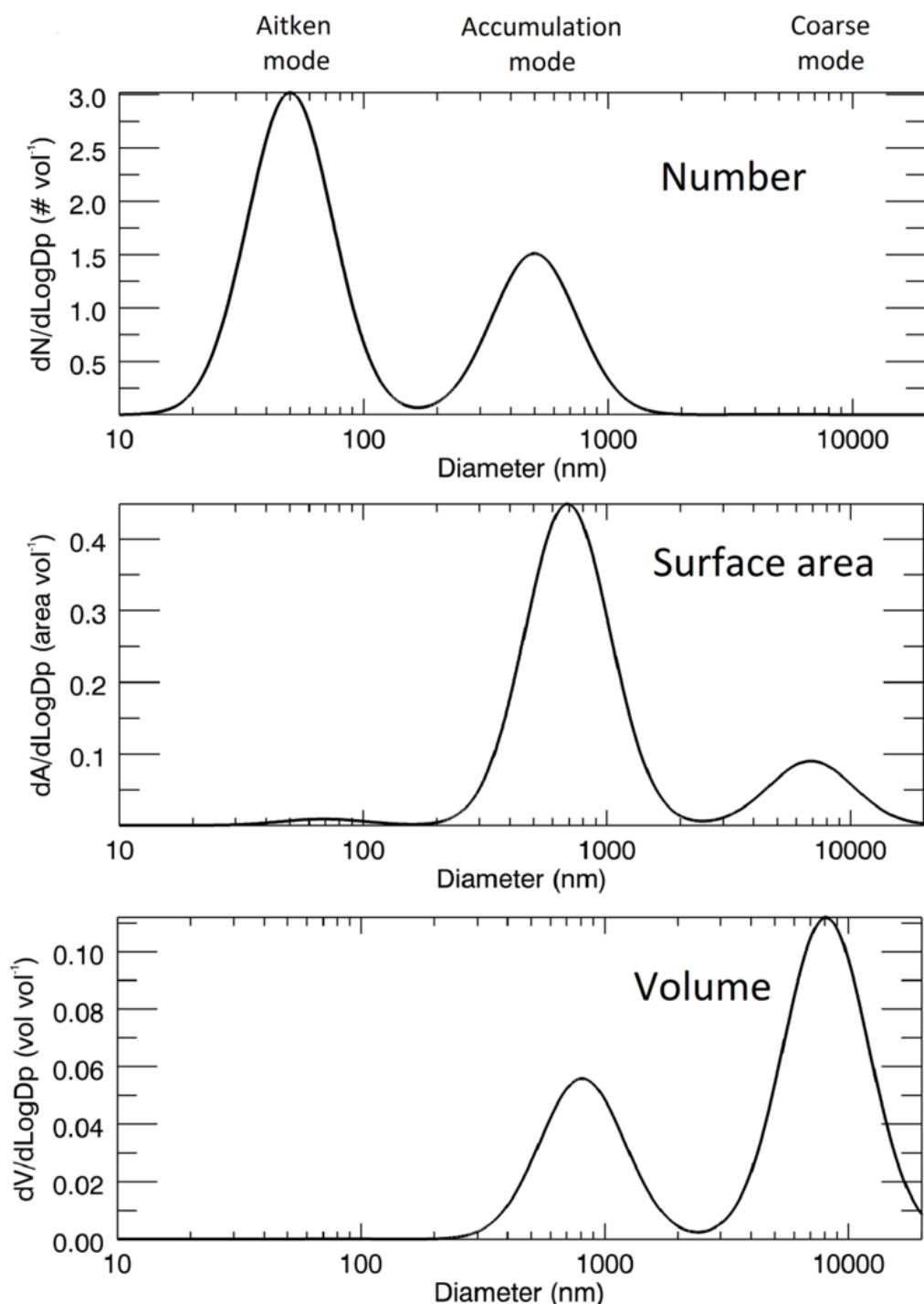


Figure 2.7: Distribucion normalizada (suma es 1000) de aerosoles por diametro aerodinamico, Dominio Publico

2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO25

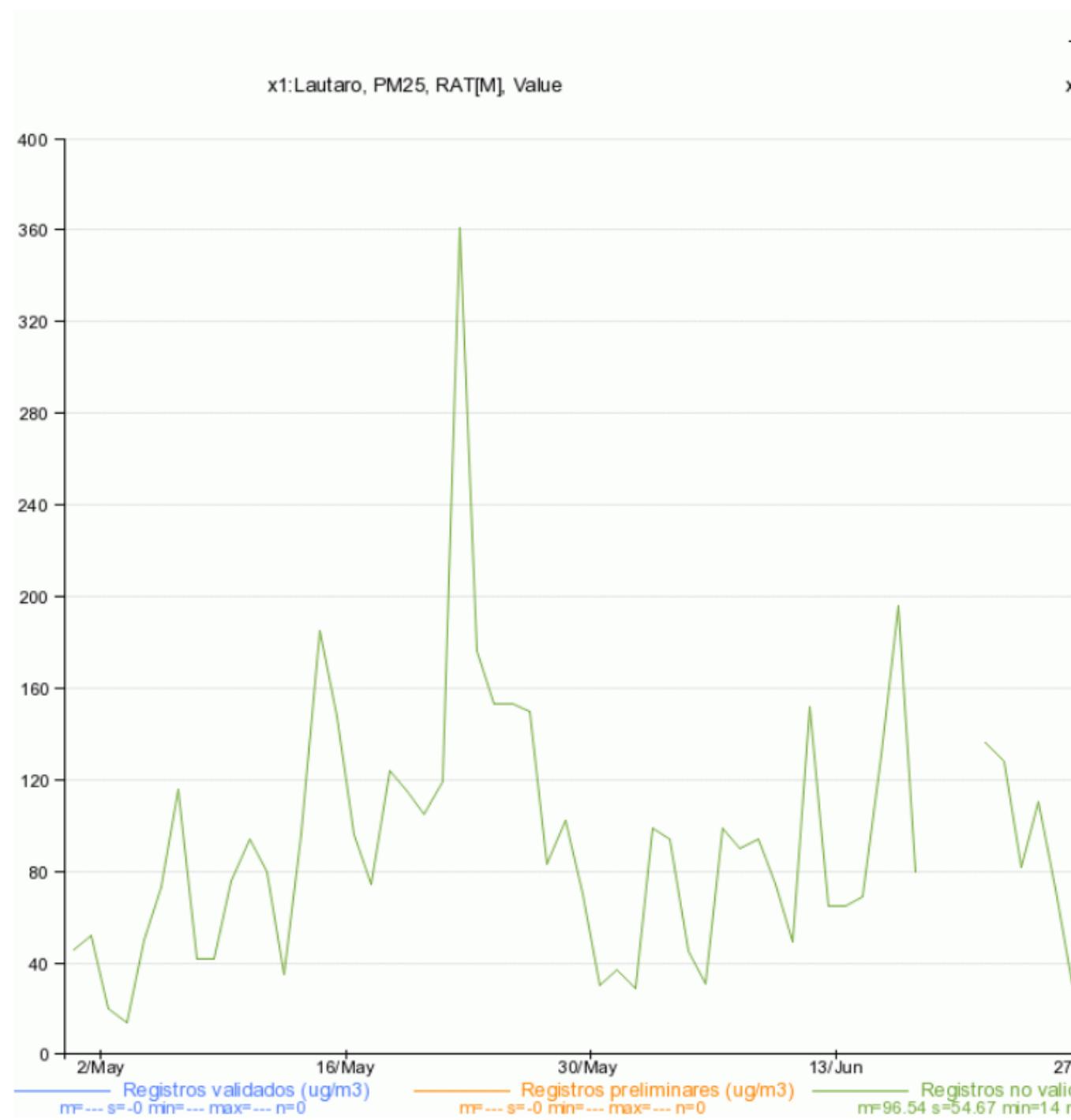


Figure 2.8: MP2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em Lautaro, Chile
(<https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/key/870>)

26 CHAPTER 2. IMPACTO DE LAS EMISIONES ANTROPOGÉNICAS EN LA CALIDAD DEL AIRE

| Monitoring points | AQI | Air quality index category | Primary pollutant | PM2.5 fine particles | PM10 respirable particulate matter | CO carbon monoxide | NO2 nitrogen dioxide | O3 ozone 1 hour average | O3 ozone 8 average |
|-----------------------|-----|----------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Regional station | 500 | Severe pollution | Particulate matter (PM10) | 254 | 724 | 0.7 | 11 | 76 | 62 |
| Gujiang Baga Township | 393 | Severe pollution | Particulate matter (PM10) | 143 | 494 | 0.7 | 7 | 78 | 64 |

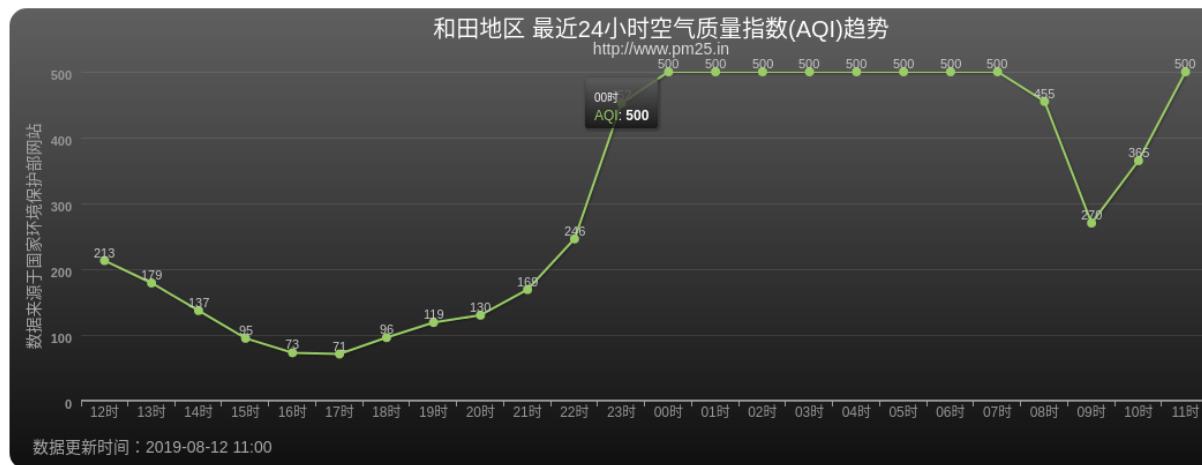


Figure 2.9: MP2.5 ug/m³ em Hotan, China (<http://pm25.in/hetiandiqu>)

2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO27

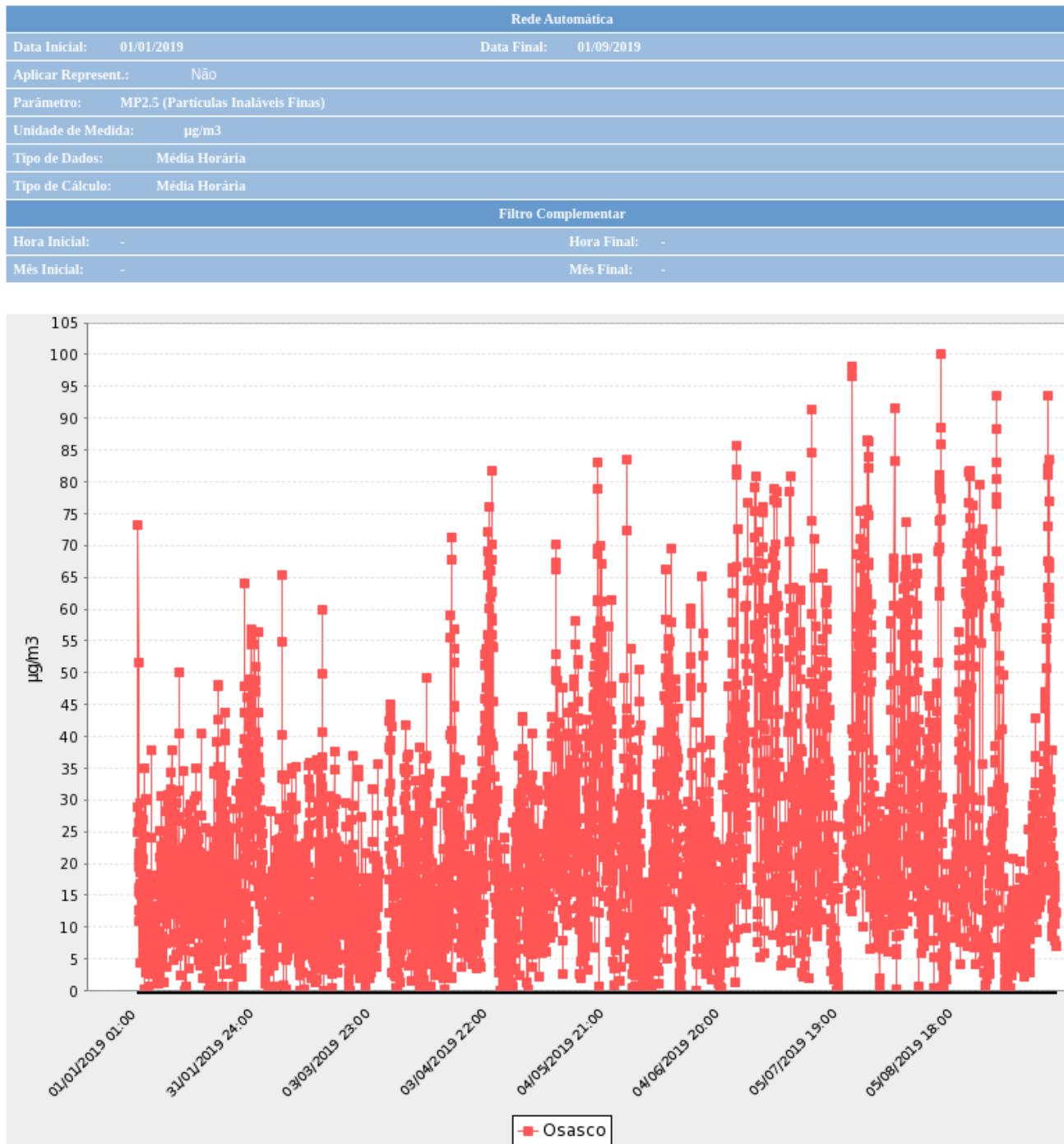


Figure 2.10: MP2.5 ug/m³ Osasco, Brasil (<https://qualar.cetesb.sp.gov.br>)

28CHAPTER 2. IMPACTO DE LAS EMISIONES ANTROPOGÉNICAS EN LA CALIDAD DEL AIRE

Del sitio web de Copernicus (<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>:

“Climate forcing measures the imbalance in the Earth’s energy budget caused by a perturbation of the climate system, for example changes in atmospheric composition driven by human activities. **Climate forcing, also known as Radiative Forcing, therefore determines the change in globally-averaged temperature change due to the natural or human-induced changes to the energy budget.** Increases in greenhouse gas concentrations over the industrial era are responsible for a positive climate forcing, causing a gain of energy in the climate system. In contrast, changes in atmospheric aerosol concentrations result in a negative climate forcing leading to a loss of energy. It is the balance between these various climate forcings that drive the change in global temperature.” <https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>

Esta figura muestra un resumen de los compuestos y su forzante radiativo (FR) (Stocker, 2014)

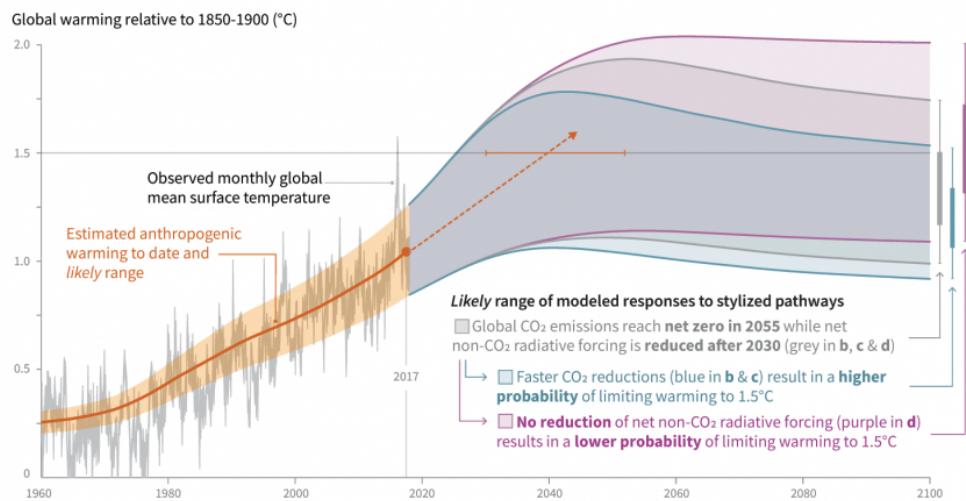
2.3.1 Efectos directos e indirectos de aerosoles

- Directo: Influencia en balance radiativo.
- Indirecto: Influencia en el clima.
- Primer efecto indirecto: microfísica de la precipitación.
- Segundo efecto indirecto: Cantidad de lluvia.

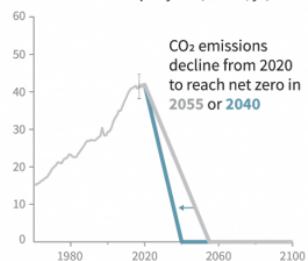
2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO29

Cumulative emissions of CO₂ and future non-CO₂ radiative forcing determine the probability of limiting warming to 1.5°C

a) Observed global temperature change and modeled responses to stylized anthropogenic emission and forcing pathways

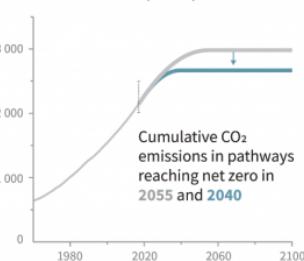


b) Stylized net global CO₂ emission pathways
Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



Faster immediate CO₂ emission reductions limit cumulative CO₂ emissions shown in panel (c).

c) Cumulative net CO₂ emissions
Billion tonnes CO₂ (GtCO₂)



Maximum temperature rise is determined by cumulative net CO₂ emissions and net non-CO₂ radiative forcing due to methane, nitrous oxide, aerosols and other anthropogenic forcing agents.

d) Non-CO₂ radiative forcing pathways
Watts per square metre (W/m²)

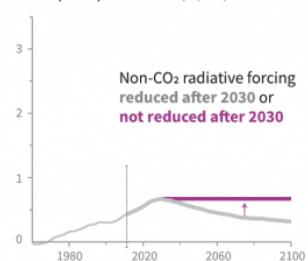


Figure 2.11: Cambio en la temperatura media debido a forzantes radiativas (<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>)

Contributions to observed surface temperature change over the period 1951–2010

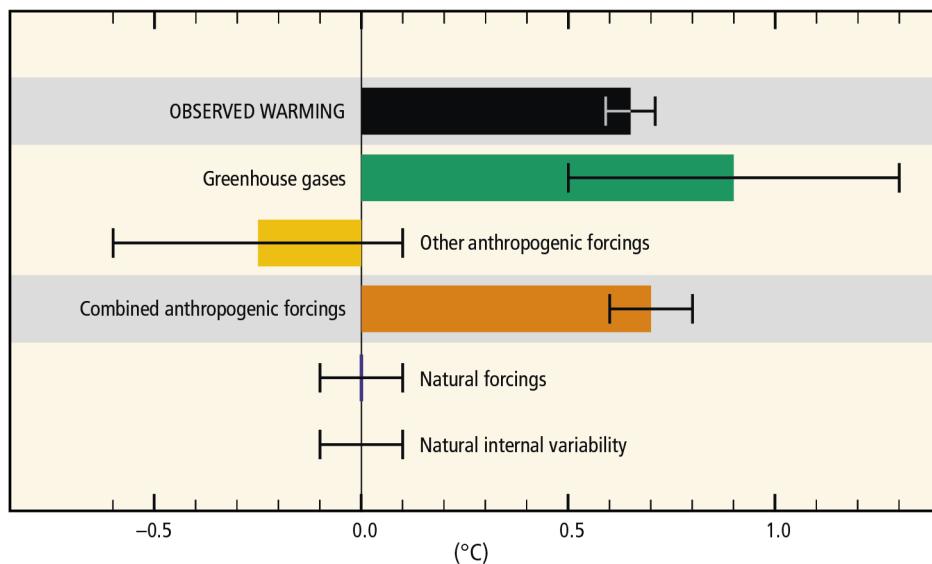
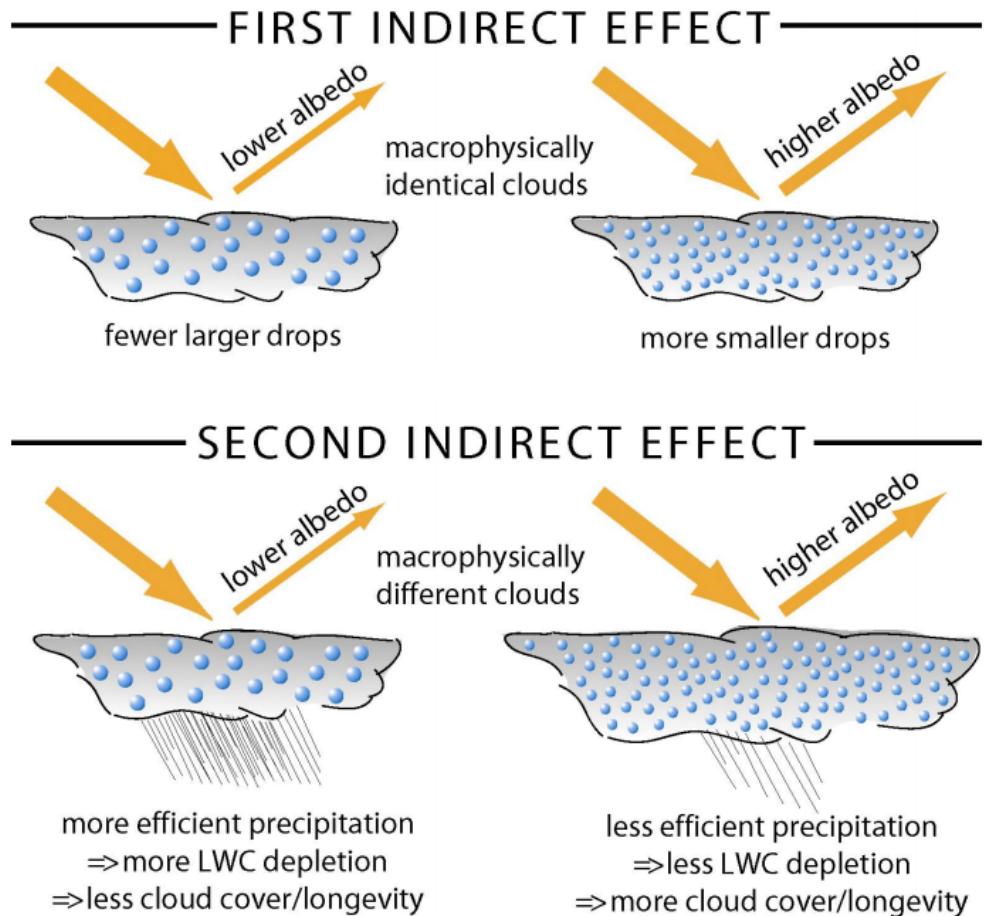


Figure 2.12: Cambio en la temperatura media debido a forzantes radiativas
<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>



\begin{figure}

2.3. FORZANTES CLIMATICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO31

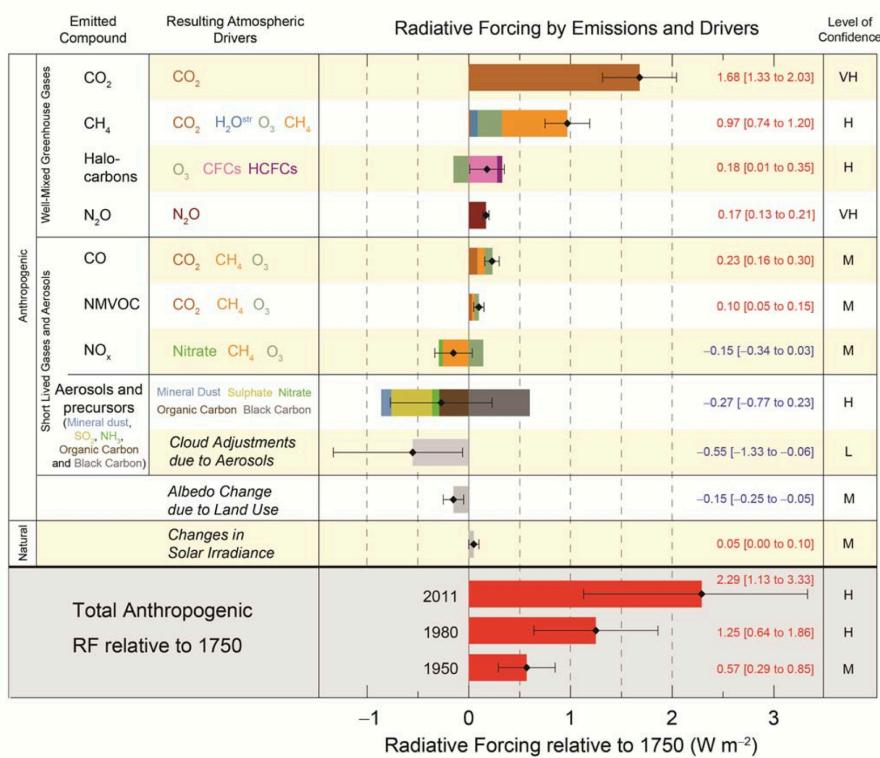


Figure 2.13: Forzante radiativo (<https://atmosphere.copernicus.eu/climate-forcing>)

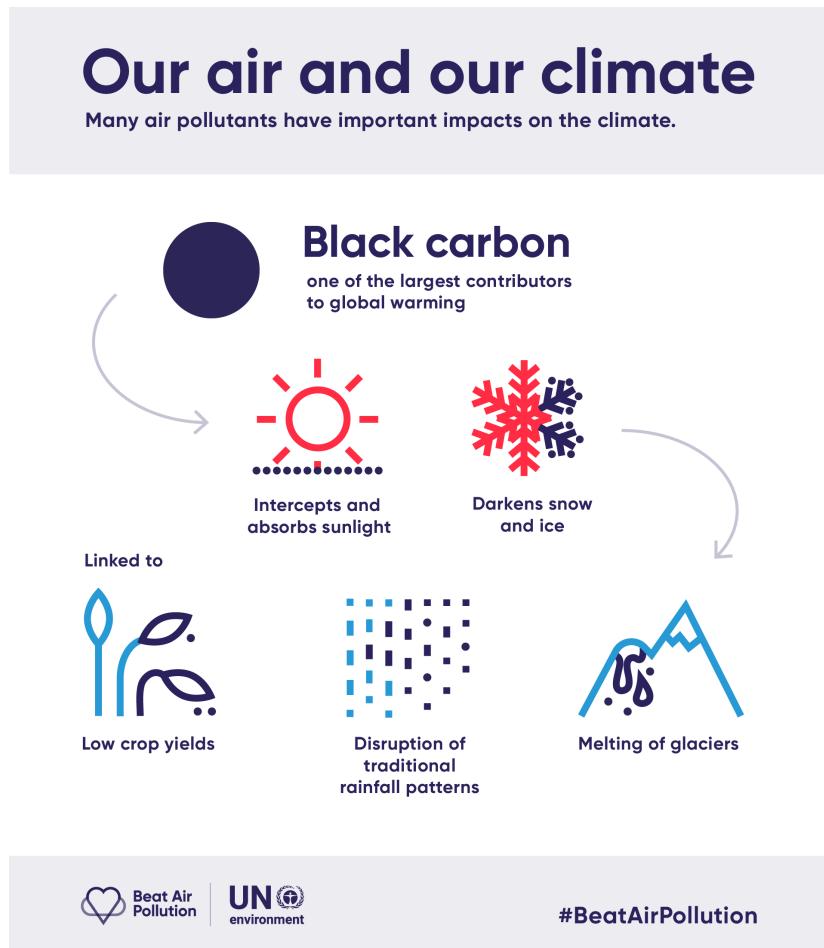


Figure 2.14: UNEP (<https://twitter.com/UNEnvironment/status/1150404638501416961/photo/1>

\caption{Forzantes indirectos (Robwood, 2019) (https://atmos.uw.edu/~robwood/teaching/591/ATMS_591_Albrecht_1989.pdf)} \end{figure}

2.3.2 Black Carbon - Carbono negro

Son partículas producto de la combustión incompleta de combustibles con origen antropogénico y biológico. Considerado el segundo gas de efecto invernadero después de CO₂ (Bond et al., 2013).



Figure 2.15: Fuentes de emisiones

2.4 Emisiones y sus fuentes

Un inventario de emisiones es la compilación del flujo de masa de contaminantes emitida en un lugar y tiempo determinado.

Son definidos por la ecuación básica de :

$$E = FE \cdot NA \quad (2.12)$$

Donde E es la emisión, FE es el factor de emisión y NA el nivel de actividad. Por ejemplo, si queremos saber las emisiones de vehículos, FE está en **g/km**, NA es la cantidad de vehículos veces la distancia que recorren **km** en un tiempo determinado, luego E es la masa **g** de contaminantes.

2.4.1 Tipos

Ya que ya sabemos los contaminantes y su forzamiento radiativo, podemos ver cuáles son las fuentes de ellos, desde el punto de vista de contaminación atmosférica y clima. Existen varios tipos de fuentes de emisiones:

Pueden tener aplicaciones de gestión y científicas:

| Type of application | Inventory examples |
|-------------------------|---|
| Policy applications | National greenhouse gas inventories, submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC [10]) |
| | National air pollutant inventories submitted to the United Nations Economic Commission for Europe's Convention on Long Range Transboundary air Pollution (LRTAP [11]) |
| | Pollutant Release and Transfer Registers (PRTR) like the USA Toxics Release Inventory (TRI, [12]) and the European Union's EPER system (EPER [13]) |
| Scientific applications | The GEIA emission databases (GEIA [14]) |
| | The EDGAR emission inventories (EDGAR [15]) |
| | The TNO Emissions Assessment Model (TEAM [16, 17]) |

Figure 2.16: Tipos de inventarios (Pules and Helsinga, 2013)

Por ejemplo, IPCC entrega guías para que los países compilen inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero:

Ahora podemos ver como ha sido la serie de emisiones globales de gases de efecto invernadero:

2.4.2 Calidad y criterio

Un inventario de emisiones debe considerar la aseguración de la calidad. En este sentido, los científicos buscan errores, puntos débiles. Los tomadores de decisiones (UNFCCC-IPCC) buscan consenso. Por lo tanto, la calidad para los inventarios científicos consiste en que las estimaciones tienen que ser confirmadas, calibradas y validadas. Y en el plano político, un inventario de calidad genera acuerdo y protocolo que todos deben atacar (VEA CLRTAP)

2.4.3 Dimensiones

Como **científicos** necesitamos responder las siguientes preguntas:

- Que: Que contaminante (específico) es emitido.
- Como: Cual es el proceso.
- Cuando: Caracterización temporal.
- Onde: Caracterización temporal.

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

2019 Refinement has been accepted!

The following files are the advance version of the Overview Chapter and the underlying "2019 Refinement to the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" including the Glossary as adopted/accepted on 12 May 2019 at the 49th session of the IPCC [Decision - IPCC-XLIX-9 - Adoption and Acceptance of 2019 refinement](#). They are subject to final copy-edit and layout prior to its final publication.

Added is the Note with the explanation of the technical corrections of editorial nature made to the accepted 2019 Refinement.

More information on the development of the 2019 Refinement can be found [here](#).

Overview Chapter

Volume 1 General Guidance and Reporting

Volume 2 Energy

Volume 3 Industrial Processes and Product Use

Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use

Volume 5 Waste

Figure 2.17: Actualización en las guías de inventarios de emisiones IPCC (<https://www.ipcc-nngip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>)

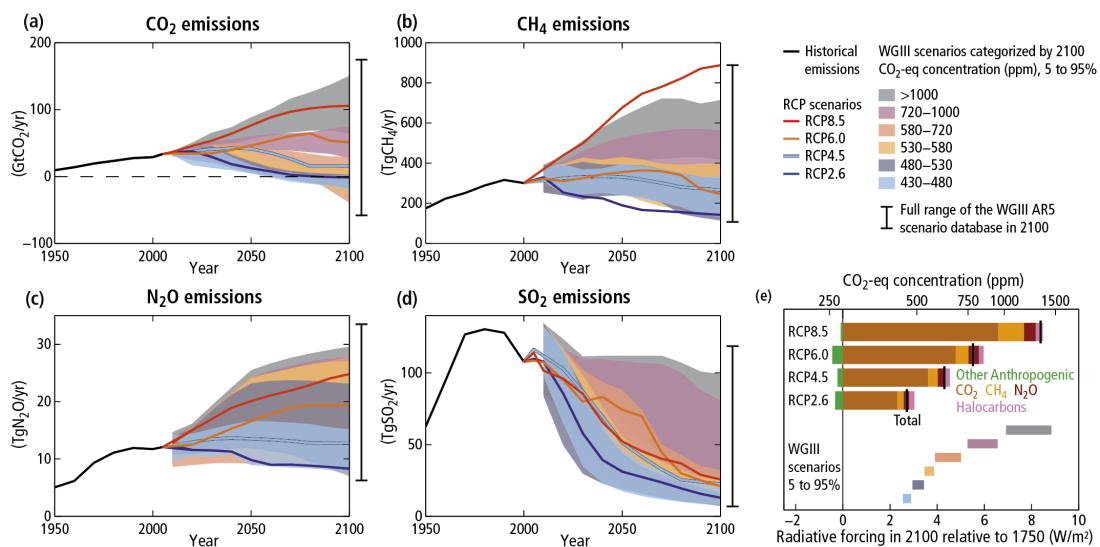
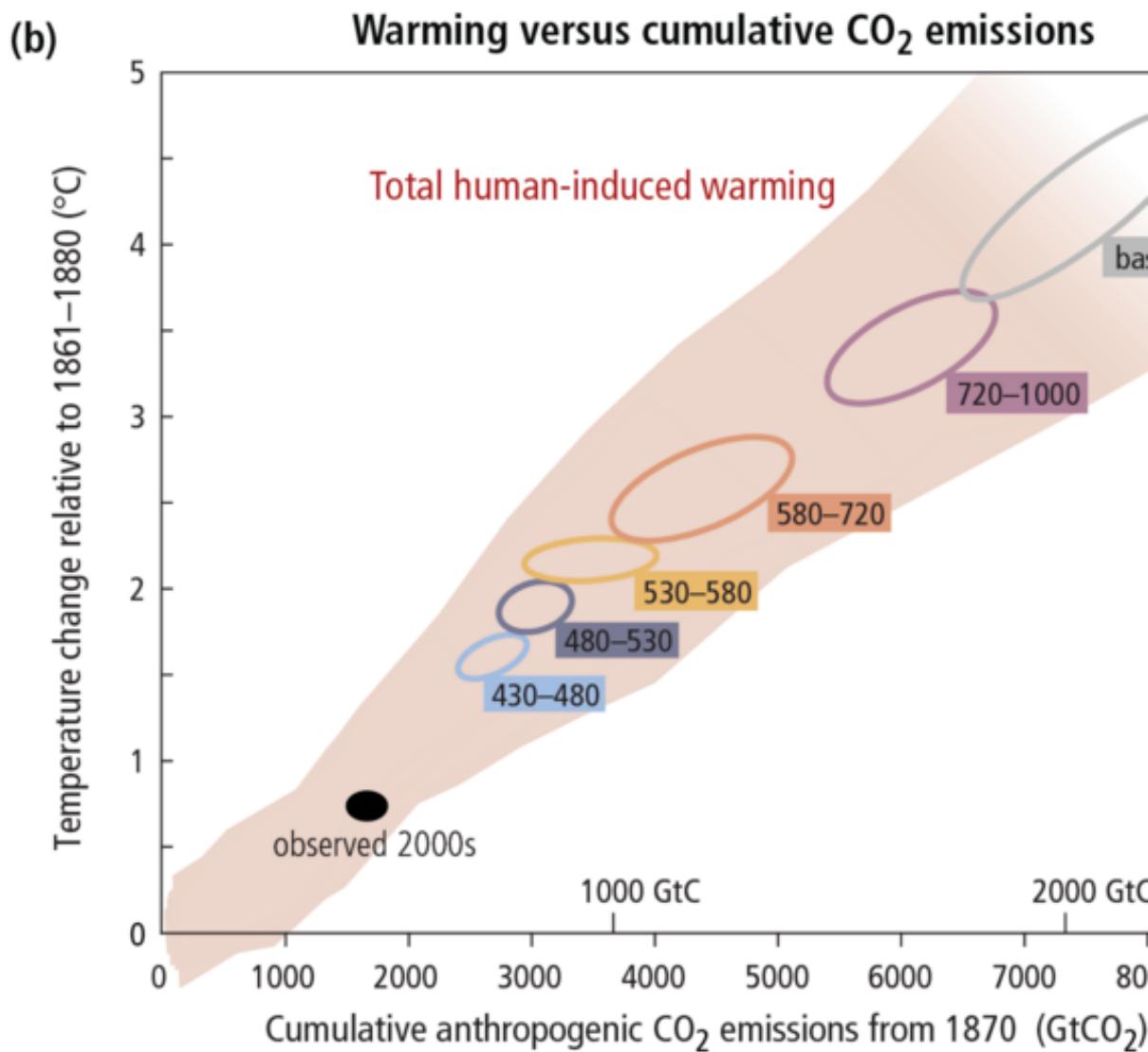


Figure 2.18: Serie de emisiones)

Figure 2.19: CO₂ y temperatura (<http://www.ipcc.ch/report/graphics/>)

** Mapas interactivos de inventario de emisiones vehiculares de Sao Paulo (Ibarra 2017)**

- PM2.5
- NOx
- CO
- HC

2.4.4 Categorias llave

En los inventarios de emisiones muchas veces pocas categorías emiten la mayor cantidad de contaminantes. Estas son las **categorías llave** y es en ellas donde debemos invertir la mayor cantidad de esfuerzo y recurso económico.

2.4.5 Bottom-up y top-down

En las guías de emisiones europeas, (2016) muestra la definición de los enfoques bottom-up y top-down.

2.4.6 Ejemplo de factores de emisión (real-time GPS)

2.5 Nuevos modelos de emisiones: VEIN

En el último par de años se han publicado nuevos modelos para el cálculo de emisiones, como el Vehicular Emissions Inventory model (Ibarra-Espinosa et al., 2018) que consiste en una librería en R (<https://atmoschem.github.io/vein/>).

2.6 Nuevos datos, satélites y modelación inversa

La modelación inversa está siendo utilizada para corregir y estimar emisiones con los nuevos datos de satélite disponibles (Kaiser et al., 2018):

Columna total de NO₂ en europa con Sentinel 5P librería stars (Pebeșma, 2019)

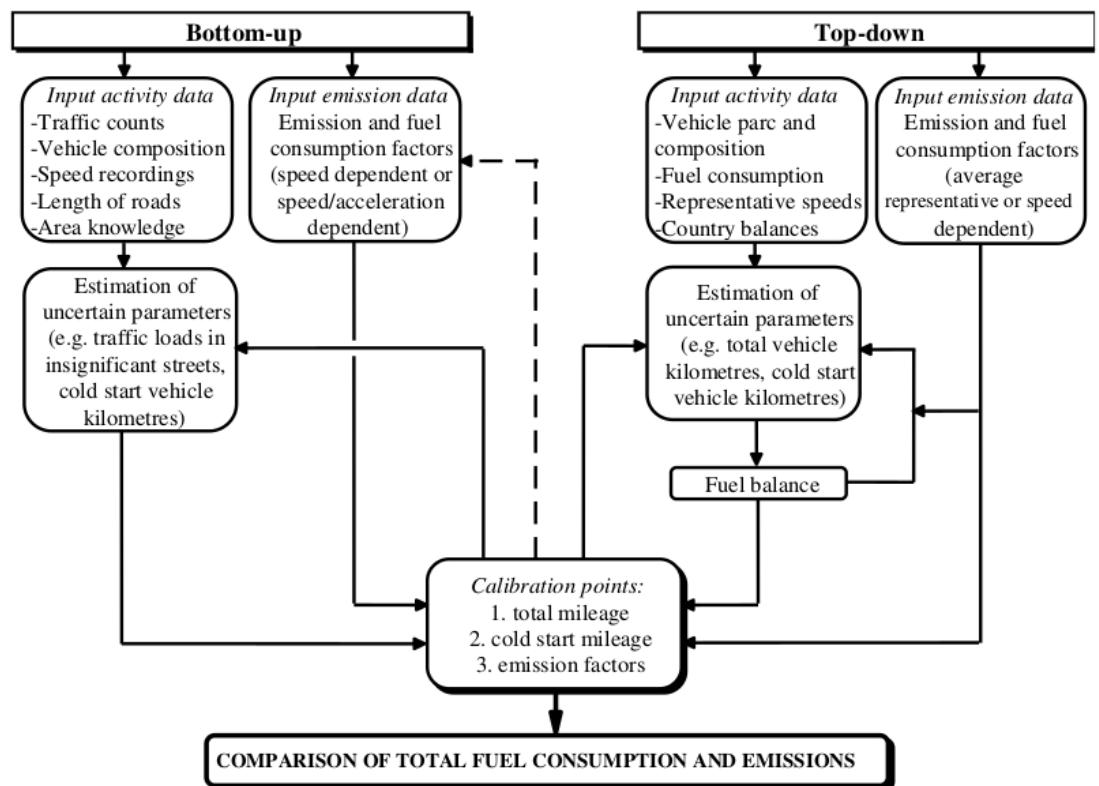


Figure 2.20: Bottom up y top-down

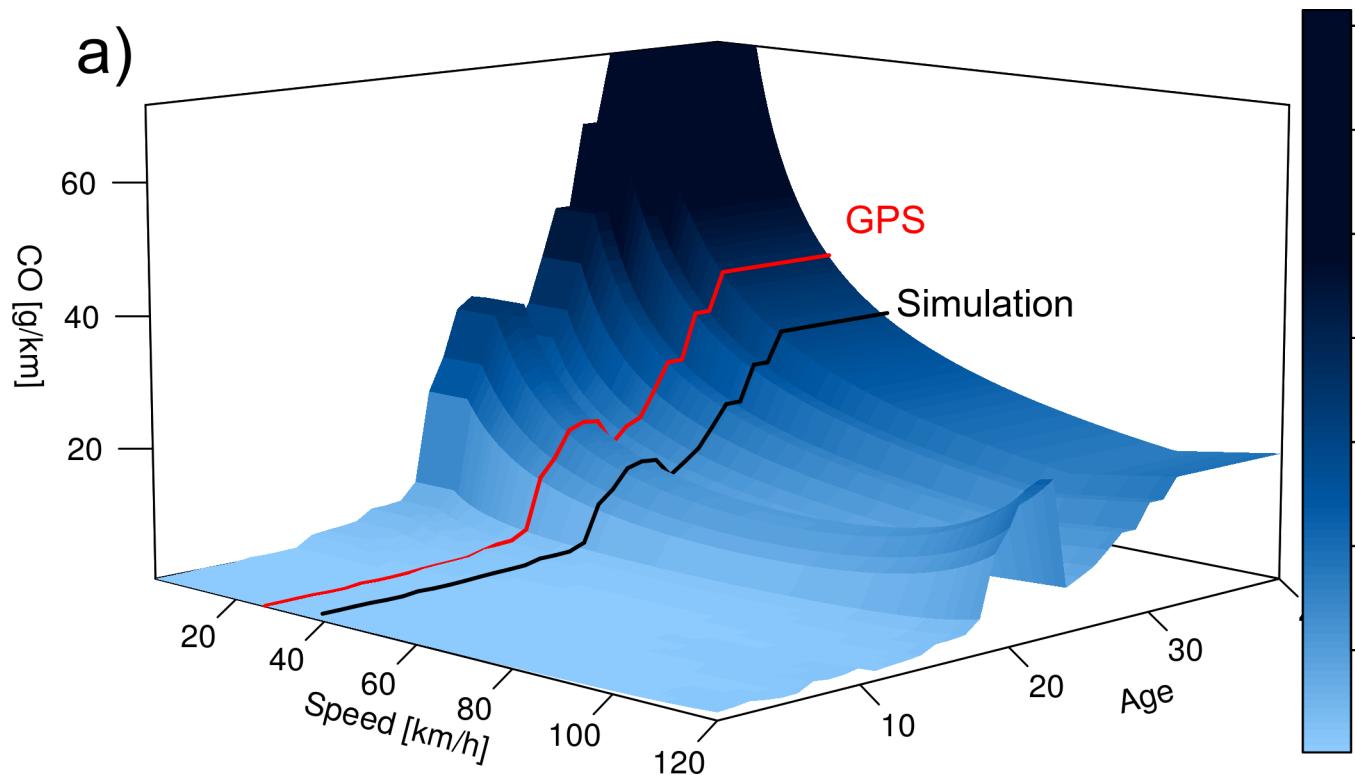


Figure 2.21: (Ibarra-Espinosa et al., 2019 under-review)

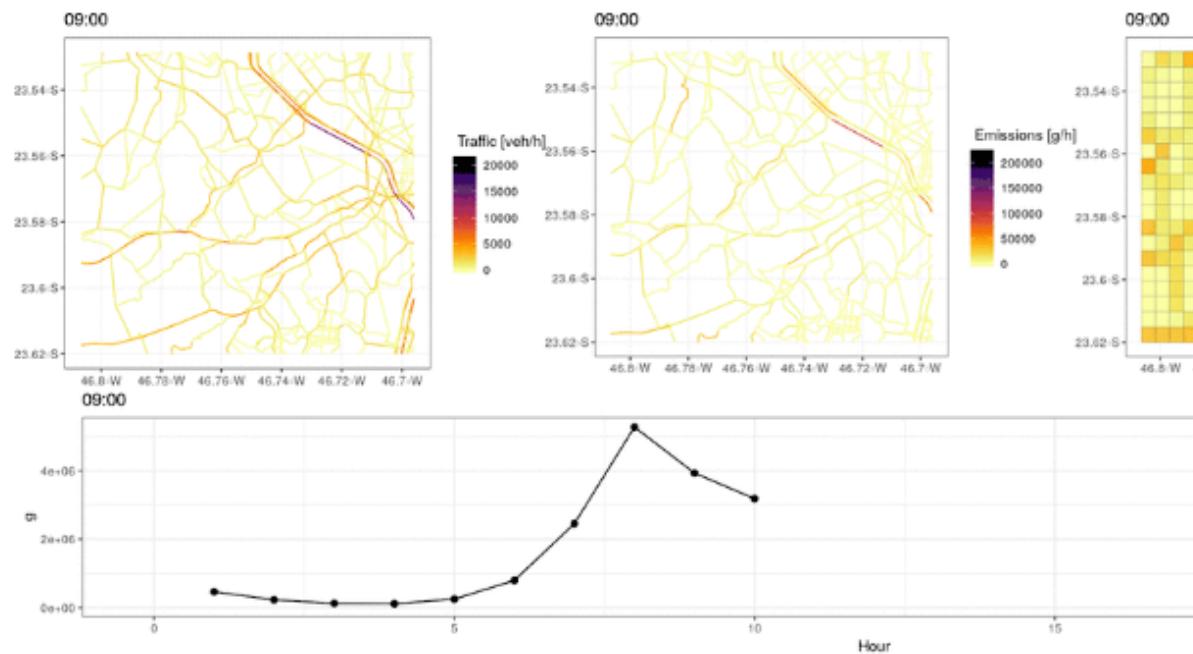


Figure 2.22: (Ibarra-Espinosa et al., 2018, <https://atmoschem.github.io/vein/>)



Figure 2.23: (Ibarra-Espinosa et al., 2018, <https://atmoschem.github.io/vein/>)

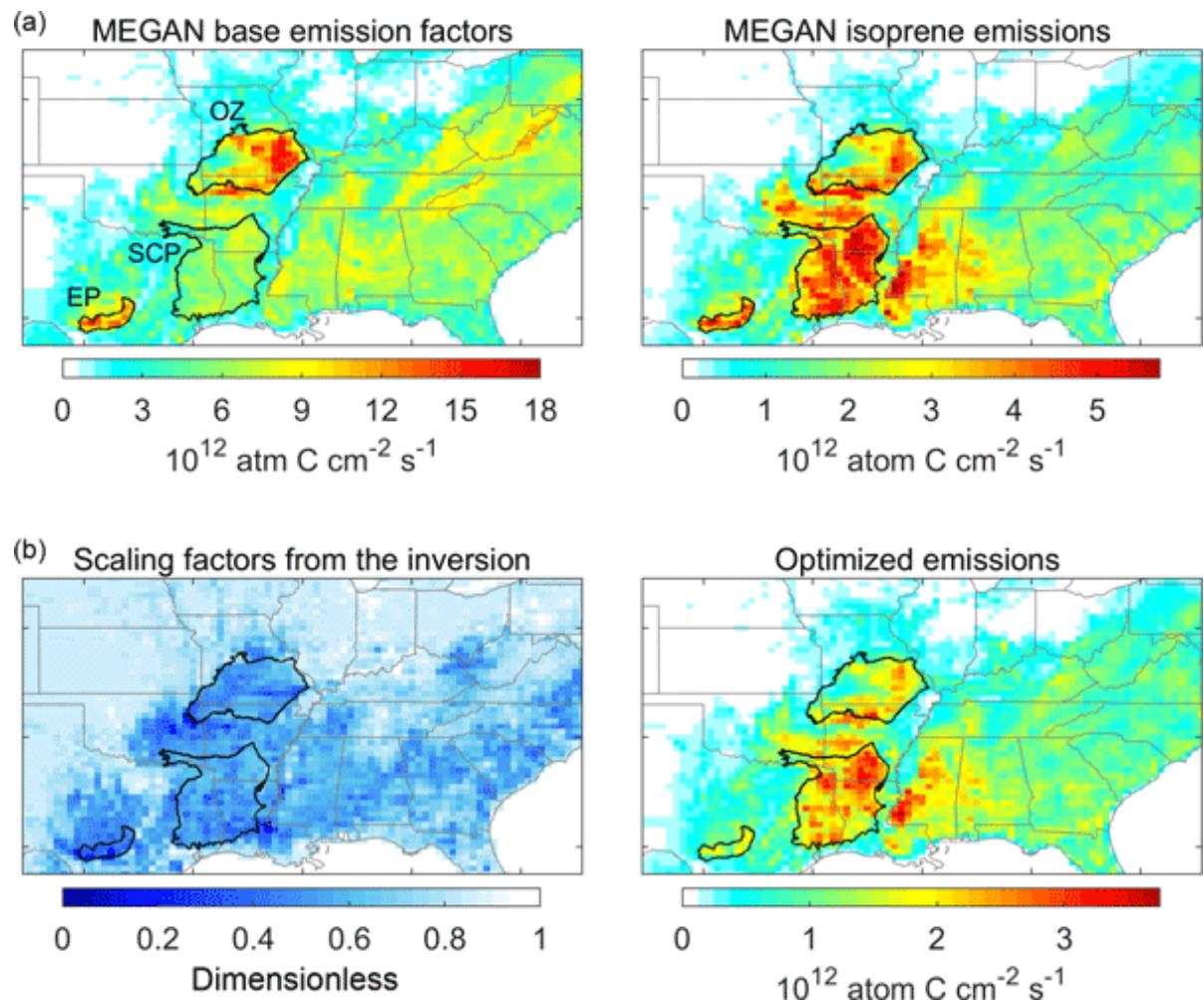


Figure 2.24: (Kaiser et al., 2018)

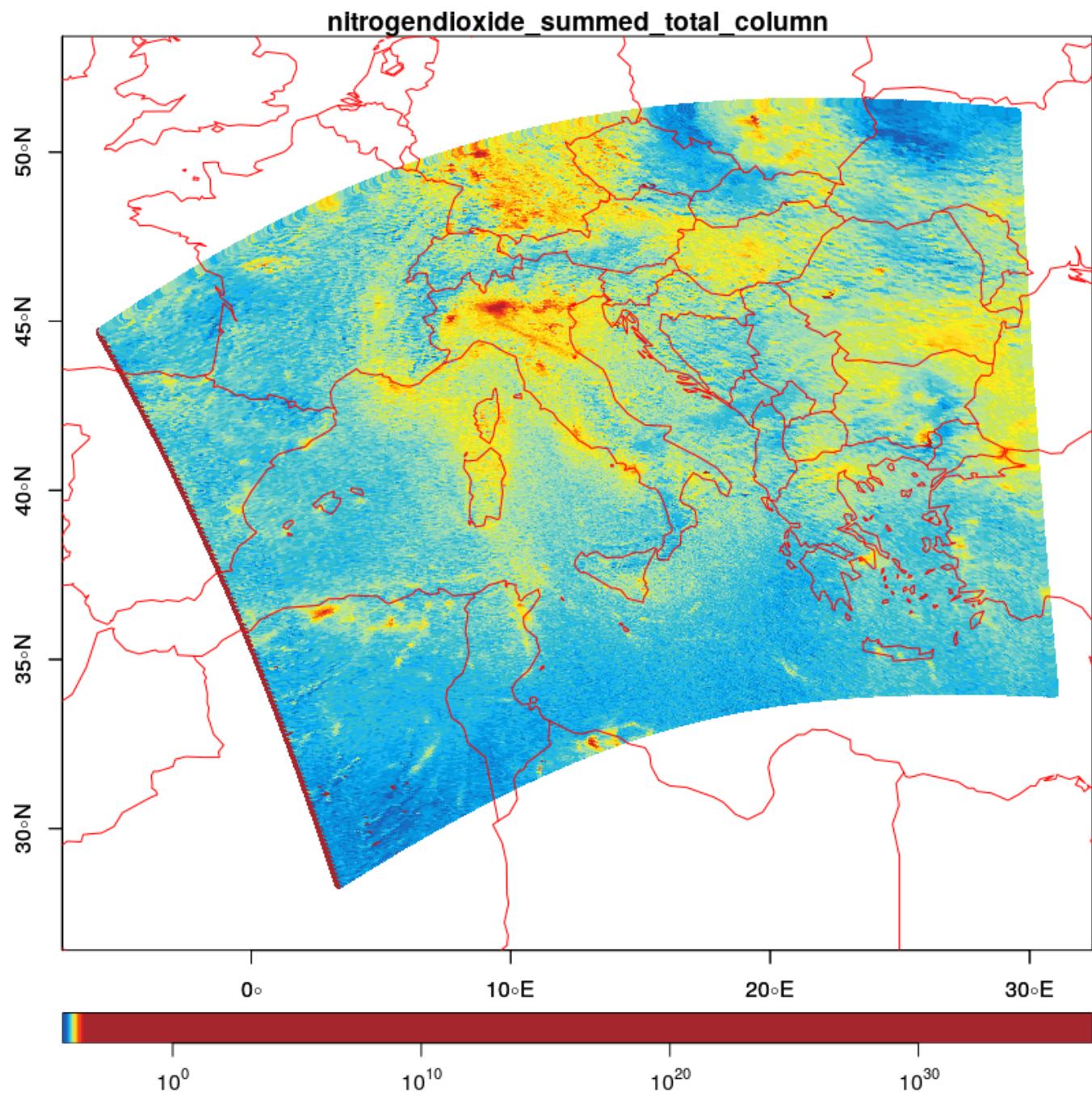


Figure 2.25: STARS! Sentinel 5P

Chapter 3

Taller VECTORES: Aplicación de software de información geográfica y modelado

We describe our methods in this chapter.

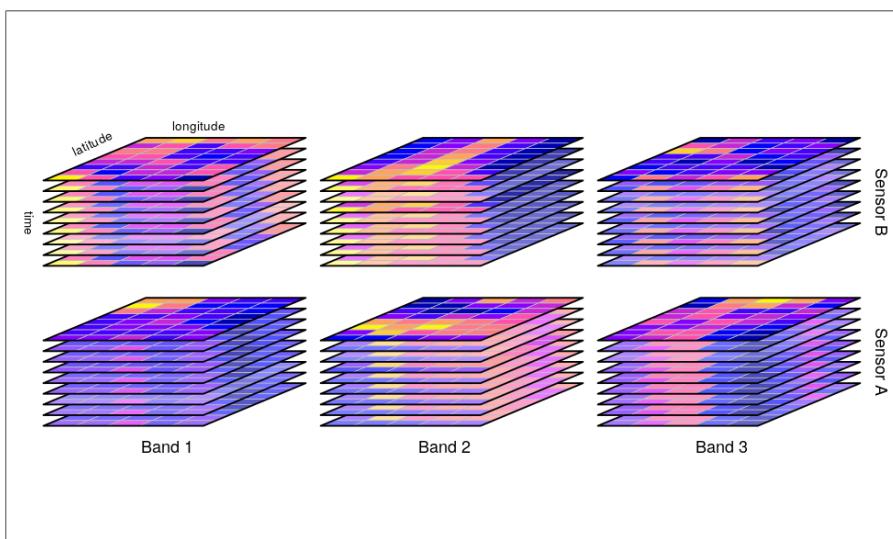
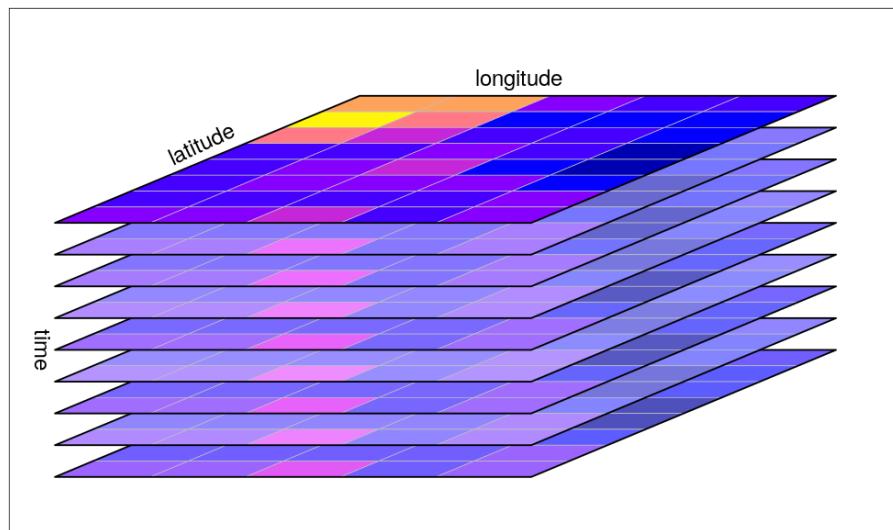
Chapter 4

Taller RASTER Y CUBOS DE DATOS VECTORIALES: Aplicación de software de información geográfica y modelado

Amanda Rehbein

Raster son informacion espaciales en una grilla espacial. Por ejemplo, vea las siguientes figuras:

48 CHAPTER 4. TALLER RASTER Y CUBOS DE DATOS VECTORIALES: APLICACIÓN DE SOFTWARE



Ejemplos con R

Chapter 5

Final Words

We have finished a nice book.

Bibliography

- Bell, M. L. and Davis, D. L. (2001). Reassessment of the lethal london fog of 1952: novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution. *Environmental health perspectives*, 109(suppl 3):389–394.
- Bond, T. C., Doherty, S. J., Fahey, D. W., Forster, P. M., Berntsen, T., DeAngelis, B. J., Flanner, M. G., Ghan, S., Kärcher, B., Koch, D., et al. (2013). Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(11):5380–5552.
- Brasseur, G., Orlando, J. J., Tyndall, G. S., et al. (1999). *Atmospheric chemistry and global change*. Oxford University Press.
- Brasseur, G. P. and Jacob, D. J. (2017). *Modeling of atmospheric chemistry*. Cambridge University Press.
- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P. T., Anderegg, W. R., Verheggen, B., Maibach, E. W., Carlton, J. S., Lewandowsky, S., Skuce, A. G., Green, S. A., et al. (2016). Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*, 11(4):048002.
- Hijmans, R. J. (2019). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. R package version 3.0-2.
- Ibarra-Espinosa, S., Ynoue, R., O'Sullivan, S., Pebesma, E., Andrade, M. D. F., and Osses, M. (2018). Vein v0.2.2: an r package for bottom-up vehicular emissions inventories. *Geoscientific Model Development*, 11(6):2209–2229.
- Kaiser, J., Jacob, D. J., Zhu, L., Travis, K. R., Fisher, J. A., González Abad, G., Zhang, L., Zhang, X., Fried, A., Crounse, J. D., St. Clair, J. M., and Wisthaler, A. (2018). High-resolution inversion of omi formaldehyde columns to quantify isoprene emission on ecosystem-relevant scales: application to the southeast us. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18(8):5483–5497.
- Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J., Adeyi, O., Arnold, R., Baldé, A. B., Bertollini, R., Bose-O'Reilly, S., Boufford, J. I., Breysse, P. N., et al. (2018). The lancet commission on pollution and health. *The Lancet*, 391(10119):462–512.

- Macedonio, G., Pareschi, M. T., and Santacroce, R. (1988). A numerical simulation of the plinian fall phase of 79 ad eruption of vesuvius. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 93(B12):14817–14827.
- Ntziachristos, L. and Samaras, Z. (2016). Emep/eea emission inventory guidebook; road transport: Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motorcycles. *European Environment Agency, Copenhagen*.
- OMS (2019). *Global Platform on Air Quality and Health*. <http://goo.gl/y0JhjI>.
- Pebesma, E. (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal*, 10(1):439–446.
- Pebesma, E. (2019). *stars: Spatiotemporal Arrays, Raster and Vector Data Cubes*. <https://r-spatial.github.io/stars/>, <https://github.com/r-spatial/stars/>.
- Pulles, T. and Helsinga, D. (2010). *The art of emissions inventorying*. TNO.
- Schimel, D., Alves, D., Enting, I., Heimann, M., Joos, F., Raynaud, D., Wigley, T., Prather, M., Derwent, R., Ehhalt, D., et al. (1996). Radiative forcing of climate change. *Climate change 1995: The science of climate change*, pages 65–131.
- Stocker, T. (2014). *Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Wikipedia contributors (2019a). Aerosol — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Aerosol&oldid=914421453>. [Online; accessed 9-September-2019].
- Wikipedia contributors (2019b). Great smog of london — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Great_Smog_of_London&oldid=914236507. [Online; accessed 8-September-2019].
- Wikipedia contributors (2019c). Great smog of london — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Great_Smog_of_London&oldid=914236507. [Online; accessed 8-September-2019].
- Wikipedia contributors (2019d). Mount vesuvius — Wikipedia, the free encyclopedia. [Online; accessed 8-September-2019].
- Wikipedia contributors (2019e). Nelson's column — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nelson%27s_Column&oldid=914602869. [Online; accessed 8-September-2019].
- Wikipedia contributors (2019f). Ozone — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ozone&oldid=914124258>. [Online; accessed 8-September-2019].

- Wikipedia contributors (2019g). Tropospheric ozone — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tropospheric_ozone&oldid=911584695. [Online; accessed 8-September-2019].
- Xie, Y. (2015). *Dynamic Documents with R and knitr*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2nd edition. ISBN 978-1498716963.