



# Modelado de la Calidad del Aire

## Introducción

FAUBA

27 de mayo de 2022

# Definiciones



- ▶ Modelo matemático
- ▶ Modelo regulatorio
- ▶ Dispersión de contaminantes atmosféricos
- ▶ Razones para modelar



# Contexto histórico



Euler 1757

Navier-Stokes 1850

$$\rho \frac{Dv}{Dt} = -\nabla p + \mu \nabla^2 v + f$$

# Armas químicas



(a) Flandes Bélgica - 1917



(b) Batalla de Somme Francia - 1916

Figura 1: Exposición gas tóxico en primera guerra mundial



# Experimentos de dispersión - projectiles

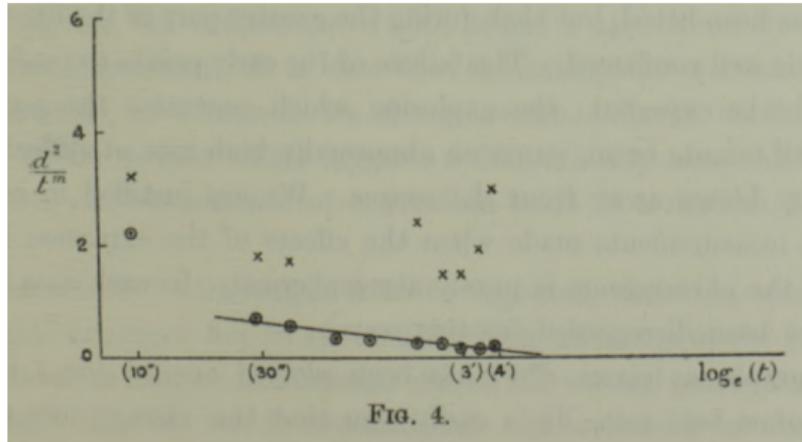
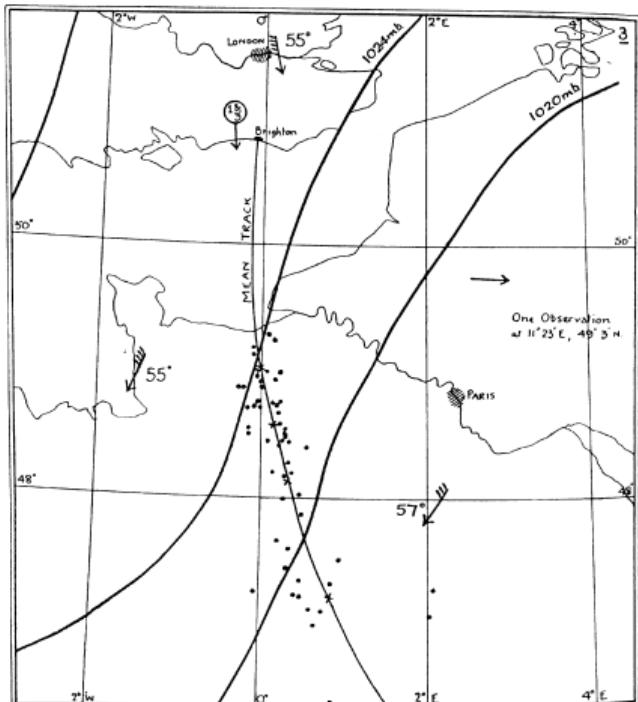


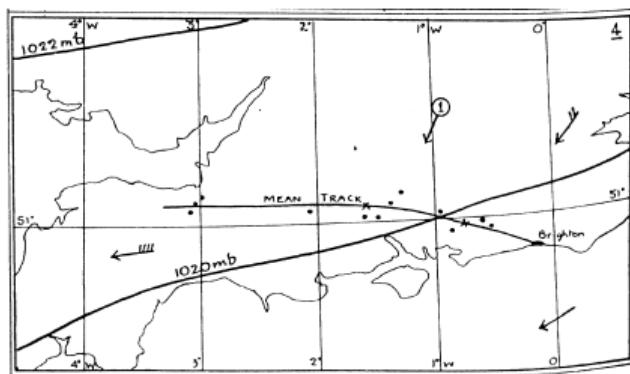
Figura 2: Crecimiento de límites de humo de explosivo, analizando valores de difusividad entre teoría de Taylor (x) y Sutton (\*) figura en: A theory of eddy diffusion in the atmosphere - O.G. Sutton 1932



# Experimentos de dispersión - globos



(a) 9/9/1922



(b) 1/6/1923

Figura 3: Richardson LF. 1926a. Atmospheric diffusion shown on a distance-neighbour graph.

# Experimentos de dispersión - plumas



*Richardson.*



Fig. 1.

*Phil. Trans., A, vol. 221, Plate 1.*

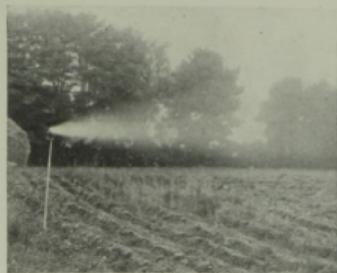


Fig. 2.

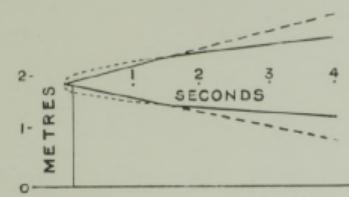
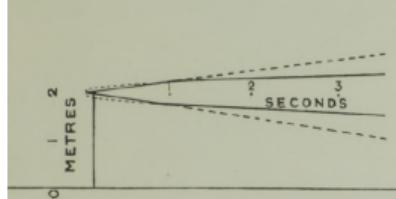


Figura 4: Some measurements of Atmospheric Turbulence - L.F.Richardson 1920

# Solución Gaussiana - Sutton

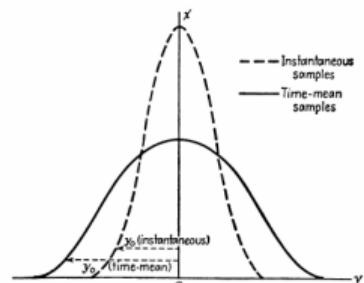


FIG. 30. Concentration in a point-source cloud (section across wind).

(a) Distribución normal  
instantánea y media

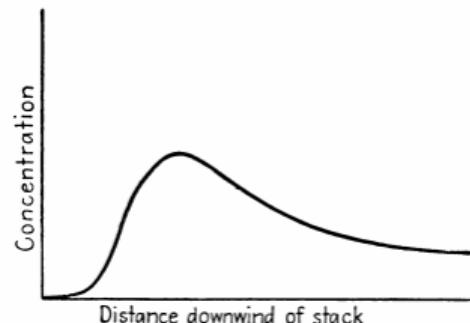


FIG. 16. Concentration at ground level from an isolated stack in a steady wind.

(b) Concentración en sentido  
del viento

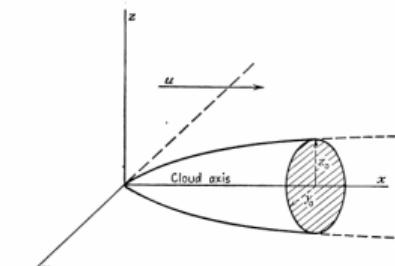
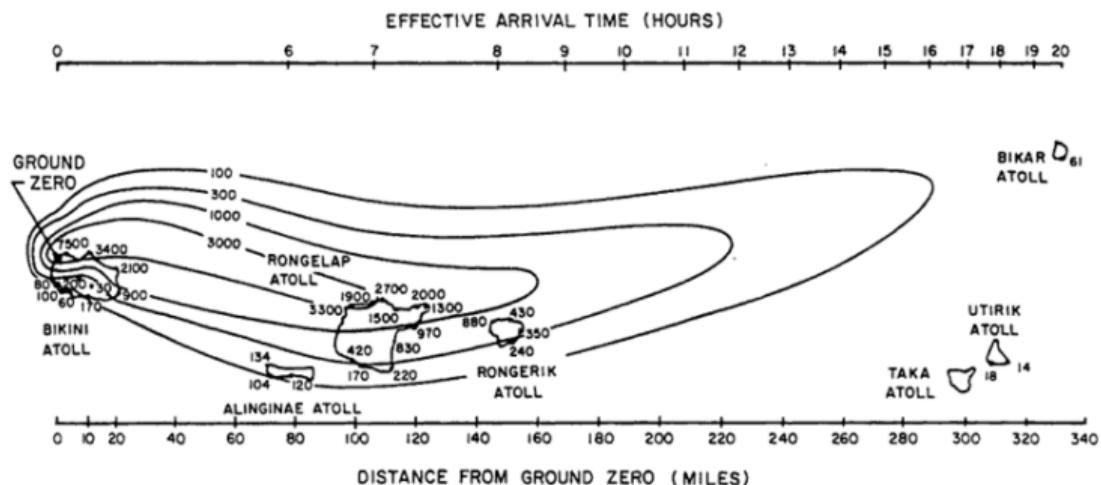


FIG. 15. Coordinate system for a continuous point source in a wind.

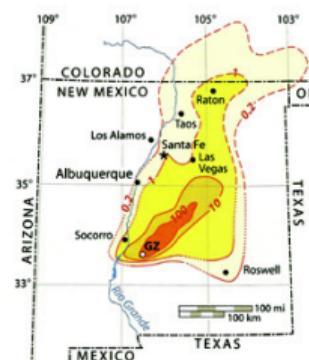
(c) Pluma simplificada  
fuente continua

Figura 5: Figuras del libro - Micrometeorology - Sutton 1953

# Fallout



(a) Brabo-1954

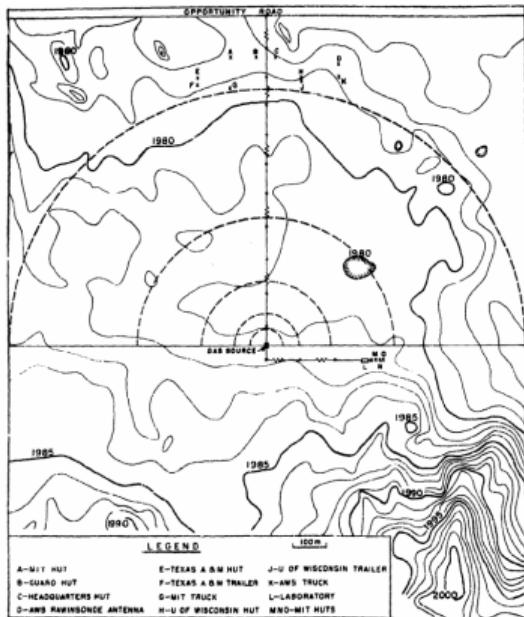


(b) trinity-1945

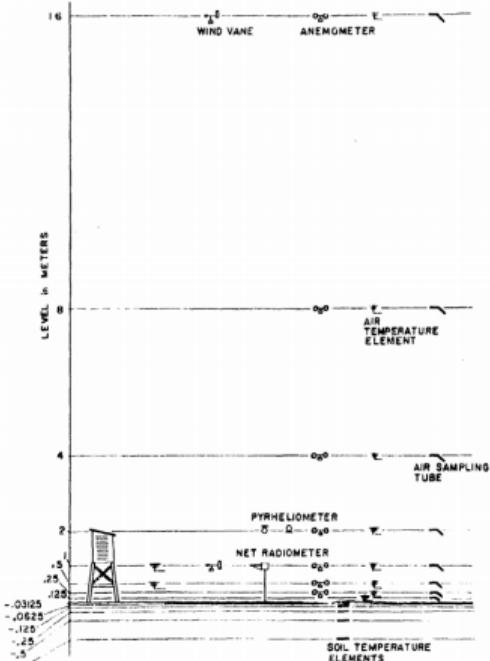
Figura 6: Exposición a radiación por "fallout" modelada



# Experimento de dispersión



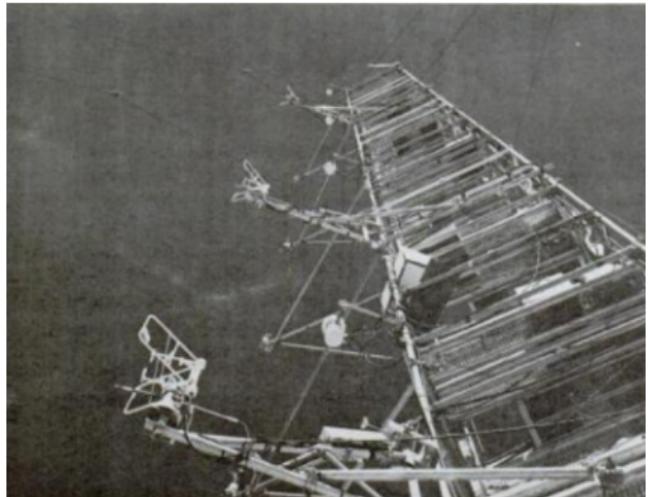
(a) Layout de arcos de puntos de medición



(b) Esquema de instrumentos

Figura 7: Ensayo prarie grass 1956

# Experimento de dispersión



(a) Torre de sensores



(b) Equipos de procesamiento  
de señales

Figura 8: Ensayo kansas 1968



# Elevación de la pluma

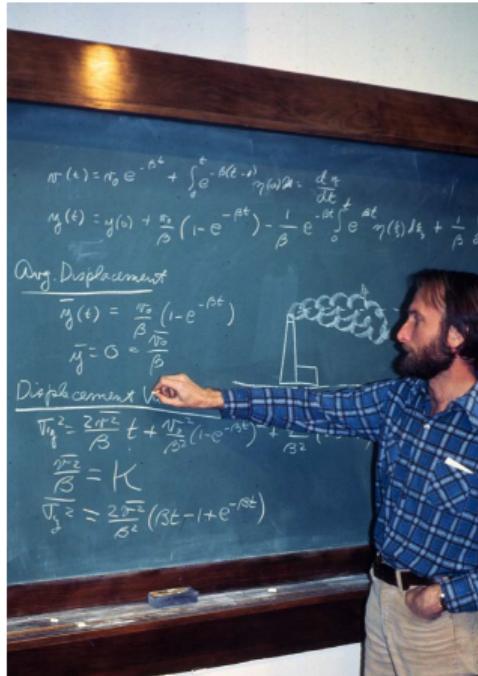
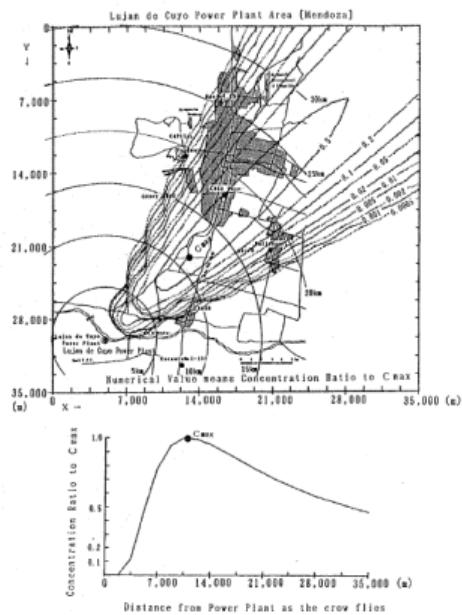
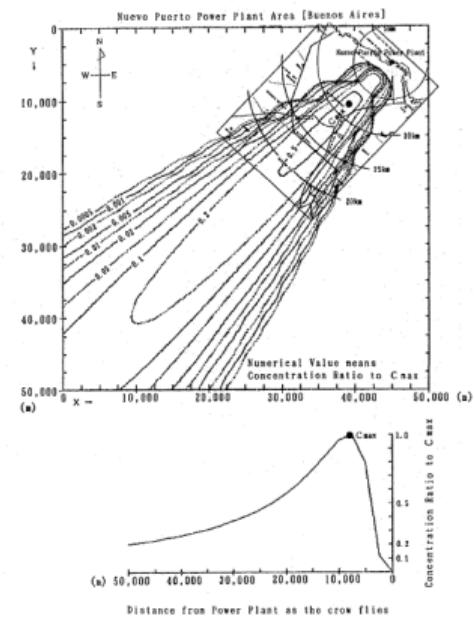


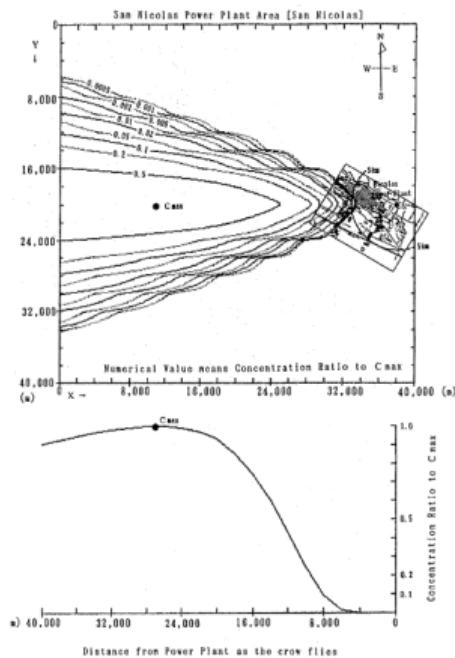
Figura 9: Gary Briggs derivando la ecuación de dispersión mediados de 1970



(a) Lujan de Cuyo



(b) Nuevo Puerto



(c) San Nicolás

Figura 10: The Study on air pollution for thermal power plants (1994, JICA)



# Episodio de Smog en Donora 1948

# Donora



Figura 11: Imagen aérea de Donora-Pensylvania

# Industria en Donora



(a) misma hora en 3 días  
de distinta estabilidad



(b) Emisión de industria metalúrgica

Figura 12: Efecto de las emisiones de la industria

# Terreno

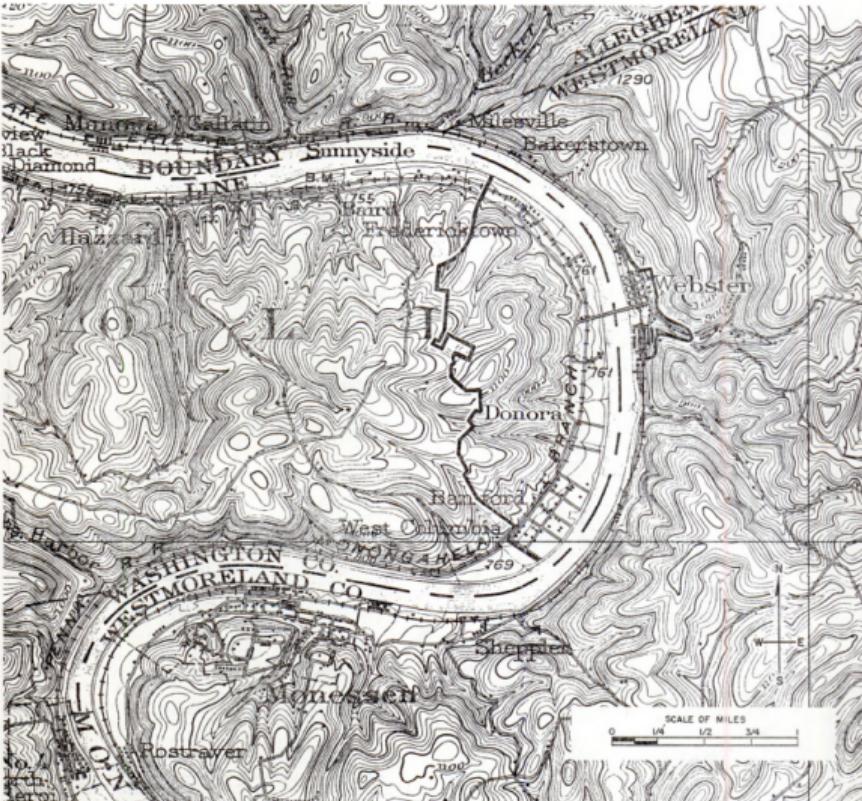
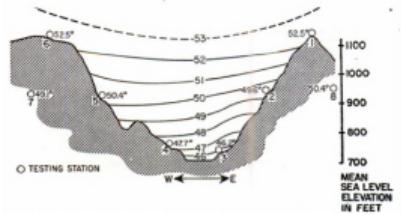


Figura 13: Carta topográfica (altura en pie 1/3 m )



(a) isoterma en corte vertical del valle  
(46F=7C, 53F=11.5C)

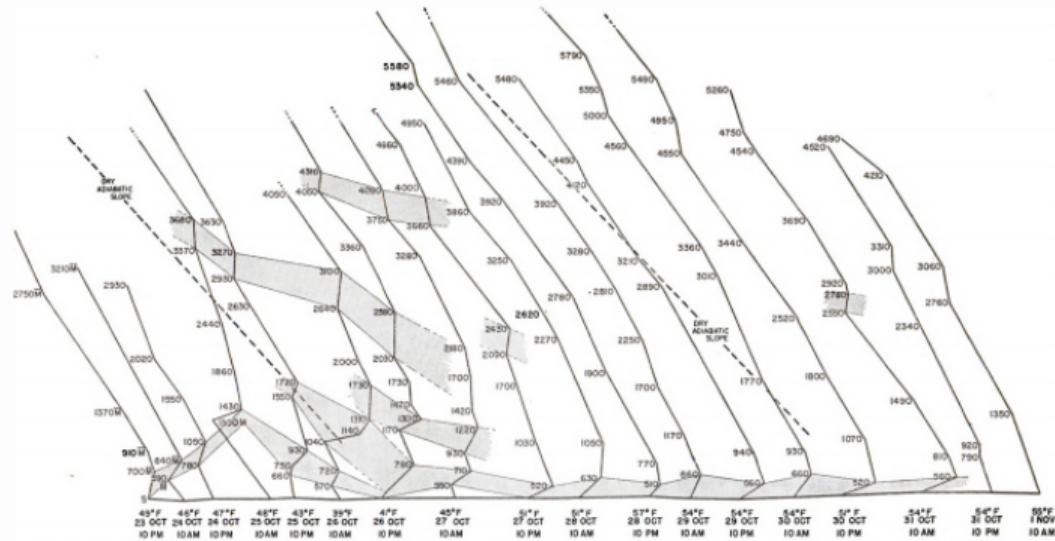


FIGURE 81.—Twice daily aerological soundings taken at Allegheny County (Pittsburgh) Airport Weather Station. Figures along lapse curves are mean sea level elevations in meters of significant levels. Temperature for each curve decreases to the left. Very stable layers (inversions) are shaded.

(b) Radiosondeos de aeropuerto de Pittsburgh durante el episodio

Figura 14: Meteorología de superficie y altura



# Contexto Regulatorio



**Estados Unidos** La principal guía de la EPA se encuentra en el código federal de regulación *CFR - Title 40 Chapter I Subchapter C Part 51 -Apéndice W* Requiere dos etapas de complejidad incremental. Sondeo y detallado.

**Unión Europea** Directiva "2008/50/EC", propone estándares y exige modelado. Crea un foro para fijar criterios.

**Reino Unido** Etapas de complejidad incremental. No explica modelos, sino contenido del informe.



Nación Ley 20.284 promulgada en 1973, como la "Ley nacional de Calidad de Aire".

**ENRE** Norma 13/97. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental Atmosférico.



Ciudad de Buenos Aires Ley 1356 y decreto reglamentario N 198/2006.  
Autoridad realiza modelado de nuevas fuentes.

Provincia de Buenos Aires Ley 5965 y decreto N 1074/18 "licencia de emisiones a la atmósfera" en anexo III detalla guía de modelado. Tres etapas incrementales en complejidad.