

La contaminación secundaria

La lluvia ácida



Meteorología: los fenómenos meteorológicos

Las precipitaciones (medidas a través de pluviómetros, que favorecen o desfavorecen la deposición húmeda de los contaminantes)



<https://www.youtube.com/watch?v=25sSFIPr9DW>

LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR DIVERSOS
CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

<https://www.youtube.com/watch?v=PHV7LiEOG0I>

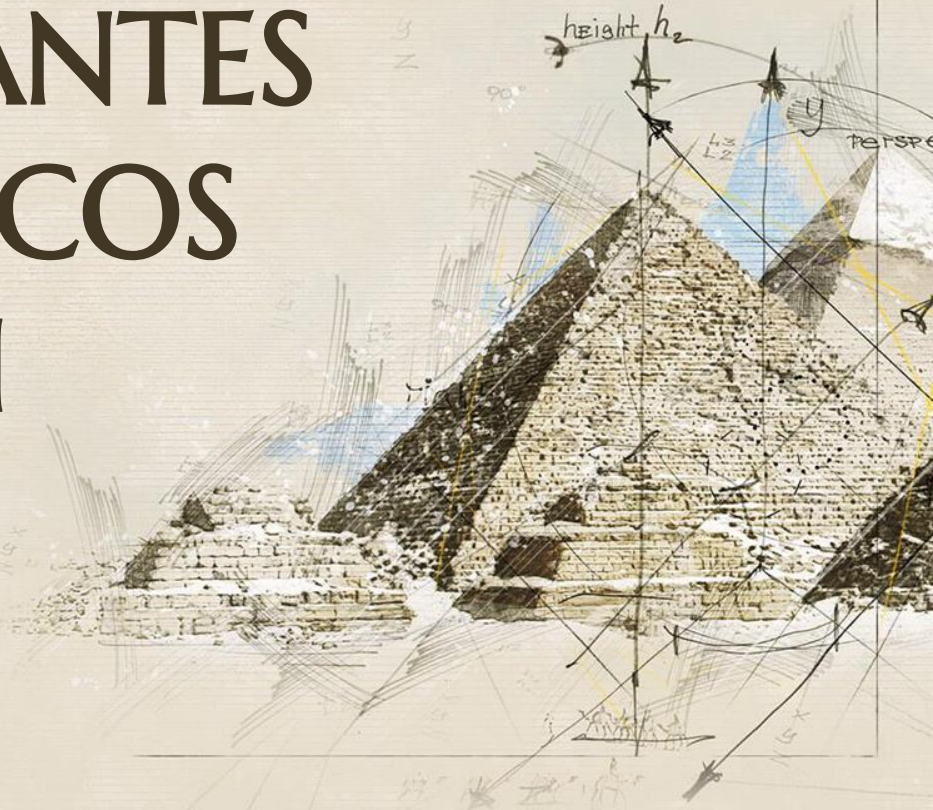
LA METEOROLOGÍA EN EL COTEXTO DE LOS
ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

REPASO



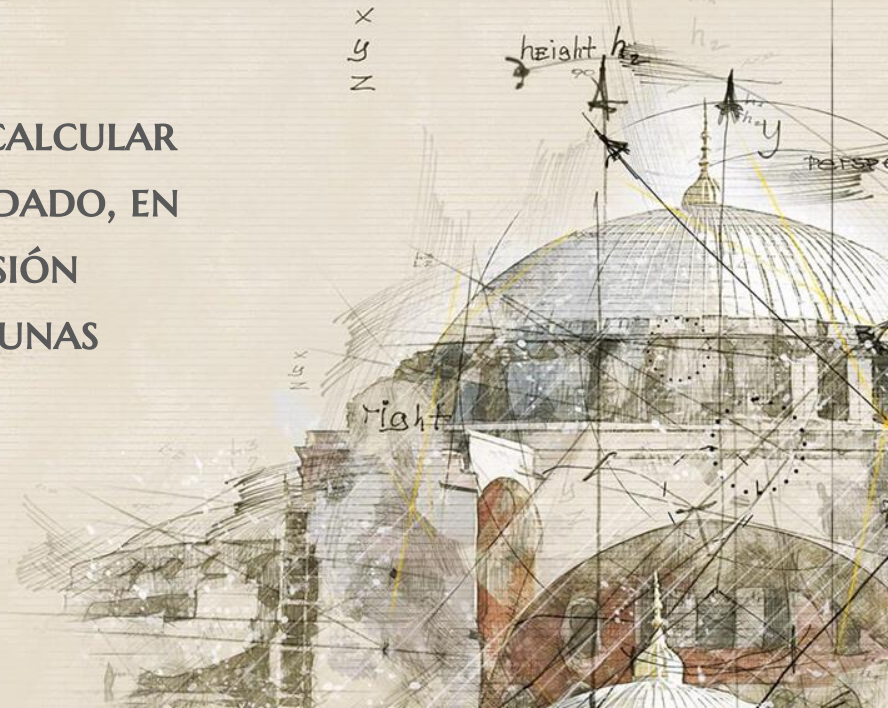
MODELACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PARTE II

CARHUALLANQUI MEJIA, PEGGI
SICHA HUAMAN RUDY



DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES

ES UN MODELO MATEMÁTICO QUE PERMITE CALCULAR LA CONCENTRACIÓN DE UN CONTAMINANTE DADO, EN UN PUNTO ESPECÍFICO, A PARTIR DE UNA EMISIÓN PRODUCTO DE UNA O VARIAS FUENTES, PARA UNAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS ESPECÍFICAS.



EMPÍRICOS

SEMI-EMPÍRICOS

NUMÉRICOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

MODELOS GAUSSIANOS,
EULERIANOS Y
LAGRANGIANOS

MANTIENEN LAS
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
Y FÍSICAS

	Macroescala	Mesoescala		Microescala
	Global	Continental-Regional	Regional-Local	Local
Modelo				
Eulerianos	X	X		
Lagrangianos	X	X		
Gaussianos (AERMOD, CALPUFF)			X	X
WRF-Chem		X	X	X



AERMOD

An official website of the United States government.

We've made some changes to [EPA.gov](#). If the information you are looking for is not here, you may be able to find it on the [EPA Web Archive](#) or the [January 19, 2017 Web Snapshot](#). [Close](#) X

EPA United States Environmental Protection Agency

Environmental Topics Laws & Regulations About EPA Search EPA.gov

Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (SCRAM)

CONTACT US
SHARE [f](#) [t](#) [e](#)

- SCRAM Home
- Air Quality Models
- Model Applications and Tools
- Modeling Guidance and Support
- Meteorological Data and Processors
- Conferences and Workshops
- Reports and Journal Articles

Air Quality Dispersion Modeling – Preferred and Recommended Models

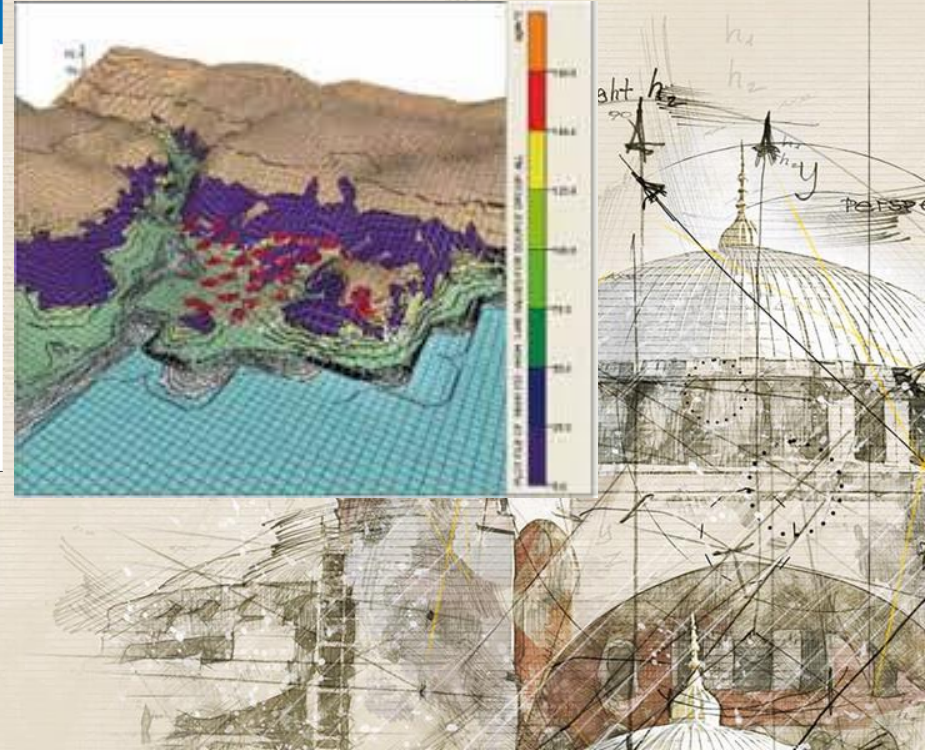
These refined dispersion models are listed in [Appendix W \(PDF\)](#) (45 pp, 803 K, [About PDF](#)) and are required to be used for State Implementation Plan (SIP) revisions for existing sources and for New Source Review (NSR) and Prevention of Significant Deterioration (PSD) programs. The models in this section include the following:

AERMOD Modeling System - A steady-state plume model that incorporates air dispersion based on planetary boundary layer turbulence structure and scaling concepts, including treatment of both

<https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models>

TUTORIAL (INGLES-ESPAÑOL)

<https://www.youtube.com/watch?v=MbwDe7hQyo&list=PLmi4nBhjnsk0anh7x6eipm6D2xh7-EUp&index=1>



CALPUFF

TUTORIAL (INGLES-ESPAÑOL)

https://www.youtube.com/watch?v=B1dpm54G_e4&list=PLmi4nBhjnjskBPiQ7Vgmz5xKvY2u6YOkA

Exponent®

Engineering and Scientific Consulting



- » Atmospheric Sciences
- » CALPUFF Model
 - » Download
 - » FAQs
- » CALPUFF Training
- » Data Sets
- » Regulatory Dispersion Modeling Services
- » Regulatory Support Services
- » British Columbia WRF Dataset

CALPUFF Modeling System Downloads

Sections:

- » CALPUFF Documentation
- » CALPUFF System: Official USEPA-Approved Version
- » CALPUFF System: Version 7
- » CALPUFF System: Version 6

CALPUFF Documentation

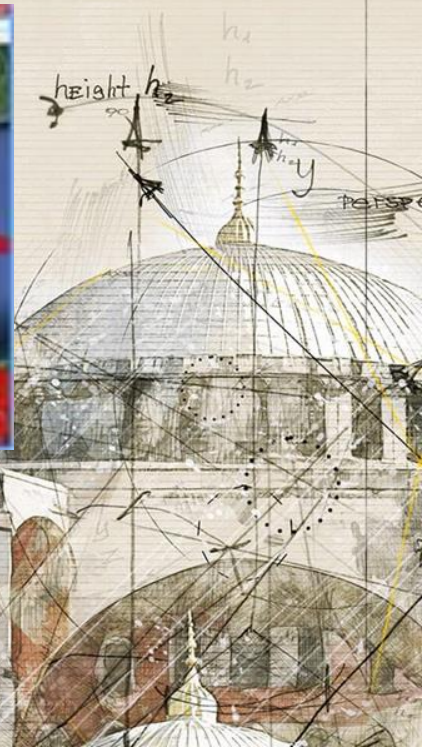
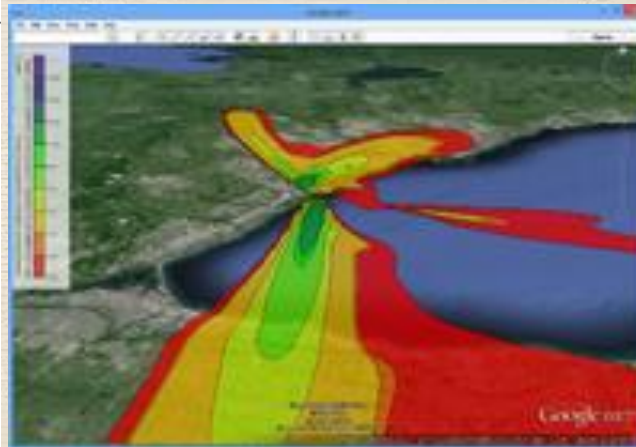
User Guides

- » CALMET (Version 5) User Guide (1.4 MB)
- » CALPUFF (Version 5) User Guide (3.2 MB)

MMS-Sponsored CALPUFF Model Updates (March 2006)

- » Project Overview (18.7 KB)
- » Volume 1: Technical Upgrades (1.90 MB)
- » Volume 1: Appendix (See Surface Temperature Datasets) (9.37 MB)
- » Volume 2: Updates to CALMET and Preprocessors Users Guide (4.14 MB)
- » Volume 3: Updates to CALPUFF and Postprocessors Users Guide (4.49 MB)
- » Model Evaluation Paper: Scire, J.S., D.G. Strimatis and F.R. Robe, 2005: Evaluation of Enhancements to the CALPUFF International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Sissi (M)

New Chemistry Updates (v6.4) - Nov 2010



<http://www.src.com/calpuff/download/download.htm>

WRF

TUTORIAL (INGLES-ESPAÑOL)

https://www.youtube.com/watch?v=HWE6UdJli_M

WRFUSERSPAGE

Home Model System User Support Download Doc / Pub Physics Users Forum WRF Forecast Links

WRF
Free Met Data
from NCAR

Real-time Data
from NCEP

WRF SOURCE CODES AND GRAPHICS SOFTWARE DOWNLOAD PAGE

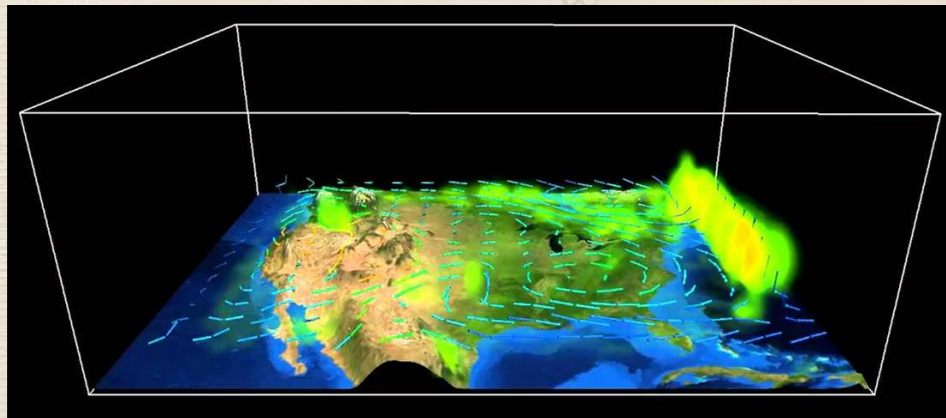
For quick navigation, click any link in the below boxes

Version 4.0	WRF-ARW	WPS	WRFDA	WRF-Chem	Post Processing	Utilities	Testing
-----------------------------	-------------------------	---------------------	-----------------------	--------------------------	---------------------------------	---------------------------	-------------------------

This page provides downloads for WRF Versions 4.0, back to 3.2 (for releases prior to that, click [here](#)). Beginning with V4.0.1, code can be obtained [here](#).

If you are a first-time WRF user, learn how to run the programs via the [online tutorial](#).

Please read this [special note](#) if you are using NCAR's [Cheyenne](#).



[https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_s
ources.html](https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_sources.html)

CAPACITACIÓ DEL IGP (ACCESO LIBRE)

Pulsa **Esc** para salir del modo de pantalla completa

BIENVENIDOS AL CURSO VIRTUAL

MODELADO NUMÉRICO DE LA ATMÓSFERA

 **Expositor: Dr. Aldo Moya**
Investigador científico del IGP

 **FECHA:** 18 de mayo

 **HORA:** 9:00 a.m.

Detalles de la reunión

Logo: IGP FONDEF

Video call interface showing participants: Aldo Moya, Fey Yarina Silva Vidal De Millones

<https://www.facebook.com/igp.peru/videos/174617327310658/>

ALGUNOS RESULTADOS

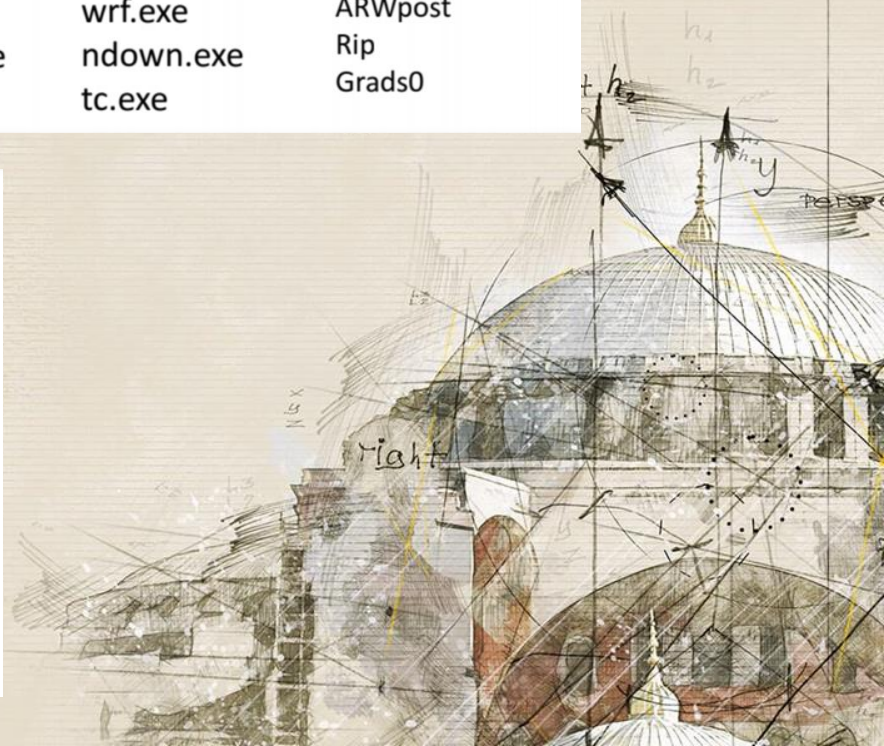
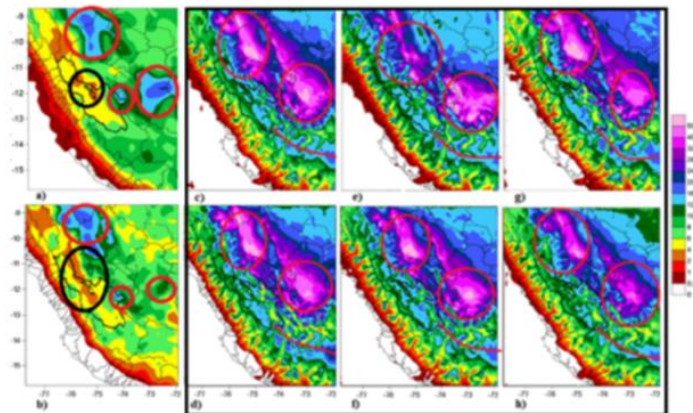
¿COMO FUNCIONA WRF-ARW?

WPS
geogrid.exe
ungrb.exe
metgrid.exe

WRF
real.exe
wrf.exe
ndown.exe
tc.exe

PostPS
NCL
ARWpost
Rip
Grads0

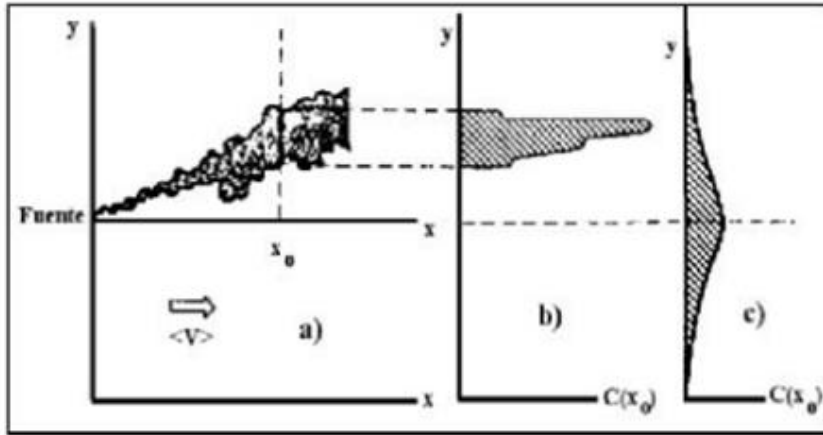
Distribución espacial de la precipitación (mm/24h) para el dominio de 6 km, promedio de todos los períodos estudiados; a – TRMM, b – PISCO, c – CTR, d – MP_LP, e – C_BMJ, f – BL_MYJ, g – C_GRELL3 y h – MP_MR



DISPERSIÓN GAUSSIANO

CARACTERÍSTICAS:

- Es el modelo más usado.
- Emplea cálculos relativamente simples.
- Determina la concentración de contaminantes en el nivel del suelo.
- Fuentes puntuales y terrenos planos.



Se supone:

- El penacho se desarrolla en la dimensión horizontal.
- Se requiere dos parámetros de dispersión (σ_y y σ_z)

$C(x,y,z)$: Concentración del gas o partícula a nivel del suelo en dirección x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Q : Intensidad de emisión de la fuente (g/s)

U : Velocidad de viento (m/s)

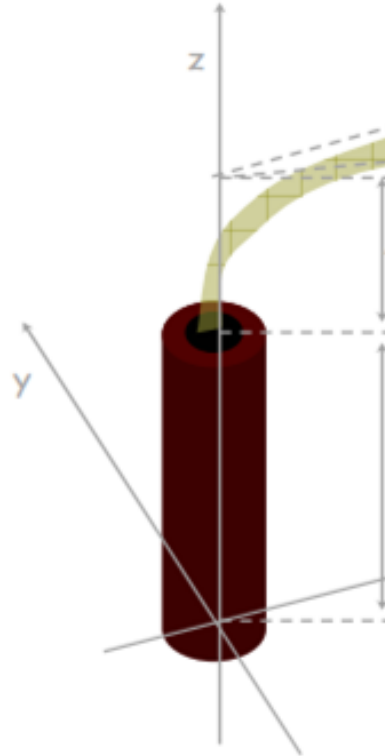
H : Altura efectiva del penacho (m)

h : Altura de la chimenea (m)

Δh : elevación del penacho (m)

σ_y, σ_z : Desviación estándar de la distribución de la concentración en las direcciones Y y Z (m)

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$



Coeficientes de Dispersión CAMPO ABIERTO SEGÚN BRIGGS

• σ_y (metros)

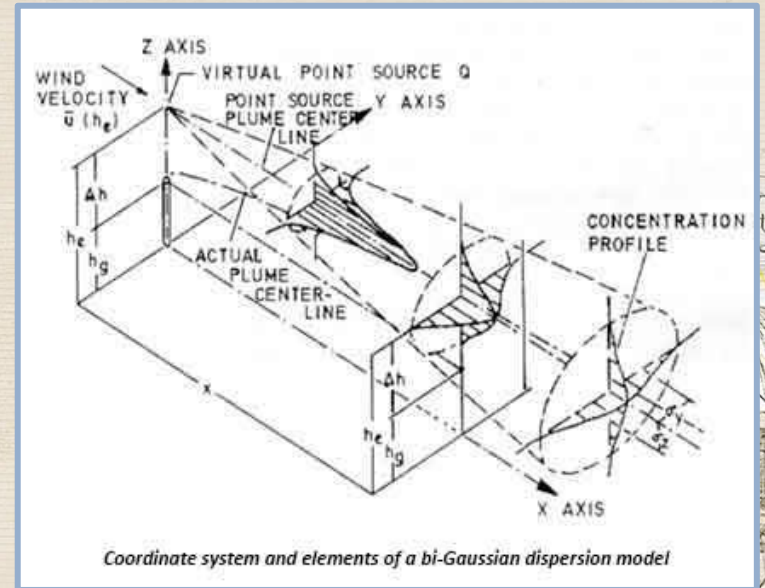
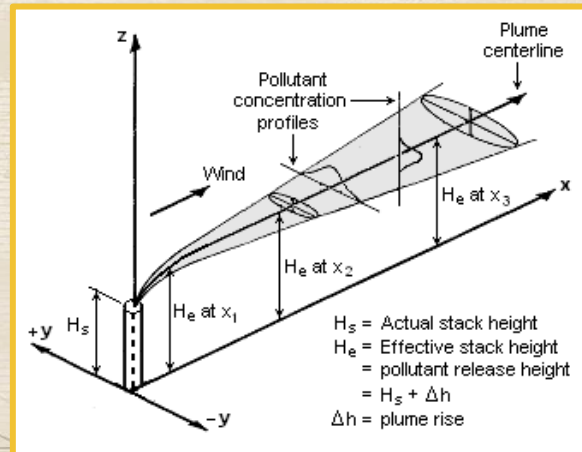
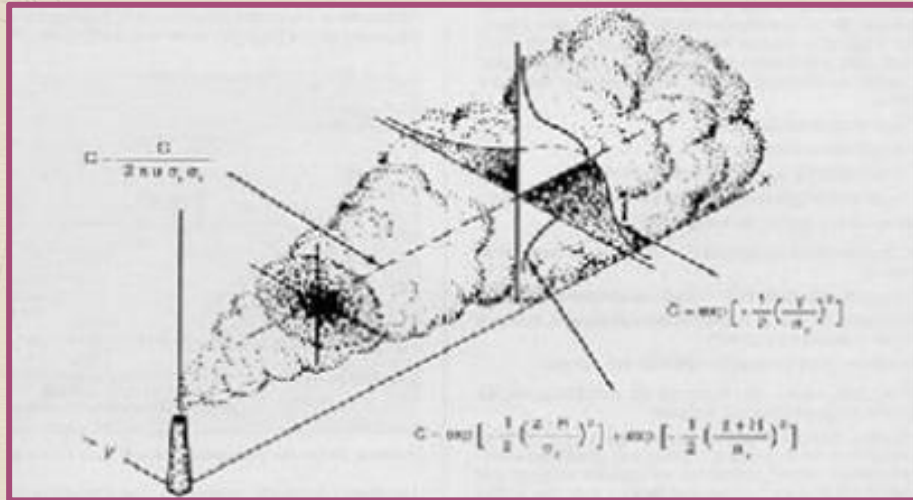
- A $0,22x(1+0,0001x)^{-1/2}$
- B $0,16x(1+0,0001x)^{-1/2}$
- C $0,11x(1+0,0001x)^{-1/2}$
- D $0,08x(1+0,0001x)^{-1/2}$
- E $0,06x(1+0,0001x)^{-1/2}$
- F $0,04x(1+0,0001x)^{-1/2}$

• σ_z (metros)

- A $0,20x$
- B $0,12x$
- C $0,08x(1+0,0002x)^{-1/2}$
- D $0,06x(1+0,0015x)^{-1/2}$
- E $0,03x(1+0,0003x)^{-1}$
- F $0,016x(1+0,0003x)^{-1}$

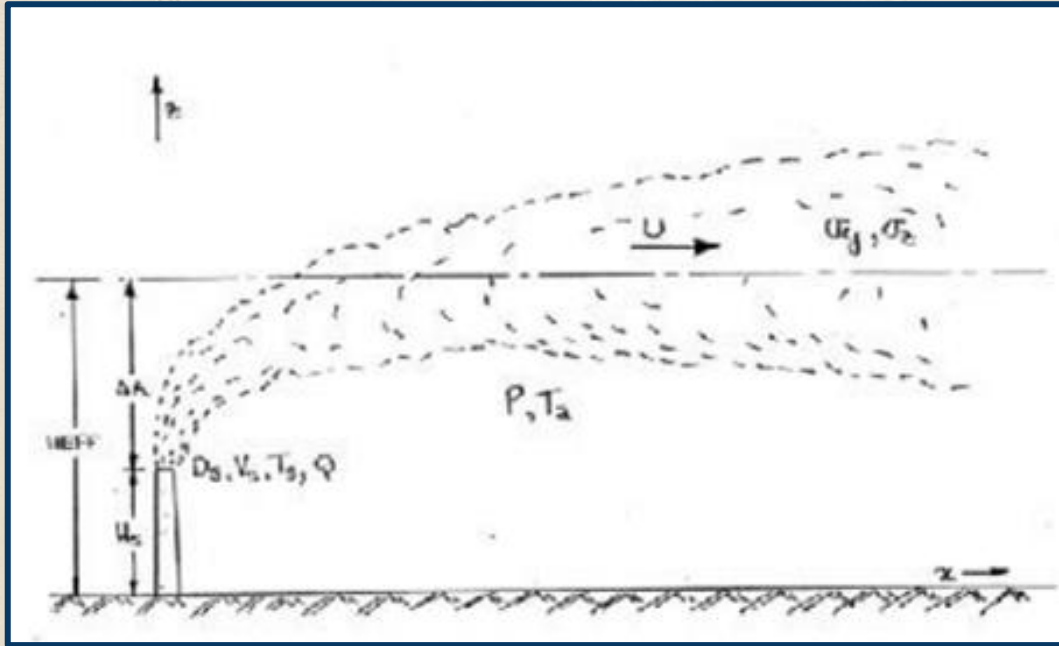
dirección del viento

Perfil de concentración



Temperatura de salida

Mayor temperatura \rightarrow Mayor flotabilidad de gases (ascenderán a mayor altura)



Velocidad de emisión

Mayor velocidad de emisión \rightarrow Mayor altura de pluma

Velocidad del viento

Mayor velocidad del viento \rightarrow Menor altura de pluma (menor dispersión)

Altura de la chimenea

Mayor altura de chimenea \rightarrow Mayor dispersión

CÁLCULO DEL LEVANTAMIENTO DEL PENACHO

CONDICION NEUTRAL

$$\Delta h = 0.35 \frac{W_F d}{U} + 2.64 \frac{(Q_h)^{0.5}}{U}$$

CONDICION ESTABLE

$$\Delta h = -1.04 \frac{W_F d}{U} + 2.24 \frac{(Q_h)^{0.5}}{U}$$

Condiciones Inestables (Carson y Moses)

$$\Delta h = 3.47 \frac{W_F d}{U} + 5.15 \frac{(Q_h)^{0.5}}{U} \quad (\text{m})$$

$$Q_h = \frac{\pi d^2}{4} W_F \frac{P}{R_g T_F} (T_F - T) c_p \quad \left(\frac{\text{kJouls}}{\text{s}} \right)$$

Donde :

W_F : Velocidad de salida del gas de la chimenea (m/s)

U : Velocidad del viento (m/s) a la altura de emisión

d : Diámetro de la chimenea (m)

P : Presión atmosférica (mb)

R_g : Constante específica del gas de emisión (mb.m³.mol⁻¹.K⁻¹)

T_F : Temperatura de salida del gas (K)

T : Temperatura del aire a la altura de emisión (K)

c_p : Calor específico a presión cte del gas de emisión (Joules/g.K).

Otras expresiones generales

Ecuación de Holland

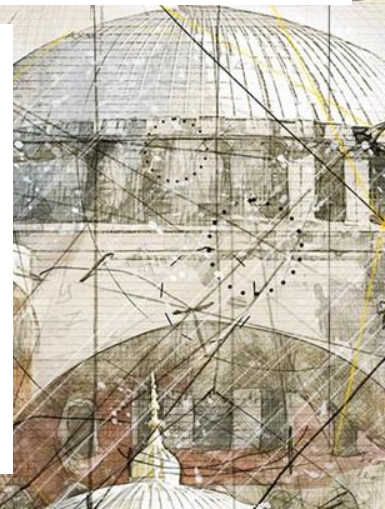
$$\Delta h = \frac{W_F d}{U} (1.5 + 0.0096 \frac{Q_h}{W_F d}) \quad (\text{m})$$

$$Q_h = \frac{\pi d^2}{4} W_F \frac{P}{R_g T_F} (T_F - T) c_p \quad \left(\frac{\text{kJouls}}{\text{s}} \right)$$

Ecuación de Concawe

$$\Delta h = 4.71 \frac{(Q_h)^{0.44}}{U^{0.694}} \quad (\text{m})$$

$$Q_h = \frac{\pi d^2}{4} W_F \frac{P}{R_g T_F} (T_F - T) c_p \quad \left(\frac{\text{kJouls}}{\text{s}} \right)$$



Influencia que Tienen las Condiciones Meteorológicas y los Parámetros de Diseño de Chimeneas en la Dispersión de Contaminantes en el Aire

Vera Figueroa, Juan; Patiño Aroca, Mario; Barriga Rivera, Alfredo

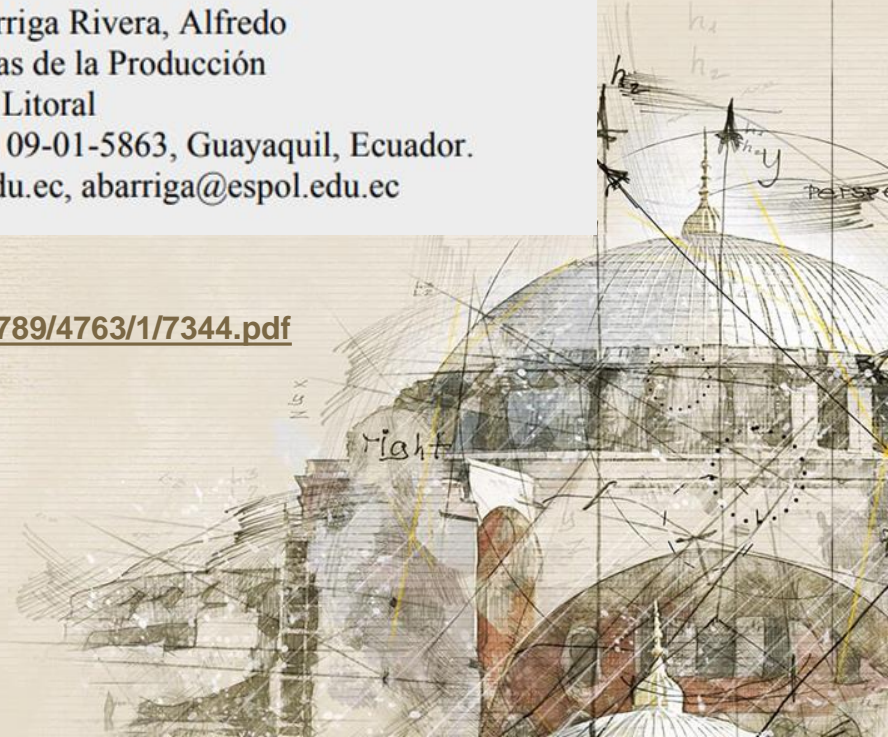
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, Casilla 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

Email: jpverafigueroa@yahoo.com, mpatino@espol.edu.ec, abarriga@espol.edu.ec

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4763/1/7344.pdf>



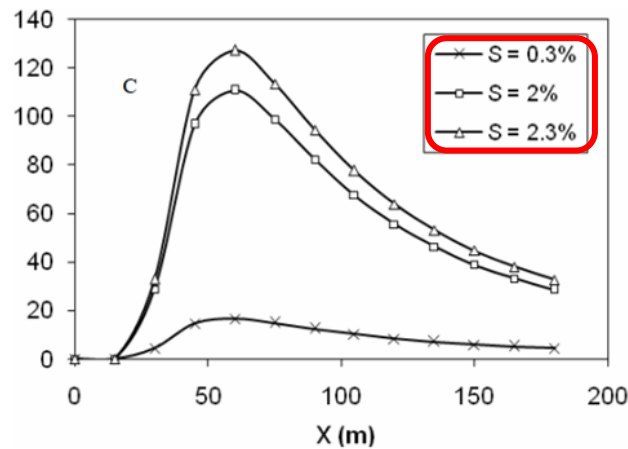


Figura 1. Influencia del contenido de azufre.

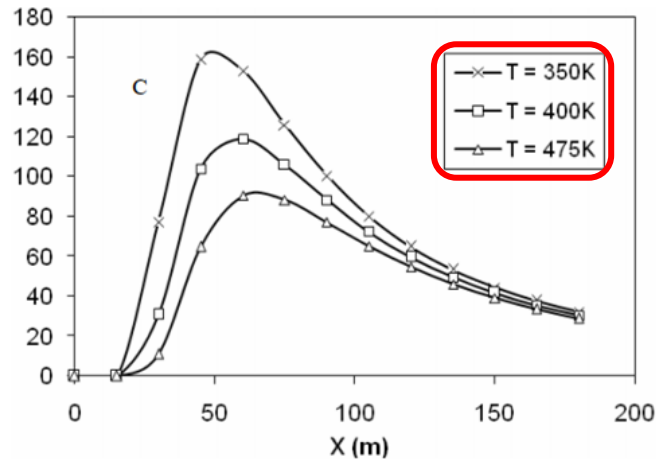


Figura 2. Influencia de la temperatura.

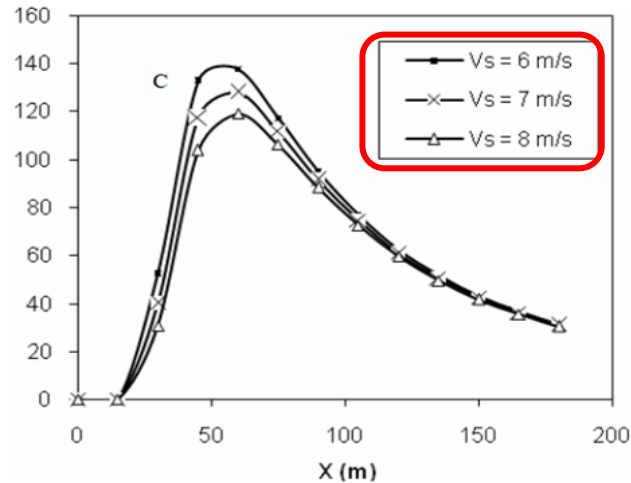


Figura 3. Influencia de la velocidad de salida.

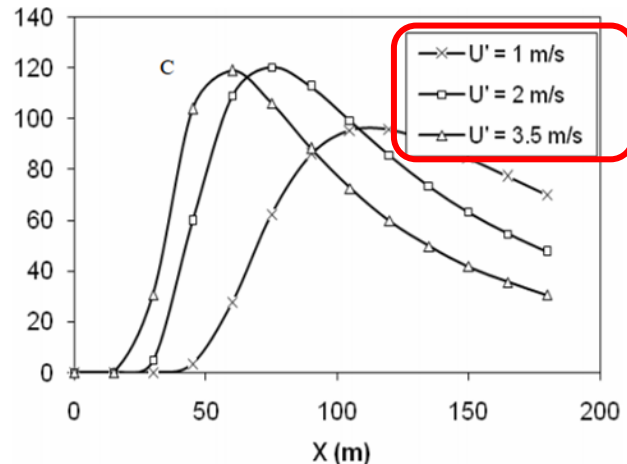
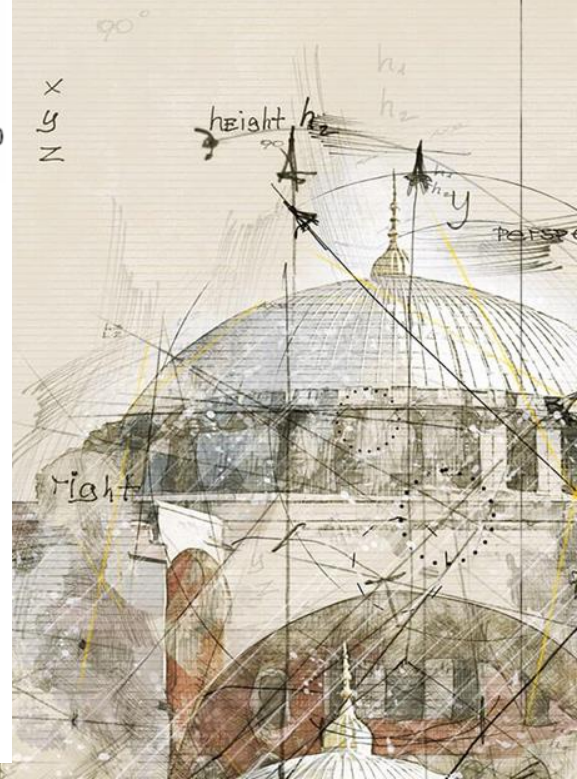


Figura 4. Influencia de la velocidad del viento

EJE Y: CONCENTRACIÓN
EJE X: DISTANCIA



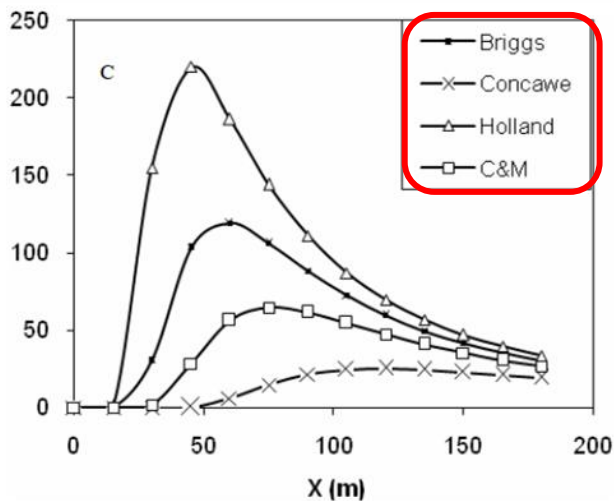


Figura 7. Influencia de las ecuaciones utilizadas

$$\text{Concawe: } \Delta h = 4.71 \frac{(Q_h)^{0.444}}{(u_s)^{0.694}}$$

$$\text{Holland: } \Delta h = \frac{V_s d}{u_s} \left(1.5 + 0.0096 \frac{Q_h}{V_s d} \right)$$

$$\text{Carson \& Moses: } \Delta h = -0.029 \frac{V_s d}{u_s} + 2.62 \frac{(Q_h)^{1/2}}{u_s}$$

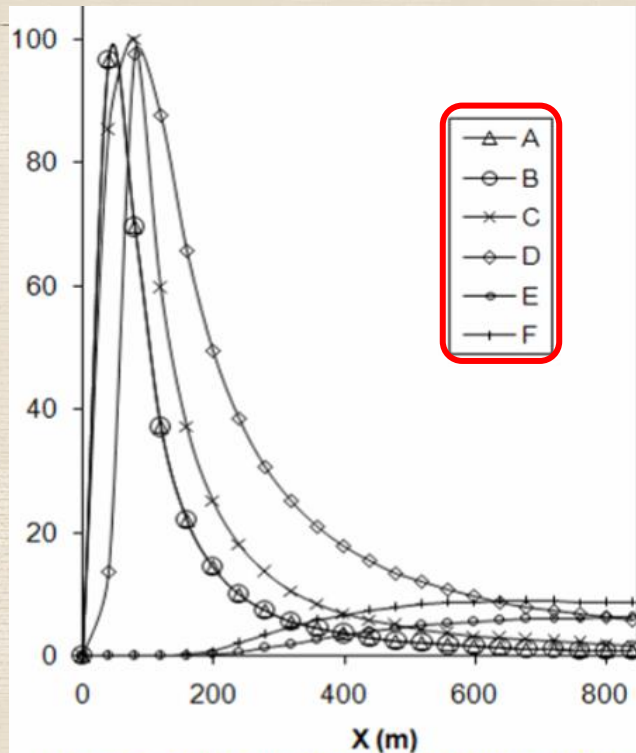


Figura 6. Influencia de la estabilidad atmosférica

A (muy inestable) hasta la F (estable)

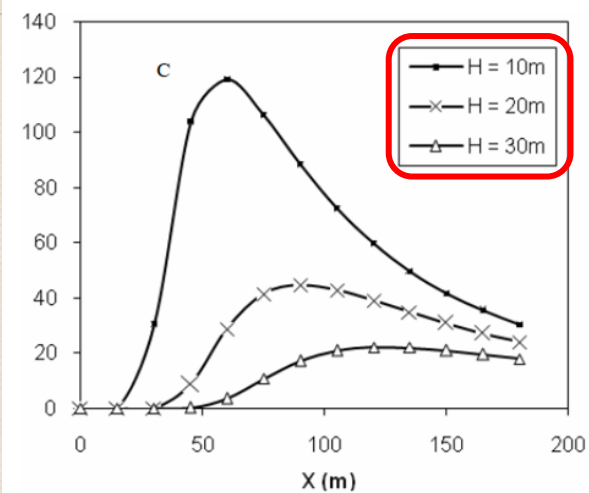


Figura 5. Influencia de la altura de chimenea

EJE Y: CONCENTRACIÓN
EJE X: DISTANCIA

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_x \sigma_y} \exp\left[\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right] \exp\left[\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

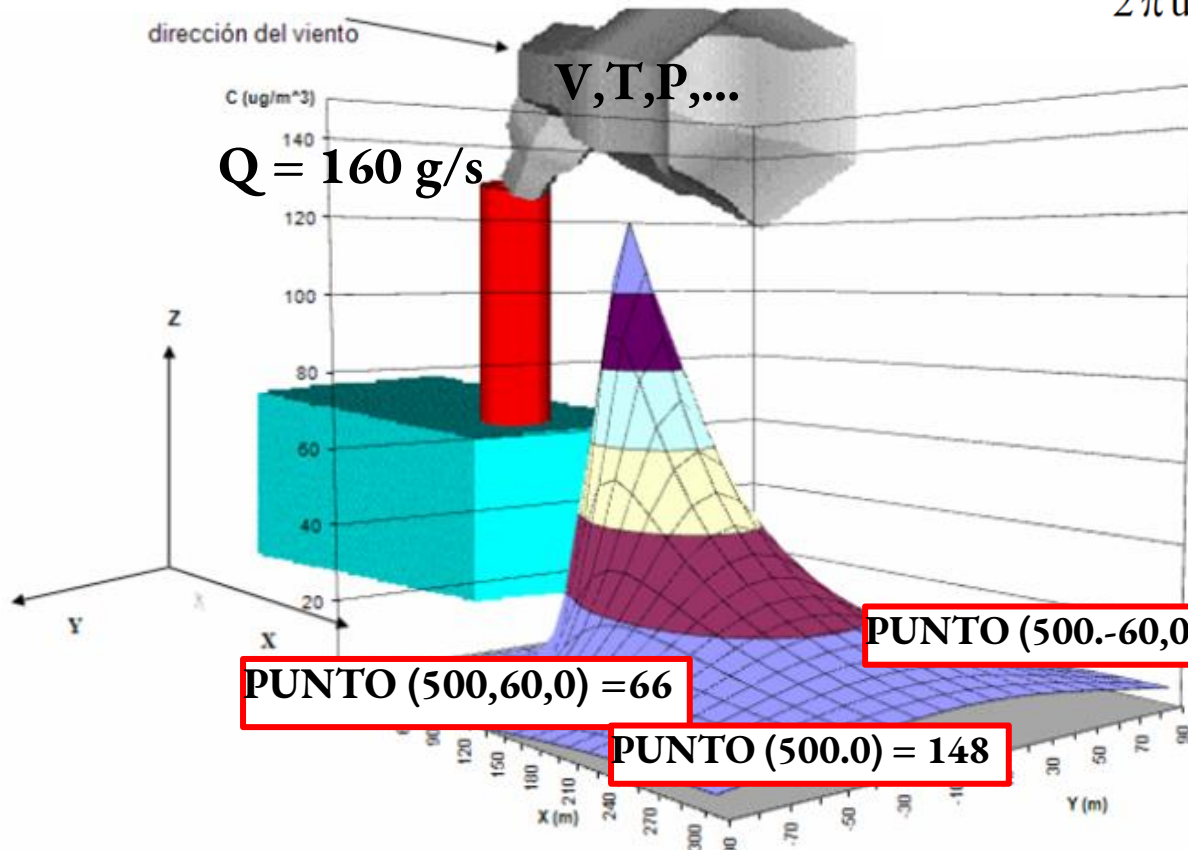
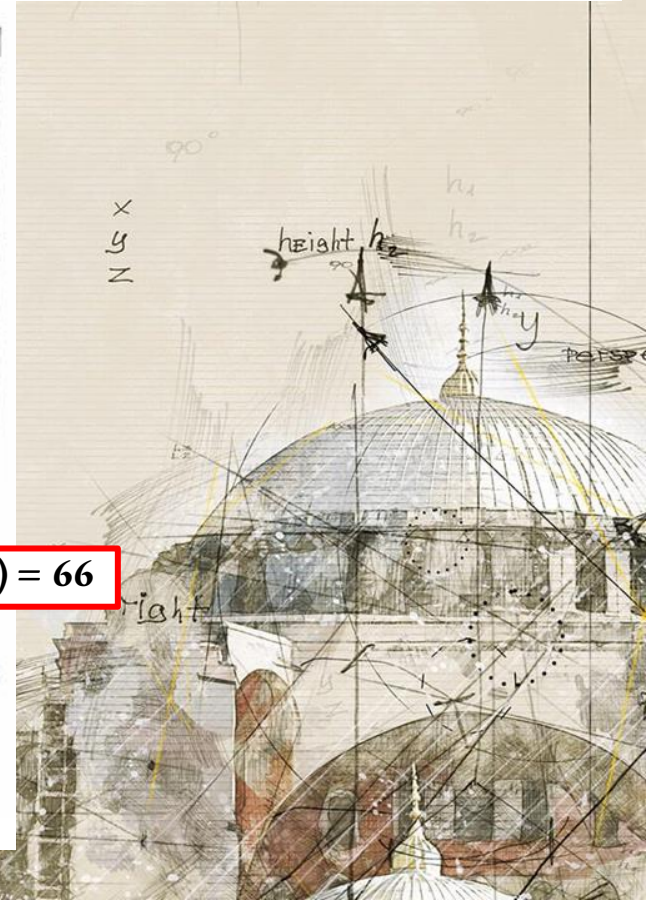


Figura 8. Distribución de la concentración de contaminantes



GRACIAS

