Problemas de Dispersión de contaminantes en el aire

1-Se ha estimado que un botadero abierto de desechos emite humo con 3 g/s de oxido de nitrógeno.

a) ¿Cual es la concentración de óxidos de nitrógeno, en un promedio de 10 minutos de muestreo, a 3 Km de distancia en la dirección del viento en una noche nublada con velocidad superficial del viento de 7 m/s? Asumir a este botadero como una fuente puntual a nivel del terreno. Verifique si estas concentraciones están dentro de los valores permisibles establecidos en las normas ambientales.

Solución

Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos que 3km (3000m), pero sabemos que es de estabilidad D por la velocidad de 7 m/s y por que es en una noche nubada. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 200m, δz (vertical) = 70m.

$$C(x,0,0) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z}$$

$$C(3,0,0) = \frac{3x10^6}{\pi 7 \times 200 \times 70} = 9.74 \mu g / m^3$$

Si está dentro de los valores permisibles y se encuentra en el rango de deseable.

b) Calcule y dibuje (plotee) las curvas de concentracion de contaminantes a 1, 2, 4, 3, 5, 6, 7 , 8 ,9, 10 Km, de distancia en la dirección del viento, y a 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 m de distancia a ambos lados del eje x

1) Cuando X=1Km, con estabilidad D

Solución

Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 75m, δz (vertical) = 30m.

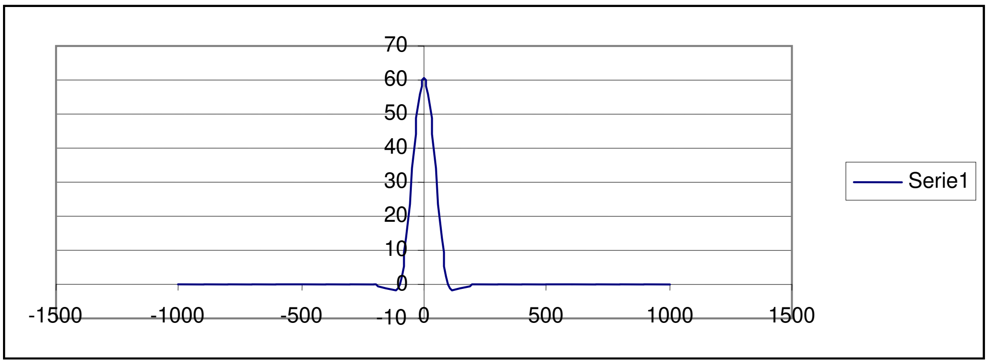
Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	75	30	0
-900	75	30	0
-800	75	30	0
-700	75	30	0

-600	75	30	$8.39 X10^{-86}$
-500	75	30	$2.91 X10^{-59}$
-400	75	30	$1.5 X10^{-37}$
-300	75	30	$1.17 X10^{-20}$
-200	75	30	$1.35X10^{-8}$
-100	75	30	0.2343
0	75	30	60.63
100	75	30	0.2343
200	75	30	$1.35X10^{-8}$
300	75	30	$1.17 X10^{-20}$
400	75	30	$1.5 X10^{-37}$
500	75	30	$2.91 X10^{-59}$
600	75	30	$8.39 X10^{-86}$
700	75	30	0
800	75	30	0
900	75	30	0
1000	75	30	0

U=7m/s
Q=$3x10^6$ $\mu g / s$
Luego reemplazando δy y δz en la ecuación para cada Y.

$$C(x, y,0) = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_x u} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{Y}{\sigma_y}\right)^2}$$



2) Cuando X=2Km, con estabilidad D

Solución

Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 150m, δz (vertical) = 55m.

Y vs. C

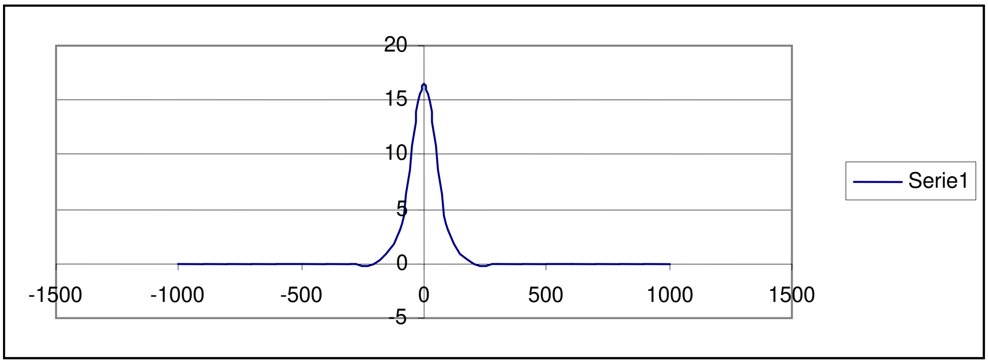
Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	150	55	2,71E-71
-900	150	55	1,18E-57
-800	150	55	1,89E-45
-700	150	55	1,106E-34
-600	150	55	2,37 E-25
-500	150	55	1,872 E-17
-400	150	55	5,4 E-11
-300	150	55	5,7 E-6
-200	150	55	0,022
-100	150	55	3,166
0	150	55	16,535
100	150	55	3,166
200	150	55	0,022
300	150	55	5,7 E-6
400	150	55	5,4 E-11
500	150	55	1,872 E-17
600	150	55	2,37 E-25
700	150	55	1,106E-34
800	150	55	1,89E-45
900	150	55	1,18E-57
1000	150	55	2,71E-71

U=7m/s

Q=3x10^6 $\mu g / s$

Luego reemplazando δy y δz en la ecuación para cada Y.

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_x u} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{Y}{\sigma_y}\right)^2}$$



3) Cuando X=3Km, con estabilidad D

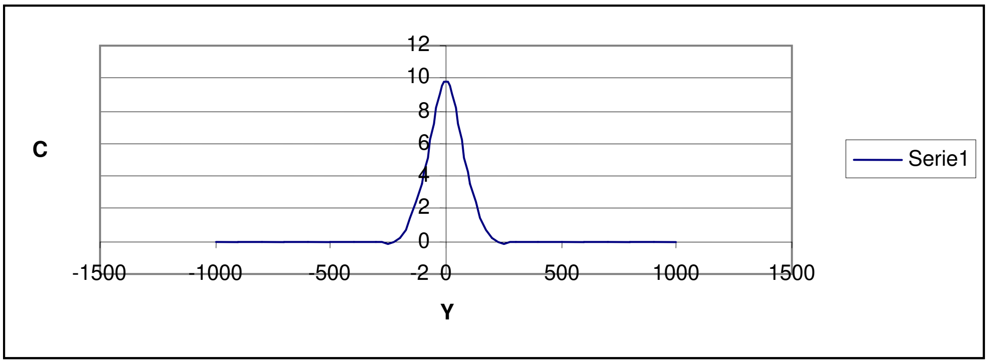
Solución

Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 200m, δz (vertical) = 70m.

Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	200	70	4,07E-44
-900	200	70	1,23E-35
-800	200	70	4,23E-28
-700	200	70	1,87E-21
-600	200	70	1,08 E-15
-500	200	70	8,12 E-11
-400	200	70	7,9 E-7
-300	200	70	0,001
-200	200	70	0,164
-100	200	70	3,51
0	200	70	9,74
100	200	70	3,51
200	200	70	0,164
300	200	70	0,001
400	200	70	7,9 E-7
500	200	70	8,12 E-11
600	200	70	1,08 E-15
700	200	70	1,87E-21
800	200	70	4,23E-28
900	200	70	1,23E-35
1000	200	70	4,07E-44



4) Cuando X=4Km, con estabilidad D

Solución

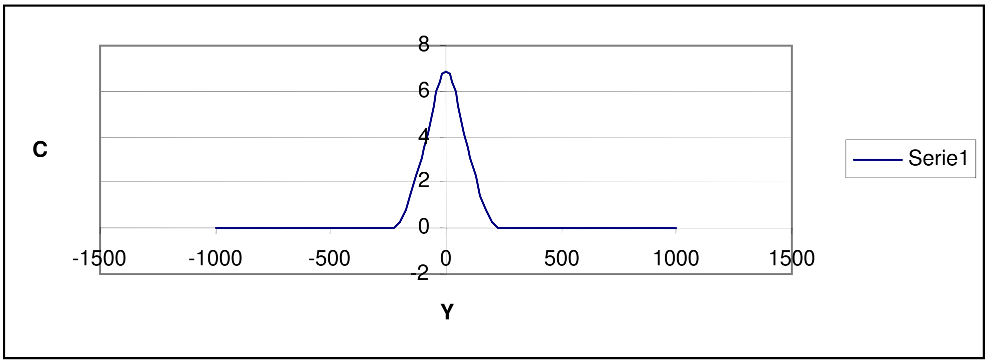
Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 250m, δz (vertical) =80 m.

<u>Y vs. C</u>

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	250	80	8,02E-34
-900	250	80	2,24E-27
-800	250	80	1,31E-21
-700	250	80	1,61E-16
-600	250	80	4,16 E-12
-500	250	80	2,24 E-8
-400	250	80	2,54 E-5
-300	250	80	0,00602
-200	250	80	0,29
-100	250	80	3,12
0	250	80	6,82
100	250	80	3,12
200	250	80	0,29
300	250	80	0,00602
400	250	80	2,54 E-5
500	250	80	2,24 E-8
600	250	80	4,16 E-12
700	250	80	1,61E-16
800	250	80	1,31E-21
900	250	80	2,24E-27

1000	250	80	8,02E-34



5) Cuando X=5Km, con estabilidad D

Solución

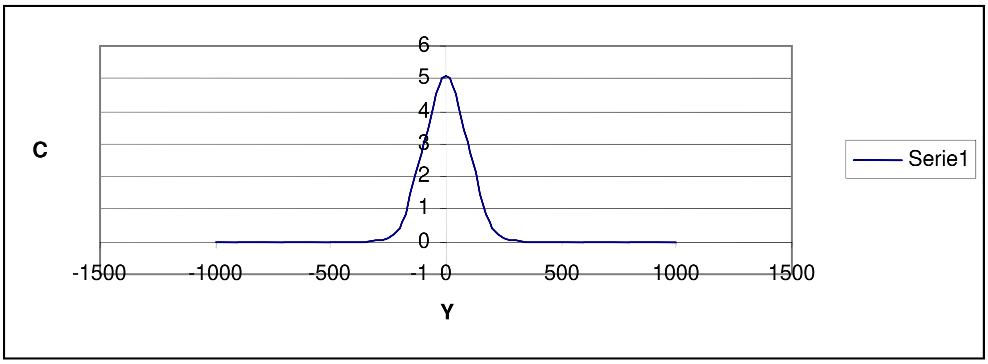
Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 300m, δz (vertical) = 90m.

Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	300	90	7,85E-27
-900	300	90	9,74E-22
-800	300	90	3,51E-17
-700	300	90	3,69E-13
-600	300	90	1,27 E-9
-500	300	90	1,00 E-6
-400	300	90	0,000259
-300	300	90	0,02
-200	300	90	0,43
-100	300	90	2,72
0	300	90	5,05
100	300	90	2,72
200	300	90	0,43
300	300	90	0,02
400	300	90	0,000259
500	300	90	1,00 E-6
600	300	90	1,27 E-9
700	300	90	3,69E-13

800	300	90	3,51E-17
900	300	90	9,74E-22
1000	300	90	7,85E-27



6) Cuando X=6Km, con estabilidad D

Solución

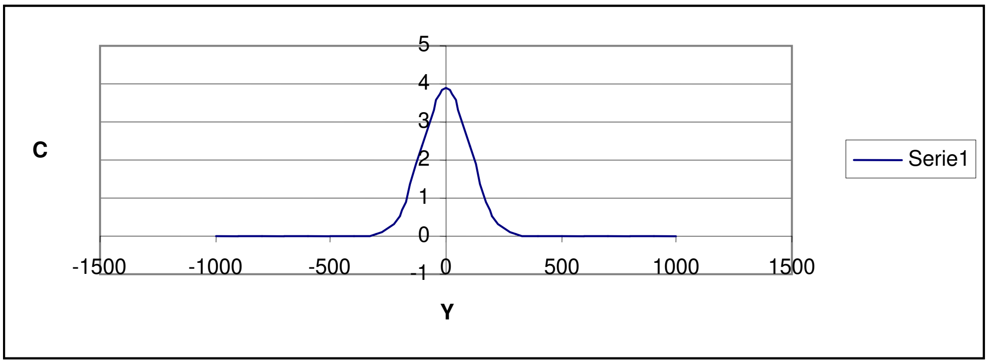
Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 350m, δz (vertical) = 100m.

Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	350	100	7,5E-22
-900	350	100	1,00E-17
-800	350	100	4,92E-14
-700	350	100	8,9E-11
-600	350	100	5,92E-08
-500	350	100	0,0000144
-400	350	100	0,0013
-300	350	100	0,04
-200	350	100	0,52
-100	350	100	2,35
0	350	100	3,89
100	350	100	2,35
200	350	100	0,52
300	350	100	0,04
400	350	100	0,0013
500	350	100	1,44E-05

600	350	100	5,92E-08
700	350	100	8,9E-11
800	350	100	4,92E-14
900	350	100	1,00E-17
1000	350	100	7,5E-22



7) Cuando X=7Km, con estabilidad D

Solución

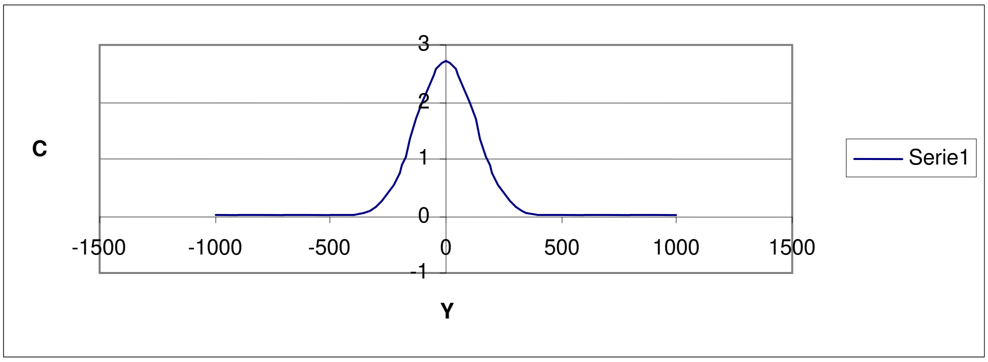
Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 400m, δz (vertical) = 125m.

Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	400	125	3,45E-14
-900	400	125	1,51E-11
-800	400	125	3,48E-09
-700	400	125	4,23E-07
-600	400	125	0,0000271
-500	400	125	0,000915
-400	400	125	0,01
-300	400	125	0,15
-200	400	125	0,76
-100	400	125	1,98
0	400	125	2,73
100	400	125	1,98
200	400	125	0,76
300	400	125	0,15

400	400	125	0,01
500	400	125	9,15E-04
600	400	125	2,71E-05
700	400	125	4,23E-07
800	400	125	3,48E-09
900	400	125	1,51E-11
1000	400	125	3,45E-14



8) Cuando X=8Km, con estabilidad D

Solución

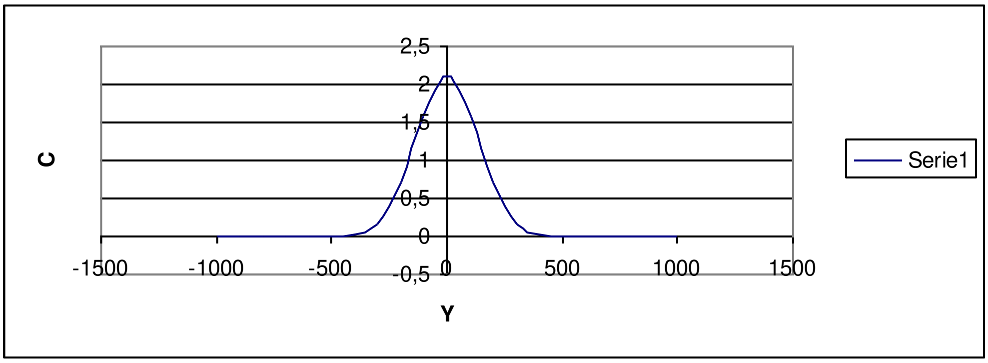
Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 480m, δz (vertical) = 135m.

Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g/m^3$)
-1000	480	135	2,55E-12
-900	480	135	4,69E-10
-800	480	135	4,97E-08
-700	480	135	0,00000304
-600	480	135	0,000107
-500	480	135	0,0022
-400	480	135	0,02
-300	480	135	0,17
-200	480	135	0,7
-100	480	135	1,59
0	480	135	2,1
100	480	135	1,59

200	480	135	0,7
300	480	135	0,17
400	480	135	0,02
500	480	135	2,20E-03
600	480	135	1,07E-04
700	480	135	0,00000304
800	480	135	4,97E-08
900	480	135	4,69E-10
1000	480	135	2,55E-12



9) Cuando X=9Km, con estabilidad D

Solución

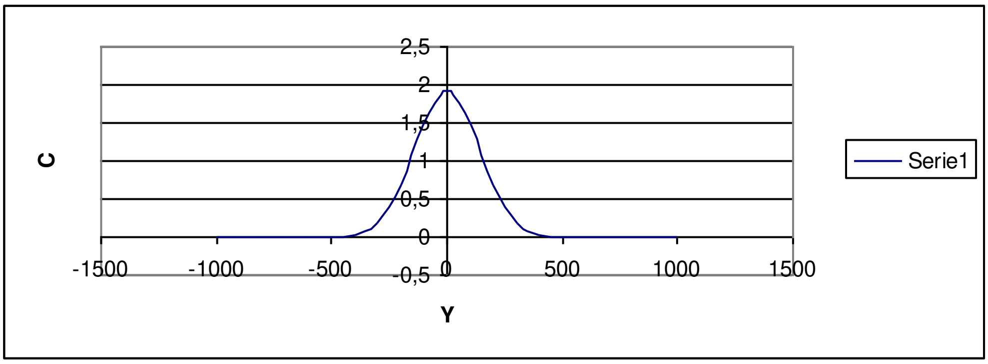
Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 510m, δz (vertical) =140m.

Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g/m^3$)
-1000	510	140	1,59E-11
-900	510	140	2,02E-09
-800	510	140	1,55E-07
-700	510	140	0,00000711
-600	510	140	0,000196
-500	510	140	0,00324
-400	510	140	0,03
-300	510	140	0,19
-200	510	140	0,68
-100	510	140	1,48

0	510	140	1,91
100	510	140	1,48
200	510	140	0,68
300	510	140	0,19
400	510	140	0,03
500	510	140	3,24E-03
600	510	140	1,96E-04
700	510	140	0,00000711
800	510	140	1,55E-07
900	510	140	2,02E-09
1000	510	140	1,59E-11



10) Cuando X=10Km, con estabilidad D

Solución

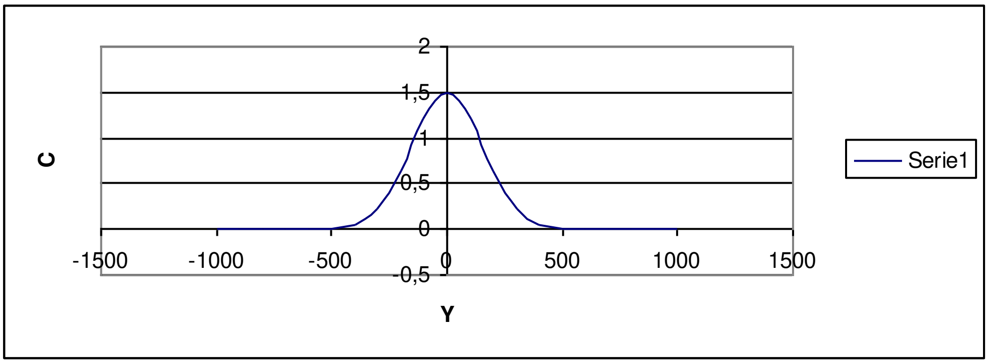
Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 590m, δz (vertical) =155m.

Y vs. C

Y=Distancia de la torre(m)	δy(horizontal) (m)	δz (vertical) (m)	C=Concentración ($\mu g / m^3$)
-1000	590	155	1,36E-09
-900	590	155	7,11E-08
-800	590	155	0,00000244
-700	590	155	0,0000555
-600	590	155	0,00083
-500	590	155	0,00819
-400	590	155	0,05
-300	590	155	0,22

-200	590	155	0,64
-100	590	155	1,21
0	590	155	1,49
100	590	155	1,21
200	590	155	0,64
300	590	155	0,22
400	590	155	0,05
500	590	155	8,19E-03
600	590	155	8,30E-04
700	590	155	0,0000555
800	590	155	0,00000244
900	590	155	7,11E-08
1000	590	155	1,36E-09



2-Se ha estimado que 80 g/s de dioxido de sulfuro están siendo emitidos desde una refinería de petróleo a una altura efectiva promedio de 60m. A las 8h00 en una mañana de invierno nublada con un viento superficial de 6 m/s.

a) ¿Cual es la concentración obtenida en el punto de coordenadas (500m, 50m, 0m)? Asumir que la velocidad del viento en el tope de la chimenea es la misma que la velocidad superficial y que existe reflexión producida por el terreno.

Solución

Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ a 500m, pero sabemos que es de estabilidad D por la velocidad de 6 m/s y por que es en una mañana nubada. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 40m, δz (vertical) = 20m.

$$C(x, y,0) = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_x u} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{Y}{\sigma_y}\right)^2}$$

$$C(500{,}50{,}0)=\frac{80x10^{6}}{\pi 6\times 40\times 20}e^{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{50}{40}\right)^{2}\right]}=2428.8\mu g/m^{3}$$

3-Dióxido de sulfuro se emite desde una industria a una tasa de 0,90 Kg/s desde una chimenea con una altura efectiva de 220 m. La velocidad media del viento a la altura de la torre (chimenea) es 4,8 m/s, y la categoría de estabilidad atmosférica es B.

-Determinar la concentración (C), en la línea central siguiendo la dirección del viento, expresada en µg / m 3 a nivel del suelo, considerando distancias de la torre de 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 3,0; y 4,0 Km. Graficar C versus el logaritmo de la distancia

Solución

Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ para cada distancia. Así que tenemos:

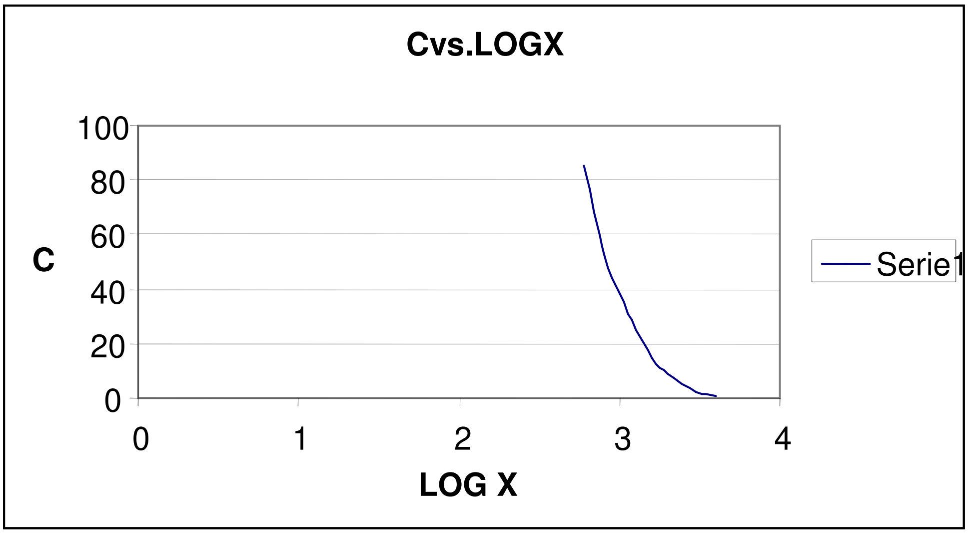
X=Distancia de la torre	δy(horizontal)	δz (vertical)	C=Concentración	LOG(X)
600m	100m	70m	8526.15	2,77815125
800m	125m	90m	5305.16	3
1000m	125m	125m	3819.71	2,90308999
1200m	140m	150m	2842.05	3,07918125
1600m	160m	250m	1492.07	3,20411998
2000m	200m	350m	852.61	3,30103
3000m	400m	700m	213.15	3,47712125
4000m	520m	1200m	95.64	3,60205999

H=220m
U=4,8m/s
Q=900g/s=900x10^{6} $\mu g/s$

Luego reemplazando δy y δz respectivamente tenemos la concentración que está en la tabla. Usando la ecuación, donde y = z=0

$$C(x,y,0)=\frac{Q}{\pi\sigma_{y}\sigma_{x}u}$$

$$C(x,0,0)=\frac{900x10^{6}}{\pi 4.8\times\delta_{y}\times\delta_{z}}=\text{concentración}$$



4-Un relleno sanitario emite gas a una tasa de 4 g/s de NOx.

a) Determinar la concentración C (x, y, z) de NOx a 3 Km. en la dirección del viento, si su velocidad u = 5 m/s y la clase de estabilidad es D.

Solución

Se aplica la ecuación del modelo gaussiano y de las Curvas obtenemos δ a 3000m, pero sabemos que es de estabilidad D por la velocidad de 5 m/s. Así que tenemos:

δy(horizontal) = 100m, δz (vertical) = 70m.

$$C(x,0,0) \quad = \frac{Q}{\pi\ u\ \sigma_y \sigma_z}$$

$$C(3,0,0) = \frac{4x10^6}{\pi 5 \times 100 \times 70} = 36.378 \mu g / m^3 deNO_X$$

b) ¿Cuál es la concentración máxima a nivel del terreno y a 50 metros sobre el terreno?

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z^2}{\sigma_z^2} \right) \right]$$

$$C(3000,0,50) = \frac{4x10^6}{\pi 5 \times 100 \times 70} e^{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{50}{70} \right)^2 \right]} = 28.18 \mu g / m^3$$

c) Verifique si estas concentraciones están dentro de los valores permisibles establecidos en las normas ambientales.

Si se encuentra dentro de los valores permisibles y está en la categoría de deseable.