**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.





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  () |
| -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=3x106 s

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



-10

0

10

20

30

40

50

60

70

-1500

-1000

-500

0

500

1000

1500

Serie1

**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  () |
| -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=3x106 s

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



-5

0

5

10

15

20

-1500

-1000

-500

0

500

1000

1500

Serie1

**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  () |
| -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 |

-2

0

2

4

6

8

10

12

-1500

-1000

-500

0

500

1000

1500

**Y**

**C**

Serie1

**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.

**Y vs. C**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Y=Distancia de la torre(m) | δy(horizontal) (m) | δz (vertical) (m) | C=Concentración  () |
|
|
| -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 |

-2

0

2

4

6

8

-1500

-1000

-500

0

500

1000

1500

**Y**

**C**

Serie1

**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  () |
|
|
| -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 |

-1

0

1

2

3

4

5

6

-1500

-1000

-500

0

500

1000

1500

**Y**

**C**

Serie1

**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  () |
|
|
| -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 |

-1

0

1

2

3

4

5

-1500

-1000

-500

0

500

1000

1500

**Y**

**C**

Serie1

**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  () |
|
|
| -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 |

-1

0

1

2

3

-1500

-1000

-500

0

500

1000

1500

**Y**

**C**

Serie1

**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  () |
|
|
| -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  () |
|
|
| -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  () |
|
|
| -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.





**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=900x106 s

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





**Cvs.LOGX**

0

20

40

60

80

100

0

1

2

3

4

**LOG X**

**C**

Serie1

**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.





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





**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.