

Instituto Tecnológico de Durango  
Departamentos de Ing. Química y Bioquímica

Anteproyecto de Residencia Profesional

“Elaboración de un modelo para estimar coeficientes de dispersión de gas por permeabilidad aerobia, y dispersión de gases en los diferentes tipos de medios porosos con aplicación en biofiltros”

Director:  
Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

1/13/2010

Alumno: Guillermo Messner Leal  
05040925

# Anteproyecto de residencia profesional

## Datos generales

Nombre del proyecto	Elaboración de un modelo para estimar coeficientes de dispersión de gas por permeabilidad aerobia, y dispersión de gases en los diferentes tipos de medios porosos con aplicación en biofiltros
Director del proyecto	Dr. Tjalfe Poulsen
Empresa o institución	Aalborg University
Departamento o área	Biología, Química e Ingeniería ambiental
Lugar de realización	Aalborg University, Aalborg, Dinamarca
Periodo de realización	Enero-Junio 2010

## Antecedentes

Movimiento de los compuestos gaseosos (gases de efecto invernadero, contaminantes orgánicos volátiles, oxígeno y vapor de agua, etc.) en el suelo y otros medios porosos, así como su intercambio con la atmósfera son generalmente controlados por tres mecanismos: la advección, causada por los gradientes de presión del gas, la difusión, causada por los gradientes de concentración de gas, y la dispersión, debido a las diferencias espaciales en las velocidades del gas en el llenado de los poros del medio poroso. La dispersión de gas se produce en muchas situaciones, por ejemplo en relación con la extracción de vapores del suelo, movimiento de los gases de vertedero, y cerca de la superficie del suelo debido al viento turbulencia. Poulsen et al (2006) han demostrado que la turbulencia del viento inducido por la dispersión del gas es responsable de hasta un 40% de las emisiones de gases de vertedero a la atmósfera. La dispersión de gas por lo tanto puede ser un mecanismo muy importante para el intercambio de gases de efecto invernadero, contaminantes volátiles y otros gases. A pesar de este hecho, sólo muy poco esfuerzo se ha puesto en la identificación de la importancia de la dispersión de gases en medios porosos y los parámetros que lo rigen. La contribución más significativa a la comprensión de la dispersión de gas en un medio poroso era Rolston et al. (1969) que investigó la relación entre la dispersión de gases y la velocidad media de flujo advectivo de gas para un número limitado de medios porosos artificiales y naturales. Aparte de los dos estudios mencionados anteriormente no nos damos cuenta de cualquier otra contribución a la comprensión de la dispersión de gases y su dependencia de la velocidad del gas y de los medios porosos y sus características físicas.

La investigación contribuirá a la comprensión de este mecanismo de transporte de gas por ejemplo en la evaluación de gases de efecto invernadero (metano) las emisiones de los vertederos, los humedales o las regiones de permafrost que se derriten debido al calentamiento global, o a la hora de evaluar las emisiones de los contaminantes volátiles.. La dispersión del gas es también importante en relación con la eliminación de olores en los biofiltros, el transporte de oxígeno en pilas de composta y el intercambio de oxígeno en la planta de sistemas de suelo.

### **Objetivo general**

Elaborar un modelo en Excel para estimar los coeficientes de dispersión de gas en diferentes medios porosos bajo condiciones controladas, y bajo condiciones de flujo transitorio

### **Objetivo particular**

Elaboración del modelo matemático en Excel para la determinación de coeficientes de dispersión de gas en la columna a utilizar llevando a cabo:

- Delimitar el problema a modelar, identificando los parámetros relevantes
- Desarrollar el modelo matemático
- Comparar las predicciones del modelo con los datos experimentales disponibles

**Enfoque:** El proyecto se divide en dos partes:

#### **1. Desarrollo de equipo para la medición de los coeficientes de dispersión de gas**

El equipo será desarrollado utilizando un aparato existente para la medición de los coeficientes de difusión molecular bajo cero, las condiciones de flujo a través de una cámara de difusión propuesta por Currie, 1960. El equipo de difusión utiliza una tecnología conocida y probada a fondo que se ha utilizado en el grupo de Ingeniería Ambiental los últimos tres años. Este equipo será modificado para permitir las condiciones de flujo estacionario y transitorio de aire a través de la muestra, tal como se muestra en la Figura 1.

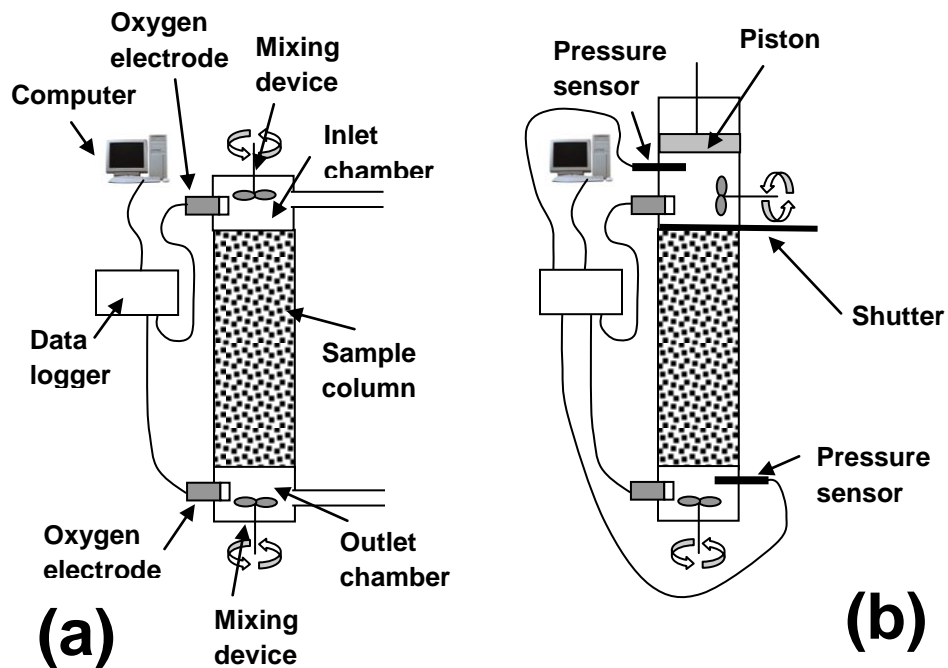


Figura 1. Esquema de los equipos para medir la dispersión de gases en medios porosos basados en la Currie et al. (1960) cámara de difusión: a) montaje experimental para las mediciones en condiciones de flujo constante, b) montaje experimental para las mediciones en condiciones de flujo transitorio.

El equipo de dispersión de gas consistirá en una columna de muestra de alrededor de 1 m de largo equipada con una cámara de flujo en ambos extremos. Cada cámara será equipada con un electrodo de oxígeno para la medición de la concentración de gas en relación, y un dispositivo de mezcla para evitar gradientes de concentración en las cámaras. Las medidas en condiciones de equilibrio (Figura 1a) se llevarán a cabo inicialmente, suministrando la columna con nitrógeno hasta que la columna y ambas cámaras de flujo estén libres de oxígeno. El aire atmosférico se suministrará a la entrada y las concentraciones de oxígeno en ambas cámaras del flujo serán registradas y se utilizarán para calcular los coeficientes de dispersión de gas. Las medidas en condiciones transitorias (Figura 1b) se llevarán a cabo con las dos cámaras de flujo cerradas y la cámara de entrada aislada de la muestra por un obturador. La cámara de entrada contendrá inicialmente el aire atmosférico u oxígeno puro, mientras que la columna y la cámara de salida serán las que contengan nitrógeno. El pistón será fijado en un movimiento oscilatorio para crear las fluctuaciones de presión en la cámara de entrada para imitar el efecto de la turbulencia inducida por las fluctuaciones de presión del viento y el obturador se abrirá. Una vez más las

concentraciones de oxígeno en función del tiempo serán registradas y se utilizara para calcular los coeficientes de dispersión de gas.

## **2. Identificación de parámetros de control de la dispersión de gases**

Se llevaran a cabo medidas de dispersión de gas en un conjunto seleccionado de medios porosos, que representan una amplia gama de propiedades físicas. Los medios seleccionados incluyen:

- 1- Homogénea (cribado) y agregados (tranquilo) los suelos de diferentes texturas que representan los tipos de suelos a menudo se encuentran en los sitios de suelos contaminados, en vertederos, donde el intercambio de gases con la atmosfera ocurre en los campos agrícolas donde la aireación del suelo se lleva a cabo
- 2- De piedra caliza que representa los materiales altamente estructurados, donde el transporte de gas está restringida a pequeñas grietas en el material
- 3- Los materiales orgánicos como la composta, astillas de madera y paja, que representan los materiales utilizados en algunos biofiltros para la eliminación de olores, como amoniaco y gases tóxicos del aire.

Para cada tipo de medio poroso los coeficientes de dispersión de gas se medirán en función de las propiedades del medio físico. Las propiedades físicas a considerar en el programa de medición incluirán el contenido de aire en volumen, densidad aparente, distribución de tamaño de poro y distribución de tamaño de partícula. Las mediciones se llevaran a cabo en virtud de ambos estados: estable y en condiciones transitorias de flujo, como se describe anteriormente. Los experimentos de flujo transitorio se llevaran a cabo mediante una serie de amplitudes y frecuencias de las variaciones de presión para evaluar el impacto de estas características en la dispersión de gas.

El impacto de los parámetros mencionados en la dispersión de gases se identificará en base a los resultados experimentales. Expresiones para la predicción de los coeficientes de dispersión de gas en medios porosos y los parámetros de flujo serán desarrollados. Estas expresiones, útiles para predecir la dispersión de gases en situaciones donde las mediciones no están disponibles, se utilizaran para evaluar la importancia de la dispersión de gas en los diferentes sistemas naturales y artificiales como los mencionados anteriormente.

## **Resultados esperados**

1. Desarrollo de los aparatos y los procedimientos experimentales para la medición de coeficientes de dispersión de gases en medios porosos en escala de laboratorio.

2. Comprensión del impacto de los medios porosos y propiedades de flujo en los coeficientes de dispersión de gas.
3. Modelos para estimar los coeficientes de dispersión de gas en los diferentes tipos de medios porosos de las propiedades de los medios de comunicación que son más simples y más baratos de medir.
4. La comprensión de la importancia de la dispersión de gas en condiciones diferentes en los sistemas naturales y artificiales.

### **Comunicación de los resultados**

Los resultados de la investigación se comunicaran de una serie de artículos que se publican en revistas arbitrarias que se presentaran a nivel nacional e internacional. Los hallazgos relevantes también se utilizaran en la enseñanza de los estudiantes de posgrado en la Sección de Ingeniería Ambiental.

### **Referencias citadas**

Currie, J. A. 1960. *Gaseous diffusion in porous media. Part 1. A non-steady state method.* Br. J. Appl. Phys. 11:314-317.

Poulsen, Tjalfe G. and Per Møldrup. 2006. *Evaluating effects of wind induced pressure fluctuations on soil-atmosphere gas exchange at a landfill using stochastic modelling.* Accepted for publication in Waste Management & Research

Rolston, D. E., D. Kirkham, and D. R. Nielsen. 1969. *Miscible displacement of gases through soil columns.* Soil Science, 488- 492.

### **Descripción de las actividades**

- *Investigación bibliográfica:* Se consultaran los recursos bibliográficos disponibles para poder obtener información relevante al proyecto.
- *Desarrollo de los experimentos:* Se llevaran a cabo diferentes pruebas y experimentos en el equipo a utilizar, los resultados serán capturados y posteriormente aplicados en el modelo matemático
- *Diseño del modelo matemático:* Tomando como referencia el equipo a utilizar, elaborar el modelo que se ajuste a las necesidades requeridas.
- *Seguimiento de residencia:* Durante los tres periodos de seguimiento de residencia se evaluará el avance de conformidad con el formato SNEST-AC-PO-007-05.

- *Preparación del reporte final:* En el reporte final se detallaran todas las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el periodo de residencia.

### **Cronograma**

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Investigacion Bibliografica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Diseño del modelo matemático					X	X	X	X	X							
Desarrollo de los cálculos										X	X					
Desarrollo de experimentos												X	X	X		
Seguimiento de residencia					X				X				X			
Preparacion del reporte final															X	X

### **Datos de la institución**

Razón social	Aalborg Universitet
RFC	No aplica
Giro o actividad	Educación e investigación
Titular	Finn Kjærdsdam - Rector
Domicilio	Fredrik Bajers Vej 5 · P.O. Box 159 · DK - 9100 Aalborg · Dinamarca