



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-15

## ACTA DE EXAMEN DE GRADO DE MAESTRÍA

En la Ciudad de México, D.F., a las 12:00 horas del día 21 del mes de Enero del año 2011 reunidos en el Aula Magna designado para tal efecto, los C. Profesores de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación: Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes, Dr. Lorenzo Alberto Martínez Suástegui, Dr. Abraham Medina Ovando, Dr. Erick Emanuel Luna Rojero, y el Dr. Abel López Villa.

designados para integrar el Jurado de Examen de Grado de: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN TERMOFLUIDOS

de Valeriano Salomón Álvarez Salazar

Con registro: A090306 y considerando que ha cumplido con los requisitos correspondientes, se procedió a efectuar el examen en los términos que establece el Reglamento de Estudios de Posgrado. Después de concluir la disertación y réplica de rigor, el jurado deliberó, habiéndose obtenido el siguiente resultado:

**Aprobado**

Para constancia se levantó la presente acta a las 13:35 horas del día 21 del mes de Enero del año 2011, misma que Suscriben los sinodales mencionados.



**PRESIDENTE**

Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes

**SECRETARIO**

Dr. Lorenzo Alberto Martínez Suástegui

**1er VOCAL**

Dr. Abraham Medina Ovando

**2º VOCAL**

Dr. Erick Emanuel Luna Rojero

**TESIS**

**"Fricción en Silos y Vehículos Acelerados con Carga Granular"**

**3er VOCAL**

Dr. Abel López Villa

**JEFE DE LA SECCIÓN**

Dr. Jaime Pacheco Martínez

Secretario de Investigación y Posgrado

EL SUSCRITO DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA - UNIDAD AZCAPOTZALCO CERTIFICA que las firmas que anteceden son auténticas y corresponden a las personas cuyos nombres aparecen en esta acta.

Dr. Jaime Álvarez Gallegos

Dr. Emmanuel Alejandro Merchán Cruz

UNIDAD AZCAPOTZALCO DIRECCION



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

---

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
MECANICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD AZCAPOTZALCO**

*“ESTUDIOS EXPERIMENTALES DEL EFECTO  
DE TAMAÑO FINITO EN LA IMBIBICIÓN EN  
MICROCANALES”*

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**P R E S E N T A**

**C. ÁLVAREZ SALAZAR VALERIANO SALOMÓN**



**DIRECTORES DE TESIS:**

**DR. ABRAHAM MEDINA OVANDO  
DR. OSCAR ELADIO BAUTISTA GODÍNEZ**

**MEXICO, D.F.**

**FEBRERO 2010**

## **CONTENIDO**

<b>RESUMEN</b>	III
<b>SUMMARY</b>	IV
<b>INDICE DE FIGURAS Y TABLAS</b>	V
<b>NOMENCLATURA</b>	VII
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. Descripción del flujo de fluidos</b>	6
2.2 Ecuación de Continuidad.	8
2.3 Impulso ó cantidad de Movimiento.	14
2.4 Conservación de Energía.	18
2.5 Condiciones de frontera.	18
<b>II. Fenómenos Capilares</b>	20
3.1 Capilaridad	20
3.2 Longitud Capilar	20
3.3 Tensión superficial	21
3.3 Tubo capilar	23
3.5 Proceso de Imbibición	26

**ESTUDIOS EXPERIMENTALES DEL EFECTO DE TAMAÑO FINITO EN LA IMBIBICIÓN  
EN MICROCANALES**

<b>IV. Flujo de Poiseuille para canales rectangulares</b>	<b>30</b>
4.1 Flujo entre placas paralelas (Celda de <i>Hele-Shaw</i> )	30
4.2 Penetración capilar en un microcanal rectangular finito	32
<b>V. Experimento de penetración capilar en microcanales finitos. (CELDA DE HELE -SHAW)</b>	<b>36</b>
5.1 Objetivo del experimento	36
5.2 Material	36
5.3 Procedimiento	39
5.4 Resultados	42
5.5 El problema de la salida del líquido (bloqueo)	42
<b>VI CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>50</b>