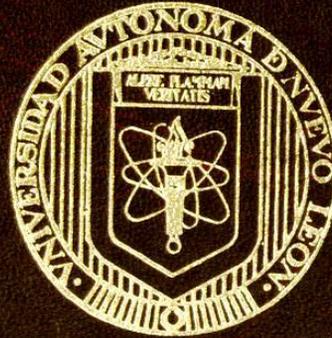


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**LA DURABILIDAD DEL CONCRETO AFECTADA  
POR LA CONTAMINACION AMBIENTAL**

**POR:**

**ALEJANDRO DURAN HERRERA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS  
CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL**

**JUNIO DE 1998**

1998

TESIS

1998

1998

1998

1998

1998

1998

1998

1998

TM

TA445

D8

C.1

LA DURABILIDAD DEL CONCRETO AFECTADA



1080080909

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LA DURABILIDAD DEL CONCRETO

AFECTADA POR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL



Asesorado por la Tesis:

**LA DURABILIDAD DEL CONCRETO**

**AFECTADA POR LA CONTAMINACION AMBIENTAL**

Dr. Ing. Rosendo Rivera Villarreal

Por

**ALEJANDRO DURAN HERRERA**

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
**MAESTRIA EN CIENCIAS**  
con Especialidad en Ingeniería Ambiental



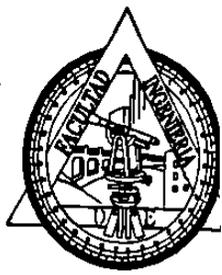
Junio de 1998

TM  
TAA45  
DB





**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**LA DURABILIDAD DEL CONCRETO**  
**AFECTADA POR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

**Aprobación de la Tesis:**

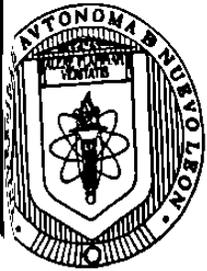
---

**Asesor de la Tesis**

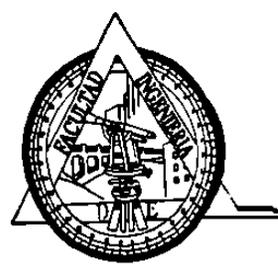
**Dr. Ing. Raymundo Rivera Villarreal**

---

**Secretario de Estudios de Posgrado**  
**Dr. Ricardo González Alcorta**



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



COMPROBANTE DE CORRECCION

Tesista: DURAN HERRERA ALEJANDRO

Tema de la tesis: LA DURABILIDAD DEL CONCRETO AFEC-  
TADA POR LA CONTAMINACION AMBIENTAL

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA  
 del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográficos, metológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

NINGUNA

Nombre y firma de quien corrigió:

*Ramón Longoria*  
 Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Secretario de Postgrado:

*Ricardo*  
 Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 26 de junio de 1998.

**DR. RICARDO GONZÁLEZ ALCORTA  
SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
P r e s e n t e . -**

24 de junio de 1998

Estimado Dr. González:

Habiendo concluido el pasado MES de junio mi trabajo de tesis titulado "La durabilidad del concreto Afectada por la Contaminación Ambiental", que elaboré como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental y habiendo sido aprobado en el aspecto técnico por mi asesor el Dr. Raymundo Rivera Villarreal y en los aspectos ortográfico, metodológico y estilístico por el Arq. Ramón Longoria Ramírez; por medio de la presente, solicito de la manera más atenta se sirva efectuar los trámites correspondientes para sustentar mi examen de grado.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano sus atenciones a la presente, quedo de usted.

Atentamente,



**ING. ALEJANDRO DURÁN HERRERA**



**INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL U.A.N.L.**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO**

**DR. RICARDO GONZÁLEZ ALCORTA**  
**SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**Presente. -**

Estimado Dr. González:

Por este conducto me permito comunicar a usted que el Ing. Alejandro Durán Herrera, pasante de la Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental, ha concluido con su tesis titulada “La Durabilidad del Concreto Afectada por la Contaminación Ambiental”, por lo que de mi parte no hay ningún inconveniente para atender a su solicitud de Examen de Grado, con los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra institución. He de agradecerle se continúe con los trámites correspondientes para la programación del examen del Ing. Durán.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano sus atenciones a la presente, me es grato suscribirme de usted.

**Atentamente,**  
***“Alere Flammam Veritatis”***  
**Ciudad Universitaria, a 24 de junio de 1998**

**DR. ING. RAYMUNDO RIVERA VILLARREAL**  
***Asesor de Tesis***

# ÍNDICE GENERAL

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Objetivos</b>	<b>7</b>
<b>Factores que Influyen en el Fenómeno de la Carbonatación</b>	<b>8</b>
<b>El Fenómeno de la Corrosión del Acero Embebido</b>	<b>18</b>
<b>Justificación de la Investigación</b>	<b>19</b>
<b>Métodos</b>	<b>21</b>
<b>Comentarios</b>	<b>23</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>25</b>
<b>Tablas de Resultados</b>	<b>26</b>
<b>Gráficas</b>	<b>40</b>
<b>Bibliografía Consultada</b>	<b>61</b>
<b>Anexo Fotográfico</b>	<b>62</b>
<b>Apéndice A</b>	<b>77</b>
<b>Curriculum Resumido Ing. Alejandro Durán Herrera</b>	<b>82</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

1. **Cemento**
2. **Análisis Químico del Cemento**
3. **Agregado**
4. **Proporcionamientos de los Morteros**
5. **Propiedades del Mortero**
6. **Coefficientes de Permeabilidad**
7. **Potencial de Hidrógeno (pH)**
8. **Porosimetría Morteros No Carbonatados**
9. **Porosimetría Morteros Carbonatados**
10. **Promedios Porosimetría Morteros No Carbonatados y Carbonatados**
11. **Reducción de la Porosidad por Efecto de la Carbonatación Acelerada**
12. **Distribución del Radio del Poro para Morteros No Carbonatados**
13. **Distribución del Radio del Poro para Morteros Carbonatados**
14. **Promedios de la Distribución del Radio del Poro para Morteros No Carbonatados y Carbonatados**

# ÍNDICE DE GRÁFICAS

1. Granulometría del agregado empleado
2. Relación Agua/Cemento vs Resistencia a la Compresión a los 28 días
3. Relación Agua/Cemento vs Porcentaje de Absorción
4. Relación Agua/Cemento vs Peso Saturado Superficialmente Seco y Peso Volumétrico Seco a los 28 días
5. Consumo de Cemento vs Resistencia a la Compresión a los 28 días
6. Relación Agua/Cemento vs Coeficiente de Permeabilidad
7. Relación Agua/Cemento vs pH de Morteros No Carbonatados y Carbonatados
8. Presión vs Volumen de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.35)
9. Presión vs Volumen de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.45)
10. Presión vs Volumen de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.55)
11. Presión vs Volumen de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.65)
12. Promedio de Presión vs Volumen de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados
13. Radio del Poro vs Volumen Acumulado de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.35)
14. Radio del Poro vs Volumen Acumulado de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.45)
15. Radio del Poro vs Volumen Acumulado de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.55)
16. Radio del Poro vs Volumen Acumulado de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados (A/C = 0.65)
17. Promedio del Radio del Poro vs Volumen Acumulado de Poros para Morteros No Carbonatados y Carbonatados
18. Relación A/C vs Porosidad Total de Morteros No Carbonatados y Carbonatados
19. Relación Agua/Cemento vs Superficie Específica de Morteros No Carbonatados y Carbonatados
20. Relación Agua/Cemento vs Radio Promedio del Poro de Morteros No Carbonatados y Carbonatados
21. Relación Agua/Cemento vs Reducción en la Porosidad por efecto de la Carbonatación Acelerada