

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA**

**DIVISION POST-GRADO**



**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL  
INTEGRAL DE PROCESOS**

**POR:**

**ING. RICARDO DANIEL MENDOZA VALDEZ**

**T E S I S**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION  
CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

**CD. UNIVERSITARIA**

**DICIEMBRE DE 2001**

R. D. M. V.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL  
INTEGRAL DE PROCESOS

TM  
Z5853  
.M2  
FIME  
2001  
.M46

2001



1020147447

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA

DIVISION POST-GRADO



DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL  
INTEGRAL DE PROCESOS

POR:

ING. RICARDO DANIEL MENDOZA VALDEZ

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION  
CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

CD. UNIVERSITARIA

DICIEMBRE DE 2001

310458

TH

Z5853

•M2

FIME

2001

•M46



FONDO  
TESIS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION POST-GRADO**



**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL INTEGRAL DE PROCESOS**

**POR**

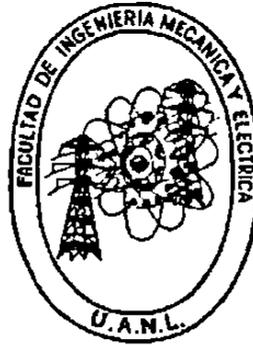
**ING. RICARDO DANIEL MENDOZA VALDEZ**

**TESIS**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

**CIUDAD UNIVERSITARIA A DICIEMBRE DE 2001**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**  
**DIVISION POST-GRADO**



**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL INTEGRAL DE PROCESOS**

**POR**

**ING. RICARDO DANIEL MENDOZA VALDEZ**

**TESIS**

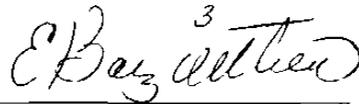
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

**CIUDAD UNIVERSITARIA A DICIEMBRE DE 2001**

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
División de Estudios de Post-grado

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "Desarrollo de un Sistema de Control Integral de Procesos" realizada por el alumno Ing Ricardo Daniel Mendoza Valdez matrícula 765159 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad

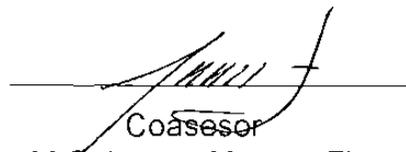
El Comité de Tesis



Asesor  
M C Esteban Báez Villarreal



Coasesor  
M C Alejandro Aguilar Meraz



Coasesor  
M C Leticia Moreno Flores



Vo Bo  
M C Roberto Villarrea Garza  
División de Estudios de Post-grado

# **DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS**

## **A mis padres**

Por su incondicional apoyo en todas las etapas de mi vida

## **A mis hermanas**

Por su comprensión y respeto al desarrollo de esta Tesis

## **A mis maestros**

Por transmitirme sus conocimientos adquiridos

## **A mis compañeros de trabajo**

Por su valiosa ayuda en mi desarrollo profesional

# PRÓLOGO

Las empresas en la actualidad requieren de sistemas definidos para el cumplimiento de sus objetivos en cuanto a Seguridad, Calidad, Entrega, Costo y Clima Laboral, además de su compromiso con el desarrollo Tecnológico.

Estos sistemas deben ser ejecutados en forma conjunta por todo el personal para alcanzar excelentes resultados.

Su éxito está basado en la estandarización y el respeto a los elementos utilizados en cada parte de la operación. De aquí la importancia de el desarrollo de sistemas de trabajo para cada área específica dentro de los sistemas productivos.

Diversas teorías acerca de la Calidad se tiene disponibles, ya sea en texto o seminarios. Para este Sistema de Control Integral de Procesos se utilizan conceptos del Dr. W. Edwards Deming con su ciclo de Mejora: Planear, Hacer, Verificar, Actuar. Se considera ésta una valiosa herramienta para toda actividad a realizar, ya sea profesional o personal.

Un concepto importante que pasa en forma desapercibida es el juzgar en base a apreciación o paradigmas. Esta metodología promueve las decisiones solo en base a resultados cuantitativos o cualitativos, ya que es la forma en que se evalúa en forma objetiva cualquier juicio que se realice.

# ÍNDICE GENERAL

Capítulo	Página
1. Síntesis.....	1
2. Introducción.....	3
2.1. Planteamiento del problema.....	3
2.2. Objetivo de la tesis.....	4
2.3. Definición de la hipótesis.....	4
2.4. Límites del estudio.....	4
2.5. Justificación del trabajo.....	5
2.6. Metodología a emplear.....	5
2.7. Revisión bibliográfica.....	5
3. Análisis del Sistema de Medición.....	7
3.1. Definiciones.....	7
3.2. Llevando a cabo el estudio R & R.....	13
4. Medidas descriptivas para datos univariantes.....	17
4.1. Introducción.....	17
4.2. Medidas de tendencia central.....	19
4.2.1. La mediana.....	19
4.2.2. La moda.....	20
4.2.3. La media aritmética.....	22
4.3. Medidas de dispersión.....	24
4.3.1. La amplitud.....	24
4.3.2. Desviación media.....	26
4.3.3. Variancia y desviación estándar.....	27

4.3.4. Coeficiente de variación.....	29
4.3.5. Medidas de asimetría.....	29
4.3.6. Curtosis.....	31
<b>5. Modelos de Probabilidades.....</b>	<b>33</b>
5.1. El modelo normal general.....	33
5.2. El modelo normal estándar.....	38
<b>6. Distribuciones Chi cuadrado, F, t Student.....</b>	<b>41</b>
6.1. Teoría del muestreo exacto.....	41
6.2. Grados de libertad.....	42
6.3. Distribuciones Chi cuadrado.....	44
6.4. Distribuciones F.....	47
6.5. Distribuciones t Student.....	51
<b>7. Teoría clásica de la prueba.....</b>	<b>55</b>
7.1. Hipótesis estadísticas.....	55
7.2. Errores y riesgos de la prueba.....	60
7.3. Estadísticas de prueba y reglas sobre decisiones.....	63
<b>8. Estadística no paramétrica.....</b>	<b>70</b>
8.1. Pruebas de aleatoriedad.....	70
8.1.1. Series por encima y debajo de la media.....	71
8.1.2. Series arriba y abajo.....	73
8.2. La razón Von Neumann.....	74
8.3. La prueba chi cuadrado sobre frecuencias.....	77
8.3.1. Prueba de la bondad del ajuste.....	79
8.3.2. Pruebas de independencia: Pruebas con tablas de Contingencias.....	80
8.3.3. Formulas eficientes para calcular Chi cuadrado.....	81

8.3.4. Pruebas de Homogeneidad.....	82
8.3.5. La prueba del signo para pares emparejados.....	83
8.4. Prueba Wald-Wolfowitz para dos muestras Independientes.....	85
8.5. Prueba Wilcoxon para dos muestras emparejadas.....	87
8.6. Prueba H Kruskal - Wallis.....	90
8.7. Pruebas de Kolmogorov - Smirnov; Anderson Darling.....	91
<b>9. Control Estadístico del proceso.....</b>	<b>94</b>
9.1. Cómo funciona la gráfica de control?.....	94
9.1.1. Empleo de las gráficas de control para juzgar si existe o no un sistema constante de causas especiales.....	94
9.1.2. Patrones de variación estable e inestable.....	95
9.1.3. Empleo de la gráfica de control para interpretar una distribución de frecuencia.....	97
9.1.4. Cálculo de los límites de 3-sigmas en las gráficas de control $\bar{X}$ .....	98
9.1.5. Gráficas de control para recorrido y desviación estándar de la muestra.....	102
9.1.6. Clasificación de las formas que puede ocurrir la falta de control.....	102
9.1.7. Pruebas de falta de control basadas en corridas de puntos por encima o por debajo de la línea central en la gráfica de control.....	104
9.1.8. Interpretación de los patrones de variación en las gráficas $\bar{X}$ y R.....	105
9.2. Formación racional de subgrupos. Análisis de capacidad de proceso.....	109
9.2.1. La información dada por la gráfica de control depende del criterio empleado para la selección de subgrupos.....	109

9.2.2. Dos métodos en que se emplea el orden de producción como base para la formación de subgrupos.....	110
9.2.3. Objetivos de un análisis de capacidad de proceso.....	112
9.2.4. Etapas en el análisis de la capacidad del proceso.....	114
9.2.5. Indices de capacidad de proceso.....	116
<b>10. Sistema de Control Integral de Procesos.....</b>	<b>120</b>
10.1. Revisión de Plan de control por el uso de métodos estadísticos.	120
10.2. Listar variables o características del proceso/producto.....	120
10.3. Mapear variables con sistema de medición.....	121
10.4. Evaluación y autorización del uso del equipo de medición.....	121
10.5. Recolectar información de la variable.....	122
10.6. Probar idoneidad de la variable.....	122
10.7. Adecuar Plan de Control de ser necesario.....	123
10.8. Generar estadística descriptiva inicial de la variable.....	123
10.9. Capacitar al responsable del control de la variable sobre CEP...	124
10.10. Implementar el método estadístico seleccionado.....	124
10.11. Monitorear y auditar el uso del método estadístico seleccionado	125
10.12. Reportar evaluación de capacidad de la variable.....	125
10.13. Recalcular estadística descriptiva de la variable.....	125
10.14. Mejora Continua en el proceso monitoreado.....	126
<b>11. Metodología de los Sistemas Suaves.....</b>	<b>128</b>
11.1. Introducción.....	128
11.2. Principios de esta metodología.....	129
11.3. Etapas de la Metodología de los Sistemas Suaves.....	130
<b>12. Implementación de método propuesto en Area Piloto.....</b>	<b>136</b>

13. Conclusiones y recomendaciones.....	173
13.1. Conclusiones.....	173
13.2. Recomendaciones.....	174
Bibliografía.....	175
Listado de Tablas.....	176
Listado de Figuras.....	177
Apéndices.....	179
Glosario de términos.....	206
Resumen autobiográfico.....	209