

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**



**ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL  
IMPLEMENTADO CON MATERIAL TERMOPLÁSTICO**

**Por:**

**ESTEFANI CHOQUE ZURITA**

Proyecto de Ingeniería Civil presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisitos para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE I-2021

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL  
IMPLEMENTADO CON MATERIAL TERMOPLÁSTICO**

**Por:**

**ESTEFANI CHOQUE ZURITA**

**SEMESTRE I-2021**

**TARIJA – BOLIVIA**

.....  
M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGÍA**

.....  
M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

**VICEDECANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

**TRIBUNAL:**

.....  
**Ing. Trinidad C. Baldiviezo M.**

.....  
**Ing. José Ricardo Arce Avendaño**

.....  
**Ing. Rubén Horacio Calizaya Gutiérrez**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas responsabilidad del (la) autor (a).

Dedicatoria:

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, Guido F. Choque y Carmen Zurita les debo tanto que ni una vida entera alcanzaría para pagarles tanto esfuerzo que hicieron para que sea la persona que soy.

A mis hermanos Vanessa, Rodrigo, Franz Choque, por aconsejarme y apoyarme en cada paso de la vida universitaria.

A mi casa de estudios la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por permitirme culminar mis estudios y a todos los Docentes que compartieron sus experiencias y conocimientos en todos estos años.

## Agradecimientos:

A Dios por darme la vida y permitirme que llegue a cumplir este anhelado objetivo.

A mis padres Guido Choque y Carmen Zurita, a mis hermanos Vanessa, Rodrigo, Franz C. y toda mi demás familia por el apoyo incondicional que me brindaron y por su cariño.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por acogerme en todo este tiempo de formación académica.

A mi docente guía Ing. Jhonny Orgaz por la paciencia y apoyo en la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Gustavo J. Chambi y su equipo de técnicos, por el apoyo innegable en la realización práctica del presente proyecto.

A la Ing. Seila Ávila, Don Carlitos Subía y Don Fernando Colque por la paciencia y el apoyo que me brindaron para poder caminar el presente proyecto.

A mis amigos y compañeros universitarios, que con su apoyo, y amistad contribuyeron a la finalización de este proyecto.

Advertencia  
Dedicatoria  
Agradecimiento  
Resumen

**ÍNDICE**  
**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

	<b>Página</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3.1 Situación problemática.....	2
1.3.2 Problema .....	3
1.4 OBJETIVOS .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
1.5 HIPÓTESIS.....	4
1.6 VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES .....	4
1.7 DISEÑO METODOLÓGICO.....	4
1.7.1 Componentes.....	4
1.7.1.1 Unidad.....	4
1.7.1.2 Población.....	4
1.7.1.3 Muestra.....	5
1.7.1.4 Muestreo.....	5

1.7.2	Métodos y técnicas empleadas .....	5
1.7.2.1	Definición, selección y/o elaboración de los métodos y técnicas en función del objeto y los objetivos .....	5
1.7.2.2	Descripción de los instrumentos para la obtención de datos.....	6
1.7.2.3	Procedimiento de aplicación .....	8
1.7.3	Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información .....	10
1.8	ALCANCE DE LA APLICACIÓN .....	11

## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL Y MATERIALES TERMOPLÁSTICOS**

		<b>Página</b>
2.1	SEÑALIZACIÓN .....	13
2.2	TIPOS DE SEÑALES .....	13
2.3	SEÑALES HORIZONTALES.....	13
2.3.1	Clasificación según su altura.....	13
2.3.1.1	Planas .....	14
2.3.1.2	Elevadas .....	14
2.3.2	Clasificación según su función.....	14
2.3.2.1	Líneas longitudinales .....	14
2.3.2.2	Líneas transversales .....	15
2.3.2.3	Símbolos y leyendas.....	19
2.3.2.4	Otras demarcaciones .....	19
2.4	TIPOS DE PINTURA DE DEMARCACIÓN VIAL .....	20
2.4.1	Pinturas acrílicas .....	20



2.4.1.1	Pintura acrílica base acuosa .....	20
2.4.1.2	Pintura acrílica base solvente .....	20
2.4.2	Pinturas metil-metacrilato MMA .....	20
2.4.3	Pinturas termoplásticas.....	21
2.5	MATERIAL TERMOPLÁSTICO .....	21
2.5.1	Materiales termoplásticos para señalización vial.....	22
2.5.1.1	Termoplásticos aplicables por pulverización (spray plásticos).....	23
2.5.1.2	Termoplásticos aplicables por extrusión.....	24
2.6	IMPRIMACIÓN .....	25
2.6.1	Características del imprimador .....	25
2.7	MICROESFERAS DE VIDRIO .....	25
2.7.1	Tipos de microesferas .....	27
2.7.1.1	Intermix.....	27
2.7.1.2	Premix .....	27
2.7.1.3	Drop on .....	28
2.8	CALIBRACIONES DEL TERMOPLÁSTICO Y MICROESFERAS.....	31
2.9	RETRO-REFLECTIVIDAD.....	32
2.9.1	Método del microscopio o la lupa de aumento .....	33
2.9.2	Método del retro-reflectómetro.....	33
2.9.2.1	La técnica de la luz de sol / sombra .....	33
2.9.3	Factores que afectan las mediciones de la retro-reflectancia.....	33
2.9.4	Visibilidad nocturna (retro-reflectancia) .....	34
2.9.4.1	Demarcaciones planas .....	34
2.9.5	Visibilidad diurna (color y factor de luminancia) .....	35

2.9.5.1	Color demarcaciones planas .....	35
2.9.6	Contraste con el pavimento .....	35
2.10	TEMPERATURA MÁXIMA SEGÚN EL COLOR .....	36
2.11	RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (PÉNDULO DE FRICCIÓN).....	36
2.12	CONTROL DE APLICAR MATERIAL TERMOPLÁSTICO.....	37
2.12.1	Operaciones previas a la aplicación .....	37
2.12.1.1	Presencia de humedad en el pavimento .....	37
2.12.1.2	Eliminación de marcas viales.....	39
2.12.1.3	Premarcaje y replanteo.....	39
2.12.1.4	Limpieza.....	40
2.12.1.5	Preparación de la superficie “Imprimación” .....	40
2.12.1.6	Condiciones ambientales.....	40
2.12.1.7	Temperatura de aplicación .....	40
2.12.2	Ejecución.....	41
2.12.2.1	Características de los equipos .....	41
2.12.2.2	Secuencia de trabajos .....	42
2.12.2.3	Inspección .....	43
2.13	MANTENIMIENTO SE LA SEÑALIZACIÓN .....	44

### **CAPÍTULO III**

#### **APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MATERIAL TERMOPLÁSTICO EN SEÑALIZACIÓN VIAL HORIZONTAL**

	<b>Página</b>	
3.1	UBICACIÓN DE LA APLICACIÓN PRÁCTICA.....	46
3.2	UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES .....	47

3.3	INSPECCIÓN TÉCNICA PRELIMINAR .....	48
3.3.1	Estado del pavimento .....	48
3.3.2	Deterioro de pintura antigua.....	48
3.3.3	Condiciones climáticas de la zona .....	50
3.4	DIMENSIONAMIENTO DEL PASO PEATONAL.....	51
3.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y OPERATIVAS. ....	52
3.5.1	Especificaciones técnicas de la imprimación acrílica transparente “Primex TSL023206” .....	52
3.5.1.1	Descripción .....	52
3.5.1.2	Ventajas.....	53
3.5.1.3	Embalaje y envasado.....	53
3.5.1.4	Aplicación .....	53
3.5.1.5	Almacenamiento .....	53
3.5.2	Ficha técnica microesferas de vidrio “Microlux” .....	54
3.5.2.1	Microesferas tipo I AASHTO M247.....	54
3.5.2.2	Microesferas tipo II AASHTO M247 .....	55
3.5.2.3	Microesferas tipo III AASHTO M247 .....	55
3.5.3	Especificación técnica del termoplástico para extrusión Termovial XB H1 .....	56
3.5.3.1	Descripción .....	56
3.5.3.2	Ventajas.....	56
3.5.3.3	Embalaje y envasado.....	57
3.5.3.4	Aplicación .....	57
3.5.3.5	Almacenamiento .....	58
3.6	ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LAS MICROESFERAS DE VIDRIO “MICROLUX” TIPO I.....	59

3.6.1	Granulometría (AASHTO M-247).....	59
3.6.2	Peso específico de la microesfera de vidrio (ASTM D854 - AASHTO T100) ..	61
3.7	ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LA PINTURA TERMOPLÁSTICA.....	65
3.7.1	Peso específico (ASTM D854 - AASHTO T100) .....	65
3.7.2	Tiempo de secado (AASHTO M249-08).....	67
3.7.3	Resistencia al agrietamiento a bajas temperaturas (AASHTO M249-08) .....	68
3.7.4	Punto de ablandamiento (ASTM D36, AASHTO M249-08) .....	71
3.7.5	Fluidez (AASHTO M249-08).....	73
3.7.6	Fluidez - calentamiento extendido (AASHTO M249-08) .....	76
3.7.7	Escurrimiento por calentamiento a 70 °C .....	77
3.7.8	Absorción de agua.....	81
3.7.9	Comportamiento a la temperatura de aplicación.....	83
3.7.10	Coeficiente de resistencia al deslizamiento en péndulo británico (TRRL) (ASTM E 303 ASHTO T278-90) .....	86
3.7.11	Coordenadas cromáticas demarcación plana (AAAHTO M249-08) .....	92
3.8	APLICACIÓN EN CAMPO DEL MATERIAL TERMOPLÁSTICO .....	96
3.8.1	Limpieza de la intersección a demarcar .....	96
3.8.2	Premarcado del paso peatonal.....	97
3.8.3	Proceso de aplicación del imprimante.....	98
3.8.4	Fundición del material Thermovial XB H1 .....	100
3.8.5	Calibración del espesor de la pintura .....	102
3.8.6	Pintado de cebras con termoplástico.....	103
3.8.7	Procedimiento de sembrado de microesferas de vidrio.....	105
3.8.7.1	Cálculo de la dosis de microesferas .....	106

3.8.8	Culminación de la aplicación práctica .....	107
3.9	CONTROLES DE CALIDAD DE LA APLICACIÓN .....	108
3.9.1	Prueba de adherencia.....	108
3.9.2	Medición de espesores .....	108
3.9.3	Medición de ancho de franja.....	110
3.9.4	Observación de esferas incorporadas y perfectas.....	111
3.9.5	Medición de la reflectividad.....	112
3.10	VERIFICACIÓN IN SITU DE LA INTERSECCIÓN PINTADA .....	116
3.11	EQUIPO DE FUNDICIÓN.....	117
3.11.1	Características del equipo .....	118
3.11.2	Rendimiento del equipo ThermoLazer.....	119
3.12	ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PINTURA TERMOPLÁSTICA.....	121
3.12.1	Ventajas.....	121
3.12.2	Desventajas .....	122
3.13	ANÁLISIS DE COMPARACIÓN ENTRE PINTURA TERMOPLÁSTICA “TERMOVIAL” Y PINTURA ACRÍLICA “INDUTIL” .....	123
3.14	PRECIOS UNITARIOS COMPARATIVOS ENTRE PINTURA TERMOPLÁSTICA CON PINTURA CONVENCIONAL .....	126
3.14.1	Comparación de costos de pintado de señales horizontales con referencia al costo con pintura convencional.....	132
3.15	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	133
3.15.1	Comparación de costos de mantenimiento cada dos años entre pintura termoplástica y pintura convencional.....	134

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	<b>Página</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	137
4.2 RECOMENDACIONES .....	139

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

ANEXO I	Cartas de solicitudes
ANEXO II	Especificaciones técnicas de los materiales
ANEXO III	Planilla de caracterizaciones de las microesferas de vidrio
ANEXO IV	Planilla de caracterización del material termoplástico
ANEXO V	Norma AASHTO M 249 -08
ANEXO VI	Folleto del Thermolazer
ANEXO VII	Planilla de control de la aplicación del termoplástico
ANEXO VIII	Factura de compra de material
ANEXO IX	Especificación técnica de pintado de señales con pintura termoplástica
ANEXO X	Especificación técnica mantenimiento de señales con pintura termoplástica
ANEXO XI	Plano de las dimensiones pintadas de la intersección

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Señales horizontales longitudinales continua .....	14
Figura 2. Señales horizontales longitudinales discontinuas .....	15
Figura 3. Señalización horizontal en cruce regulado señal pare .....	15
Figura 4. Ancho senda peatonal .....	16
Figura 5. Señalización horizontal en cruce peatonal tipo paso de cebra.....	17
Figura 6. Dimensiones demarcación cruce peatonal semaforizado .....	18
Figura 7. Símbolos y leyendas .....	19
Figura 8. Demarcación tipo achurado .....	19
Figura 9. Representación de los polímeros y el rozamiento .....	21
Figura 10. Materiales para la demarcación vial .....	26
Figura 11 Aplicación por pulverización.....	27
Figura 12. Drop on tipo I de flotación .....	29
Figura 13. Drop on tipo I de adherencia .....	29
Figura 14. Anclaje de microesferas.....	31
Figura 15. Acción de la retro-reflectividad .....	32
Figura 16. Emisión y reflectancia .....	32
Figura 17. Burbujas en la superficie por humedad profunda en el concreto.....	37
Figura 18. Ubicación en google maps de la intersección Federico Ávila e Ingavi .....	46
Figura 19. Ubicación de la empresa Vezla S.R.L .....	47
Figura 20. Vista 1 de la Intersección desde la calle Ingavi.....	49
Figura 21. Vista 2 de la Intersección desde la calle Ingavi.....	49
Figura 22. Vista 1 de la Intersección desde la calle Federico Ávila .....	50

Figura 23. Vista 2 de la Intersección desde la calle Federico Ávila .....	50
Figura 24. Dimensiones optadas para la franja de la cebrá.....	52
Figura 25. Tamizado de las microesferas de vidrio .....	60
Figura 26. Calibración del picnómetro.....	62
Figura 27. Muestra colocada en agua destilada para su aumento de temperatura .....	63
Figura 28. Muestra de 80gr de termoplástico antes de someterlo a baño maría .....	66
Figura 29. Proceso de calentamiento del termoplástico.....	67
Figura 30. Materiales utilizados para observar la resistencia a bajas temperaturas.....	69
Figura 31. Probeta de mortero con termoplástico sometida a -10 °C sin agrietamientos	69
Figura 32. Probeta de 3 mm de espesor sometida a temperatura de -18°C sin grietas ....	70
Figura 33. Materiales para el ensayo de punto de ablandamiento .....	71
Figura 34. Proceso de calentamiento del vaso de precipitación.....	72
Figura 35. Deslizamiento de las esferas de acero por el anillo con termoplástico.....	72
Figura 36. Proceso de calentamiento del termoplástico.....	73
Figura 37. Control de temperatura para el vaciado .....	74
Figura 38. Materiales utilizados y observación del residuo en cada recipiente .....	74
Figura 39. Horno con capacidad de calentar hasta 500°C .....	76
Figura 40. Observación de los residuos .....	76
Figura 41. Materiales para el ensayo de escurrimiento por calentamiento a 70 °C .....	78
Figura 42. Armado del material para el ensayo de escurrimiento por calentamiento.....	78
Figura 43. Apreciación del espesor de la muestra y ejes de medición.....	79
Figura 44. Muestra en proceso de calentamiento del ensayo de escurrimiento .....	79
Figura 45. Materiales de moldeo y pesaje de la muestra .....	81
Figura 46 Proceso de sumersión en agua destilada a 25 °C.....	82



Figura 47. Recalentamiento del material en hornalla.....	84
Figura 48. Medición de la temperatura y control de tiempo del tiempo a calentar.....	84
Figura 49. Péndulo británico montado .....	86
Figura 50. Humedecimiento de la superficie para el ensayo del péndulo británico .....	87
Figura 51. Ensayo del péndulo británico.....	88
Figura 52. Corrección del coeficiente C.R.D.....	89
Figura 53. Mochila sopladora .....	96
Figura 54. Prueba del control de humedad.....	97
Figura 55. Materiales y marcado de paso peatonal .....	98
Figura 56. Aplicación del imprimante Primex .....	99
Figura 57. Producto Primex y materiales usados .....	99
Figura 58. Equipo ThermoLazer en proceso de calentado.....	100
Figura 59. Vaciado del termoplástico al equipo ThermoLazer.....	100
Figura 60. Limpieza del equipo por el conducto de expulsión del termoplástico.....	101
Figura 61. Traslado del ThermoLazer para realizar la demarcación .....	101
Figura 62. Calibración del espeso de la pintura en campo.....	102
Figura 63. Extracción de residuo de la placa de aluminio .....	103
Figura 64. Principio de marcado de una cebra de paso peatonal .....	104
Figura 65. Demarcación final de una cebra .....	104
Figura 66. Sembrado de microesferas de vidrio sobre la marca de la cebra.....	105
Figura 67. Observación de las microesferas de vidrio Microlux .....	106
Figura 68. Culminación de la aplicación práctica.....	107
Figura 69. Buena adherencia en el asfalto .....	108
Figura 70. Extracción de muestras para el control de espesores.....	109

Figura 71. Medición de espesores a las muestras extraídas .....	109
Figura 72. Medición del ancho de franja .....	110
Figura 73. Fotografía de día de la incorporación de microesferas de vidrio.....	112
Figura 74. Fotografía de noche de la incorporación de microesferas de vidrio.....	112
Figura 75. Luxómetro.....	113
Figura 76. Observación de la reflectividad después de la aplicación .....	113
Figura 77. Medición de la intensidad de la luz con el luxómetro .....	114
Figura 78. Apreciación de la reflectividad desde un vehículo .....	114
Figura 79. Ensuciamiento de las demarcaciones.....	116
Figura 80. Verificación in situ de la intersección Federico Ávila e Ingavi.....	117
Figura 81. Equipo de extrusión ThermoLazer ProMelt System .....	119
Figura 82. Tolvas o SmartDie II .....	119
Figura 83. Pintura Termovial vs pintura Indutil .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Ancho senda peatonal .....	17
Tabla 2. Especificaciones generales para el Drop on tipo I .....	28
Tabla 3. Especificaciones generales del Drop on tipo III .....	30
Tabla 4. Retro-reflectancia Inicial a 30 días (mcd/lux/m <sup>2</sup> ) .....	34
Tabla 5. Retro-reflectancia para repintados .....	34
Tabla 6. Coordenadas cromáticas demarcaciones planas .....	35
Tabla 7. Determinación del punto de rocío .....	38
Tabla 8. Aforacion de peatones.....	51
Tabla 9. Datos técnicos típicos.....	54
Tabla 10. Función física y química microesferas tipo I.....	54
Tabla 11. Análisis del tamiz de las microesferas tipo I.....	54
Tabla 12. Función física y química microesferas Tipo II .....	55
Tabla 13. Análisis del tamiz de las microesferas tipo II .....	55
Tabla 14. Función física y química microesferas tipo III .....	55
Tabla 15. Análisis del tamiz de las microesferas tipo III.....	56
Tabla 16. Tipo, uso, condiciones de aplicación Termovial XB H1 .....	57
Tabla 17. Datos técnicos típicos Termovial XB H1 .....	58
Tabla 18. Coordenadas cromáticas blanco.....	59
Tabla 19. Granulometría de las microesferas de vidrio tipo I.....	60
Tabla 20. Datos registrados para la curva de calibración.....	62
Tabla 21. Cálculo del peso específico.....	64
Tabla 22. Cálculo peso específico del termoplástico .....	67

Tabla 23. Registro y cálculo del tiempo de secado del termoplástico .....	68
Tabla 24. Registro de observaciones del ensayo a temperaturas bajas .....	70
Tabla 25. Resultados de punto de ablandamiento .....	73
Tabla 26. Cálculos del porcentaje del residuo para el ensayo de fluidez.....	75
Tabla 27. Cálculos del porcentaje de residuos del ensayo a calentamiento extendido ...	77
Tabla 28. Medición de espesores del ensayo a escurrimiento por calentamiento.....	80
Tabla 29. Cálculos del porcentaje de absorción de agua .....	82
Tabla 30. Observaciones del comportamiento del termoplástico a recalentamiento .....	85
Tabla 31. Calificación del coeficiente de resistencia al deslizamiento .....	90
Tabla 32. Cálculos del coeficiente de resistencia al deslizamiento .....	91
Tabla 33. Coordenadas cromáticas Termovial XB H1 .....	92
Tabla 34. Coordenadas cromáticas norma AASHTO M429-08 .....	93
Tabla 35. Resumen de la caracterización del material termoplástico Termovial XB H1	94
Tabla 36. Resultados de ensayos en comparación con cada reglamentación .....	95
Tabla 37. Cálculo de las dosis de microesferas de vidrio .....	106
Tabla 38. Verificación del cumplimiento de los espesores.....	110
Tabla 39. Verificación del cumplimiento del ancho de franja .....	111
Tabla 40. Datos de distancia entre de los faros del vehículo a la señal .....	115
Tabla 41. Cálculo de la conversión los luxes a mcd/lux/cm <sup>2</sup> para la reflectividad.....	115
Tabla 42. Comparaciones de las características de la pintura Termovial e Indutil.....	124
Tabla 43. Comparación de ventajas de pintura Termovial e Indutil .....	125
Tabla 44. Comparación de desventajas de la pintura Termovial e Indutil.....	126
Tabla 45. Costos de los materiales para demarcación.....	127
Tabla 46. Precios unitarios de demarcación con pintura asfáltica convencional .....	130

Tabla 47. Precios unitarios de demarcación con pintura termoplástica .....	131
Tabla 48. Diferencias de costos unitarios de las pinturas para señales de tráfico.....	132
Tabla 49. Diferencias de costos de mantenimiento de pinturas para señales de tráfico	134
Tabla 50. Costos de inversión en mantenimiento a través del tiempo .....	135

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Página</b>
Gráfico 1. Curva granulométrica de las microesferas de vidrio tipo I.....	61
Gráfico 2. Curva de calibración del picnómetro .....	63
Gráfico 3. Corrección del coeficiente C.R.D y ecuación de la curva. ....	90
Gráfico 4. Comparación de costos de demarcación, pintura Indutil vs Termovial.....	133
Gráfico 5. Comparación de costos en el mantenimiento de demarcación .....	135
Gráfico 6. Observación del costo de inversión en mantenimiento a través del tiempo .	136