

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**TOMO III ANEXO B**

**“CORRELACION DEL IFI PARA DIFERENTES TEXTURAS Y  
CONDICIONES DE PAVIMENTOS APLICADO A LAS VIAS  
URBANAS Y CARRETERAS DE LA PROVINCIA CERCADO”**

Por:

**GAMARRA URZAGASTE FREDDY G.**

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar por el grado académico de licenciatura en ingeniería civil.

**TARIJA – BOLIVIA**

**GESTION 2014**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA  
Y VIAS DE COMUNICACIÓN.

**“CORRELACION DEL IFI PARA DIFERENTES TEXTURAS Y  
CONDICIONES DE PAVIMENTOS APLICADO A LAS VIAS  
URBANAS Y CARRETERAS DE LA PROVINCIA CERCADO”**

**Por:**

GAMARRA URZAGASTE FREDDY GASTON

**TARIJA – BOLIVIA**

.....  
Ing. Ernesto Álvarez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGIA**

.....  
Ing. Silvana Paz  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGIA**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
**Ing. Mabel Zambrana**

.....  
**Ing. Joel Paco**

.....  
**M. Sc. Ing. Adolfo R. Molina López**

## DEDICATORIA

*Mamá Elena Urzagaste*

Por estar siempre a mi lado en todo momento y por ser mi ángel guardián, que desde el cielo me protege de todo mal y me lleva por el camino correcto a nuestro encuentro.

*A mis hermanos y familiares  
Abuelita Juana, Nevy, Pablo, Liliana,  
Luis y Fernandita* por la unión y el apoyo incondicional como familia que tenemos para seguir adelante.

*Con todo mi amor, para Bety.*  
Por ser mi soporte y apoyo en esta etapa de formación académica y las proyecciones a futuro como profesionales y como familia.

## AGRADECIMIENTOS

Mi Asesor y Tutor de Tesis, el *Ing. Oscar Chavez Calla*, por sugerirme este tema de tesis, sus sugerencias y valiosas aportaciones para la realización de este trabajo. Por su amistad, paciencia y consejos, muchas gracias.

*"En verdad es justo y necesario darte gracias siempre y en todo lugar Dios Nuestro, por todo el amor que nos das..."*

*A ti Madre Santa, Virgencita de Chaguaya, por siempre cuidarme y guiarme por el mejor camino.*

## INDICE

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen Ejecutivo	

### CAPITULO I

1. GENERALIDADES.....	1
2. JUSTIFICACION.....	2
3. DISEÑO TEORICO.....	4
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
3.1.1 SITUACION PROBLEMICA.....	4
3.1.2 PROBLEMA.....	5
3.2 OBJETIVOS .....	6
3.2.1 Objetivo General.....	6
3.2.2 Objetivos Específicos.....	6
3.3 HIPOTESIS.....	7
3.4 VARIABLES.....	7
3.5 ALCANCE.....	8
4. DISEÑO METODOLOGICO.....	9
4.1 UNIDADES DE MUESTREO.....	9
4.1.1 UNIDAD.....	9
4.1.2 POBLACION.....	9
4.1.3 MUESTRA.....	9
4.2 PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS.....	10
4.2.1 MANEJO ESTADISTICO.....	10

### CAPITULO II

2.1 CARACTERISTICAS DE LOS PAVIMENTOS.....	12
2.2 TEXTURAS.....	14

2.3 ENSAYO DEL PENDULO BRITANICO.....	18
2.4 ENSAYO DEL CIRCULO DE ARENA.....	26
2.5 INDICE DE FRICCION INTERNACIONAL O RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO.....	32
2.4 MODELOS MATEMATICOS DE REFERNCIA.....	33
2.5 CALIBRACION DE LOS DISTINTOS EQUIPOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO DE PIARC.....	36
2.6 CORRELACION DEL IFI PARA DIFERENTES TIPOS DE TEXTURAS Y CONDICIONES DE PAVIMENTOS.....	39

### CAPITULO III

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO .....	47
3.1.1 AVENIDAS EN ESTUDIO DE LA PROVINCIA CERCADO .....	47
3.1.2 CARRETERAS EN ESTUDIO DE LA PROVINCIA CERCADO.....	53
3.2 CARACTERÍSTICAS ACTUALES DEL PAVIMENTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	58
3.2.1 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CON EL CÍRCULO DE ARENA ....	58
3.3 CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL (IFI) PARA DIFERENTES CONDICIONES DE PAVIMENTO.....	63
3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	113
3.5 PLANTEAMIENTO DE PARÁMETROS Y SU CORRELACIÓN .....	130

### CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES.....	135
4.2 RECOMENDACIONES.....	144

### BIBLIOGRAFIA

### ANEXOS

## INDICE DE FIGURAS CAPITULO I

<i>Figura 1. Variables en estudio objeto de la investigacion.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2. Cuadros en estudio .....</i>	<i>10</i>

## CAPITULO II

<i>Figura 1. Diferencia entre pavimento rigido y flexible.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2. Esquema de Pavimento Flexible.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3. Esquema de Pavimento Rigido.....</i>	<i>14</i>
<i>Fig. 4 Diferencia entre microtextura y macrotextura.....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. 5 Dimensiones de las bandas de textura superficial.....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 7 Detalle de la disposicion de la zapata de caucho.....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. 8 Gancho del resorte para impedir la rotacion de la zapata.....</i>	<i>25</i>
<i>Fig. 9 Factor de correccion por temperatura.....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 10 Medicion de diametro y profundidad media .....</i>	<i>28</i>
<i>Fig. 11 Esquema del ensayo del circulo de arena.....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. 13 Curva de comportamiento con el modelo de Pensilvania.....</i>	<i>35</i>
<i>Fig. 14 Curva de friccion-velocidad de deslizamiento aplicando el metodo PIARC.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 1 Valores de a y b para la constante de velocidad.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2 Ecuaciones para determinar S de acuerdo al tipo de equipo.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3. Lista de equipos que fueron calibrados para definir el F60.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 4 Variables en estudio para la investigacion del IFI.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 5 Tabulacion de los ensayos para la investigacion del IFI.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 6 Procedimientos de calculo para la obtencion del IFI.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 7 Rangos del IFI de acuerdo a la norma de Mexico.....</i>	<i>43</i>
<i>Fig. 19 Grafica del IFI de acuerdo a las condiciones de pavimento .....</i>	<i>44</i>
<i>Fig. 20 Correlaciones del IFI para diferentes tipos de texturas y condiciones de pavimentos.....</i>	<i>45</i>

## CAPITULO III



<i>Fig. 1 Detalle de progresivas Av. La Banda</i> .....	48
<i>Fig. 2 Detalle de progresivas Av. Gamoneda</i> .....	49
<i>Fig. 3 Detalle de progresivas Av. Las Americas</i> .....	50
<i>Fig. 4 Detalle de progresivas Av. Integracion</i> .....	51
<i>Fig. 5 Detalle de progresivas Av. Circunvalacion</i> .....	52
<i>Fig. 6 Detalle de progresivas Carretera a San Jacinto</i> .....	53
<i>Fig. 7 Detalle de progresivas Carretera a Tolomosa</i> .....	54
<i>Fig. 8 Detalle de progresivas Carretera a Bermejo</i> .....	55
<i>Fig. 9 Detalle de progresivas Carretera al Norte</i> .....	56
<i>Fig. 10 Detalle de progresivas Carretera al Chaco</i> .....	57
<i>Fig. 11 Volumen conocido de arena fina prueba circulo de arena</i> .....	59
<i>Fig. 12 Medicion de diametros para la prueba circulo de arena</i> .....	60
<i>Fig. 13 Equipo Péndulo Británico Lab. De Asfaltos U.A.J.M.S</i> .....	60
<i>Fig. 14 Nivelación del Péndulo Británico Tramo Pendiente</i> .....	61
<i>Fig. 15 Determinación del Coeficiente de resistencia al deslizamiento</i> .....	62
<i>Fig. 16 Factor de corrección por temperatura</i> .....	63

#### **CAPITULO IV**

<i>Grafica 1. Correlación del IFI para tramo recto-tramo curvo</i> .....	135
<i>Grafica 2. Correlación del IFI para tramo recto-tramo pendiente</i> .....	136
<i>Grafica 4 Resumen de IFI por Avenidas de la Provincia</i> .....	139
<i>Grafica 5. Porcentaje del estado de pavimento para avenidas en la Provincia</i> .....	139
<i>Grafica 6. Resumen de IFI por carreteras en la provincia</i> .....	140
<i>Grafica 7. Porcentaje del estado de pavimento para Carreteras en la Provincia</i> .....	141
<i>Grafica 8. Porcentaje del estado del pavimento general para la provincia Cercado</i> .....	142
<i>Fig.1. Estado de Pavimento Av. La Banda</i> .....	146
<i>Fig.2. Estado de Pavimento Av. Gamoneda</i> .....	147
<i>Fig. 3 Estado de pavimento Av. Las Americas</i> .....	148
<i>Fig. 4 Estado de pavimento Av. integracion</i> .....	149
<i>Fig. 5 Estado de pavimento Av. Circunvalacion</i> .....	150
<i>Fig. 6 Estado de Pavimento Carretera a San Jacinto</i> .....	151
<i>Fig. 7 Estado de Pavimento Carretera a Tolomosa</i> .....	152

<i>Fig. 8 Estado de Pavimento Carretera a Bermejo</i> .....	153
<i>Fig. 9 Estado de Pavimento Carretera al Norte</i> .....	154
<i>Fig. 10 Estado de Pavimento Carretera al Chaco</i> .....	155

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1 MEMORIA FOTOGRAFICA</b> .....	
<b>ANEXO 2 CALCULOS AVENIDA LA BANDA</b> .....	
<b>ANEXO 3 CALCULOS AVENIDA GAMONEDA</b> .....	
<b>ANEXO 4 CALCULOS AVENIDA LAS AMERICAS</b> .....	
<b>ANEXO 5 CALCULOS AVENIDA INTEGRACION</b> .....	
<b>ANEXO 6 CALCULOS AVENIDA CIRCUNVALACION</b> .....	
<b>ANEXO 7 CALCULOS CARRETERA A SAN JACINTO</b> .....	
<b>ANEXO 8 CALCULOS CARRETERA A TOLOMOSA</b> .....	
<b>ANEXO 9 CALCULOS CARRETERA A BERMEJO</b> .....	
<b>ANEXO 10 CALCULOS CARRETERA AL NORTE</b> .....	
<b>ANEXO 11 CALCULOS CARRETERA AL CHACO</b> .....	