

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



**“EL EFECTO DE ARENAS NATURALES Y TRITURADAS EN LAS  
MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES”**

**Por:**

**MADÉLIN CORINA QUIROGA CAYO**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN presentado a consideración de la  
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito  
para optar el grado académico de Licenciatura en, INGENIERÍA CIVIL.

**GESTIÓN 2014**  
**TARIJA – BOLIVI**

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

**“EL EFECTO DE ARENAS NATURALES Y TRITURADAS EN LAS  
MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES”**

**Por:**

**MADÉLIN CORINA QUIROGA CAYO**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN presentado a consideración de la  
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito  
para optar el grado académico de Licenciatura en, INGENIERÍA CIVIL.

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV – 502**

Gestión académica II/ Semestre 2014

**TARIJA – BOLIVIA**

.....  
M.sc.Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez  
**DECANO FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....  
M.Sc.Ing.Silvana S. Paz Ramírez  
**VICE DECANO FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....  
M.Sc.Ing. Weimar Adolfo Mejía Mogrovejo

.....  
M.Sc.Ing. Ada Gladys López Rueda

.....  
M.Sc.Ing. Marcelo Segovia Cortez

**DEDICATORIA:**

Este trabajo lo dedico a mis queridos padres, por su apoyo, esfuerzo y sacrificio, y a todos mis amigos que los llevo siempre en el corazón, y en especial a Dios por guiarme en el camino de la vida.

**ÍNDICE**  
**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

1.1 Generalidades.....	1
1.2 Situación Problemática.....	2
1.2.1 Problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.6. Definición de variables conceptuales.....	4
1.6.1. Variables Independientes o experimentales.....	4
1.6.2. Variable Dependiente.....	4
1.7. Diseño metodológico.....	4
1.7.1. Unidades de Estudio y Decisión muestral.....	5
1.7.2. Alcance.....	5

**CAPITULO II**

**ESTADO DE CONOCIMIENTO SOBRE MEZLAS ASFALTICAS Y  
MATERIALES**

2.1. INTRODUCCION.....	10
2.2. MEZCLAS ASFALTICAS.....	11
2.2.1.2. Obtención del Asfalto en Refinerías.....	11
2.2.1.2.1. Destilación Primaria.....	12
2.2.1.2.2 Destilación al Vacío.....	12
2.2.1.2.3. Desasfaltización con propano o butano.....	12
2.2.1.3. Composición del Asfalto.....	13
2.2.1.4. Propiedades y características del asfalto de pavimentación.....	14
2.2.1.4.1. Durabilidad.....	14

2.2.1.4.2. Adhesión y cohesión.....	15
2.2.1.4.3. Susceptibilidad a la temperatura.....	15
2.2.1.4.4. Endurecimiento y envejecimiento.....	16
2.2.1.5. Clasificación de los asfaltos de pavimentación.....	16
2.2.1.5.1. Cementos asfálticos.....	16
2.2.1.5.2. Asfaltos rebajados.....	17
2.2.1.5.3. Asfaltos emulsificados.....	18
2.2.1.7. Control de calidad cementos asfálticos.....	19
2.2.2. AGREGADOS PETREOS.....	19
2.2.2.1 Importancia del agregado en mezcla asfáltica.....	19
2.2.2.2 Definición de agregado.....	20
2.2.2.2.1 Tipos de agregado.....	20
2.2.2.2.2 Conceptos más frecuentes relacionados a los agregados.....	20
2.2.2.3 Clasificación de rocas.....	21
2.2.2.4 Clasificación y Producción de Agregados.....	23
2.2.2.4.1. Clasificación de los Agregados.....	23
2.2.2.4.2. Producción de Agregados.....	24
2.2.2.5 Importancia de la reducción de agregado.....	25
2.2.2.6 Propiedades de los agregados utilizados en Mezclas Asfálticas.....	25
2.2.2.6.1 Graduación y Tamaño Máximo de la Partícula.....	26
2.2.2.7.2. Agregado Fino.....	31
2.2.2.7.3 Granulometría de agregados combinados (finos y gruesos).....	32
2.2.2.8 Especificaciones sobre Agregados pétreos.....	33
2.2.3. DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA.....	34
2.2.3.1. Definición de mezcla asfáltica.....	34
2.2.4.1. Propiedades físicas de las mezclas asfálticas.....	41
2.2.4.1.1. Estabilidad.....	41
2.2.4.1.2. Durabilidad.....	42
2.2.4.1.3 Flexibilidad.....	42
2.2.4.1.4. Resistencia a la fatiga.....	42

2.2.4.1.5. Resistencia al deslizamiento .....	43
2.2.4.1.6. Impermeabilidad.....	43
2.2.4.1.7. Trabajabilidad.....	43
2.2.4.2.1. Densidad.....	44
2.2.4.2.2. Vacíos de aire (V.T.M.).....	45
2.2.4.2.3. Vacíos en el Agregado Mineral (VMA).....	45
2.2.4.2.4. Vacíos Llenos de Asfalto VFA.....	46
2.2.4.2.5. Contenido de asfalto.....	46
2.2.4.3. Especificaciones de la metodología.....	46

### **CAPITULO III**

#### **INVESTIGACION SOBRE EL EFECTO DE LAS ARENAS EN MEZCLAS ASFALTICAS CONVENCIONALES**

3.1 PROGRAMA EXPERIMENTAL.....	49
3.2.1 Materiales pétreos.....	51
3.2.2 Materiales asfálticos.....	55
3.3 Caracterización de materiales pétreos.....	55
3.3.1 Angularidad del agregado grueso ASTM D 5821 .....	55
3.3.1.1 Objetivo.....	55
3.3.1.2 Equipo y materiales .....	55
3.3.1.3 Procedimiento.....	55
3.3.1.4 Cálculo y resultados.....	57
3.3.2 Partículas largas y achatadas ASTM D 4791 .....	58
3.3.2.1 Objetivo.....	58
3.3.2.2 Equipo y materiales .....	58
3.3.2.3 Procedimiento.....	58
3.3.2.4 Cálculo y resultado.....	59
3.3.3 Abrasión por medio de la Máquina de los Angeles ASTM C131 .....	60
3.3.3.1 Objetivo.....	60
3.3.3.2 Equipo.....	60

3.3.3.3	Procedimiento:.....	60
3.3.3.4	Cálculo y resultado.....	63
3.3.5	Determinación gravedad específica y absorción de agua en áridos gruesos	64
3.3.5.1	Objetivo:.....	64
3.3.5.2	Equipo y materiales:.....	65
3.3.5.4	Cálculos y resultados.....	67
3.3.6	Gravedad Específica y absorción en Agregados Finos ASTM C-128....	68
3.3.6.1	Objetivo.....	68
3.3.6.2	Equipo y material.....	68
3.3.6.3	Procedimiento:.....	69
3.3.6.4	Cálculo y resultados.....	72
3.3.7	Determinación del peso unitario de los agregados grueso y fino.....	73
3.3.7.1	Objetivo.....	73
3.3.7.2	Equipo y material.....	73
3.3.7.3	Procedimiento:.....	74
3.3.7.4	Cálculo y resultados.....	76
3.3.8.1	Objetivo.....	78
3.3.8.2	Equipo y materiales:.....	78
3.3.8.3	Procedimiento.....	79
3.3.8.4	Cálculo y resultado:.....	80
3.3.9	Granulometría de agregados ASTM C136.....	82
3.3.9.1	Objetivo.....	82
3.3.9.2	Equipos y materiales:.....	82
3.3.9.3	Procedimiento.....	82
3.3.9.4	Cálculo y resultado.....	84
3.3.10	Dosificación de agregados para la granulometría combinada.....	90
3.3.10.1	Objetivo.....	90
3.3.10.2	Procedimiento.....	90
3.4	Caracterización de materiales asfálticos.....	96
3.4.1	Penetración ASTM D5, AASHTO T49.....	96



3.4.1.1	Objetivo.....	96
3.4.1.2	Equipo y material.....	96
3.4.1.3	Procedimiento.....	96
3.4.1.4	Cálculo y resultados.....	98
3.4.2	Ensayo de Viscosidad Saybolt Furolb ASTM D244.....	99
3.4.2.1	Objetivo.....	99
3.4.2.2	Equipo y materiales.....	99
3.4.2.3	Procesamiento.....	100
3.4.2.4	Cálculo y resultados.....	102
3.4.3	Punto de reblandecimiento Anillo y Bola ASTM D 36.....	103
3.4.3.1	Objetivo.....	103
3.4.3.2	Procesamiento.....	103
3.4.3.3	Cálculo y resultados.....	105
3.4.4	Ensayo de peso específico ASTM D-70.....	105
3.4.4.1	Objetivo.....	105
3.4.4.2	Procesamiento.....	105
3.4.4.3	Procesamiento.....	106
3.4.4.4	Cálculo y resultado.....	108
3.4.5	Puntos de inflamación copa abierta de Cleveland ASTM D-92.....	108
3.4.5.1	Objetivo.....	108
3.4.5.2	Procesamiento.....	108
3.4.5.3	Resultado.....	111
3.4.6	Ensayo de ductilidad en el asfalto ASTM 113.....	111
3.4.6.1	Objetivo.....	111
3.4.6.2	Equipo.....	112
3.4.6.3	Procedimiento.....	112
3.4.6.4	Cálculo y resultado.....	114
3.5	ELABORACION DE LA MEZCLA ASFALTICA.....	114
3.5.1	Método de Diseño Marshall Convencional AASHTO T 245.....	114
3.5.1.1	Objetivo.....	114

3.5.1.2 Resumen del metodo.....	114
3.5.1.3 Equipo y materiales.....	115
3.5.1.4 Evaluación de agregados .....	115
Peso unitario de los agregados gruesos (Suelto y Compactado).....	116
3.5.1.5. Evaluación del cemento asfáltico convencional.....	118
3.5.1.6 Preparación de los Especímenes Marshall.....	118
3.5.1.8 Compactación de Briquetas .....	127
3.5.1.9 Gravedad Especifica Bulk mezcla compactada (Gmb).....	129
3.5.1.10 Calculo de las Propiedades volumétricas.....	131
3.5.1.11 Medición de la estabilidad y la fluencia.....	135
3.6.1. Comparación de propiedades volumétricas de mezcla asfáltica con asfalto convencional.....	146
3.6.2. Comparación de propiedades de mezcla asfáltica con arena triturada y arena natural.....	156

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.....	162
4.2. RECOMENDACIONES.....	164

### INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 - Normas AASHTO y ASTM aplicables a asfaltos.....	19
Tabla 2.2 - Clasificación de Agregados.....	22
Tabla 2.3 - Requerimientos de Graduación para agregados Finos.....	32
Tabla 2.4 - Rango de Valores para Graduación de Agregados para Pavimentos de Concreto Asfáltico en Caliente.....	32
Tabla 2.5 - Requisitos de la gradación de agregados .....	33
Tabla 2.6 - Normas AASHTO y ASTM aplicables para agregados.....	34
Tabla 2.7 VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (Requisitos de VMA).....	36
Tabla 2.8 - Criterios del Instituto del Asfalto para el Diseño Marshall.....	47
Tabla 2.9 - Porcentaje Mínimo de VMA.....	48

Tabla-3.1 Granulometrías para ensayos de material pétreo triturado y porcentaje que pase cada tamiz.....	49
Tabla-3.2 - Granulometrías para ensayos de material pétreo natural y porcentaje que pase cada tamiz.....	50
Tabla-3.3 - Resultado de porcentaje de caras fracturadas grava 3/4" y grava 3/8".....	57
Tabla-3.4 - Porcentaje de partículas chatas alargadas grava 3/4" y grava 3/8".....	59
Tabla-3.5 - Grados de ensayo (Definidos por tipos y sus rangos de tamaños, en mm).....	61
Tabla-3.6 - Resultados desgaste de los ángeles grava 3/4".....	63
Tabla-3.7 - Resultados desgaste de los ángeles grava 3/8".....	63
Tabla-3.8 - Cantidad mínima de muestra según tamaño máximo nominal.....	66
Tabla-3.9 - Resultado de gravedades específicas y absorción de agregado grueso.....	68
Tabla-3.10 - Resultado de gravedades específicas y absorción de agregado fino.....	72
Tabla-3.11 - Resultados de peso unitario suelto de agregado grueso.....	76
Tabla-3.12 - Resultados de peso unitario compactado de agregado grueso.....	77
Tabla-3.13 - Resultados de peso unitario suelto de agregado fino.....	77
Tabla-3.14 - Resultados de peso unitario compactado de agregado fino.....	77
Tabla-3.15 - Resultado de Porcentaje de arena.....	80
Tabla-3.16 - Resultado de Porcentaje de arena.....	80
Tabla-3.17 - Resultado de Porcentaje de arena.....	81
Tabla-3.18 - Resultado de Porcentaje de arena.....	81
Tabla-3.19 - Resultado de Porcentaje de arena.....	81
Tabla-3.20 - Resultado de Porcentaje de arena.....	81
Tabla-3.21 - Serie de Tamices (* Tamices utilizados en el ensayo).....	82
Tabla-3.22 - Cantidad mínima de muestra (* Utilizado).....	83
Tabla-3.23 - Resultado de granulometría de grava 3/4".....	85
Tabla-3.24 - Resultado de granulometría de grava 3/8".....	86
Tabla-3.25 - Resultado de granulometría de Arenas.....	87
Tabla-3.26 - Resultado de granulometría de Arenas.....	89
Tabla-3.27 - Combinaciones Granulométricas –Convencional Tipo C.....	92
Tabla-3.28 - Combinaciones Granulométricas –Convencional Tipo C.....	94
Tabla-3.29 - Resultado de Ensayo de Penetración 85-100 Convencional.....	98
Tabla-3.30 – Resultado de Viscosidad Saybolt asfalto convencional.....	102
Tabla-3.31 - Viscosidad a diferente temperatura asfalto convencional.....	102

Tabla-3.32 Resultado del punto de ablandamiento.....	105
Tabla-3.33 - Resultado de la gravedad específica de asfalto convencional.....	108
Tabla-3.34 - Valores de corrección del punto de Inflamación.....	111
Tabla-3.35 - Resultado del punto de Inflamación asfalto convencional.....	111
Tabla-3.36- Resultado del ensayo de ductilidad asfalto convencional.....	114
Tabla-3.37 - Resumen de los resultados de caracterización de materiales pétreos .....	116
Tabla-3.38 - Resultado de Gravedades específicas bulk de la combinación de los agregados .....	118
Tabla-3.39 - Resumen de control de calidad asfalto convencional.....	118
Tabla-3.40- Porcentaje calculado para cada fracción del agregado (Material Triturado)...	120
Tabla-3.41 - Porcentaje calculado para cada fracción del agregado (Material Natural).....	121
Tabla-3.42 - Porcentajes de Cemento Asfálticos de las granulometrías.....	122
Tabla-3.43- Dosificación para una briqueta de 1200 g de 5,5% de C.A.....	123
Tabla-3.44 –Dosificación de agregados triturados y asfalto para una briqueta de 1200 g	124
Tabla-3.45 - Dosificaciones de agregado natural y asfalto para una briqueta de 1200 g..	124
Tabla-3.46 - Resultados de gravedades específicas (Gmb).....	131
Tabla-3.47- Resultado de porcentaje de Vacíos en la Mezcla mat Triturado (VTM).....	132
Tabla-3.48 - Resultado de porcentaje de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA).....	133
Tabla-3.49 - Resultado de porcentaje de Vacíos llenos de asfalto (R.B.V.).....	134
Tabla-3.50 - Resultado de Estabilidad y flujo.....	138
Tabla-3.51 Cuadro resumen diseño de mezcla asfáltica, Granulometría material triturado	139
Tabla-3.52 Cuadro resumen diseño de mezcla asfáltica, Granulometría material natural.	140
Tabla-3.53 Resultado Relaciones volumétricas .....	141
Tabla-3.54- Resultado Relaciones volumétricas .....	144
Tabla-3.55 – Resumen de las propiedades de diseño mezclas asfáltica.....	155

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Obtención del Asfalto.....	13
Figura 2.2 Esquema coloidal de Pfeiffer .....	14
Figura 2.3 - Comportamiento del asfalto: Consistencia vrs. Temperatura .....	15
Figura 2.4 - Representación de la composición típica de una mezcla asfáltica .....	44

Figura-3.1 - Banco de material "VAFERCON".....	52	
Figura-3.2 - Banco de material "ERIKA".....	52	
Figura-3.3 - Banco de material "CHARAJA".....	53	
Figura-3.4 - Banco de material "Río Tolomosa".....	53	
Figura-3.5 - Banco de material "Río Guadalquivir".....	54	
Figura-3.6 - Banco de material "Río Camacho".....	54	
Figura-3.7- Separando las partículas fracturadas y no fracturadas.....	56	
Figura-3.8- Inspección y detección de las partículas fracturadas.....	56	
Figura-3.9- Peso de partículas fracturadas.....	57	
Figura-3.10- Cuarteo de muestra representativa.....	58	
Figura-3.11 - Separando las partículas planas o alargadas.....	59	
Figura-3.12- Cuarteo del material.....	61	
Figura-3.13- Tamizado.....	62	
Figura-3.14- Esferas de acero.....	62	
Figura-3.15- Equipo de los Angeles.....	62	
Figura-3.16 Representación gráfica de los vacíos en los agregados.....	64	
Figura-3.17 - Muestra saturada.....	66	
Figura-3.18 - Secando la Muestra.....	67	
Figura-3.19- Peso de muestra en agua.....	67	
Figura-3.20 - Muestra sumergida.....	69	
Figura-3.21 - Secado del material.....	70	
Figura-3.22- Usando el molde cónico.....	70	
Figura-3.23- Pesando la muestra - agua y matraz.....	71	
Figura-3.24- Llenado de la muestra en su respectivo molde.....	75	
Figura-3.25 - Enrase de la muestra.....	76	
Figura-3.26 - Pesos registrados de los agregados.....	76	
Figura-3.27 - Llenado de la probeta con solución.....	79	
Figura-3.28 - Tipos de muestra en reposo	Figura-3.29 - Lecturas $h_1$ y $h_2$ .....	80
Figura-3.30 - Cuarteo del material	Figura-3.31 - Peso de la muestra.....	83
Figura-3.32- Juego de tamices	Figura-3.33- Pesando el Material tamizado.....	84
Figura-3.34- Material sumergido en baño	Figura-3.35- Lectura de penetración.....	98
Figura-3.36- Limpieza del equipo	Figura-3.37- Vertido del material.....	101
Figura-3.38- Retiro del tapón de corcho	Figura-3.39 -Registro de tiempo en el.....	101

Figura-3.40– Colocación del betún	Figura-3.41– Colocación de esferas.....	104
Figura- 3.42– Aparato sumergido	Figura- 3.43– Registro de temperatura.....	104
Figura-3.44– Muestras de asfalto.....		107
Figura- 3.45– Registro de peso Picnómetro + asfalto + agua.....		107
Figura-3.46– Medición de la temperatura.....		110
Figura- 3.47– Punto de Combustión.....		110
Figura- 3.48 – Preparación de briquetas	Figura-3.49 –Briquetas con material.....	113
Figura- 3.50– Elongación del asfalto en el equipo ductilómetro.....		113
Figura-3.51- Paquetes de 1200 g para las briquetas.....		125
Figura-3.52- Bandejas separadas para cada briqueta la cantidad necesaria.....		126
Figura- 3.53 –Muestra en el horno a una T 30°C.....		126
Figura- 3.54– Peso de muestra + asfalto.....		126
Figura- 3.55 – preparación de la mezcla.....		127
Figura-3.56– Preparación del molde	Figura-3.57– Disco de papel filtro.....	128
Figura-3.58 – Lectura de temperatura	Figura- 3.59– Llenado del molde.....	128
Figura-3.60– Compactación de 75 golpes	Figura-3.61– Desmolde de la briqueta.....	128
Figura- 3.62– Peso seco.....		129
Figura-3.63 – Peso sat. Superf. Seco.....		129
Figura- 3.64- Peso sumergido en agua.....		130
Figura- 3.65– Briquetas en baño de María.....		135
Figura-3.66 – Determinación de Estabilidad y flujo.....		136

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 3.1 - Granulometría experimental de material pétreo triturado: Convencional.....	50
Grafica 3.2 - Granulometría experimental de material pétreo natural: Convencional.....	51
Grafica 3.3 - Análisis de granulometría de grava 3/4".....	85
Grafica3.4 - Análisis de granulometría de grava 3/8".....	86
Grafica 3.5 - Análisis de granulometría de arenas.....	88
Grafica 3.6 - Análisis de granulometría de arenas.....	90
Grafica 3.7 - Combinaciones Granulométricas –Convencional Tipo.....	93
Grafica 3.8 - Combinaciones Granulométricas –Convencional Tipo C.....	95
Grafica 3.9 – Resultado de Penetración 85-100 Convencional.....	99
Grafica3.10 - Temperatura vs viscosidad asfalto convencional.....	102

Grafica 3.11 - Ensayo de Ablandamiento.....	105
Grafica 3.12 Relaciones volumetricas de granulometria convencional.....	141
Grafica 3.13 Relaciones volumetricas de granulometria convencional.....	144
Grafica 3.14 – Comparación densidad (gr/cm <sup>3</sup> ).....	147
Grafica 3.15– Comparación de porcentaje de vacios en mezcla.....	147
Grafica 3.16 - Comparación porcentaje de vacios de agregados mineral V.A.M.....	148
Grafica 3.17 - Comparación de porcentaje de vacios llenos con asfalto.....	149
Grafica 3.18 – Comparación de estabilidad en libras.....	150
Grafica 3.19 – Comparación de flujo.....	151
Grafica 3.20 – Comparación densidad (gr/cm <sup>3</sup> ).....	152
Grafica 3.21 – Comparación de porcentaje de vacios en mezcla.....	152
Grafica 3.22- Comparación porcentaje de vacios de agregados mineral V.A.M.....	153
Grafica 3.23- Comparación de porcentaje de vacios llenos con asfalto.....	153
Grafica 3.24 – Comparación de estabilidad en libras.....	154
Grafica 3.25– Comparación de flujo.....	154
Grafica 3.26 – Gravedades especificas en mezclas asfálticas.....	156
Grafica 3.27 – Porcentajes de vacios de aire en las mezclas asfálticas.....	157
Grafica 3.28 –Porcentaje de Vacios de Agregado Mineral en mezclas asfálticas.....	158
Grafica 3.29- Porcentaje de Vacios Llenos de Asfalto en mezclas asfálticas.....	159
Grafica 3.30 - Estabilidades en mezclas asfálticas.....	160
Grafica 3.31 - Flujos en mezclas asfálticas.....	161

## SIGLAS

- ASTM** : American Society for testing Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
- AASHTO** : American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte)
- MAC** : Mezcla Asfáltica en Caliente
- NCHRP** : National Cooperative Highway Research Program (Programa Nacional Cooperativo para la Investigación de Carreteras)
- PG** : Performance Grade (Grado de desempeño)
- SHRP** : Strategic Highway Research Program  
(Programa Estratégico para la Investigación de Carreteras)