

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**CONTROL DE CALIDAD EN PAVIMENTOS RIGIDOS DE
ALTO RENDIMIENTO APLICADO AL TRAMO
CAMPO PAJOSO-CARAPARI**

Por:

SERGIO ANDRÉS ALFARO VELASQUEZ

Tesis de grado presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Septiembre 2010

TARIJA - BOLIVIA

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a Dios, porque gracias a él tengo fortaleza y salud para seguir adelante, y con todo mi amor y cariño a mis padres, hermanos por los esfuerzos, y sacrificios que hicieron para que pueda llegar a culminar mis estudios superiores, a mi querida esposa e hijos que gracias al aliento y apoyo espiritual lograron que pueda dar este paso tan importante en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
RESUMEN
INTRODUCCIÓN

Página

CAPÍTULO I

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	1
1.1.- DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS.....	1
1.2.- TIPOS DE PAVIMENTOS.....	3
1.2.1.- PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	3
1.2.2.- PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	4
1.3.- FACTORES DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	5
1.3.1.- FACTORES DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	6
1.4.- MÉTODOS DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	9
1.4.1.- MÉTODO AASTHO.....	10
1.4.2.- MÉTODO DE LA ASOCIACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND (PCA)....	24
1.5.- ESFUERZOS EN EL PAVIMENTO RÍGIDO.....	34
1.6.- ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DE CAPAS DE APOYO.....	38

CAPÍTULO II

2.- PROCESO DE EJECUCIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ALTO RENDIMIENTO.....	47
2.1.- INTRODUCCIÓN.....	47
2.2.- ETAPAS EN EL PROCESO DE EJECUCIÓN.....	48
2.2.1.- ACCIONES PREVIAS.....	48
2.2.2.- EXCAVACIÓN A NIVEL DE LA SUBRASANTE.....	50
2.2.3.- CONSTRUCCIÓN CAPA SUB BASE.....	52
2.2.4.- PREPARACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE LA LOSA.....	54
2.2.4.1.- FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN.....	55
2.2.4.2.- TRANSPORTE DEL HORMIGÓN.....	56
2.2.4.3.- PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN.....	57
2.2.4.4.- TERMINACIÓN.....	60
2.2.5.- PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE JUNTAS.....	61
2.2.5.1.- DISPOSITIVOS ESPECIALES EN JUNTAS.....	69

2.2.6.- PROCESO DE CURADO DEL HORMIGÓN.....	72
2.2.7.- PUESTA EN SERVICIO DEL PAVIMENTO TERMINADO.....	73

CAPÍTULO III

3.-METODOLOGIA PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ALTO RENDIMIENTO.....75

3.1.- GENERALIDADES.....	75
3.1.1.- OBJETIVO DE CONTROL DE CALIDAD EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	76
3.1.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD.....	77
3.2.- ORGANIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD.....	77
3.2.1.- ENCARGADO DEL CONTROL.....	78
3.2.2.- INSTRUMENTOS DE CONTROL.....	80
3.2.3.- ETAPAS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	81
3.2.4.- REQUERIMIENTO EN EL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD.....	82
3.2.4.1.- TERMINOS ESTADÍSTICOS DE CONTROL DE CALIDAD.....	83
3.2.5.- NIVELES DE CONTROL.....	86
3.2.6.- FORMAS DE CONTROL.....	87
3.2.7.- NIVEL DE CONFIANZA.....	90
3.2.8.- FRECUENCIAS DE CONTROL EN LA EJECUCIÓN.....	91
3.2.9.- ELEMENTOS DEL CONTROL DE CALIDAD.....	93
3.3.- CONTROL DE ACTIVIDADES PREVIAS.....	95
3.4.- CONTROL CAPA SUBRASANTE.....	96
3.5.- CONTROL CAPA SUB BASE.....	101
3.6.- CONTROL LOSA DE HORMIGÓN.....	106
3.6.1.- CONTROL DE RESISTENCIAS.....	107
3.6.2.- ENSAYOS STANDARD EN HORMIGÓN.....	108
3.6.3.- APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN ESTADÍSTICA.....	116
3.6.4.- CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	121
3.6.5.- ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	128
3.7.- CONTROL DEL EQUIPO.....	129
3.7.1.- EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAPAS DEL PAVIMENTO.....	129
3.7.2.- EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE HORMIGÓN.....	133

CAPÍTULO IV

4.- APLICACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ALTO RENDIMIENTO EN EL TRAMO CAMPO PAJOSO CARAPARÍ PROGRESIVAS 0+000 A 2+400.....	135
4.1.- UBICACIÓN EN EL TRAMO.....	135
4.2.- ORGANIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN EL TRAMO..	137
4.2.1.- CONTROL DE ACTIVIDADES PREVIAS EN EL TRAMO.....	138
4.2.2.- CONTROL DE ACTIVIDADES PROPIAS DEL PAVIMENTO.....	140
4.2.3.- CONTROL LOSA DE HORMIGÓN EN EL TRAMO.....	142
4.3.- CONTROL DEL EQUIPO.....	143
4.3.1.- EQUIPO PARA LA CONSTRCCIÓN DE CAPAS DE PAVIMENTO.....	143
4.3.2.- EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN LOSA DE HORMIGÓN.....	147
4.3.3.- NIVELES DE RENDIMIENTO.....	157

CAPÍTULO V

5.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	159
5.1.- CONCLUSIONES.....	159
5.2.- RECOMENDACIONES.....	162
BIBLIOGRAFÍA.....	164

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de pavimentos.....	3
Figura 2 Resistencia a la flexión del concreto.....	24
Figura 3 Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos de CBR.....	7
Figura 4 Factor de carril.....	32
Figura 5 Retracción y variaciones de temperatura.....	42
Figura 6 Etapas de deterioro de un pavimento rígido.....	44
Figura 7 Tipos de escalonamiento en un pavimento rígido.....	45
Figura 8 Detalle de juntas transversales y longitudinales con sus pasadores.....	63
Figura 9 Juntas longitudinales.....	64
Figura 10 Juntas longitudinales tipo macho y hembra.....	64
Figura 11 Juntas longitudinales de plano debilitado.....	65
Figura 12 Dispositivos especiales en juntas.....	69
Figura 13 Organización para el control de calidad.....	77
Figura 14 Control reducido.....	88
Figura 15 Control normal.....	89
Figura 16 Control intenso.....	89
Figura 17 Metodología para el control de calidad.....	94
Figura 18 Equipo para la construcción de capas de pavimento, escarificación (Motoniveladora).....	130
Figura 19 Equipo para la construcción de capas de pavimento, mezclado (Motoniveladora).....	130
Figura 20 Equipo para la construcción de capas de pavimento, transporte material (Volqueta).....	130
Figura 21 Equipo para la construcción de capas de pavimento, transporte material (Volqueta).....	130
Figura 22 Equipo para la construcción de capas de pavimento, equipo de riego (Cisterna).....	131

Figura 23 Equipo para la construcción de capas de pavimento, equipo de compactación (Compactador de rodillo liso).....	132
Figura 24 Equipo para la construcción de losa de hormigón, (Mixer).....	134
Figura 25 Organización para el control de calidad en el tramo.....	137
Figura 26 Motoniveladora.....	145
Figura 27 Carro Aguatero.....	145
Figura 28 Compactador de rodillo liso.....	146
Figura 29 Compactador a neumáticos.....	146
Figura 30 Planta para la preparación de los agregados pétreos (Chancadora).....	147
Figura 31 Planta dosificadora de hormigón.....	148
Figura 32 Pavimentadora Witten 3060.....	148
Figura 33 Instalación de Formaletas.....	149
Figura 34 Instalación de pasajuntas transversales.....	149
Figura 35 Preparación de las guías.....	150
Figura 36 Preparación de las guías.....	150
Figura 37 Vaciado y extendido del hormigón.....	151
Figura 38 Vaciado y extendido del hormigón.....	151
Figura 39 Terminado de la losa de hormigón.....	152
Figura 40 Terminado de la losa de hormigón.....	152
Figura 41 Texturizado de la losa de hormigón.....	153
Figura 42 Texturizado de la losa de hormigón.....	153
Figura 43 Curado de la losa de hormigón.....	154
Figura 44 Curado de la losa de hormigón.....	154
Figura 45 Aserrado de juntas.....	155
Figura 46 Aserrado de juntas.....	155
Figura 47 Sellado de juntas.....	156
Figura 48 Sellado de juntas.....	156
Figura 49 Niveles de rendimiento.....	158
Figura 50 Costos por m ³	158

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 PERIÓDOS DE PROYECTO A ADOPTAR EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA.....	13
TABLA 2 DISTRIBUCIÓN DEL TRÁFICO EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES.....	13
TABLA 3 NIVELES DE FIABILIDAD A ADOPTAR EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CARRETERA.....	15
TABLA 4 CALIDADES DE DRENAJE.....	16
TABLA 5 VALORES DE COEFICIENTE DE DRENAJE.....	17
TABLA 6 VALORES DEL COEFICIENTE J DE TRANSMISIÓN DE CARGAS.....	18
TABLA 7 VALORES DEL FACTOR DE PÉRDIDA DE SOPORTE LS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE BASE O SUB BASE.....	19
TABLA 8 VALORES DEL MODULO “K”.....	20
TABLA 9 INCREMENTO DEL VALOR “K” SEGÚN EL ESPESOR DE LA BASE GRANULAR.....	27
TABLA 10 INCREMENTO DEL VALOR “K” SEGÚN EL ESPESOR DE UNA BASE GRANULAR CEMENTADA.....	28
TABLA 11 FACTORES DE CRECIMIENTO ANUAL SEGÚN LA TASA DE CRECIMIENTO.....	30
TABLA 12 SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE JUNTAS SEGÚN LA CALIDAD DEL AGRGADO PÉTREO.....	67
TABLA 13 RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CONTROL Y NIVELES DE CONFIANZA.....	91
TABLA 14 NORMA AASTHO PARA EL CONTROL DE COMPACTACIÓN.....	105
TABLA 15 ESPECIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA PARA SUB BASE.....	105
TABLA 16 ESPECIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA PARA LA ARENAS.....	112
TABLA 17 LÍMITES ACEPTABLES DE SUSTACIAS PERJUDICIALES EN LOS AGREGADOS GRUESOS.....	113
TABLA 18 ESPECIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA PARA LA GRAVA.....	114
TABLA 19 RELACIÓN ENTRE DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y GRADO DE CONTROL.....	119

TABLA 20 RELACIÓN ENTRE GRADO DE CONTROL DE ENSAYO Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE ENSAYO.....	120
TABLA 21 TOLERANCIAS EN LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL.....	128

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°1 ÁBACOS.

ANEXO N°2 CONTROL TECNOLÓGICO CAPA SUB-BASE.

ANEXO N°2.1 CONTROL GEOMÉTRICO EM EL TRAMO CAPA SUB-BASE.

ANEXO N°3 CONTOL TECNOLÓGICO EM ENL TRAMO LOSA DE
HORMIGÓN CONTROL DIARIO CARRIL DERECHO.

ANEXO N°3.1CONTROL TECNOLÓGICO EM EL TRAMO LOSA DE
HORMIGÓN CONTROL DIARIO CARRIL IZQUIERDO.

ANEXO N°3.2 CONTROL GEOMETRICO EM EL TRAMO LOSA DE
HORMIGÓN.

ANEXO N°3.3 CONTROL GEOMÉTRICO DE ESPESOR LOSA DE HORMIGÓN.

ANEXO N°3.4 CONTROL DE RESISTENCIA EN CILINDROS DE CONCRETO
CARRIL DERECHO.

ANEXO N°3.5 CONTROL DE RESISTENCIA EN CILINDROS DE CONCRETO
CARRIL IZQUIERDO.

ANEXO N°3.6 CONTROL DE RESISTENCIA EN PRISMAS DE CONCRETO
CARRIL DERECHO.

ANEXO N°3.7 CONTROL DE RESISTENCIA EN PRISMAS DE CONCRETO
CARRIL IZQUIERDO.